


RAPPORT

Vei 2020/04



RAPPORT OM BRANN I VOGNTOG PÅ E16 I GUDVANGATUNNELEN I AUURLAND 30. MARS 2019

 English summary included

Statens havarikommisjon (SHK) har utarbeidd denne rapporten utelukkande for å betre trafikktryggleiken. Føremålet med undersøkinga er å identifisere feil eller manglar som kan svekke trafikktryggleiken, anten dei er årsaksfaktorar eller ikkje, og fremje tilrådingar. Det er ikkje Havarikommisjonen si oppgåve å fordele skuld og ansvar. Denne rapporten bør ikkje brukast til anna enn førebyggjande tryggleiksarbeid.

ISSN 1894-5929 (digital utgåve)

Statens havarikommisjons virksomhet er heimla i lov 18. juni 1965 nr. 4 om vegtrafikk § 44 jf. forskrift 30. juni 2005 nr. 793 om offentlige undersøkelser og om varsling av trafikkulykker mv. § 2.

INNHALDSLISTE

MELDING OM ULUKKA	3
SAMANDRAG	4
ENGLISH SUMMARY	5
1. FAKTAOPPLYSNINGAR	6
1.1 Hendingforløpet	6
1.2 Involverte personar og personskadar	10
1.3 Utrykking, sløkkings- og redningsinnsats	10
1.4 Skadar på køyretøy	12
1.5 Skadar på tunnelkonstruksjonen	12
1.6 Ulukkesstaden	13
1.7 Køyretøy og last	16
1.8 Vêr- og føretilhøve	18
1.9 Gudvangatunnelen – utforming, trafikk og tryggleiksutstyr	18
1.10 Branntekniske undersøkingar	25
1.11 Regelverk og retningslinjer	27
1.12 Styresmakter, organisasjonar og leiing	28
1.13 Andre opplysningar	29
1.14 Tiltak som er sette i verk	29
2. ANALYSE	30
2.1 Innleiing	30
2.2 Den utløysande hendinga	30
2.3 Varsling og evakuering	32
2.4 Trafikantane si sårbarheit ved evakuering i røykfylt miljø	33
2.5 Samhandlinga og innsatsen til VTS og naudetatane	36
2.1 Planlegging og gjennomføring av tunnelarbeid og trafikkavvikling i tunnel	37
3. KONKLUSJON	39
3.1 Brannen – utvikling og evakuering	39
3.2 Tunnelutstyr og tryggleik	40
4. TRYGGLEIKSTILRÅDINGAR	41
REFERANSAR	42
VEDLEGG	43

RAPPORT OM VEGTRAFIKKULUKKE

Dato og tidspunkt:	30. mars 2019 kl. 0330
Ulukestad:	E16 Gudvangatunnelen i Aurland kommune i Sogn og Fjordane
Vegnr., hovudparsell (hp), km:	Ev16 hp8 m 8012
Ulukestype:	Brann i vogntog
Køyretøy, type og kombinasjon:	Scania 500 trekkvogn (2018-modell) Krone Coolliner, kjøle- og fryse-semitilhengar (2015-modell)
Type transport:	Frakt av gods, kjøle- og frysevarer

MELDING OM ULUKKA

Vegtrafikkentralen (VTS) varsla laurdag 30. mars klokka 0515 Statens havarikommisjon (SHK) om ein brann i eit vogntog i Gudvangatunnelen. Tre havariinspektørar frå SHK rykte ut, og dei kom til Flåm kl. 1400 same dagen.

SAMANDRAG

Den 30. mars 2019 om lag kl. 0330 byrja det å brenne i eit norsk vogntog i den 11,4 km lange Gudvangatunnelen. Dette var den tredje brannen i eit større køyretøy i denne tunnelen sidan 2013. Trass i at det har blitt gjort grundige undersøkingar, har det ikkje vore mogleg å finne ut nøyaktig kvifor det byrja å brenne i dette vogntoget.

Det gjekk føre seg oppgraderingsarbeid i tunnelen då hendinga fann stad, og tryggleiksnivået var relativt likt nivået under brannen i 2013. Det var 33 personar i tunnelen då brannen oppstod; 28 tunnelarbeidarar og 5 trafikantar. Vegtrafikksentralen (VTS) hadde avgrensa kameraovervaking, registrerte ikkje talet på trafikantar i tunnelen, og hadde inga moglegheit til å kommunisere med einskildtrafikantar som ikkje kontakta VTS eller naudetatane på eiga hand.

Brannen oppstod i den første av fire vogntog som køyrde saman i kolonne med leiebil. Føraren av vogntoget prøvde å sløkkje utan å lukkast. Han sette seg då inn i leiebilen og blei med då bilen køyrde framover frå brannen. Samstundes hadde føraren av leiebilen varsla VTS om brannen via SOS-telefonen, og leiebilsjåføren prøvde å få med seg dei tre andre vogntoga i kolonnen forbi brannen.

Berre det fremste av vogntoga følgde etter. Dei to bakanfor blei ståande att bak det brennande vogntoget. Det blei gjort forsøk på å rygge dei attende, og førarane klarte å skape nok avstand til at brannen ikkje spreidde seg. Då dei blei innhenta av røyken og måtte gje opp å rygge vidare, valde begge førarane å forlate køyretøya og evakuere vekk frå brannen til fots. Det var mørkt, og dei hadde ikkje andre hjelpemiddel enn lyset frå sine egne mobiltelefonar.

Dei to førarane blei utsette for røyk i om lag 22 minutt, og det blei funne karbonmonoksid i blodet på begge to etter at dei var komne ut av tunnelen. Resten av personane som var inne i tunnelen, kom seg ut på eiga hand før naudetatane kom fram til tunnelen, og ingen blei alvorleg skadde.

I samband med tidlegare tunnelbrannar har det synt seg at det er krevjande å sikre sjølvredningsprinsippet i lange eittløpstunnelar. SHK vurderer det slik at trafikantane raskt blei klare over situasjonen under denne brannen, og at alle saman raskt sette i verk tiltak for å fjerne seg frå situasjonen på grunnlag av avgrensa informasjon. Denne hendinga viser både kor krevjande det er å rygge eit vogntog i ein tunnel og kor lite som skal til for at trafikantar blir fanga i røyken.

Ved store brannar i lange eittløpstunnelar utan naudutgangar finst det ikkje andre fysiske barrierar eller hjelpemiddel enn tunnelventilasjonen som kan skjerme trafikantar frå røyk og giftige branngassar. Undersøkinga har synt at tidsvindauget er lite, og at det er vanskeleg å unngå at trafikantar blir fanga i røyk. SHK meiner at det bør etablerast kompensierende tiltak på dette området, og fremjar difor ei tryggleikstilråding.

ENGLISH SUMMARY

At approximately 03.30 on 30 March 2019, a Norwegian heavy goods vehicle caught fire in the 11.4-km-long Gudvanga tunnel. This was the third fire in a large vehicle in this tunnel since 2013. Despite thorough investigations, it has not been possible to determine exactly why this heavy goods vehicle caught fire.

The tunnel was in the process of being upgraded at the time of the incident, and the level of safety was comparable to that at the time of the 2013 fire. There were 33 persons inside the tunnel when the fire started: 28 tunnel workers and 5 road users. The Traffic Control Centre (VTS) had limited camera surveillance, the number of road users in the tunnel was not registered, and VTS had no way of communicating with individual road users unless they themselves contacted VTS or the emergency services.

The fire started in the first of four heavy goods vehicles driving together in a convoy led by an escort vehicle. The driver made an unsuccessful attempt to extinguish the fire. He then got into the escort car and remained there as the car drove forward, away from the fire. At the same time, the escort car driver had notified VTS of the fire using the SOS telephone in the tunnel, and he tried to get the other three heavy goods vehicles in the convoy to follow him and drive past the fire.

Only the first of the three followed, while the two heavy goods vehicles at the rear of the convoy remained behind the burning vehicle. The drivers tried to reverse them away, and they managed to put sufficient distance between their vehicles and the fire to prevent the fire from spreading. The smoke caught up with them, and they had to abandon the reversing. Both the drivers then chose to leave their vehicle and evacuate away from the fire on foot. It was dark, and the only aid they had was the light from their own mobile phones.

These drivers were exposed to smoke for approx. 22 minutes, and carbon monoxide was detected in the blood of both drivers after they came out of the tunnel. The rest of the people in the tunnel made their way out without assistance before the emergency services arrived at the tunnel, and no one was seriously injured.

Previous tunnel fires have shown that it is demanding to safeguard the preconditions for the self-rescue principle in long single-bore tunnels. The NSIA finds that on this occasion, the road users quickly became aware of the situation, and they all took prompt action to remove themselves from the situation based on limited information. This incident highlights both how demanding it is to reverse a heavy goods vehicle in a tunnel, and also how little it takes for road users to become trapped in smoke.

When a major fire occurs in a long single-bore tunnel with no emergency exits, there are no physical barriers or aids other than the tunnel ventilation that can protect road users from smoke and toxic fire gases. The investigation shows that the time window is narrow, and it is difficult to avoid road users becoming trapped in smoke. The NSIA is of the opinion that compensatory measures should be established, and therefore submits a safety recommendation.

1. FAKTAOPPLYSNINGAR

1.1 Hendingsforløpet

Gudvangatunnelen var under oppgradering, og det var styrt trafikkavvikling mellom Flåm og Gudvangen. Trafikken blei avvikla som kolonnekøyring i éi køyreretning om gongen til faste tidspunkt. SHK har oversikt over 33 personar som var i tunnelen då brannen starta – 28 tunnelarbeidarar og 5 trafikantar (inkludert leiebilsjåføren).

Kl. 0315 natt til laurdag 30. mars 2019 starta ein planlagd kolonne med éin leiebil og fire vogntog frå Flåm mot Gudvangen. Kolonnen køyrde først opp gjennom Flenjatunnelen, ut i friluft ved Langhuso og vidare inn i Gudvangatunnelen, der arbeid var i gang, jf. figur 1. Kolonnen var styrt av ein leiebil som heldt ein fart på om lag 40 km/t. Vel 1 km inne i Gudvangatunnelen stoppa kolonnen for å sleppe fram ein møtande betongbil ved eit arbeidslag med to elektroinstallatørar, som stod i ein lift i motgåande køyrefelt.



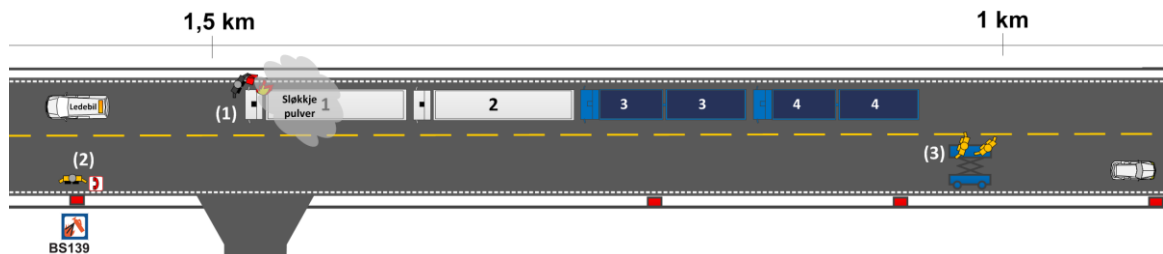
Figur 1: Brannstaden i Gudvangatunnelen og køyreruta til vogntoget som brann. Illustrasjon: Kartverket, SHK

Kolonnen hadde venta i ca. 1 ½ minutt då føraren av vogntog nummer 1 oppdaga eit gult motorvarsel i dashbordet, «Engine warning» med ei tilleggsmelding om å køyre til ein verkstad. Samstundes som han verifiserte dette varselet, starta kolonnen opp att. Då oppdaga føraren av vogntog nummer 2 ein flamme i vegbana, jf. figur 2.



Figur 2: Første synlege flamme til høgre i vegbana etter stopp ved 1 km, ca. kl. 0331 (markert med ein raud ring). Video: Thermo transport

Brannen blussa raskt opp på høgre side av vogntog nummer 1, og vogntogfører nummer 1 såg òg flammene i den høgre sidespegelen. Føraren sette på varsellysa, blinka med frontlyktene mot leiebilen og stoppa køyretøyet. Deretter gjekk han ut mot det han trudde var flammar frå dieseltanken på høgre sida, men såg at flammene kom frå undersida av førarhytta. Føraren henta handsløkkjaren frå si eiga trekkvogn og tømde han mot flammene, jf. (1) i figur 3. Dette sende ei sky av sløkkjepulver bakover mot dei andre vogntoga, jf. figur 4. Leiebilsjåføren varsla Vegtrafikkentralen (VTS) frå ein naudtelefon om lag 50 meter lenger nede i tunnelen kl. 0331, jf. (2) i figur 3.

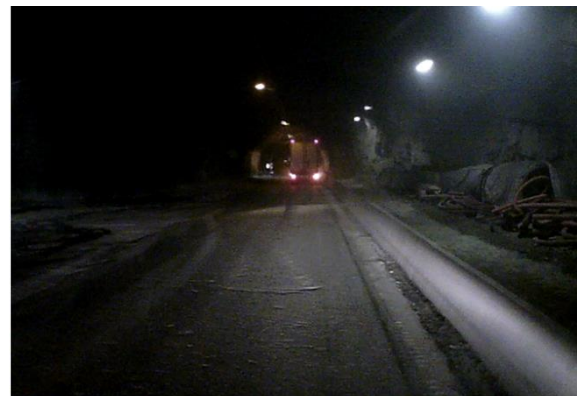


Figur 3: Vogntogfører nummer 1 prøvde å sløkkje brannen (1), og leiebilsjåføren varsla VTS via SOS-telefonen (2). Illustrasjon: SHK

To elektroinstallatørar arbeidde i ein lift rett ved staden der hendinga skjedde, jf. (3) i figur 3. Dei disponerte ein tenestebil i nærleiken av arbeidsstaden og oppfatta situasjonen frå liftkorga. Installatørane hadde ikkje radiosamband.

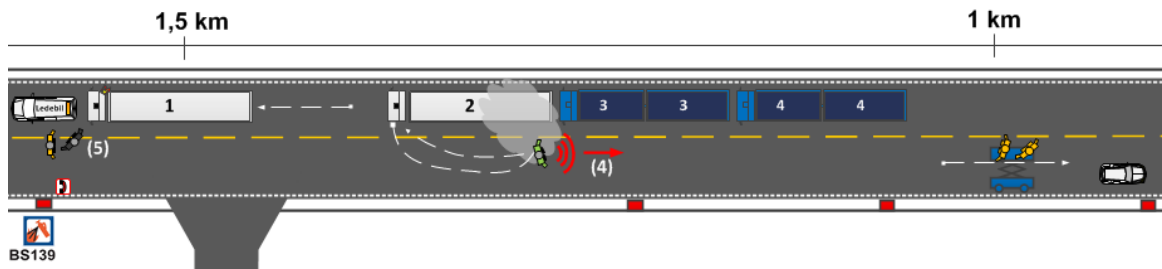


Figur 4: Sløkkjepulver kom sigande bakover då det blei gjort forsøk på å sløkkje brannen, ca. kl. 0332. Video: Thermo transport



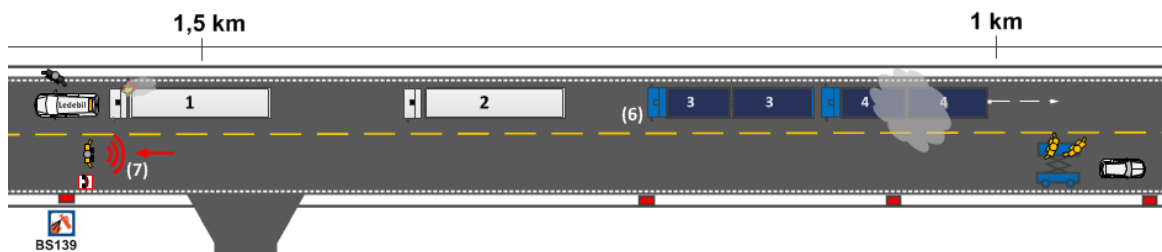
Figur 5: Vogntog nummer 1 køyrde ned til staden der leiebilsjåføren varsla VTS, ca. kl. 0333. Video: Thermo transport

Føraren i vogntog nummer 2 trudde at sløkkjepulveret som kom mot han, var brannrøyk, og han hoppa ut av køyretøyet og gav førarane av vogntog nummer 3 og 4 signal om å rygge, jf. (4) i figur 6. I mellomtida forsøkte vogntogfører nummer 1 å finne fleire sløkkjemiddel, men det var ikkje noko slikt i nærleiken. Så køyrde han det brennande vogntoget fram mot leiebilen, jf. (5) i figur 6. Vogntogfører nummer 2 sette seg attende i vogntoget sitt, og han såg då at vogntog nummer 1 var flytta litt framover i tunnelen.



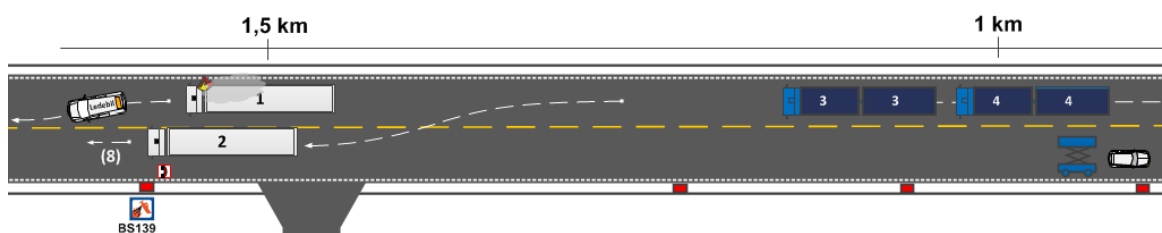
Figur 6: Vogntogfører nummer 2 signaliserte til vogntoga bak. Illustrasjon: SHK

Vogntog nummer 3 og 4 var i ferd med å rygge tilbake i retning Langhuso, jf. (6) i figur 7. Brannen heldt fram med å spreie seg til den fremre delen av semitilhengaren til vogntog nummer 1, og leiebilsjåføren gav beskjed om at føreren måtte setje seg inn i leiebilen slik at dei kunne evakuere vidare ut av tunnelen. Leiebilsjåføren signaliserte med store armrørslar mot kolonnen at dei skulle følgje han vidare forbi det første vogntoget, som stod i brann, jf. (7) i figur 7. Førarane av vogntog 3 og 4 var opptekne med å rygge, og dei oppfatta korkje signala frå leiebilsjåføren eller at vogntog nummer 2 følgde leiebilen forbi det brennande vogntoget.



Figur 7: Leiebilsjåføren gav signal om å køyre forbi (6), men berre vogntogfører nummer 2 oppfatta dette. Illustrasjon: SHK

Leiebilen med to personar (leiebilsjåføren og vogntogfører nummer 1) og vogntog nummer 2 evakuerte vidare nedover Gudvangatunnelen, jf. (8) i figur 7, om lag tre minutt etter at brannen først var observert.

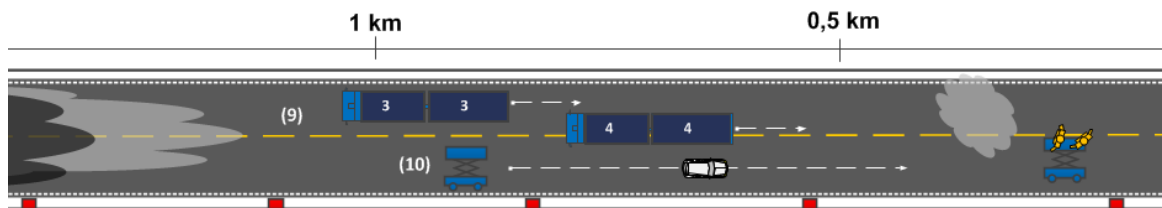


Figur 8: Leiebil med to personar følgd av vogntog nummer 2. Det tredje og fjerde vogntoget rygga bakover mot og forbi sakselifta. Illustrasjon: SHK

Leiebilsjåføren stoppa ved eit arbeidslag eit par hundre meter nedanfor og bad arbeidarane om å evakuere ut av tunnelen. Leiebilen heldt fram med å evakuere og varsle alle arbeidslaga dei møtte på vegen mot Gudvangen. Arbeidslaga var ikkje utstyrte med radiosamband og kunne såleis ikkje varsle seg imellom.

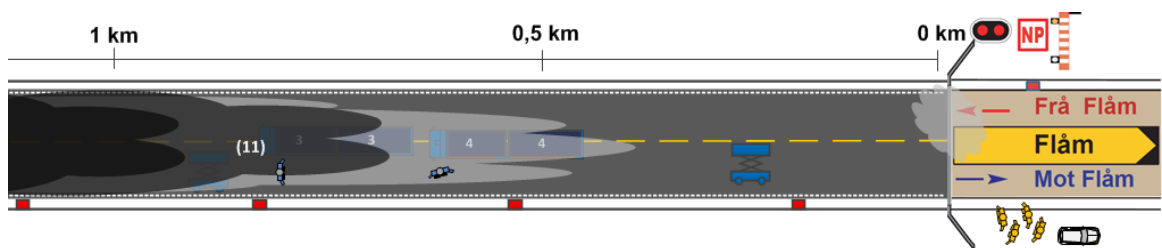
Ovanfor brannen var vogntog nummer 3 og 4 i ferd med å rygge sakte bakover, jf. (9) i figur 9. Samstundes rygga dei to elektroinstallatørane lifta opp mot tenestebilen sin og sette seg inn. Det var ikkje direkte kontakt mellom vogntogførarane og installatørane, og etter ei kort stund bestemte installatørane seg for å køyre tenestebilen ut av tunnelen. På

vegen ut mot Langhuso varsla installatørane andre kollegaer lenger oppe i tunnelen, jf. (10) i figur 9.



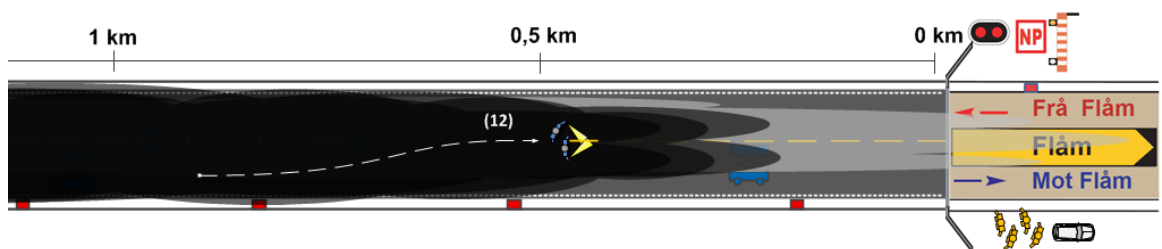
Figur 9: Elektroinstallatørane køyrde tenestebilen sin ut av tunnelen, medan vogntoga heldt fram med å rygge og sikta blei dårlegare. Illustrasjon: SHK

Vogntoga klarte å rygge rundt 200–300 meter, om lag 650 meter vekk frå brannen, før røyken gjekk frå lys til svart i løpet av kort tid. Røyken gjorde det umogleg å rygge vidare, og førarane valde då å forlate køyretøya og gå mot utgangen ved Langhuso, jf. (11) i figur 10.



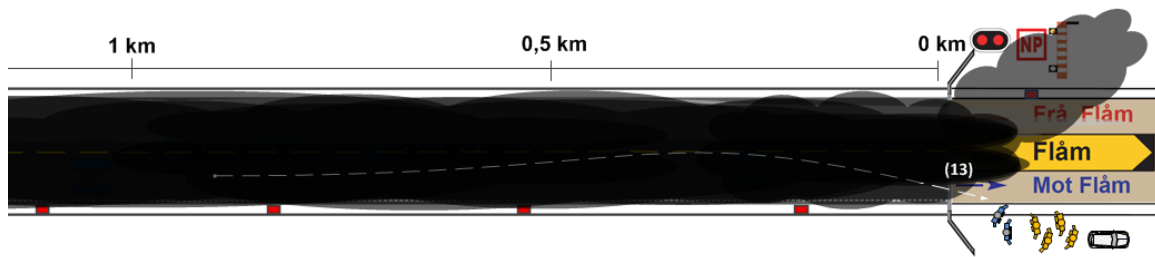
Figur 10: Vogntogførarane såg ikkje lenger i speglane og forlét vogntoga. Illustrasjon: SHK

Røyken var så tett at føraren av vogntog nummer 4 til å byrje med gjekk rett inn mot tunnelveggen. Dei tok med seg mobiltelefonar og ei flaske vatn på deling, og dei brukte sine egne klede til å dekkje andletet for å hindre sot og røyk i å kome ned i halsen. Først sprang dei, men på grunn av hoste og svie i luftvegane reduserte dei farten og gjekk raskt for å halde pusten under kontroll. Det var mørkt, og lysa i tunneltaket kunne dei berre så vidt skimte når dei var rett under dei. Dei brukte lommelyktene på mobiltelefonane og lyste mot den gule midtstripa for å følgje henne ut, jf. (12) i figur 11. Sikta var så dårleg at dei måtte gå krokbygde og halde mobiltelefonane om lag ein halvmeter over bakken for å kunne sjå midtstripa.



Figur 11: Vognførar nummer 3 og 4 forlét tunnelen ved hjelp av lommelykta på mobiltelefonen. Illustrasjon: SHK

Førarane drakk vatn på vegen ut og eksponerte såleis luftvegane. Dette gjorde det vanskelegare å puste på grunn av svie, men òg fordi klumpar og partiklar frå røyken følgde med ned i lungene. Om lag 22 minutt etter at brannen starta, hadde alle dei seks personane som var i den røykfylte delen av tunnelen, kome seg ut ved Langhuso, jf. (13) i figur 12. Frå utsida av tunnelen observerte dei at røyken både blei mørkare og kom fortare.



Figur 12: Alle dei seks personane som var på oversida av brannen, var ute av tunnelen etter om lag 22 minutt. Illustrasjon: SHK

1.2 Involverte personar og personskadar

SHK har oversikt over 33 personar som var i tunnelen då brannen starta. Det blei gjort greie for 32 personar på staden, medan føraren av vogntog nummer 2 i kolonnen køyrde vidare på køyreopdraget sitt og blei kontakta av politiet seinare.

Av dei 33 personane i tunnelen, blei ni personar påverka av brannen, anten ved at dei var i kolonnen eller at dei evakuerte ut av den røykfylte sida av tunnelen mot Flåm, jf. tabell 1.

Tabell 1: Personar i kolonnen og evakuerande på den røykfylte sida av brannen. Kjelde: SHK

Trafikantrolle	Erfaring
Leiebilsjåfør	Tre års erfaring som leiebilsjåfør lokalt
Føraren av det første vogntoget	Utanlandsk, 3 års erfaring som vogntogfører, 4 månader i Noreg
Føraren av vogntog nr. 2	Utanlandsk, 15 års erfaring som vogntogfører i Noreg
Føraren av vogntog nr. 3	To års erfaring som vogntogfører lokalt
Føraren av vogntog nr. 4	To års erfaring som vogntogfører lokalt
Tunnelarbeidar 1	Elektroinstallatør, utanlandsk
Tunnelarbeidar 2	Elektroinstallatør, utanlandsk
Tunnelarbeidar 3	Elektroinstallatør, utanlandsk
Tunnelarbeidar 4	Elektroinstallatør, utanlandsk

Ambulansane som kom til staden, hadde corpus3-apparat og hadde difor moglegheiter for utvida oksimetri og kunne måle karboksyhemoglobin (SpCO) i blodet. Målingane av dei to elektroinstallatørane gav utslag på 6–8 % SpCO. Målingane til dei to vogntogførarane som hadde evakuert til fots, gav først utslag på 10 % SpCO, men nivået steig etter kvart til 15 % SpCO hos begge to. Det blei ikkje funne andre teikn eller symptom på røykforgifting då pasientane blei undersøkte på staden.

Ein av vogntogførarane har seinare fortalt at han kjende seg tungpusta og hadde smerter i brystet rett etter at han hadde kome seg ut av tunnelen. Dessutan var han kvalm og svimmel.

Dei fire personane som fekk utslag på målingane, fekk O₂-behandling av ambulanspersonell og blei frakta til sjukehuset i Lærdal for vidare behandling for røykinhalasjon og røykforgifting. Alle saman blei skrivne ut etter kort tid.

1.3 Utrykking, sløkkings- og redningsinnsats

1.3.1 Varling og utrykking

SHK har henta inn loggar frå brannvesenet sin naudsentral (110), politiet sin naudsentral (112), akuttmedisinsk kommunikasjonsentral (AMK) og VTS, i tillegg til rapportar frå

einskilde aktører og evalueringsrapportar frå naudetatane etter brannen. Tidspunkta for varsling, utrykking, rednings- og sløkkjeinnsatsen er samla i tabell 2.

Tabell 2: Samandrag av loggar og informasjon frå fleire aktører. Kjelde: SHK

Tidspunkt	Hending/informasjon
03:31	Leiebilsjåføren ringjer frå brannskap BS139, 1500 meter inne i Gudvangatunnelen. Melder frå om brann i vogntog. Kort melding.
03:32	VTS stengjer tunnelen og ringjer ALS 110 Florø. Her blei det oppretta konferanse med politiet sin operasjonssentral. VTS melder om at ventilasjonen står i auto og at vinden går 1,7 m/s mot Aurland (samtalet varer i 7 minutt).
03:35	Første radioinnsnakk i tunnelen frå VTS (når alle køyretøy med DAB-radio i tunnelen).
03:37	Aurland brannvern blir varsla og rykkjer ut.
03:39	Andre radioinnsnakk i tunnelen frå VTS.
03:41	VTS blir samd med brannvesenet om ventilasjon på 2 m/s mot Aurland. VTS set difor ventilasjonen i manuell trinn 1 mot Aurland for å låse retning og fart.
03:41	Kamera i tunnelen byrjar å vise litt røyk og går etter kvart heilt i svart. Leiebilsjåføren seier at han tok med seg ein lastebil og førar av havaristen ut av tunnelen. Dei to som køyrde vogntog nummer 3 og 4 skal no vere på veg mot Flåm til fots. Politiet blir informert om dette.
03:42	Ventilasjonen går mot Aurland.
03:43	VTS Vest får melding om eit mogleg branntilløp i Rennfast, Rogaland, og går gjennom tunnelane.
03:45	Hendinga blir prioritert opp til ALARM, og siste radioinnsnakk blei utført av VTS
03:46	Voss brannvern blir varsla og rykkjer ut.
03:47	Trippelvarsling.
03:48	Det blir oppretta ei felles talegruppe for naudetatane (SAR21).
03:50	CO-sensor viser kritisk høgt nivå i tunnelen.
03:51	Melding om opne flammor, ikkje farleg gods i lasta, men matvarer.
03:53	Innsatsleiar brann Aurland er på plass ved tunnelopninga ved Langhuso. Observerte seks personar i tunnelopninga. Blei informert om at det ikkje var fleire personar mellom tunnelopninga ved Langhuso og skadestaden.
03:54	Politiet melder frå om at det er observert tre personar gåande ut av tunnelen på Aurland-sida. Eit vogntog skal stå i full fyr. AMK melder at det ikkje er flyvêr for helikopter frå Bergen. Ambulansar frå Voss og Eidfjord er på veg.
03:57	Innsatsleiar brann frå Aurland brannvern er framme ved tunnelopninga (Flåm, Langhuso).
04:02	Det kjem svart røyk ut av tunnelen på Flåm-sida.
04:22	Voss brannvern etablerer KO ved bensinstasjon i Gudvangen.
04:25	Voss brannvern er klar til innsats inn i tunnel frå Gudvangen.
04:43	Voss brannvern har starta sløkkjearbeidet.
04:55	Helikopter landa ved Gudvanga.
05:15	Voss ber om auka ventilasjon og får det (trinn 4).
05:44	Heile tunnelen og tre vogntog er gjennomførte og klarerte. Der er ingen fleire personar i tunnelen.
05:56	Brannmannskapa frå Aurland og Voss har møttast inne i tunnelen. (Ettersløgking) Mannskapa blir dimitterte kl. 09:46.

1.3.2 Sløkkje- og redningsinnsats

Brannmannskap frå Voss, Aurland og Lærdal rykte ut til brannen i tunnelen. Totalt deltok to tankbilar, to brannbilar, to røykdykkarbilar og to leiingsbilar i innsatsen. På Flåm-sida var det 18 brannmannskap frå Aurland og Lærdal brannvern, i tillegg til fire ambulansar,

to politipatruljer og eitt legehelikopter (med Cyanokit). På Gudvangen-sida var det 18 brannmannskap frå Voss brannvern, tre ambulansar og politi.

Voss brannvern rykte inn i tunnelen for å gjere søk- og sløkkjeinnsats. Tankbilen frå Voss blei tømd to gonger i løpet av sløkkjearbeidet. Ei gravemaskin som var tilgjengeleg inne i tunnelen, blei brukt til å spreie lasta i vogntoget slik at ein kom betre til med sløkkjevatn. Kablar, berebruer og anna fall ned frå taket, og det tok difor ei stund før det blei vurdert som trygt nok å sende røykdykkarane forbi det brennande vogntoget. Der var tydelege teikn på at dekk hadde eksplodert før brannmannskapa kom fram, og vurderinga var at det var fare for fleire dekkekspløsjonar. Då ettersløkkinga var under kontroll, tok to røykdykkarar frå Voss brannvern seg forbi brannen og klarerte tunnelen opp til og med det nest siste vogntoget. Aurland brannvern gjekk inn frå Flåm-sida og klarerte til og med det siste vogntoget. Deretter overtok Aurland ettersløkkinga med sin tankbil og mannskap.



Figur 13: Det nesten heilt utbrende vogntoget då Voss brannvern kom fram til skadestaden, ca. kl. 0440. Foto: Voss brannvern

1.4 Skadar på køyretøy

Trekkvogna og semitilhengaren blei heilt utbrende. Ein stor del av lasta var skadd, sjølv om ho ikkje tok fyr i brannen. Den branntekniske undersøkinga av vogntoget er skildra i kapittel 1.10.

1.5 Skadar på tunnelkonstruksjonen

Varmepåverknaden frå brannen i vogntoget strekte seg om lag 200 meter oppover tunnelen i retning mot Langhuso/Flåm. Kablar og smelta aluminium hadde falle ned i vegbana frå tunneltaket. Sprukken betong og laus stein i tunneltaket var avgrensa til området rundt køyretøyet og om lag 50 meter i retning mot Flåm. Skadane i fjellet var ikkje omfattande. I ein liten nisje i tunnelen, om lag 20–25 meter bak og til høgre for det

utbrende vogntoget, stod ein umerka IBC-konteinar (Intermediate Bulk Container) i plast, som inneheldt ca. 700 liter frostvæske. IBC-konteinaren var deformert av varmen, men der var ingen lekkasje.



Figur 14: Det utbrende vogntoget og plasseringa til den varmeskadde og umerka IBC-konteinaren med ca. 700 liter frostvæske. Foto: SHK

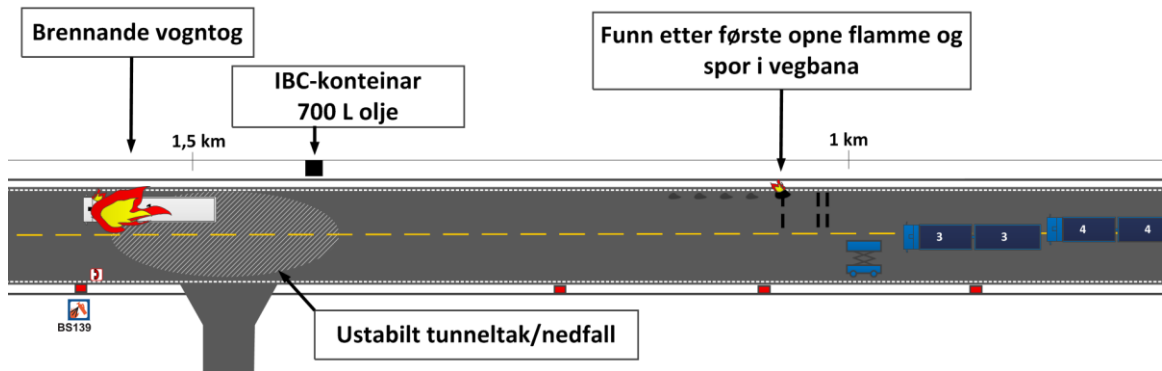


Figur 15: Lasta blei fordelt ut til sidene under etterslukkingsarbeidet. Biletet blei teke etter at semitilhengaren var frakta ut søndag 31. mars kl. 1600. Foto: Statens vegvesen

1.6 Ulukkesstaden

1.6.1 Innleiing

Brannen i tunnelen oppstod 1,5 km frå Langhuso på Flåm-sida av tunnelen og om lag 10 km frå Gudvangen. Vogntoget stod i køyrefeltet sitt då brannen oppstod, og det var såleis mogleg å passere køyretøyet. Illustrasjonen av ulukkesstaden i figur 16 er basert på videomateriale, bilete og tekniske funn i tunnelen.

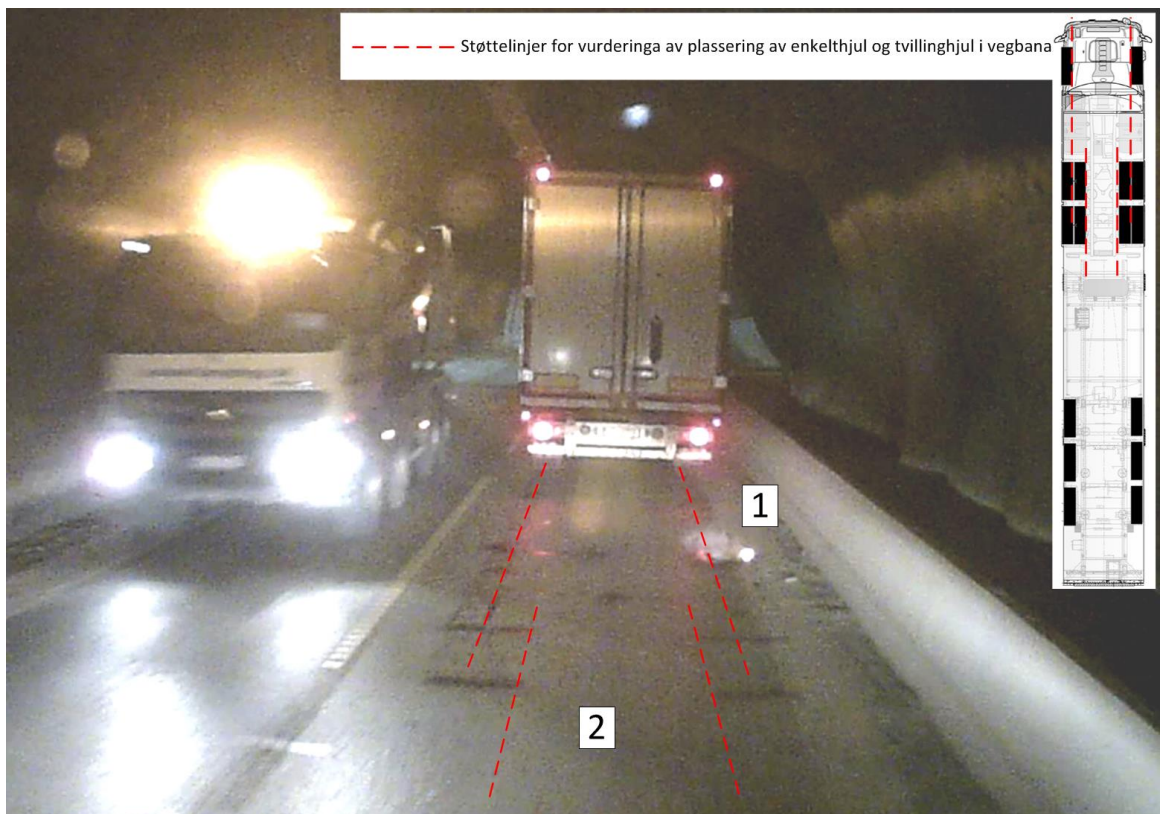


Figur 16: Ulukkestaden og funn etter at trafikantane hadde evakuert. Illustrasjon: SHK

1.6.2 Registreringar frå dashbordkamera og undersøkingar i tunnelen

Vogntog nummer 2 i kolonnen, som var vogntoget rett bak det som brann, hadde dashbordkamera, og dette kameraet fanga opp den innleiande hendinga til og med evakueringa. Videoen viser det første teiknet til open flamme frå vogntoget medan kolonnen ventar på at den møtande betongbilen skal passere. Dette var om lag 1 km inne i tunnelen.

Figur 17 viser ein flamme (1) og spor (2) som blei sette i vegbana idet kolonnen starta opp. På dette tidspunktet hadde kolonnen stått i ro i om lag 1 ½ minutt.



Figur 17: Stillbilete som viser flammen og spor i vegbana med støttelinjer. Video: Thermo transport. Illustrasjon: SHK

Spora i vegbana (2) indikerer kvar hjula til trekkvogna stod medan vogntoget venta på å få køyre vidare. Vogntoget hadde køyrt på våt vegbane, og regnvatn på dekkka og frå

hjulskjermene har truleg sett våte spor i vegbana då det stod i ro. Spora si plassering i vegbana svarer til hjulkonfigurasjonen på trekkbilen, jf. figur 17.



Figur 18: Refleksjonar i betongrekkverket til høgre på vogntoget og på våt vegbane.
Video: Thermo transport. Illustrasjon: SHK

Stillbiletet på figur 18 blei teke om lag 500 meter etter stillbiletet på figur 17. Biletet viser refleksjonar i betongrekkverket på høgre side av vogntoget. På filmen frå dashbordkameraet kan ein sjå ein konstant og stabil refleksjon som truleg er frontlyktene, og ein flakkande refleksjon rett bak som truleg er «fakling» frå brannen i køyretøyet.

Figur 19 og figur 20 viser væske som er avsett på vegbana der den første flammen blei observert. På figur 19 ser ein eit gjentakande mønster innover i tunnelen som samsvarer med plasseringa av det venstre hjulsettet på vogntoget. Figur 20 viser eit bilete av flekken der den første flammen blei observert. Ein skrapeprøve frå flekken har blitt analysert, men det har ikkje lukkast å identifisere væska som blei avsett på vegbana.



Figur 19: Vegbana rett etter brannen 30. mars 2019. Video: Aurland brannvern



Figur 20: Vegbana der den første flammen blei observert ved 1 km, 31. mars 2019.
Foto: SHK

1.7 Køyretøy og last

1.7.1 Trekkvogn, Scania R500

1.7.1.1 *Generelt*

Trekkvogna var ein kvit Scania R 500, 2018-modell, med sekssylindra rekkjemotor. Trekkvogna blei registrert 2. november 2018. Ho hadde tre akslar med tvillinghjul på dei to bakarste akslane. Dekkdimensjonane var 385/65 R 22,5 (hjulomkrins på ca. 3,3 m). Trekkvogna hadde vore i drift i litt under fem månader og hadde ein kilometerstand på 101 752 km då brannen oppstod.



Figur 21: Trekkvogna var ei av 15 like trekkvogner eigde av Nortemp og var registrert 2. november 2018. Foto: Norsk Scania, Stavanger

1.7.1.2 *Service- og reparasjonshistorikk*

Den 4. mars 2019 var trekkvogna inne til service etter Scania sin tilsynsmodul. Mellom anna blei det bytt oljefilter, 42 liter motorolje og drivstoff-filter.

I løpet av vinteren hadde trekkvogna fått ein liten skade på plastdeksla på støytfangaren i fronten etter at ho køyrde på eit dyr. Skaden blei utbetra 23. mars 2019. Nokre dagar før ulukka høyrde fleire førarar ein rumlelyd som dei meinte kunne kome frå venstre hjullager på framakslingen. Trekkvogna blei undersøkt hos Scania i Bergen 27. mars. Det blei ikkje funne feil ved hjullagra eller andre feil i løpet av ei 15–20 minutt lang undersøking på verkstaden.

1.7.1.3 *Flåtestyringssystemet til trekkvogna*

Trekkvogna var utstyrt med flåtestyringssystem, som sender meldingar om tilstand, drivstofforbruk og feil med jamne mellomrom. Kritiske feil som det blir sendt melding om via dette systemet er: alvorlege motorfeil, høg temperatur og lågt nivå på kjølevæske, clutch-overbelastning, lågt oljetrykk, lågt Adblue- og vassnivå. Det blei ikkje sendt slike feilmeldingar frå trekkvogna før eller under brannen. Det gule varselsignalet om motorfeil som føraren såg i dashbordet, var eit signal som ikkje blei sendt vidare til flåtestyringssystemet, men gav melding om at han måtte køyre til ein verkstad. Flåtestyringssystemet sende den siste meldinga kl. 03:42, om lag ti minutt ut i brannen.

1.7.2 Semitilhengar, Krone Coolliner 2016

Semitilhengaren var ein Krone Coolliner som blei registrert for første gong 7. desember 2015. Semitilhengaren hadde tre akslar, med enkle hjul på kvar aksel. SHK har rekna ut at han var lasta med 7 000 kg fryse- og kjølevarer på branntidspunktet. Tilhengaren hadde eit sjølvstendig kjølesystem av typen Vector 1950 MT, som blei drive av eit Carrier diesellaggregat.



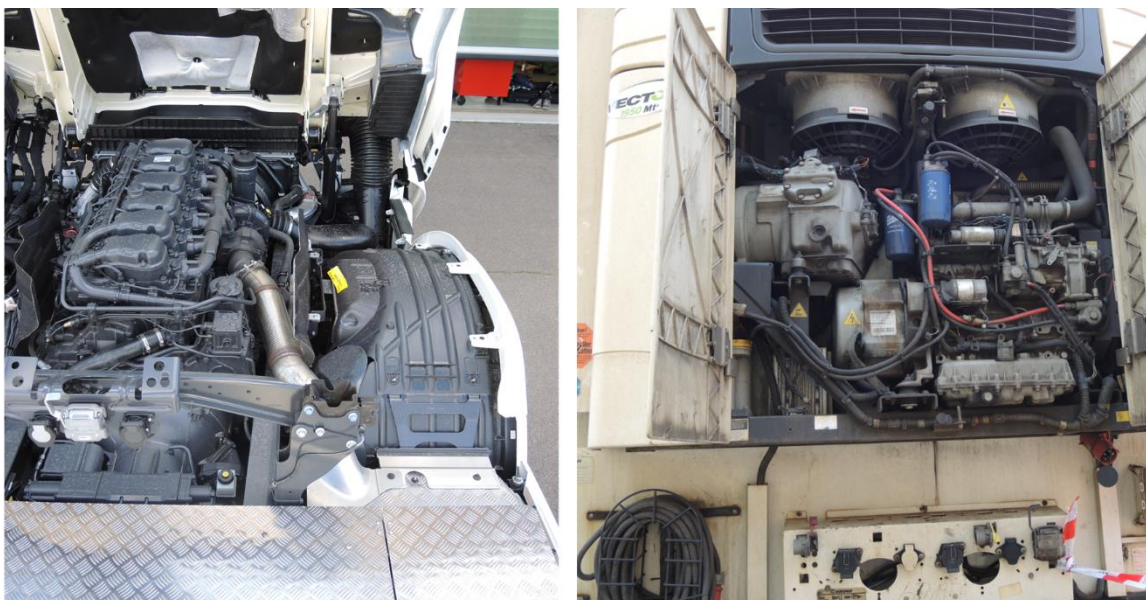
Figur 22: Semitilhengaren slik han såg ut ved nyregistreringa 7. desember 2015. Front (t.v.) og bak (t.h.). Foto: Statens vegvesen

Torsdag 28. mars 2019 oppdaga førarane av vogntoget at bremselysa stod på heile tida. Det blei søkt etter feil, og det var ikkje noko gale med koplinga mellom trekkvogna og hengaren. Det var noko eiring i baklysa, og det blei gjort eit forsøk på å utbetre dette. SHK har i ettertid sett av videoen frå hendinga at bremselysa på tilhengaren aktiverte ved bremsing, men at berre det høgre blinklyset bak fungerte då naudblinklysa blei aktiverte.

Semitilhengaren hadde temperaturovervaking av typen LinkItAll, som med jamne mellomrom sende meldingar om temperaturen i kjøleromma, aktivering av diesellaggregatet og posisjon over mobilnettet. Kjøleaggregatet var i SS-funksjon, som tyder at aggregatet starta og stoppa automatisk ut frå temperaturane som var sette for kjøleromma. Loggen som blei send over, viser at aggregatet starta opp kl. 0313 for å få ned temperaturen i fryserommet. Aggregatet var i drift før kolonnen starta og utover i brannforløpet.

1.7.3 Drivstoff, brannfarlege væsker og varme flater

Den samankopla lengda på vogntoget var 16,5 meter. Trekkvogna hadde to dieseltankar på 400 liter på kvar side som låg under ei gåplate i aluminium, som igjen låg under semitilhengaren når vogntoget var kopla saman. Motoren til trekkvogna var utforma som ein tradisjonell rekkjeseksar, dvs. med seks langsgåande sylindrar designa med ei kald venstreside og ei varm høgreside på motoren. Venstre sida av motoren hadde drivstofftilførsel, pumper, retur og elektronikk. På høgre sida låg turbo, oljefilter og luftfilter, kupé- og motorvarmar, og eksospotta ført bakover mot katalysatoren. Motoren og girkassa var fylte med rundt 40–50 liter av ulike typar olje.



Figur 23: Tilsvarende Scania motor (t.v.) og Carrier kjøleaggregat (t.h.). Foto: SHK

På semitilhengaren var det montert eit sjølvstendig Carrier dieselaggregat med fire sylindrar som var kople til ein straumgenerator for kjølesystemet i hengaren. Dette aggregatet hadde dieseltilførsel og -retur i ein eigen kanal bak til ein plasttank på 200 liter som var festa under tilhengaren. Eksospotta til aggregatet var plassert på venstre side av skapet vertikalt oppover.

1.8 Vêr- og føretilhøve

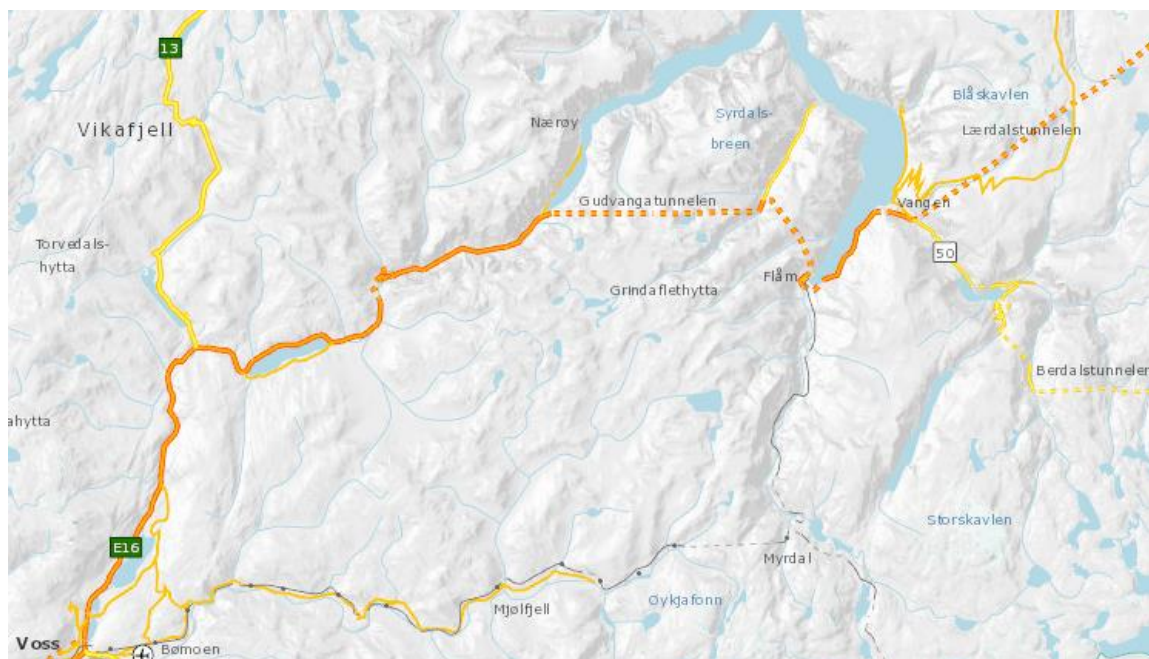
Om natta 30. mars 2019 var det overskya ved Flåm. Det regna med eit opphald i tidsrommet 0200–0350. Så regna det fram til kl. 0600. Lufttemperaturen i Flåm var på 6–8 °C.

1.9 Gudvangatunnelen – utforming, trafikk og tryggleiksutstyr

1.9.1 Innleiing

Gudvangatunnelen er ein eittløpstunnel som ligg på E16 i Aurland kommune i Vestland fylke¹ mellom Flåm mot aust og Voss mot vest, sjå figur 24. Tunnelen er 11 428 meter lang, og han går frå Langhuso til Gudvangen. Tunnelen har eit fall på 3,5 % frå Langhuso mot Gudvangen.

¹ På branntidspunktet låg Aurland kommune i Sogn og Fjordane fylke.



Figur 24. Oversiktskart. Kjelde: Vegkart, Statens vegvesen

Rett aust for Gudvangatunnelen ligg Flenjatunnelen, som er 5 km lang. Flenjatunnelen går frå Flåm til Langhuso og har ei stigning på 6 % i retning mot Langhuso.

Statens vegvesen har opplyst at Gudvangatunnelen hadde ein årsdøgntrafikk (ÅDT) på 2 250 køyretøy/døgn i 2018, og at 28,3 % av trafikken var tunge køyretøy. Den maksimale døgntrafikken kan kome opp mot 4 300 i samband med helgeutfart og turisttrafikk.

Gudvangatunnelen blei opna for trafikk i 1991 og blei sist oppgradert i 2016. Den siste beredskapsøvinga fann stad i 2013. I 2013 og 2015 var det store brannar i tunnelen, i 2013 i eit vogntog og i 2015 i ein buss. SHK undersøkte begge desse brannane².

1.9.2 Tryggleiksstyret i Gudvangatunnelen

Figur 25 viser kva tryggleiksstyr som fanst i Gudvangatunnelen. Sjølv om det gjekk føre seg oppgraderingsarbeid i tunnelen, var alt utstyret og tryggleikssystema i tunnelen operative.

² Sjå [Rapport om bussbrann i Gudvangatunnelen på E16 i Aurland 11. august 2015](#) og [Rapport om brann i vogntog på E16 i Gudvangatunnelen i Aurland 5. august 2013](#).

Nr.:	UTRUSTING: ● Krav ○ Vurderast	Tunnel- klasse B	Krav:	Bygt/ Installert:	Kommentar: (Kjeding i retning frå Aurland mot Voss)
1	Havarinisjar	●	Normalavstand 500m ± 50 m	ja	I alt 18 stk havarinisjar. Avstand frå munning til havarinisjar/avstand mellom bygde havarinisjar (m): 900, 400, 500, 500, 700, 400, 700, 1000, 600, 400, 600, 500, 1000, 500, 500, 400, 500, 600, 728.
2	Snunisjar	●	Normalavstand 2000 m ± 100 m.	ja	I alt 6 stk. snunisjar. Avstand frå munning til snunisjar/avstand mellom bygde snunisjar (m): 1300, 2100, 2300, 1500, 1500, 1400, 1328.
3	Straumforsyning	●		ja	Aurland Energiverk
4	Belysning	●		ja	450 stk. 35 W lågtrykksnatrium lamper c/c om lag 25 m. Inngangs-/overgangssoner har i tillegg ekstra belysning.
5	Ventilasjon	●		ja	92 stk. vifter à 21 kW. Plasserte i 4 stk. grupper à 20 stk. vifter, og 1 gruppe à 12 stk. vifter.
6	Avbrottsfri straumforsyning	●		ja	For naudskåp, kommunikasjonsanlegg og lys i havarinisjar.
7	Naudtelefonar	●	Normalavstand 500 m. I tillegg 1 stk. utanfor tunnelmunningane.	ja	I alt 21 stk. naudtelefonar. Avstand frå munning til telefon/avstand mellom telefonar (m): 367, 590, 480, 500, 470, 650, 520, 640, 1020, 610, 480, 580, 470, 520, 520, 520, 450, 520, 460, 620, 441.
8	Brannsløkkingsapparat	●	Normalavstand 250 m. I tillegg 1 stk. utanfor tunnelmunningane.	ja	I alt 84 stk. apparat. Avstand frå munning til apparat/avstand mellom apparat (m): 117, 250, 290, 300, 240, 240, 250, 250, 250, 220, 330, 320, 250, 270, 340, 300, 300, 470, 250, 320, 290, 230, 250, 250, 330, 250, 220, 250, 270, 250, 270, 270, 250, 220, 230, 270, 250, 210, 250, 290, 330, 230, 211.
9	Sløkkevatn	●		nei	Tankvogn.
10	Raudt stoppblinksignal	●		ja	
11	Fjernstyrte bommar for stenging	○		ja	Ein ved kvar tunnelmunning.
12	Variable skilt	○		nei	
13	Kommunikasjons- og kringkastingsanlegg	●		ja	
14	Mobiltelefondekning i tunnelen	○		ja	Telenor og Netcom
15	Høgdehinder (avvisar)	●		ja	Ved vestlege tunnelportal.

Gjeld punkt 9:

Kompenserande tiltak: Det er ytt tilskot til Aurland kommune til kjøp av tankvogn med tilstrekkeleg kapasitet..

Figur 25. Tryggjeleiksutstyr i Gudvangatunnelen. Kjelde: Beredskapsplanen for Gudvangatunnelen, Statens vegvesen

1.9.3 Oppgradering av Flenja- og Gudvangatunnelen

Arbeidet med å oppgradere Flenja- og Gudvangatunnelen tok til i midten av 2018 og var delt opp i to entreprisar. Den første entreprisen var sprengingsarbeid, og Flage maskin stod for dette. Sprengingsarbeidet var avslutta på branntidspunktet.

Den andre entreprisen var elektroarbeid, og planen var at det skulle vere ferdig medio 2020. Arbeidet i entreprisen nummer 2 blei utført av Flage maskin og Kvinnherad Elektro, og arbeidet var under gjennomføring då hendinga fann stad.

Oppgraderingsarbeidet inkluderte installering av nye ventilatorar, tekniske bygg, nytt lysarmatur og nytt dreneringssystem. I tillegg skulle det installerast eit nytt høgtalarsystem, deteksjonsradar og ein ny gjennomgåande føringskant i betong. Nokre av oppgraderingane, til dømes den gjennomgåande føringskanten i betong, var ferdige på hendingstidspunktet, men det var ikkje montert leielist med lys på føringskanten då brannen oppstod.

1.9.4 Styrt trafikkavvikling under oppgraderingsarbeidet

Det fanst godkjende arbeidsvarslingsplanar med tilhøyrande risikoanalysar for styrt trafikkavvikling for både Flenja- og Gudvangatunnelen i samband med oppgraderingsarbeidet. Planane var godkjende av skiltstyresmakta i Statens vegvesen Region vest³. Etter dokumentasjonen som gjaldt ved brannen, skulle trafikken avviklast med leiebil på kveld og natt i perioden frå september 2018 til juli 2019.

Trafikken blei leia i kolonnar gjennom tunnelane på kvelds- og nattetid med faste avgangstider frå Flåm og Gudvangen. Kolonnane blei leia gjennom tunnelane éin veg om gongen av ein leiebil.

Då planane blei godkjende, gjekk skiltstyresmakta i Statens vegvesen ut frå at det skulle vere radiosamband mellom leiebilsjåføren, trafikkdirigentane, arbeidarane i tunnelen og kontrollingeniøren. Føremålet med radiosambandet var å sikre trygg evakuering av trafikantar og arbeidarar i tilfelle ei hending i tunnelen. Dette radiosambandet var ikkje på plass då brannen fann stad.

Sogn vegteneste (SVT) hadde ansvaret for trafikkavviklinga (trafikkdirigering og leing av kolonnar gjennom tunnelen), og SVT laga ein eigen prosedyre for gjennomføring av den styrte trafikkavviklinga som supplement til arbeidsvarslingsplanen og dei tilhøyrande risikoanalysane. Prosedyren retta seg mot SVT sine egne tilsette som skulle utføre trafikkdirigering og kolonnekøyning.

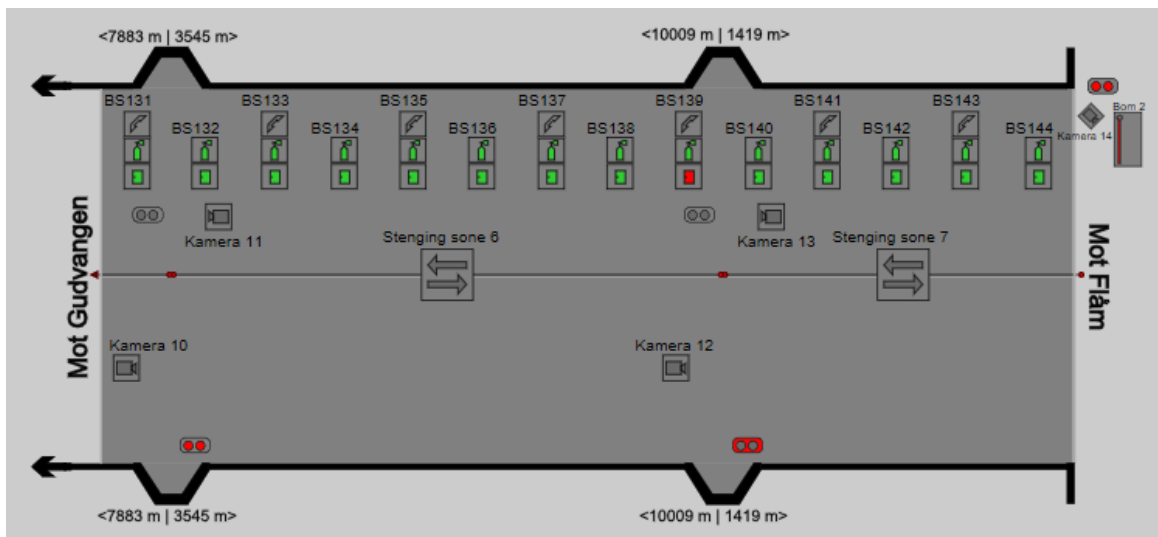
Utover kravet om radiosamband som skiltstyresmakta hadde sett, var det ikkje skildra konkrete tiltak retta mot evakuering av trafikantar i tilfelle ei hending i tunnelen.

Dei involverte trafikkdirigentane og leiebilsjåføren hadde dei naudsynte kursa og godkjend opplæring etter dei krava som Statens vegvesen sette då brannen fann stad.

1.9.5 Overvaking av Gudvangatunnelen

VTS Vest overvakar Gudvangatunnelen og andre tunnelar gjennom topp-systemet «Vegvokteren». Det visuelle grensesnittet som VTS-operatøren hadde då leiebilsjåføren opna brannskap BS139 i tunnelen, er vist i figur 26. Vogntoget som brann stod utanfor rekkjevidde for kamera 10 og rett under kamera 12 og 13.

³ Før omorganiseringa av Statens vegvesen i 2020



Figur 26: Operatørens si oversikt over Gudvangatunnelen. Kjelde: Vegvokteren, Statens vegvesen.

1.9.6 Funksjonaliteten til og styring av ventilasjonsanlegget

Ventilasjonen i Gudvangatunnelen blir driven både av naturleg trekk og av mekaniske vifter. Dei mekaniske viftene blir enten styrte automatisk på grunnlag av signal frå sensorar som set i verk førehandsprogrammerte handlingar, eller manuelt av kommandoar frå VTS-operatøren.

Statens vegvesen har opplyst at ventilasjonsanlegget blir styrt slik det er forklart nedanfor:

- VTS-operatøren kan starte brannventilasjonen manuelt i «Vegvokteren».
- Brannventilasjonen startar automatisk i trinn 3 og i retning Gudvangen dersom ein brannsløkkjar blir fjerna eller brannventilasjon blir aktivert frå «Vegvokteren».
- Dersom ein brannsløkkjar som er fjerna blir sett attende, vil brannventilasjonen stogge og anlegget gå attande til «auto».
- Dersom eit brannskap bli opna, fører det til nedtrinning av vifter i nærleiken og opptrinning ein annan stad i tunnelen.
- CO- og NO₂-målarar er med på å styre ventileringa automatisk når anlegget står i «auto».
- Trinnavis ventilasjonshastigheit:
 - Styring av trinn 1: 30 vifter
 - Styring av trinn 2: 44 vifter
 - Styring av trinn 3: 65 vifter (brannventilasjon)
 - Styring av trinn 4: 72 vifter

1.9.7 Ventilasjon og styring under brannen

Tabell 3 viser eit utsnitt av hendingsloggen frå «Vegvokteren». Kommandoane som VTS utførte under brannen, er markerte i grønt, medan trafikanthandlingar er markerte i blått og automasjon og info-, drifts- og trafikkmeldingar i kvitt.

Tabell 3: Utsnitt frå hendingslogg til VTS Gudvangatunnelen 30. mars 2019. Kjelde: Statens vegvesen/SHK

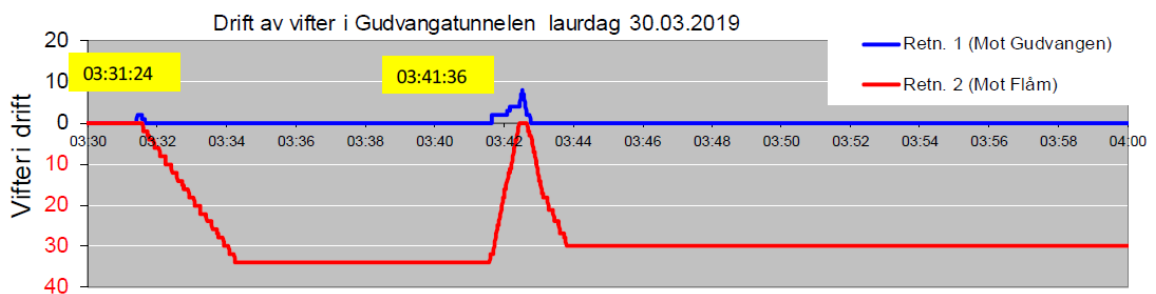
Anleggsnavn	Objektnavn	Objekttype	Tekst	Tidsstempel	Prioritet	Type
Gudvangatunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Trinn trinn 0	01:16:03	0	Info
Gudvangatunnelen	BS139	BRANNSKAP-TELEFON	Dør åpen	03:31:07	35	Trafikk
Gudvangatunnelen	BS139	BRANNSKAP-TELEFON	Brannslukkingsapparat fjernet	03:31:24	45	Trafikk
Gudvangatunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Retning retning 1	03:31:24	0	Info
Gudvangatunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Brannventilasjon på	03:31:24	0	Info
Gudvangatunnelen	Stenging sone 7	STENGINGSPUNKT	Stengingspunkt retning 2	03:31:25	0	Info
Gudvangatunnelen	BS139	BRANNSKAP-TELEFON	Brannslukkingsapparat på plass	03:31:25	0	Info
Gudvangatunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Retning retning 2	03:31:25	0	Info
Gudvangatunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Brannventilasjon av	03:31:25	0	Info
Gudvangatunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Trinn trinn 1	03:31:26	0	Info
Gudvangatunnelen	Stenging sone 7	STENGINGSPUNKT	Stengingspunkt normalt	03:31:28	0	Info
Gudvangatunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Retning retning 2	03:31:36	0	Info
Gudvangatunnelen	Stenging	STENGING	Sett tilstand nødstenging (VTS40)	03:32:08	0	Kommando
Gudvangatunnelen	Stenging	STENGING	Sett styring manuell (VTS40)	03:32:08	0	Kommando
Gudvangatunnelen	Stenging	STENGING	Tilstand stenging pågår	03:32:09	0	Info
Gudvangatunnelen	Bom 1	VEIBOM-HØYRE	Veibom stengt	03:32:36	0	Info
Gudvangatunnelen	Bom 2	VEIBOM-HØYRE	Veibom stengt	03:32:37	0	Info
Gudvangatunnelen	Stenging	STENGING	Tilstand stengt	03:32:38	15	Trafikk
Gudvangatunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Sett trinn trinn 1 (VTS40)	03:41:33	0	Kommando
Gudvangatunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Sett styring manuell (VTS40)	03:41:34	0	Kommando
Gudvangatunnelen	F2 V19	VENTILATOR	Retning 1 drift	03:42:06	0	Info
Gudvangatunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Sett retning retning 2 (VTS40)	03:42:07	0	Kommando
Gudvangatunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Sett styring manuell (VTS40)	03:42:07	0	Kommando
Gudvangatunnelen	F5 Nattlys 1	LYSKONTAKTOR-TIMER	Sikring utløst	03:45:03	25	Drift
Gudvangatunnelen	F5 CO	CO-SENSOR-PARAM	Sensor kritisk høyt	03:50:56	35	Trafikk
Gudvangatunnelen	F5 Nattlys 2	LYSKONTAKTOR-TIMER	Sikring utløst	03:53:18	25	Drift
Gudvangatunnelen	Stenging	STENGING	Sett tilstand nødstenging (VTS40)	03:54:03	0	Kommando
Gudvangatunnelen	Stenging	STENGING	Sett tilstand nødstenging (VTS40)	03:54:03	0	Kommando
Gudvangatunnelen	Stenging	STENGING	Sett styring manuell (VTS40)	03:54:03	0	Kommando
Gudvangatunnelen	Gassalarm	GASSALARM	Nivå kritisk høyt	04:05:55	45	Trafikk

Då sjølve hendinga starta, gjekk ventilasjonen naturleg mot Flåm med ein fart på rundt 1,5 m/s utan at nokon av viftene var i drift, sjå figur 28. Då leiebilsjåføren opna døra til brannskapet, kom eit varsel om dette kl. 03:31:07. Leiebilsjåføren kom borti brannslukkingsapparatet utan at det var meininga, men det var nok til å gje signal i systemet om at brannsløkkjaren blei teken ut kl. 03:31:24. Dette starta eit handlingsmønster basert på ferdigprogrammert automasjon. Brannventilasjonen, definert som 65 vifter (trinn 3) mot Gudvangen, fekk signal om å starte, det blei sett i verk sonestenging, og tunnelskilta «snu og køyr ut» blei aktiverte med utgangspunkt i lokasjonen til BS139. Skilta i sone 7 på oversida av brannen signaliserte «snu og køyr ut» mot Flåm, medan alle skilta i sonene 1–6 signaliserte «snu og køyr ut» mot Gudvangen. Då brannslukkingsapparatet var attende eit sekund seinare, stansa både brannventilasjonen og sonestenginga.

Ventilasjonsanlegget gjekk automatisk attende til ein normaltilstand, men samanlikna med tilstanden før hendinga var den automatiske ventilasjonen no sett i gong i trinn 1 med 34 vifter i drift mot Flåm.

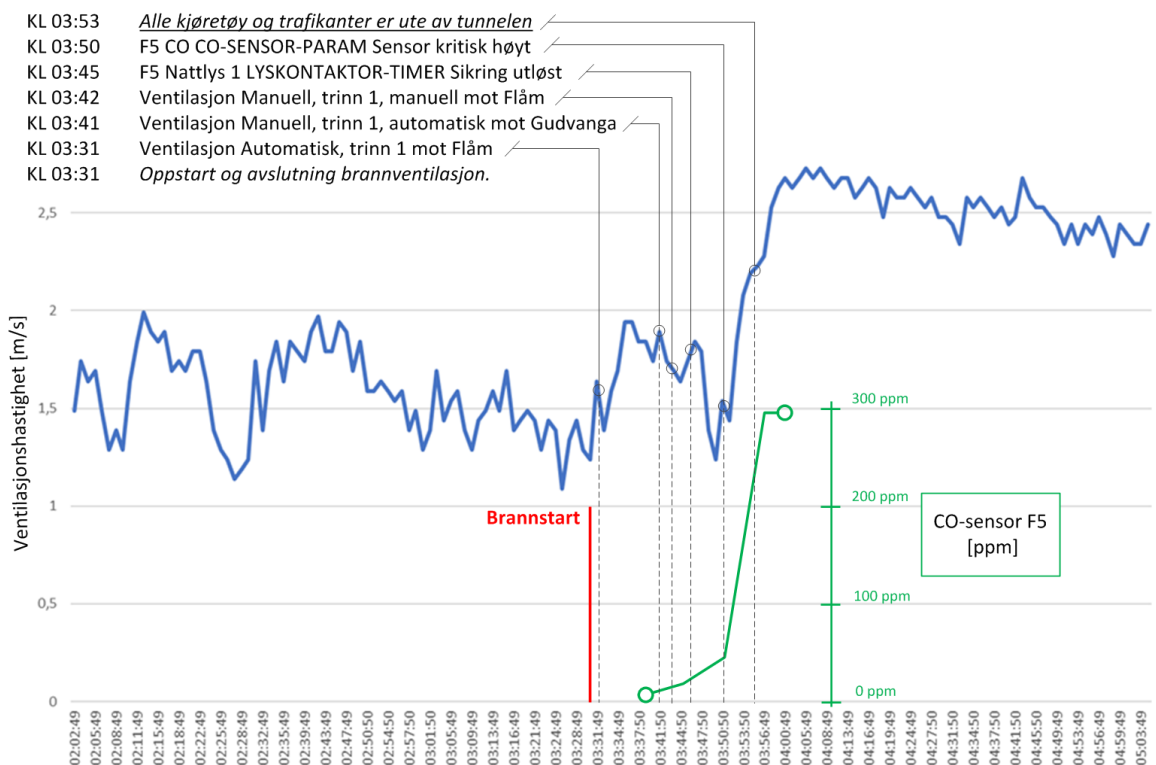
Rundt eit halvt minutt etter at VTS fekk naudtelefonen, stengde operatøren tunnelen ved kommando. Ti minutt seinare blei det avgjort i samråd med 110-sentralen at ventilasjonen skulle låsast på lågaste nivå, trinn 1 mot Flåm.

Då VTS-operatøren gav systemet kommandoen om å gå frå automatisk mekanisk styrt ventilasjon til manuell mekanisk styrt ventilasjon, skifta ventilasjonen retning mot Gudvangen, jf. figur 27. Dette oppdaga VTS-operatøren, og det blei gjeve ny kommando om å skifte retninga attende mot Flåm og låse henne i trinn 1. Etter hendinga blei det verifisert at systemet fungerte slik at dersom VTS set ventilasjonen i manuell, vil ventilasjonssystemet gå i den retninga det var i førre gong det blei overstyrt av ein operatør. I dette tilfellet gjekk ventilasjonsretninga sist gong den var styrt manuelt mot Gudvangen. Talet på vifter i drift mot Flåm blei redusert frå 34 til 30 stykke kl. 0341, då VTS gjekk over til manuell styring, sjå figur 27.



Figur 27: Oversikt over vifter i drift og retning. Kjelde: Statens vegvesen

Figur 28 viser ei samanstilling av loggførte hendingar frå «Vegvokteren», ventilasjonshastigheita og utviklinga av karbonmonoksid i lufta målt av ein sensor i nærleiken av brannen. Trekkretninga i tunnelen gjekk mot Flåm under heile hendinga, sjølv om automatikken fleire gonger prøvde å snu retninga mot Gudvangen. Ventilasjonshastigheita auka med ca. 1 m/s, mellom kl. 0350 og kl. 0400, utan at nokon av viftene starta eller stoppa.



Figur 28: Ventilasjonshastighet (blå) og tunnelssignal o.a., og karbonmonoksid (CO grøn). Kjelde: Statens vegvesen. Illustrasjon: SHK

1.10 Branntekniske undersøkingar

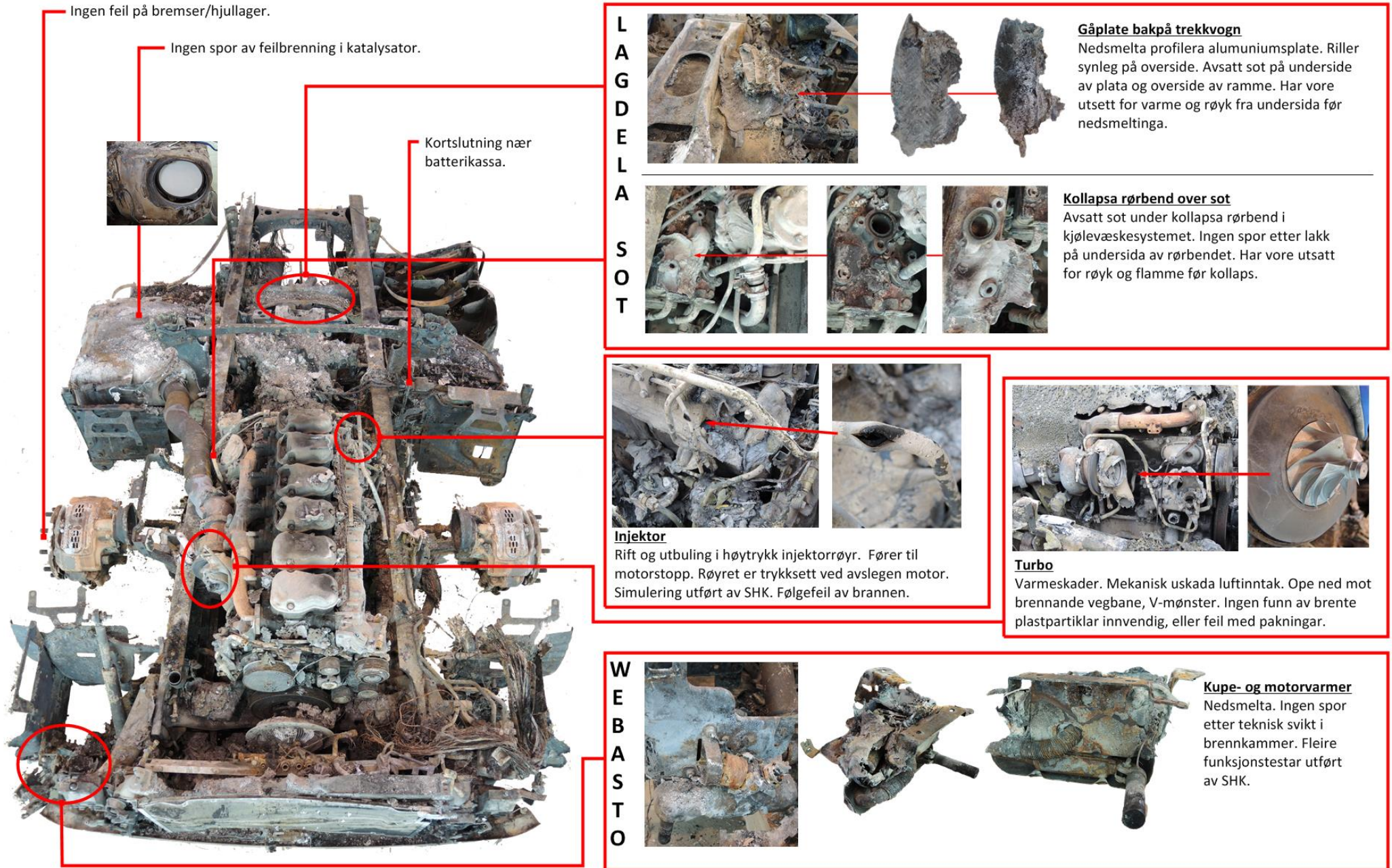
SHK gjorde branntekniske undersøkingar av trekkvogna saman med representantar frå Kripos og fleire representantar frå Scania Sverige og Scania Norge. Det blei gjort fleire testar og referansetestar saman med Scania Norge og Webasto Norge.

1.10.1 Brannteknisk undersøking av trekkvogna

Trekkvogna, utanom hytta, blei frakta til SHK sine lokale, der dei branntekniske undersøkingane blei utførte. I undersøkinga deltok fire representantar frå Scania, to frå forsikringsselskapet, ein frå Kripos og to frå SHK. Scania stilte òg med ei ny tilsvarende trekkvogna som referanse i undersøkinga.

Fleire komponentar blei prioriterte på grunnlag av erfaring frå tidlegare brannar. Ein gjekk gjennom hjullagra, bremsene, eksossystemet med katalysatoren, motoren, drivstofftilførselen, turboen, kupé- og motorvarmaren og det elektriske anlegget. Det blei gjort fleire funn, men ingen feil som ein kunne seie var brannårsaka. Funn på motoren og sot som låg lagdelt under smelta nedfall, var derimot med på å indikere i kva rekkjefølgje dei ulike komponentane hadde teke fyr. Fleire spor tydde på at det var flammar lågt under trekkvogna fram mot fronten på høgre side tidleg i brannforløpet. At det heile tida blei tilført brennande materiale til høgre front av køyretøyet på grunn av helling og tverrfall i vegbana kan ha vore med på å skjule eller øydeleggje spor som elles ville ha vore synlege.

Det let seg ikkje gjere å undersøkje framdekka, oljefilteret, den sentrifugale oljereinsaren og fleire plastkomponentar og slargar som var monterte framme på høgre side. Girkassa og botnpanna var smelta vekk eller kraftig øydelagde. Det blei observert smelteskadar og reinbrenningar som kunne ha kome av varme frå undersida av køyretøyet eller vegbana. Ei utblåsing i røyret til høgtrykksinjektoren på venstre side blei òg undersøkt, men testane synte at denne utblåsinga ville ha ført til umiddelbar motorstans og at skadane på røyret difor er ein konsekvens av brannen. Figur 29 inneheld ei samanstilling av funn og testar.



Figur 29: Samanstilling av funn frå den branntekniske undersøkinga av trekkvogna. Foto og illustrasjon: SHK

1.10.2 Brannteknisk undersøking av dieselaggregatet på semitilhengaren

Semitilhengaren blei undersøkt utan at det blei funne spor etter kortslutning. Aggregatet blei frakta til SHK og undersøkt. Det blei funne sot i luftinntaket til aggregatet og nedsmelta sylindrestempel, men ingen innvendige riper i sylindrane. Alle veivarmane var intakte, og botnplata var smelta bort. Det let seg ikkje gjere å undersøkje det elektriske anlegget, men det blei funne eitt kortslutningsspor på ramma. Alle fire injektorane var intakte og godt fastskrudde. Sot i luftinntaket kan tyde på at aggregatet var i drift då brannen oppstod, og fråværet av riper i sylindrane kan tyde på at det stoppa av seg sjølv utan at det kom til motorhavari. Dieseltilførselen og -returen var plassert framme og bakover nede på hengaren. Dersom det oppstod ein lekkasje her, kunne det tilføre diesel over gåplata og eksosanlegget til trekkvogna, men undersøkinga kunne korkkje avkrefte eller stadfeste dette.

1.10.3 Brannteknisk undersøking av kupé- og motorvarmaren (Webasto)

I trekkvogna var det installert ein kupé- og motorvarmar av typen Webasto Thermo Top Pro 60 som fekk drivstoff frå dieseltanken til trekkvogna. Webasto-en var kopla til radiatoren og montert nede på høgre side av chassiset, framfor det høgre framhjulet og rett bak støytfangaren. SHK fekk opplyst at varmarar generelt har ein temperatur på 680 °C i brennkammeret, og at dei kan ha høge eksostemperaturar.

Først gjorde SHK ein lekkasjetest, som viste at varmaren kunne fungere normalt sjølv med ein liten diesellekkasje utan at programvaren stengde den av. SHK gjorde ein funksjonstest av fleire tilsvarende Thermo Pro 60 for å sjå om eksostemperaturen kunne kome opp i sjølvtenningstemperaturar for diesel. Det blei gjort temperaturmålingar både i benk og på køyretøy. Eksospotta kom aldri over 200 °C i løpet av desse testane. Thermo Pro 60 har eit noko større kjølevasskammer enn samanliknbare modellar, og dette er grunnen til den relativt låge eksostemperaturen. Erfaring tilseier at varme flater må ha ein temperatur på opp mot 500 °C for å fungere som tennkjelde for sjølvtenning av diesel (Shaw, 2009).

1.11 **Regelverk og retningslinjer**

1.11.1 Innleiing

Rammene for bruk, drift, tilsyn, kontroll og brannberedskap for vegtunnelar er i hovudsak regulerte i desse lovene:

- Lov 21. juni 1963 nr. 23 om veg (veglova)
- Lov 14. juni 2002 nr. 20 om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernlova)

Med heimel i desse lovene er det vedteke forskrifter, normalar og retningslinjer, og dei som er relevante for denne ulukka, er:

- Forskrift 17. desember 2015 nr. 1710 om brannforebygging
- Forskrift 15. mai 2007 nr. 517 om minimum sikkerhetskrav til visse vegtunnelar (tunneltryggleiksforskrifta)

- Handbok N500 «Vegtunneler» (2016), inkludert sjølvredningsprinsippet

1.12 Styresmakter, organisasjonar og leiing

1.12.1 Statens vegvesen

Statens vegvesen er byggherre og har forvaltingsansvaret for Gudvangatunnelen. På hendingstidspunktet var prosjektavdelinga i Region vest prosjektansvarleg for oppgraderinga av Gudvangatunnelen.

1.12.2 Vegtrafikksentralen Vest (VTS Vest)

VTS Vest har ansvaret for overvaking av vegnettet, trafikkstyring og vegmeldingar i Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane. Dei overvakar no meir enn 250 tunnelar. VTS Vest har ein døgnbemanna sentral, og i utgangspunktet er det fire operatørar tilgjengelege til ei kvar tid. Under hendinga om natta 30. mars 2019 var det to operatørar på vakt som handterte fleire varsel frå fleire distrikt.

1.12.3 Aurland brannvern

Aurland brannvern er det ansvarlege brannvesenet ved ulukker og brannar i Gudvangatunnelen. Brannvesenet er organisert med ein brannsjef og 20 deltidstilsette utkallingsmannskap. Aurland har to brannstasjonar, ein i Aurland og ein ubemanna i Gudvangen, i tillegg til Undredal branndepot. Når det trengst, søker Aurland brannvern hjelp frå andre brannvesen i området rundt, inkludert Voss, Bergen, Lærdal og Årdal. Aurland brannvern har ansvaret for å føre tilsyn med dei tunnelane (over 500 meter) som er klassifiserte som særskilde brannobjekt i Aurland kommune, mellom andre Gudvangatunnelen.

1.12.4 Voss brannvern

Voss brannvern har ikkje kasernert vakt, men har 7 heiltidsstillingar og 41 deltidstillingar. Voss har tre brannstasjonar – på Voss, Vossestrand og Evanger.

1.12.5 Fylkesmannen i Vestland

Fylkesmannen har eit offentleg ansvar for å samordne samfunnstryggleiks- og beredskapsarbeidet i fylket og fungere som pådrivar og rettleiar i arbeidet med samfunnstryggleik og beredskap.

1.12.6 110-sentralen Sogn og Fjordane

110-sentralen for Sogn og Fjordane er alarmsentral for både Aurland og Voss brannvern.

1.12.7 Sogn Vegteneste

Sogn Vegteneste hadde ansvaret for trafikkavviklinga under oppgraderinga av Gudvangatunnelen.

1.12.8 Nortemp

Nortemp er eit Stavanger-basert spedisjonsfirma som spesialiserer seg på transport av mellom anna daglegvarer.

1.13 Andre opplysningar

1.13.1 Tidlegare tryggleikstilrådingar og tryggleikskritiske varsel frå SHK

SHK har undersøkt to tidlegare brannar i Gudvangatunnelen. Den første var i 2013, då eit eldre vogntog byrja å brenne på veg austover opp Gudvangatunnelen (SHK, 2015), og den andre var i 2015, då ein buss byrja å brenne på veg inn vestover i tunnelen (SHK, 2016). Til saman har SHK fremja 12 tryggleikstilrådingar etter desse brannane. Fleire av desse er lukka, eller Vegdirektoratet har tilrådd at dei blir lukka.

Under undersøkinga av tunnelbrannen i 2015 sende SHK eit tryggleikskritisk varsel til Statens vegvesen og Aurland brannvern om at trafikantar utan å vere klare over det kunne snu ventilasjonen i Gudvangatunnelen ved å ta ut eit av dei 84 brannsløkkingsapparata som då var installerte i tunnelen (SHK, 2016).

1.14 Tiltak som er sette i verk

1.14.1 Fylkesmannen i Vestland

Den 26. april 2019 blei det halde eit evalueringsmøte etter brannen. Deltakarane var Aurland brannvern, Voss brannvern, Bergen brannvesen, 110 Hordaland, alarmsentralen i Sogn og Fjordane, politiet, Helse Førde, Statens vegvesen, Aurland kommune og Fylkesmannen. Referatet frå møtet inneheldt informasjon frå kvar etat og skildra varslings-, etablerings- og gjennomføringsfasen. Media var til stades under oppsummeringa til slutt.

Dei viktigaste læringspunkta handla om forbetring av tidlege og eintydige varslingsrutinar, kommunikasjon over samband, ventilasjonsretning og -hastigheit, tilgjengeleg utstyr, friskluft og eigentryggleik. Det blei framheva at leiebilsjåføren og operatørane på VTS gjorde ein svært god innsats under brannen.

1.14.2 Statens vegvesen

Etter brannen etablerte Statens vegvesen fleire tiltak som gjeld arbeid og styrt trafikkavvikling i Flenja- og Gudvangatunnelen:

- Kolonnekøyringa blei organisert med både leiebil og ein følgjebil med stor lastekapasitet. Føremålet med følgjebilen er å halde oversikt over framdrifta til kolonnen og ha kapasitet til mange trafikantar samstundes dersom det skulle bli naudsynt.
- Det har blitt installert eit eige mobilt UHF-anlegg med signalforsterking i tunnelen. Dette gjer at alle som jobbar i tunnelen, inkludert kolonnen, har UHF-samband og kan kommunisere med kvarandre.
- Det er kjøpt inn fluktmasker til alle som jobbar i tunnelen, og maskene er plasserte i arbeidskøyretøya. Leiebilen og følgjebilen har ekstra fluktmasker tilgjengeleg for trafikantar i tilfelle brann.
- Eit elektronisk tilgangskontrollsystem for alle som jobbar i tunnelen, er undervegs. Slik kan ein sjå kven og kor mange arbeidarar som oppheld seg i kvar tunnel.

2. ANALYSE

2.1 Innleiing

SHK sette i gang ei undersøking av vogntogbrannen i Gudvangatunnelen på grunn av det store skadepotensialet ei slik hending representerer. Dette er tredje gongen på seks år at eit tungt køyretøy har byrja å brenne i Gudvangatunnelen, med store utfordringar for trafikantane og materielle skadar på tunnelen som resultat.

Køyretøybrannen og omstenda rundt hendinga er undersøkte og analyserte i tråd med SHK sitt tryggleiksfaglege rammeverk og analyseprosessen for systematiske undersøkingar (NSIA-metoden). Hendingsforløpet, frå vogntoget og kolonnen køyrde inn i Gudvangatunnelen fram til alle personar var evakuerte ut av tunnelen, er kartlagt i ei sekvensiell framstilling i eit STEP⁴-diagram.

Brannen i Gudvangatunnelen er vurdert med omsyn til hendingar og handlingar som kan ha påverka hendingsforløpet og tryggleiken både i negativ retning (tryggleiksproblem) og i positiv retning (tryggleiksfremjarar). Desse faktorane er vurderte gjennom heile analysen, og dei er òg sette i samanheng med undersøkingane SHK har gjort av tidlegare køyretøybrannar i tunnelar.

Analysen av den utløysande hendinga, med fokus på årsaka og forløpet til brannen, er presentert i kapittel 2.2. SHK har òg undersøkt og analysert varsling og evakuering etter brannen, kor utsette trafikantane var under evakueringa i eit røykfyllt miljø, og samhandlinga og innsatsen til VTS og naudetatane. Desse temaa blir drøfta høvesvis i kapittel 2.3, 2.4 og 2.5. Planlegginga og gjennomføringa av tunnelarbeidet og trafikkavviklinga blir drøfta i kapittel 2.1.

2.2 Den utløysande hendinga

2.2.1 Første observasjon av brannen

Videoen frå dashbordkameraet i vogntog nummer 2 viser det første teiknet til open flamme på vegbana på høgre side av vogntoget. Ut frå spora i vegbana vurderer SHK det slik at brannen oppstod på høgre side under førarhuset, i nærleiken av høgre framhjul.

SHK meiner at det kan vere ein samanheng mellom den første synlege flammen og det gule varselet om motorfeil i dashbordet, sidan dei oppstod omtrent på same tid. SHK kan likevel ikkje slå fast korleis hendingane hang saman, dvs. om det var ein feil i motoren som utløyste brannen, eller om brannen utløyste motorvarselet.

Motorvarselet blei ikkje registrert i flåtestyringssystemet til Scania og gav berre melding til føraren om å køyre til ein verkstad. SHK meiner difor at føraren ikkje hadde nokon grunn til å tru at det var ein kritisk feil som kunne ende med eit utbrent vogntog. Føraren stoppa med ein gong han såg flammor i sidespegelen, og SHK meiner at dette var det første signalet som gjorde det naudsynt å stoppe for å sjekke og setje i verk sløkking. Dersom motorvarselet hadde gjeve føraren beskjed om å stoppe med ein gong og gjere ein tryggleikssjekk av vogntoget, kunne brannen kanskje ha blitt oppdaga før han utvikla

⁴ STEP: Sequentially Timed Events Plotting

seg. Det er derimot vanskeleg å seie sikkert om det hadde vore mogleg å sløkkje brannen dersom han hadde blitt oppdaga tidlegare.

Sjølv om føraren i dette tilfellet køyrde vogntoget litt lenger fram mot leiebilen etter det første sløkkjeforsøket, så har ikkje SHK funne at denne flyttinga har hatt noko å seie for korleis brannen utvikla seg. SHK vil likevel peike på at det generelt er viktig at køyretøy som brenn blir stoppa raskt og at naudsynte tiltak slik som å stanse motoren, slå av straum og sløkkje brannen blir sette i verk straks.

2.2.2 Brannårsak

SHK har hatt ein hypotese om at vogntoget potensielt både kan ha hatt ein diesellekkasje og ein oljellekkasje, men det har ikkje late seg gjere å verifisere det ut frå køyretøyhistorikken, spor og varsel. Den einaste koplinga som SHK har klart å knyte direkte til ein lekkasje, er væskeflekken i vegbana ved den første synlege flammen. Det er ingen observasjonar eller funn som tydar på at brannen har starta i kjøleaggregatet på hengaren eller at det har vore nokon lekkasje av brennbar væske frå dette området.

SHK gjorde òg tekniske testar og forsøk med kupé- og motorvarmaren. Han blei rekna for ei mogleg brannkjelde sidan han er plassert framme på høgre side og har separat dieseltilførsel, eigen brennar og eksossystem. Testane som blei utførte på denne modellen, viste låge temperaturar på dei utvendige varme flatene, og dei ville normalt ikkje kunne fungere som tennkjelde. Forsøka viste at kupévarmaren var funksjonell med ein liten diesellekkasje, men undersøkinga har ikkje lukkast i å prove at han har vore ei tennkjelde til brannen.

Oppsummert er det SHK si vurdering at brannen mest truleg utvikla seg på eit lågt punkt på høgre side av trekkvogna i nærleiken av høgre framhjul. Oljefilteret og sentrifugaloljefilteret er begge plasserte på høgre side av motorblokka, og ein lekkasje herfrå som kjem i kontakt med turboen eller eksosmanifolden, kan under visse omstende ta fyr.

Fråværet av varsel om lågt oljetrykk og oljenivå tyder likevel på at desse komponentane ikkje har hatt alvorlege feil. Trekkvogna var nesten ny, og det er SHK si vurdering at ho var i god stand og godt vedlikehalden både av fabrikanten, eigaren og førarane. Sannsynlegvis ville ein lekkasje i motoren over lengre tid ha blitt oppdaga, sidan trekkvogna var på verkstad berre tre dagar før brannen.

Den branntekniske undersøkinga har ikkje funne nokon teknisk feil som gjev ei eintydig forklaring på kvifor brannen oppstod. SHK har heller ikkje kunna konkludere med at det har vore lekkasjar på vogntoget. Det har difor ikkje vore mogleg å finne ei eintydig årsak til brannen i denne saka.

2.2.3 Brannen si utvikling

Brannen starta ca. kl. 0330 og utvikla seg i løpet av dei neste 20 minutta. Etter om lag 30 minutt gjekk brannen til overtenning og var fullt utvikla. Registreringar av mellom anna teknisk utfall av teknisk utstyr og utviklinga og auken i CO-konsentrasjonen i tunnelen stadfester brannforløpet.

SHK meiner at varmeutvidinga av lufta som brannen førte til rundt tidspunktet for overtenning, var med på å auke ventilasjonshastigheita med noko slikt som 1 m/s. Det blei ikkje gjort noka endring i den mekaniske styringa på dette tidspunktet.

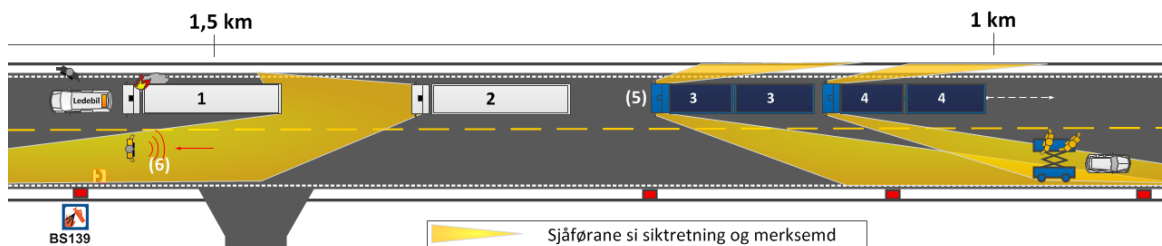
Dersom dei tre vogntoga ikkje hadde blitt fjerna frå området bak det brennande vogntoget, ville brannen sannsynlegvis ha smitta over på dei.

Då Voss brannvern kom fram til brannstaden kl. 0443, var vogntoget nesten heilt utbrent. Brannfolka utførte kontrollert ettersløgking, og ei gravemaskin blei brukt for å spreie lasta på vogntoget.

2.3 Varsling og evakuering

SHK meiner at leiebilsjåføren tidleg forstod alvorret i situasjonen og handla rett ved å varsle via SOS-telefonen slik at VTS-operatøren kunne lokalisere brannen. Undersøkinga viser òg at det er krevjande å leie ein kolonne under slike tilhøve, særleg når det gjeld å sikre at informasjon kjem fram til alle trafikantane i kolonnen. SHK har fått opplyst at leiebilsjåføren trudde at heile kolonnen på tre vogntog følgde etter då vogntog nummer 2 passerte brannen. I realiteten hadde kolonnen blitt splitta, og dei to køyretøya som rygga var i ferd med å bli fanga i røyken som utvikla seg og spreidde seg raskt.

På veg ut av tunnelen varsla leiebilsjåføren alle arbeidslaga som jobba mellom brannstaden og Gudvangen. Arbeidslaga hadde ikkje internkommunikasjon og måtte difor varslast enkeltvis. Etter SHK si meining var den manglande internkommunikasjonen kritisk i denne situasjonen, og dette blir drøfta grundigare i kapittel 2.1.



Figur 30: Framstilling av kvar sjåførane si merksemd var retta då leiebilsjåføren gav handsignal om at kolonnen skulle køyre vidare forbi det brennande vogntoget. Illustrasjon: SHK

Førarane av det tredje og fjerde vogntoget byrja å rygge utan å ha sett sjølve brannen. SHK meiner at merksemda deira var retta mot sjølve rygginga, og at dei difor korkje oppfatta signalet frå leiebilsjåføren om å køyre forbi vogntog nummer 1, eller fekk med seg at vogntog nummer 2 hadde følgt etter leiebilen.

Då føraren av vogntog nummer 3 etter kvart oppfatta at vogntog nummer 2, som var framfor han i kolonnen, hadde køyrt forbi det brennande vogntoget, hadde brannen utvikla seg vidare, og SHK forstår at han då valde å halde fram med å rygge.

Då den svarte røyken nådde vogntog nummer 3 og 4, oppstod ein ny situasjon for førarane. Dei miste all sikt, og det blei svært krevjande og etter kvart umogleg å halde fram med å rygge. Om lag 1 km frå tunnelopninga på Aurland-sida valde førarane å forlate vogntoga for å evakuere til fots. Med tanke på den avgrensa informasjonen dei hadde om brannen lenger inne i tunnelen, meiner SHK at dette var eit rasjonelt val, sjølv om det førte til at dei blei eksponerte for røyk.

Det gjekk rundt tre minutt frå brannen blei verifisert til alle i nærområdet rundt det brennande køyretøyet starta evakueringa. Denne hendinga viser kor fort sjølv ei lita gruppe trafikantar som køyrer i kolonne og er nær situasjonen kan kome bort frå kvarandre. Ulik situasjonsforståing fører til at trafikantane vel ulike evakueringsstrategiar. Små detaljar som sikthinder, i dette tilfellet vogntog nummer 2, og i kva retning merksemda er retta tidleg i hendingsforløpet, avgjer kva moglegheiter trafikantane har til å gjere val som hjelper dei til trygg sjølvredning.

2.4 Trafikantane si sårbarheit ved evakuering i røykfylt miljø

2.4.1 Innleiing

I fleire av tunnelbrannane som SHK har undersøkt, har trafikantar anten blitt fanga i røyk eller evakuert ut i eit røykfylt miljø. I underkapitla som følgjer, blir sårbarheita til trafikantar under evakuering i eit røykfylt miljø drøfta vidare.

2.4.2 Evakuering med vogntog under ein tunnelbrann

Når det gjeld denne brannen, meiner SHK at førarane av vogntog nummer 3 og 4 hindra brannen i å eskalere meir enn han gjorde ved å rygge så langt som dei klarte. Dette skapte tilstrekkeleg avstand mellom vogntoga og brannen til å hindre brannsmitte mellom køyretøya.

Både denne undersøkinga og tidlegare undersøkingar av tunnelbrannar viser likevel at det er svært krevjande å gjennomføre ei sikker evakuering med eige køyretøy i eit røykfylt tunnelmiljø. Sikta blir ofte raskt dårlegare, før ho etter kort tid forsvinn heilt. SHK meiner at det er så godt som umogleg å rygge eit vogntog ut av eit tunnellop utan sikt, og det viser òg denne hendinga. SHK meiner òg at det er krevjande for ein vogntogførar å nytte dei snumoglegheitene som finst i ein tunnel. Sjølv om det fysisk er plass til å snu køyretøyet i vendehammarar/tverrslag eller store nisjar, vil røyken hindre sikta og gjere det vanskeleg for føraren å justere køyretøyet i høve til tunnelveggen. I kombinasjon med distraksjonar frå andre trafikantar og køyretøy vil dette til saman skape eit høgt stressnivå.

Denne og tidlegare undersøkingar, til dømes av brannen i Gudvangatunnelen i 2015 og brannen i Oslofjordtunnelen i 2017, viser at vogntog er særleg sårbare i ein evakueringssituasjon når det brenn i ein tunnel. Når slike køyretøy blir innhenta av røyken, har førarane i realiteten berre to val dersom dei ikkje lukkast i å køyre vidare forbi brannstaden; anten å evakuere til fots eller å bli verande i køyretøyet. Dette blir drøfta nærare nedanfor.

2.4.3 Evakuering til fots i eit røykfylt tunnelmiljø – ein barriereanalyse

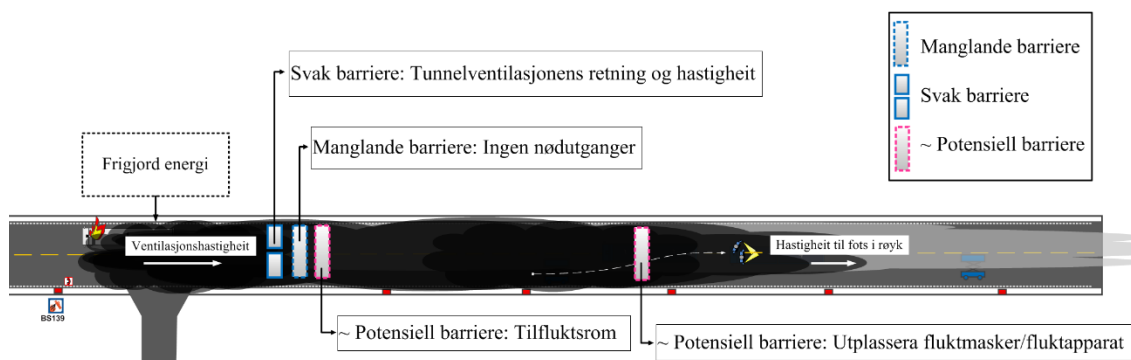
Begge førarane som forlét vogntoga sine og evakuerte ut til fots, hadde karbonmonoksid i blodet fordi dei hadde blitt eksponerte for røykgassane frå brannen. SHK reknar med at dei to vogntogførarane var eksponerte i om lag 22 minutt totalt. Karbonmonoksid er ein særst giftig branngass som bind seg 250 gonger sterkare til hemoglobin enn det oksygen gjer. Karbonmonoksid hindrar effektivt oksygentransport i blodet i kroppen (vedlegg D, SHK 2015). SHK meiner at situasjonen kunne ha blitt livstrugande dersom dei to førarane hadde blitt eksponerte for røykgassane over lengre tid, til dømes dersom brannen hadde oppstått lenger inne i tunnelen.

SHK har gjort ein enkel barriereanalyse av evakuering til fots i eit røykfylt tunnelmiljø. Med barriere meiner SHK (SHK, 2018):

Tekniske, operasjonelle eller organisatoriske tiltak som hver for seg eller i samspill, kunne forhindre eller stoppet det aktuelle hendelsesforløpet, eller begrenset konsekvensen av ulykken.

Ut frå definisjonen over vil barrierar i denne analysen vere tiltak som kan skape avstand i tid og rom eller fysisk skjerm trafikanter frå brannen (den frigjorde energien), eller utstyr trafikantane kan bruke til å verne seg med. Barriereanalysen tek føre seg barrierar som mangla, hadde svake punkt eller etter SHK si mening kan etablerast i Gudvangatunnelen. SHK har supplert denne analysen med erfaringar frå tidlegare undersøkingar.

Figur 31 viser situasjonen for førarane av vogntog nummer 3 og 4 då dei blei innhenta av røyken, og medan dei gjekk til fots utanfor vogntoga. På dette tidspunktet var energien frigjord, og tunnelventilasjonen gjekk i same retning som dei evakuerte.



Figur 31: Analyse av svake, manglande og potensielle barrierar ved evakuering i røykfylt miljø under brannen i Gudvangatunnelen. Illustrasjon: SHK

Gudvangatunnelen har ingen naudutgangar eller tilfluktsrom som kan gjere det mogleg for trafikantar å kome til anna luft enn den lufta som blir ventilert i tunneløpet. Dette må reknast for å vere ein manglande barriere. I Oslofjordtunnelen er det installert tilfluktsrom som eit kompensierende tiltak for mangelen på naudutgangar. SHK si undersøking av brannen i Oslofjordtunnelen 5. mai 2017 viste at eit tilfluktsrom hindra alvorlege røykskadar på to vogntogførarar (SHK, 2018). SHK meiner at tilstrekkeleg isolerte og rett utforma tilfluktsrom kan vere effektive kompensierende tiltak for å hindre røykpåverknad. Etter SHK si mening bør ein kunne vurdere å vidareføre dette tiltaket i andre lange eittløpstunnelar der det let seg gjere og er føremålstenleg.

SHK meiner dessutan at retningsstyrt brannventilasjon kan vere ein effektiv barriere i visse situasjonar. Under denne hendinga fungerte ventilasjonsretninga som ein effektiv barriere for 24 arbeidarar som jobba i den delen av tunnelen som fekk tilført friskluft. For dei seks personane som var på den andre sida av brannen, gav den lågaste ventilasjonshastigheita eit tidsvindauga som var langt nok til at fire arbeidarar kom seg ut av tunnelen, men hastigheita var ikkje låg nok til å hindre at dei to ryggande vogntoga blei fanga i røyken. SHK meiner at denne hendinga syner at tunnelventilasjon i ein eittløpstunnel kan verne trafikantar, samstundes som den legg eit tidspress på dei som får røyken imot seg.

Statens vegvesen si handbok N500 tilrår ei ventilasjonshastigheit på 2 m/s for evakuering av trafikantar. Denne undersøkinga har vist at sjølv med ventilasjonshastigheita på lågaste trinn tok det ikkje lang tid før røyken innhenta dei ryggande vogntoga. Førarane har forklart at dårleg sikt og pustevanskar var hovudgrunnen til at dei gjekk sakte då dei forlét køyretøya og evakuerte til fots. Resultatet var at førarane ikkje klarte å kome seg forbi røykproppen på veg ut av tunnelen.

SHK meiner at funn frå undersøkinga av denne brannen indikerer at ventilasjonshastigheita i Gudvangatunnelen, sjølv på det lågaste trinnet, er for høg til at det er mogleg for trafikantane å evakuere på ein effektiv og trygg måte i ein tidleg fase av brannen. Med utgangspunkt i dette funnet meiner SHK at det er grunnlag for å vurdere ei endå lågare ventilasjonshastigheit i Gudvangatunnelen ved evakuering av trafikantar. SHK meiner at den tilrådde ventilasjonshastigheita ved evakuering, som i dag er sett til 2 m/s i handbok N500, bør takast opp til ny vurdering neste gong handboka blir revidert.

Fluktmasker og fluktapparat er kjende tiltak for å redusere eksponering for røyk og giftige gassar, mellom anna i tungindustrien. Slikt utstyr er derimot ikkje vanleg tryggleiksutstyr i vegtrafikkttunnelar, og det er ikkje plassert ut slikt utstyr i Gudvangatunnelen. I etterkant av brannen i Gudvangatunnelen blei det likevel skaffa fluktmasker til alle som deltok i oppgraderingsarbeidet i tunnelen.

Etter brannen blei kolonnekøyninga i Flenja- og Gudvangatunnelen omorganisert og utvida til både ein leiebil og ein følgjebil med radiosamband i kolonnen. Begge desse køyretøya blei òg utstyrte med ekstra fluktmasker. SHK ser på dette som eit tryggleiksfremjande tiltak i oppgraderingsarbeidet og meiner at ein bør vurdere å installere deponi med fluktmasker eller liknande som eit permanent tryggleiksfremjande tiltak òg etter oppgraderinga.

SHK vedgår at dei fluktmaskene og fluktapparata som er tilgjengelege, er dimensjonerte for ei relativt kort evakueringstid. Dersom slikt utstyr blir plassert ut i lange tunnelar, må dimensjoneringa vere føremålstenleg.

2.4.4 Bli verande i køyretøy med omluft i røykfylt tunnel

Under brannane i Gudvangatunnelen i 2013 og i 2015 blei fleire trafikantar verande i køyretøya under delar av eller heile hendinga. Undersøkinga av brannen i Gudvangatunnelen i 2013 viste at trafikantane som blei sitjande lengst i bilane, blei mindre påverka av røyk enn dei som forlét køyretøya sine tidleg for å evakuere til fots.

Under brannen i 2015 sat fem personar fanga i røyk i tre ulike køyretøy med omluft i kupeen i om lag 1,5 timar. Desse trafikantane hadde kommunikasjon med naudetatane heile tida og fekk berre lettare røykskadar.

SHK meiner at det å opphalde seg i sitt eige køyretøy med omluftsval kan fungere som eit tiltak for trafikantar som allereie er fanga i røyk i ein tunnel, men vil likevel peike på fleire viktige faktorar som må vurderast nøye. Mellom anna er det stor usikkerheit når det gjeld kor effektive køyretøya sine omluftsystem er som vern mot røyk- og gasspåverknad. Det er òg heilt avgjerande for tryggleiken til trafikantane at det ikkje er fare for at køyretøya skal ta fyr og at varmegåverknaden ikkje blir for stor.

Informasjonsbehovet vil vere stort dersom trafikantar blir verande i eit køyretøy under ein tunnelbrann. Det vil til dømes vere viktig informasjon kva som brenn, korleis brannen

utviklar seg, om det er mogleg for brannmannskapa å gjere innsats, og kor lenge ein kan vente å bli sitjande i køyretøyet før ein blir berga ut.

Ein trafikant har to moglegheiter for å kommunisere med VTS og naudetatane: mobiltelefon eller ein veggmontert SOS-telefon. For å nytte SOS-telefonen i tunnelen må trafikanten ut av køyretøyet, og det kan òg vere langt frå køyretøyet til telefonen. I mange tunnelar kan mobildekninga vere ustabil eller fråverande.

Å bli verande i sitt eige køyretøy i ein røykfylt tunnel er ein strategi som krev trygg avstand til brannen og varmeutviklinga, tilstrekkeleg informasjonsflyt og overvaking, i tillegg til gode kommunikasjonsmoglegheiter. Det krevst òg at det er mogleg for brannvesenet å utføre redningsinnsats innanfor rimeleg tid eller at køyretøyet i seg sjølv har nok luftkapasitet til å vare heile brannforløpet, i tillegg til å stå imot røykinntrenging og ein viss varmpåverknad.

2.5 Samhandlinga og innsatsen til VTS og naudetatane

2.5.1 Innleiing

Dette var den tredje relativt store brannen i Gudvangatunnelen på relativt kort tid. Naudetatane evaluerte sin eigen innsats etter denne brannen på same måten som etter dei tidlegare brannane. SHK støttar både evalueringa og tiltaka som har blitt sette i verk i ettertid, særleg med tanke på tiltak for tidleg varsling til naudetatane.

Dei siste tre brannane har hatt det til felles at det berre har brunne i eitt einskilt køyretøy. Hendingsforløpa var derimot ulike, og problemstillingane og utfordringane som brannane førte med seg, har såleis variert. Brann- og redningsetatane har vore nøyddde til å vurdere situasjonane fortløpande, ofte på grunnlag av lite eller usikker informasjon. Ut frå dette har SHK gjort seg nokre tankar til bruk i det vidare beredskapsarbeidet.

2.5.2 Eigentryggleiken til brannvesenet

Samtalar med brannmannskapa viser at Voss brannvern hadde ei god risikotilnærming til oppgåva, og dei vurderte kontinuerleg risikoen for eigne mannskap. Samstundes meiner SHK at det fanst fleire ukjende faktorar, og at nokre av dei representerte ein høg risiko.

Då brannmannskapet køyrde inn mot brannskaden, fekk dei verifisert at det ikkje var fleire arbeidarar eller trafikantar i den delen av tunnelen som var røykfri, ca. 10 km. Etter kvart som dei fekk kontroll på brannen og vurderte det som trygt nok, blei to røykdykkarar sende vidare for å verifisere at det ikkje var folk att i den røykfylte delen av tunnelen i retning mot Langhuso/Flåm. Røykdykkarane måtte då passere eit varmeeksponert tunneltak med fare for nedfall, og dei heldt seg heilt inntil tunnelveggen. Tunnelventilasjonen gjekk heile tida mot Langhuso.

Ein plastkonteinar med 700 liter væske stod delvis skjult i røyken bak brannen. På fraktinformasjonen var «Voss Olje» mottakar, og i kvalitetssikringa av denne rapporten blei det klart at innhaldet i tanken var frostvæske brukt på køyretøy i oppgraderinga. Sjølv om denne konteinaren ikkje utgjorde ein auka brannrisiko, meiner SHK at lagring av umerka kjemikaliar inne i tunnel bør unngås.

Denne og tidlegare undersøkingar har vist at det følgjer risiko med å vere i nærleiken av og forsere køyretøybrannar inne i tunnelar. Under brannen i Gudvangatunnelen i 2015 var

det kommunikasjon med trafikantar som var fanga i røyken, og ventilasjonen blei snudd under evakueringa. SHK meiner at tryggleikstilrådinga som blei fremja i Rapport VEI nr. 2016/07T om vidareutvikling av ventilasjonsstrategien, framleis er relevant. Dette kan bidra til å betre eigentryggleiken til brannvesenet, tidsbruken i samband med søk etter trafikantar, og til trafikantane si moglegheit for sjølvredning i ein tunnel der det brenn.

2.5.3 Rolla og innsatsen til Vegtrafikksentralen ved brann i tunnel

2.5.3.1 *Innleiing*

Både denne og tidlegare undersøkingar viser at VTS er ein svært viktig aktør i innsatsen i ein tunnelbrann. VTS-operatørane utgjer eit sentralt knutepunkt for 110-sentralen, innsatsleiinga, trafikantar og andre innringjarar. Etter brannen i 2015, gav SHK ein tryggleikstilråding om at VTS burde koplust til naudnett og denne tryggleikstilrådinga har vorte støtta av Statens vegvesen sentralt, men foreløpig ikkje satt i verk.

2.5.3.2 *Styring og manøvrering av ventilasjonsanlegget*

Ved køyretøybrannar i tunnel må tunnelen stengjast og ventilerast på ein mest mogleg føremålstenleg måte. Det har vist seg, både under denne og tidlegare brannar, at uventa hendingar kan påverke styringa av ventilasjonen. Før brannen starta var ventilasjonen retta mot Langhuso, men fleire signal og programmerte innstillingar i ventilasjonsanlegget gjorde at ventilasjonen byrja å gå andre vegen. VTS-operatøren oppfatta situasjonen og endra ventilasjonsretninga manuelt.

Til hjelp med rett manuell manøvrering av ventilasjonssystemet skal det òg installerast 92 kamera med programvare for hendingsdeteksjon i samband med den siste oppgraderinga av Gudvangatunnelen. Dette vil gje VTS-operatørane betre moglegheiter for å overvake heile tunnelen under ei hending. Opprustinga med fleire kamera vil gjere det lettare å oppdage situasjonar og styre ventilasjonen i Gudvangatunnelen meir presist.

Ut frå denne og tidlegare undersøkingar av køyretøybrannar i Gudvangatunnelen, meiner SHK at betre deteksjon og meir presis ventilasjonsstyring kan gje trafikantane eit større tidsvindauge til å handle, til dømes til å kople frå tilhengarar og snu køyretøy. Dette vil gje betre vilkår for trygg evakuering av trafikantar i tilfelle brann.

2.1 **Planlegging og gjennomføring av tunnelarbeid og trafikkavvikling i tunnel**

2.1.1 Tunnelarbeidet og tilhøyrande arbeidsvarslingsplan

Det var laga varslingsplanar med tilhøyrande risikovurderingar for oppgraderingsarbeidet som gjekk føre seg i både Gudvangatunnelen og Flenjatunnelen. Arbeidsvarslingsplanane var godkjende av skiltstyresmakta i Statens vegvesen. Då planane blei godkjende, var det òg sett krav om radiosamband mellom leiebilsjåføren, arbeidarar, trafikkdirigentar og kontrollingeniøren o.a. Dette radiosambandet var ikkje på plass då brannen oppstod. Sjølv om dei fleste arbeidarane som oppheldt seg i tunnelen, raskt blei varsla av leiebilsjåføren og tidleg kunne evakuere ut av tunnelen i eit røykfritt miljø, meiner SHK at det er uheldig at dette kravet ikkje var oppfylt. SHK meiner at lengda på tunnelen og storleiken på arbeidsområda er skjerpande faktorar i denne samanhengen.

Havarikommisjonen har òg merkt seg at det i planane og risikoanalysen for arbeidet i tunnelen, inkludert den styrte trafikkavviklinga, ikkje står mykje om tiltak for å sikre

tryggleiken til trafikantane i tilfelle brann. Denne problemstillinga tok Havarikommisjonen opp i rapporten etter brannen i Fjærlandstunnelen i 2017 (SHK, 2019), og ho blir såleis ikkje drøfta vidare i denne undersøkinga.

Sjølv om det berre var fire køyretøy i kolonnen, oppstod det forvirring og ulik situasjonsforståing blant trafikantane. Undersøkinga og analysen som SHK har gjort av hendingsforløpet, viser at det ikkje var mogleg for leiebilsjåføren å kommunisere med alle trafikantane i kolonnen og sikre seg at dei følgde leiebilen ut av tunnelen i retning mot Gudvangen, jf. kapittel 2.3.

3. KONKLUSJON

3.1 Brannen – utvikling og evakuering

- a) Det første vogntoget i ein kolonne, som kørde i retning frå Langhuso/Flåm mot Gudvangen, byrja å brenne under ein kort stopp inne i Gudvangatunnelen, ca. 1,5 km frå tunnelopninga ved Langhuso.
- b) Føraren av ulukkesvogntoget fekk eit gult motorvarsel med ei tilleggsmelding om å køyre til verkstad omtrent samstundes med at den første flammen blei observert bak vogntoget.
- c) SHK sine undersøkingar har ikkje funne årsaka til brannen og har heller ikkje funne ut om brannen utløyste motorvarselet, eller om ein feil i motoren utløyste brannen.
- d) Føraren stoppa vogntoget med ein gong då han såg flammor i sidespegelen. SHK meiner at dette var det første signalet som gjorde det naudsynt å stoppe for å sjekke og setje i verk sløkking. Føraren sitt forsøk på å sløkkje brannen med ein handsløkkjar frå sitt eige køyretøy hadde ikkje den ønskte verknaden.
- e) Leiebilsjåføren forstod tidleg kor alvorleg situasjonen var, og handla rett ved å varsle VTS via SOS-telefonen slik at VTS-operatøren kunne lokalisere brannen og varsle 110-sentralen.
- f) Føraren av det brennande vogntoget kom seg inn i leiebilen, og leiebilsjåføren prøvde å leie kolonnen forbi det brennande vogntoget. Samstundes varsla leiebilsjåføren arbeidarane som jobba i tunnelen.
- g) Kolonnen blei splitta då vogntog nummer 2 følgde etter leiebilen, medan førarane av dei to bakarste vogntoga, som hadde byrja å rygge, ikkje oppfatta signala frå leiebilsjåføren.
- h) Dersom dei tre vogntoga ikkje hadde blitt fjerna frå området bak det brennande vogntoget, ville brannen sannsynlegvis ha smitta over på dei.
- i) Det tok rundt tre minutt frå brannen først var observert til VTS var varsla, brannen var forsøkt sløkt, og evakueringa var sett i verk.
- j) Brannen gjekk til overtenning og fullt utvikla brann på om lag ein halv time.
- k) Dei to bakarste vogntoga blei etter kvart innhenta av svart røyk som gjorde det umogleg å rygge vidare. Førarane bestemde seg for å evakuere vidare til fots, og dei kom seg ut ved å bruke mobiltelefonane til å lyse på midtstripa i tunnelen.
- l) Dei to førarane var eksponerte for brannrøyk i ca. 22 minutt, og begge hadde karbonmonoksid i blodet som kan knytast til brannen. Dersom dei hadde blitt eksponerte for røykgassane over lengre tid, kunne situasjonen ha blitt livstrugande for dei to førarane.
- m) Då brannen starta, var det 24 arbeidarar i den lengste delen av tunnelen, 5 personar i nærleiken av brannen og 4 arbeidarar i den kortaste delen av tunnelen. Ingen blei alvorleg skadd i brannen.

- n) Då Voss brannvern kom fram til brannstaden, var vogntoget utbrent utanom lasta. Etter ei risikovurdering blei to røykdykkarar sende vidare forbi brannstaden for å søkje etter moglege trafikantar.

3.2 Tunnelutstyr og tryggleik

- a) Då Statens vegvesen godkjende arbeidsvarslingsplanane for oppgraderingsarbeidet i Gudvangatunnelen, var det òg sett krav om radiosamband mellom leiebilsjåføren, arbeidarar, trafikkdirigentar og kontrollingeniøren o.a. Dette radiosambandet var ikkje på plass då brannen oppstod.
- b) Vogntog er særleg sårbare i ein evakueringssituasjon når det brenn i ein tunnel. Førarane av slike køyretøy har i realiteten berre to val dersom dei ikkje lukkast i å køyre vidare forbi brannstaden; anten å evakuere til fots eller å bli verande i køyretøyet. Begge alternativa inneber ein risiko for å bli eksponert for røyk og branngassar.
- c) Under heile hendingsforløpet var ventilasjonssystemet og røyken i tunnelen retta kortaste vegen på lågaste nivå (trinn 1) 1,5 km ut mot Langhuso i den 11,4 km lange Gudvangatunnelen. Ventilasjonshastigheita var lågare enn det retningslinjene for evakueringsventilasjon i handbok N500 tilrår, men likevel ikkje låg nok til at dei to vogntogsjåførane klarte å kome forbi den svarte røyken.
- d) Gudvangatunnelen hadde ikkje kameraovervaking gjennom heile tunnelen. VTS og 110-sentralen hadde difor ikkje oversikt over kor mange personar det var i tunnelen eller kvar dei var.
- e) Opprustinga med fleire kamera vil gjere det lettare for VTS å oppdage situasjonar og styre ventilasjonen i Gudvangatunnelen meir presist.
- f) Gudvangatunnelen har ingen naudutgangar eller tilfluktsrom som kan gjere det mogleg for trafikantar å kome til anna luft enn den lufta som blir ventilert i tunnellopet.
- g) Tunnelen var ikkje utstyrt med fluktmasker eller tilsvarande verneutstyr for trafikantar som evakuerte til fots i røyken.

4. TRYGGLEIKSTILRÅDINGAR

Havarikommisjonen viser til fleire tryggleikstilrådingar som blei fremja etter to tidlegare brannar i Gudvangatunnelen, og som òg er relevante for denne hendinga. Undersøkinga av brannen i Gudvangatunnelen 30. mars 2019 har avdekt eitt tilleggsområde der Havarikommisjonen finn det naudsynt å fremje ei tryggleikstilråding for å betre trafikktryggleiken.⁵

Tryggleikstilråding VEG nr. 2020/05T

Ved brannen i Gudvangatunnelen 30. mars 2019 evakuerte to personar tunnelen til fots i ca. 1 km gjennom tett røyk, utan sikt og utan andre hjelpemiddel enn lommelykta på sine egne mobiltelefonar. Dei var eksponerte for brannrøyk i ca. 22 minutt, og begge hadde karbonmonoksid i blodet som kan knytast til brannen. Erfaring frå denne og tidlegare undersøkingar som SHK har gjort av brannar i lange eittløpstunnelar, viser at tidsmarginane er små, det er vanskeleg å unngå at trafikantar blir fanga i røyk, og at det manglar fysiske barrierar eller utstyr som kan verne trafikantane mot røyk og giftige branngassar.

Statens havarikommisjon tilrår at Statens vegvesen set i verk tiltak som kompenserer for manglande naudutgangar og alternativ friskluft for trafikantar som blir fanga i røyk i lange eittløpstunnelar

Statens havarikommisjon

Lillestrøm, 20. august 2020

⁵ Undersøkningsrapporten blir send til Samferdselsdepartementet, som treff dei tiltaka som er naudsynte for å sikre at det blir teke høveleg omsyn til tryggleikstilrådingane, jf. forskrift 30. juni 2005 om offentlige undersøkelser og om varsling av trafikkulykker mv., § 14.

REFERANSAR

- Shaw, A. &. (2009). Evaluation of the Ignition of Diesel Fuels on Hot Surfaces. I *Fire Technology*. 46. 407-423. 10.1007/s10694-009-0098-4.
- SHK. (2015). *Rapport om brann i vogntog på E16 i Gudvangatunnelen i Aurland 5. august 2013*. Henta frå <https://havarikommisjonen.no/Veitrafikk/Avgitte-rapporter/2015-02>
- SHK. (2016). *Rapport om bussbrann i Gudvangatunnelen på E16 i Aurland 11. august 2015*. Henta frå Rapport om bussbrann i Gudvangatunnelen på E16 i Aurland 11. august 2015: <https://havarikommisjonen.no/Vei/Avgitte-rapporter/2016-03>
- SHK. (2018). *NSIA-metoden*. Henta frå <https://havarikommisjonen.no/Om-oss/Metodikk>
- SHK. (2018). *Rapport om brann i vogntog på rv. 23 Oslofjordtunnelen 5. mai 2017*. Henta frå <https://havarikommisjonen.no/Vei/Avgitte-rapporter/2018-04>
- SHK. (2019). *Rapport om brann i køyretøy på rv. 5, Fjærlandstunnelen 17. april 2017*. Henta frå <https://havarikommisjonen.no/Vei/Avgitte-rapporter/2019-05>

VEDLEGG

Vedlegg A: Safety recommendations (English translation)

VEDLEGG A: SAFETY RECOMMENDATIONS (ENGLISH TRANSLATION)

The Norwegian Safety Investigation Authority makes reference to several safety recommendations submitted following two previous fires in the Gudvanga tunnel that are also relevant to this incident. The investigation of the fire in the Gudvanga tunnel on 30 March 2019 has identified an additional area in which the Norwegian Safety Investigation Authority deems it necessary to submit a safety recommendation for the purpose of improving road safety.⁶

Safety recommendation ROAD No 2020/05T

During the fire in the Gudvanga tunnel on 30 March 2019, two persons evacuated the tunnel on foot over a distance of approx. 1 km in dense smoke with no visibility and with no other aids than the torch function on their own mobile phones. They were exposed to the smoke from the fire for approx. 22 minutes, and carbon monoxide detected in the blood of both of them can be linked to the fire. Experience from this fire and the NSIA's previous investigations of fires in long single-bore tunnels without emergency exits show that the time margins are small, it is difficult to prevent road users from becoming trapped in the smoke, and there are no physical barriers or aids that can protect road users from smoke and toxic fire gases.

The Norwegian Safety Investigation Authority recommends that the Norwegian Public Roads Administration implement measures to compensate for the lack of emergency exits and fresh air alternatives for road users who have been trapped in smoke in long single-bore tunnels.

⁶ The investigation report is submitted to the Ministry of Transport, which will take the necessary steps to ensure that due consideration is given to the safety recommendations, cf. the Regulations of 30 June 2005 on Public Investigation and Notification of Traffic Accidents etc. Section 14.