


# RAPPORT

Vei 2016/03



## RAPPORT OM BUSSBRANN I GUDVANGATUNNELEN PÅ E16 I AURLAND 11. AUGUST 2015

 English summary included

Statens havarikommisjon for transport (SHT) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre trafikksikkerheten. Formålet med undersøkelsene er å identifisere feil og mangler som kan svekke trafikksikkerheten, enten de er årsaksfaktorer eller ikke, og fremme tilrådinger. Det er ikke Havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar. Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sikkerhetsarbeid skal unngås.

ISSN 1894-5856 (trykt utg.)  
ISSN 1894-5929 (online)

Statens havarikommisjon for transports virksomhet er hjemlet i lov 18. juni 1965 nr. 4 om veitrafikk § 44 jf. forskrift 30. juni 2005 nr. 793 om offentlige undersøkelser og om varsling av trafikkulykker mv. § 2

Foto: SHT

## INNHALDSFORTEGNELSE

MELDING OM ULYKKEN .....	3
SAMMENDRAG .....	3
ENGLISH SUMMARY .....	4
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER .....	6
1.1 Hendelsesforløp .....	6
1.2 Redningsarbeid .....	8
1.3 Personskader .....	9
1.4 Skader på kjøretøy .....	9
1.5 Skader på tunnelkonstruksjon .....	10
1.6 Fører av bussen .....	10
1.7 Kjøretøy og last .....	11
1.8 Veiforhold .....	16
1.9 Kommunikasjonssystemer .....	21
1.10 Lover og forskrifter .....	22
1.11 Myndigheter, organisasjoner og ledelse .....	23
1.12 SHTs andre undersøkelser av brann i tunnel .....	24
1.13 Iverksatte tiltak .....	26
2. ANALYSE .....	29
2.1 Innledning .....	29
2.2 Vurdering av hendelsesforløpet .....	29
2.3 Brannforløp .....	31
2.4 Ventilasjon og utviklende skadested .....	32
2.5 Informasjons- og kommunikasjonsbehov i beredskapssituasjoner .....	34
2.6 Sikkerhetsoppfølging og læring .....	36
3. KONKLUSJON .....	39
3.1 Vesentlige undersøkelsesresultater av betydning for sikkerheten .....	39
3.2 Undersøkelsesresultater .....	39
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER .....	41
VEDLEGG .....	43

## RAPPORT OM VEITRAFIKKULYKKE

Dato og tidspunkt:	11. august 2015 kl. 1315
Ulykkessted:	E16 Gudvangatunnelen i Aurland kommune i Sogn og Fjordane
Veinr, hovedparsell (hp), km:	E16 Hp 08 km 7,000
Ulykkestype:	Brann i buss
Kjøretøy type og kombinasjon:	Svenskregistrert Neoplan P15 turbuss 2010-modell
Type transport:	Persontransport

## MELDING OM ULYKKEN

Statens havarikommisjon for transport (SHT) ble først oppmerksom på bussbrannen i Gudvangatunnelen gjennom media ca. kl. 1345, og hendelsen ble noe senere varslet til SHT av Vegtrafikksentralen.

## SAMMENDRAG

Den 11. august 2015 begynte det å brenne i en turistbuss i den 11,4 km lange Gudvangatunnelen. Vitneobservasjoner og tekniske funn tyder på at en lekkasje i kjølesystemet har skjedd helt på slutten av kjøreturen og antageligvis på vei opp Flenjatunnelen. SHT har imidlertid ikke funnet en klar brannårsak. Først 300 m etter innkjøring i Gudvangatunnelen, observerte bussføreren røyk og stoppet bussen umiddelbart. Bussføreren varslet politiet og evakuerte bussen raskt.

Trippelvarslingen til øvrige nødetater fungerte som forutsatt. 110-sentralen i Sogn og Fjordane varslet videre til Vegtrafikksentralen (VTS) som stengte tunnelen umiddelbart med bommer og rødt stoppblinksignal. Etter ca. 15 minutter var Aurland brannvern inne ved brannstedet. I den første telefonkontakten mellom 110-sentralen og VTS, ble VTS bedt om å vente med igangsetting av brannventilasjon. Da bussføreren tok ut brannslukkingsapparatet fra veggen i tunnelen for å forsøke å slokke brannen, startet brannventilasjonen automatisk med forhåndsbestemt trekkretning mot Gudvangen.

Den automatiske brannventilasjonen medførte at røyken snudde og ble ventilert i den lengste retningen (11,1 km) hvor flest trafikanter befant seg. Automatikken, som er brukt i flere av de lengste tunnelene i Norge, utsatte trafikanter nærmest brannstedet for større fare og reduserte deres muligheter for selvredning. Det påvirket også VTS og brannvesenet sin situasjonskontroll i en tidlig fase. SHT mener at Statens vegvesen bør endre automatikken slik at ventilasjonsstyringen ivaretar trafikantenes muligheter for selvredning.

Et scenario med mange gående fanget i røyken i tunnelen, tilsvarende brannen i Gudvangatunnelen i 2013, ble unngått fordi alle 32 busspassasjerene fikk plass i en tom varebil som tilfeldigvis kom til stedet. 19 kjøretøy klarte å snu i tunnelen. Tre kjøretøy med totalt fem personer ble fanget i røyken i tunnelen, men mobilkommunikasjon med nødetatene bidro til at ingen personer forlot sine kjøretøy i tunnelen.

Det var viktig for utviklingen av hendelsen at brannvesenet besluttet å snu ventilasjonen da de fikk meldinger om trafikanter fanget i røyken lenger inn i tunnelen. Beslutningen viser at Aurland

brannvern hadde lært av brannen i tunnelen i 2013. SHT mener at dette er en taktikk som kan videreutvikles og brukes i flere tunneler. De fem personene som var igjen i tunnelen ble funnet av Voss brannvern sine røykdykkere etter ca. 1,5 time og transportert til sykehus for å bli behandlet for røykskader.

Undersøkelsen viser at Statens vegvesens utstyr og rutiner ikke er tilstrekkelige gitt at de kan være avgjørende for utfallet ved brann i tunnel. SHT savner teknologi som kan gi sanntidsoversikt over antall kjøretøy og plassering og antall personer i tunnelen, samt at VTS varsler trafikantene umiddelbart om brann. Videre mener SHT at direkte og uavbrutt kommunikasjon er svært viktig i beredskapssituasjoner, og at VTS derfor bør ha direkte kommunikasjon med nødetatene i form av å være tilknyttet Nødnett.

SHT mener at brannen trolig kunne vært forhindret dersom føreren hadde foretatt en sikkerhetsjekk av bussen før innkjøring i Gudvangatunnelen. En sikkerhetsjekk bør inneholde en kort stopp på egnet sted hvor kjøretøy kan inspiseres for lekkasjer, unormal varmgang eller røykutvikling. SHT mener at det bør etableres mulighet for og anbefaling om sikkerhetsjekk ved innkjøringen til utsatte tunneler.

SHT fremmer totalt fem sikkerhetstilrådinger i forbindelse med denne undersøkelsen.

## ENGLISH SUMMARY

On 11 August 2015, a tourist coach caught fire in the 11.4-km-long Gudvanga tunnel. Witness observations and technical findings indicate that the cooling system started leaking towards the end of the drive, probably as the coach was heading up the Flenja tunnel. The AIBN has not identified a clear cause of the fire. It was not until 300 m after entering the Gudvanga tunnel that the driver observed smoke and stopped the coach immediately. The driver notified the police and quickly evacuated the coach.

The triple alert notice to the other emergency services worked as intended. The 110 emergency communication centre in Sogn og Fjordane county notified the Traffic Control Centre (VTS), which immediately closed the tunnel with road barriers and a flashing red stop signal. Aurland Fire Service was in place at the scene of the fire inside the tunnel after approximately 15 minutes. During the first telephone conversation between the 110 centre and VTS, VTS was asked to wait to initiate fire ventilation. When the driver removed the fire extinguisher from the wall of the tunnel to try to extinguish the fire, the fire ventilation started automatically and the pre-set direction of ventilation was towards Gudvangen.

The automatic fire ventilation meant that the smoke was ventilated to the most distant exit (11.1 km) through the part of the tunnel that held the greatest number of road users. The automatic system, which is used in several of the longest tunnels in Norway, exposed the road users closest to the scene of the fire to greater danger and reduced their possibility of self-rescue. It also affected VTS and the fire service's ability to gain control of the situation at an early stage. In the AIBN's opinion, the Norwegian Public Roads Administration (NPRA) should change the automatic system so that the ventilation is controlled in a way that facilitates self-rescue.

A scenario with many people on foot in the tunnel, like in the Gudvanga tunnel fire in 2013, was avoided because all 32 passengers from the coach could fit in an empty van that happened to arrive at the scene. 19 vehicles managed to turn around in the tunnel. Three vehicles containing a total of

five people were trapped in the smoke in the tunnel, but mobile phone communication with the emergency services helped to ensure that everybody stayed in their cars in the tunnel.

That the fire service decided to reverse the direction of ventilation on being notified that road users were trapped in the smoke further into the tunnel had a decisive impact on the development of the situation. The decision shows that Aurland Fire Service had learnt from the fire in the tunnel in 2013. In the AIBN's opinion, this tactic can be further developed and used in other tunnels. The five people who were left in the tunnel were found by smoke divers from Voss Fire Service after approximately 1.5 hours and taken to hospital to be treated for smoke injuries.

The investigation shows that the NPRA's equipment and procedures are inadequate, considering that they can be decisive for the outcome of a tunnel fire. The AIBN calls for technology that can provide a real-time overview of the number of vehicles, their location and the number of people inside the tunnel, and an immediate notification from VTS to motorists in the event of a fire. Furthermore, the AIBN believes that direct, uninterrupted communication is very important in an emergency, and that VTS should therefore be able to communicate directly with the emergency services by being connected to the Norwegian Public Safety Network (Nødnett).

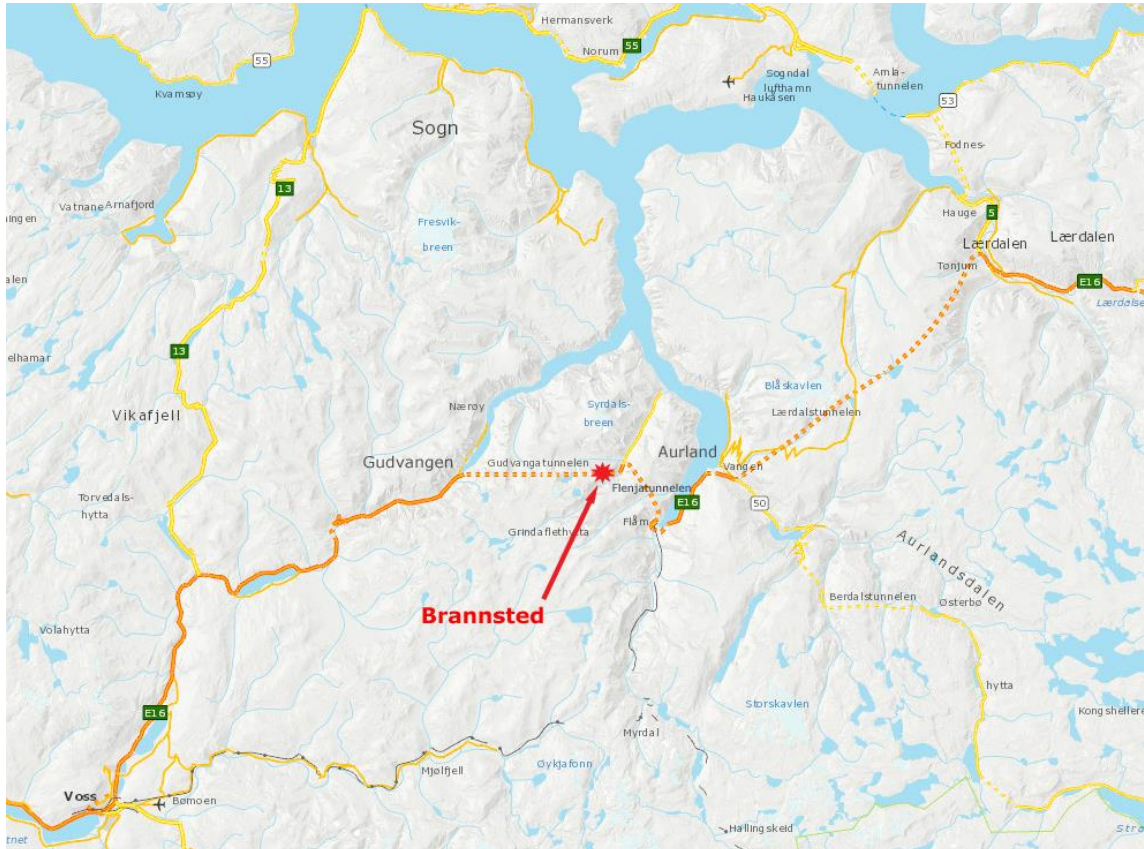
It is the AIBN's view that the fire could probably have been prevented had the driver performed a safety inspection of the coach before entering the Gudvanga tunnel. A safety inspection should consist of a brief stop in a suitable place where the vehicle can be inspected for leakages, overheating and smoke development. In the AIBN's opinion, facilities should be established to enable drivers to perform the recommended safety check before entering certain tunnels.

The AIBN proposes a total of five safety recommendations in connection with this investigation.

# 1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

## 1.1 Hendelsesforløp

En turistbuss med 32 kinesiske passasjerer kjørte fra Oslo mot Gudvangen tidlig på morgenen 11. august 2015. Ett av dagens reisemål var å frakte passasjerene til Gudvangen, hvor de skulle ta fergen til Flåm.



Figur 1: Oversiktskart over hendelsesstedet. Kart: Vegkart, Statens vegvesen

I 13-tiden passerte bussen Flåm på vei mot Gudvangen. Etter å ha kjørt inn i den 5 km lange Flenjatunnelen på E16 merket bussføreren at han mistet motorkraft, men han så ingen varsler i dashboard. Da bussen etter kort tid fikk motorkraften tilbake fortsatte han som planlagt.

Vitneutsagn fra en trafikant som kjørte bak bussen i Flenjatunnelen beskrev at det kom damp bak bussen, samt en lukt av kjølevæske. Vitnet kjørte bak og observerte at bussen kjørte merkbart sakte i begynnelsen av tunnelen, for så å øke hastighet midtveis i Flenjatunnelen. Ved utgangen av Flenjatunnelen observerte vitnet blålig røyk fra under bussen. Ca. midt på strekningen mellom tunnelene, la vitnet seg litt over midten av veien og blinket med lysene for å forsøke å varsle bussføreren.

Bussen fortsatte på den ca. 800 meter åpne strekningen mellom Flenjatunnelen og den 11,4 km lange Gudvangatunnelen vestover på E16. Da bussen hadde kjørt inn i Gudvangatunnelen oppdaget bussføreren i sidespeilet at det kom flammer bak på venstre side av bussen. Bussens brannsløkkeanlegget løste ut, og det kom varsler i både dashboard og signalhorn.

Bussføreren stoppet bussen på nærmeste sidelomme 360 meter inn i Gudvangatunnelen og fikk alle passasjerene ut av bussen. Bussføreren tok så brannsløkkingsapparatet fra bussen og tømte det i motorrommet uten å åpne motorromsluken. Deretter, kl. 1315, ringte han politiets nødnummer (112) på mobiltelefon.

Brannen så først ut til å slokke, men da denne blusset raskt opp igjen, tok bussføreren et brannsløkkingsapparat fra veggen i tunnelen for å prøve å slokke en gang til. Da bussføreren tok av brannsløkkingsapparatet (kl. 1318) utløste det en automatisk funksjon som medførte at ventilasjonen og trekkretningen på røyken i tunnelen, som opprinnelig hadde gått mot Flåm denne dagen, skiftet retning mot Gudvangen.

På samme tidspunkt kom en tilfeldig forbigående kjørende i en tom varebil (Mercedes Sprinter) gjennom tunnelen. Føreren av varebilen klarte å få plass til alle de 32 busspassasjerene som stod utenfor bussen i tunnelen og fraktet dem ut av tunnelen til Gudvangen.

Brannsløkkingsapparatet som bussføreren hadde tatt fra veggen ga ingen effekt på brannen i motorrommet. Da det virket nytteløst å slokke brannen, gikk han videre innover i tunnelen for å varsle andre trafikanter.

Bussføreren rakk å komme ca. 300 meter videre inn i tunnelen fra brannstedet, før røyken innhentet han. Bussføreren søkte tilflukt i et vogntog som stod parkert i retning mot Flåm og ble sittende der sammen med vogntogsjåføren. Figur 2 og figur 3 viser sikten i tunnelen 3,5 km fra utgangen i retning Flåm kl. 1338 og kl. 1339.



Figur 2: Vogntog snudde 3,5 km inn i tunnelen mot Gudvanga, kl. 1338. Foto: Utklipp fra Statens vegvesen



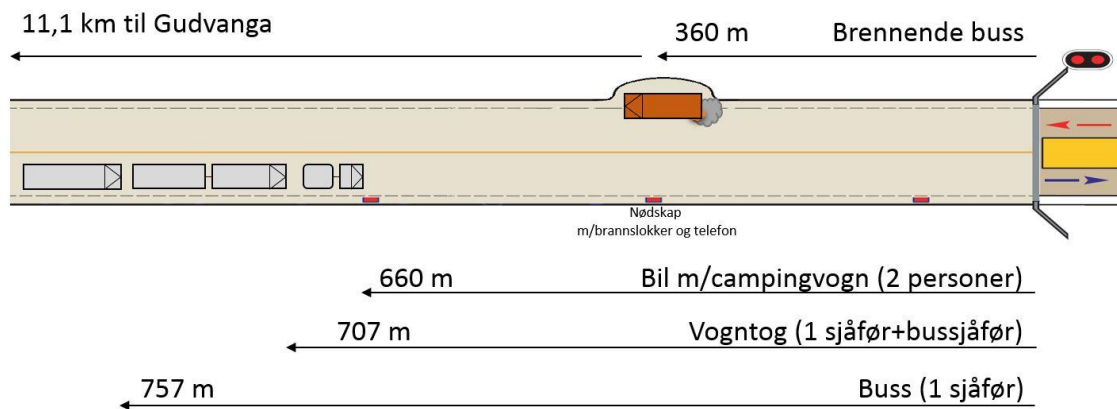
Figur 3: Sikten ble svært dårlig på samme sted kl. 1339. Foto: Utklipp fra Statens vegvesen

Vogntoget med vogntogsjåføren og føreren av den brennende bussen, en annen fører i en tom buss og to personer i en personbil med campingvogn ble fanget i røyken ca. 700 meter fra utgangen på Flåmsiden i den 11,4 km lange tunnelen. Se figur 4.

Trafikantene var i kontakt med nødetatene på mobiltelefon gjennom hendelsen og fikk beskjed om å sitte i kjøretøyene og puste gjennom fuktete håndklær, mens brannvesenet



var på vei. Underveis ble det meddelt at ett av kjøretøyene målte 55 °C utenfor kjøretøyet, at det var null sikt, kraftige smell og røykinntrænging.



Figur 4: Oversikt over plassering av kjøretøy og trafikanter fanget i røyk. Kilde: Politiet/SHT

De fem personene som var igjen i tunnelen, ble funnet av Voss brannvern sine røykdykkere og transportert til sykehus for å bli behandlet for røykskader ca. 1,5 time etter at de ble fanget i røyken.

Ved Statens vegvesens tellepunkt i tunnelen, som ligger 3,5 km fra Langhuso, ble det registrert 19 kjøretøy som hadde snudd og var på vei tilbake til Gudvangen mellom kl. 13:23:03 og kl. 13:38:40. De tre siste var to vogntog og varebilen med turistene fra bussen. Dvs. at alle personbilene som kom fra Gudvangen og ikke hadde tilhenger fikk snudd i tunnelen. Det var ca. 16 personbiler som snudde mindre enn 3,2 km fra brannen. Alle personbilene som kom fra Flåm rygget ut av tunnelen.

## 1.2 Redningsarbeid

Bussføreren ringte politiets nødnummer på mobil etter at han hadde tømt bussens brannslukkingsapparat uten effekt kl. 1315. Politiet og Akuttmedisinsk kommunikasjonsentral (AMK) ble umiddelbart satt i konferansetelefon og trippelvarsling ble gjennomført i løpet av to minutter. Alarmsentralen Sogn og Fjordane (110-sentralen) ringte Vegtrafikksentralen (VTS) umiddelbart kl. 1317 og ba om at tunnelen skulle stenges.

VTS senket bommer og rødt stoppblinksignal ble satt på ved begge tunnelåpningene i Gudvangatunnelen. Operatøren på VTS spurte alarmsentralen om ventilasjon skulle igangsettes (brannventilasjon mot Gudvangen), men ble bedt om å vente med det. Like etterpå, kl. 1318, ble brannventilasjonen igangsatt automatisk da bussføreren tok av brannslukkingsapparatet fra veggen i tunnelen (se kapittel 1.8.3).

Kl. 1326 oppdaget operatøren på VTS at den automatiske brannventilasjonen var startet, og informerte 110-sentralen om dette. Kl. 1326 aktiverte VTS stopplys (rød vekselblink) og skilt med teksten «snu og kjør ut/stop and exit» ved snuplassene innover i tunnelen fra Gudvangen.

VTS oppdaget på kamera at to vogntog stod avventende og ville bli innhentet av røyken. Operatør på VTS fikk da beskjed av faggrupeleder på VTS om å bruke innsnakk med følgende melding: «Det brenner i Gudvangatunnelen på E16, røyken går mot Gudvangen. Evakuer.» Ved første forsøk ble samtalen brutt. Operatør fikk beskjed om å

prøve igjen, og ca. kl. 1333 gikk meldingen ut. VTS så at meldingen nådde frem, og begge vogntogene klarte å snu og kjøre ut. Trafikkoperatør formidlet i tillegg via NRK Trafikk at «*Det er brann i Gudvangatunnelen, trafikanter må evakuere og røyken går mot Gudvangen*».

Aurland brannvern rykket ut til Gudvangatunnelen og var inne ved brannstedet kl. 1330, ca. 15 minutter etter brannen ble ringt inn. Aurland brannvern fikk store utfordringer med å slokke brannen, samtidig som de fikk melding om at det var trafikanter fanget i røyk lenger inn i tunnelen mot Gudvangen. Aurland brannvern hadde gjennomført strekningen på 360 m fra tunnelåpningen på Flåmsiden til brannstedet og forsikret seg om at det ikke var trafikanter i dette området. Aurland brannvern valgte derfor å stoppe slokkearbeidet og besluttet å snu ventilasjonsretningen. Ved å snu ventilasjonsretningen ville man oppnå at strekningen på 11,1 km der trafikantene befant seg mellom brannstedet og tunnelåpningen i Gudvangen ble tømt for røyk.

Meldingen om å snu ventilasjonen ble videreført til VTS gjennom 110-sentralen kl. 1353, 23 minutter etter at Aurland brannvern var kommet inn til brannstedet. Deretter returnerte Aurland brannvern til utgangen på Flåmsiden.

Da VTS fikk melding om å snu ventilasjonen ble dette gjort umiddelbart. Røyken som på dette tidspunktet hadde kommet ca. 6,9 km inn i tunnelen mot Gudvangen ble snudd og ført tilbake i retning mot brannen og tunnelåpningen på Flåmsiden.

Voss brannvern ble varslet i forbindelse med trippelvarslingen og ankom tunnelåpningen i Gudvangen ca. kl. 1400. Voss brannvern fulgte røykens tilbakegang i tunnelen i ca. 40 minutter før de kom frem til trafikantene som var fanget i røyken. Trafikantene ble fraktet ut av tunnelen av ambulanspersonell. Voss brannvern begynte med slokking av den brennende bussen i et krevende miljø med nedfall fra tunneltaket. Etter ca. 20 minutters arbeid var det kun etterslokking som gjenstod.

I forbindelse med trippelvarslingen rykket også Bergen brannvesen ut. De kom til Gudvangatunnelen med helikopter til Flåmsiden, og deretter med bil til Gudvangen etter at brannen var slokket.

### **1.3 Personskader**

Fire personer av fem ble sendt til observasjon og behandlet for røykskader på sykehus.

### **1.4 Skader på kjøretøy**

Hele bussen var utbrent, se figur 5.



Figur 5: Utbrent buss i tunnel. Foto: SHT

## 1.5 Skader på tunnelkonstruksjon

Tunneltaket fikk store skader med oppsprukket berg i området over bussen. Det var nedfall av stein og steinblokker fra tunneltaket ved bussen og opp mot 50 meter i retning mot Flåm. Aurland brannvern kom ikke helt inn mot den brennende bussen på grunn av nedfallet da de var i innsats kl. 1330.



Figur 6: Nedfall, bildet er tatt i retning mot Gudvangen. Foto: Aurland brannvern



Figur 7: Nærbilde nedfall. Foto: Aurland brannvern

## 1.6 Fører av bussen

Føreren av bussen var 31 år på ulykkestidspunktet, født 1984. Han hadde førerkort for buss og lastebil (klassene CE og D) siden 2011, og var utdannet bussmekaniker. Han hadde kjørt denne bussen ca. 45 000 km siden mars 2015, da han ble ansatt i Stenstorps Buss. Det aktuelle oppdraget var en pakketur og det var 6. gang han kjørte denne ukesturen som startet i Stockholm, og hadde Oslo, Gudvangen og København som reisemål.

Føreren var pålagt å gjøre enkle vedlikeholdsoppgaver, som å stramme og bytte reimer til dynamoer og fylle på kjølevæske og motorolje.

Føreren har forklart at denne bussen var veldig god å kjøre, mye ekstraustyr med blant annet line-assist. Han forklarte også at bussen var følsom på kjølevæske. Når han fikk

varsel var det ofte bra nivåmessig i kjølevæsketanken, men om han likevel fylte 1 dl gikk varslet bort. Dette var noe som ble gjort hver 10 000 km.

## 1.7 Kjøretøy og last

### 1.7.1 Bussen

Bussen var en Neoplan P15 Cityliner 2010 jubileums-modell, produsert av MAN, eid av Stenstorp Buss. Bussen var dokumentert jevnlig på service hos merkeverksted, samt lokalt verksted. SHT har ikke funnet at det var registrert noe feil eller arbeid utført på kjølesystemet de siste to årene.

Bussen var inne til periodisk tilsyn i Sverige (kontrollbesiktning) 6. juli 2015, der bussen fikk fem feil (sidemarkeringslys, kjølemedium kontrollrapport, oljesøl i motor, lekkasje på en bremselange, feil på kjørellys (halvlys)).

Etter at feilene var rettet opp, den 3. august 2015, var bussen inne til ny kontroll, men ble underkjent på ny på grunn av oljesøl i motor. Oljesøl er laveste feilkodeklassifisering, der oljelekkasje er feilkoden over. Det ble ikke funnet oljelekkasje i noen av kontrollene. Bussen ble deretter sendt på verksted den 5. august 2015, der motoren ble kjemisk vasket samt at en oljereturslange til turboen ble byttet. Alle feil som var påpekt av kontrollmyndigheten ved siste kontroll var rettet, men ikke kontrollert, før oppdraget med avreise mot Gudvangen 10. august 2015.

SHT har gjennomgått en tilsvarende uskadet buss for å se på utforming, slokkeanlegg i motorrom, kabelgjennomføring og motorrom.

I bussen var det installert brannsløkkeanlegg med dyser fordelt over selve motoren. Deteksjonsmetoden var av typen varmedeteksjonskabel som smelter og varsler ved ca. 180 °C. I hendelsen løste slokkeanlegget ut, men det ikke var tilstrekkelig for å slukke brannen som oppstod.

### 1.7.2 Brannteknisk undersøkelse av bussen

Representanter fra SHT og Kripos samarbeidet om den tekniske undersøkelsen av bussen.

Det elektriske anlegget, bremses, turbo, sylindere, ventiler, kamaksel og girkassen i bussen ble undersøkt, men det ble ikke funnet tegn på unormal slitasje, eller at disse var grunnlag til brannårsak. Den hydrauliske driften av motorens kjølevifte ble demontert og tatt ut for videre undersøkelser da brannskadebildet tydet på at arnestedet var i bakre del av motor, over girkasse.



Figur 8: Skadene på bussens girkasse som følge av brannen. Foto: SHT



Figur 9: Radiator og viftepumpe (bak rundt skive). Foto: SHT



Figur 10: Radiatoren var tilsmusset. Foto: SHT

Radiatoren var delvis oppbrent og tilsmusset. SHT fikk tatt prøver av avsetningene, og partiklene bestod hovedsakelig av mineraler og salter. Det kan være tegn på at det var avsetninger i deler av radiatoren før brannen oppstod. Dette kan ha påvirket kjøleeffekten til motorens radiator, som er en viktig komponent i kjølesystemet.



Figur 11: Dashborddisplay ved utløst brannslokkeanlegg i tilsvarende buss. Foto: Stenstorp Buss



Figur 12: Dyser fra brannslokkeanlegg plassert i bakkant av motorrom. Foto: SHT

I bussen ble det funnet tegn etter lysbuer i det elektriske anlegget fra motorrommet frem til batteriene som var plassert midtveis i bussens lasterommet. Kortslutninger og fastbrenning ble funnet på kablene ved gjennomføringer og ved innfestinger.



Figur 13: Hydraulikkpumpe dekket av smeltet aluminium etter brannen. Foto: SHT



Figur 14: Lasterom med batterikasse. Foto: SHT

I passasjerkupeen var det inspeksjonsluker av aluminium i gulvet over motorrommet, samt tekniske komponenter av aluminium i selve motorrommet. Disse lukene og komponentene var smeltet. Aluminium har en smeltetemperatur på rundt 660 °C.

### 1.7.3 Beregning av branneeffekt for bussen

SP Fire Research AS har på oppdrag fra SHT beregnet branneeffekten av bussen som brant. På grunnlag av de tilgjengelige dataene, ble brannen beregnet til å ligge på ca. 30 MW.

### 1.7.4 Undersøkelse av bussmotorens kjølesystem

Bussens kjølesystem var konstruert med en hydraulisk oljepumpe direkte koblet på drivakselen til motoren. Den hydrauliske oljepumpen var koblet med en høytrykkslange til en hydraulisk motor som drev kjøleviftene. Oljereturen fra viftemotoren ble med lavt trykk ført mot en ekspansjonstank og videre tilbake til hydraulikkpumpen. Dette hydrauliske systemet var lukket og rommet 10-12 liter olje.

Det ble observert at det var hull i forbindelse med rørstussen til hydraulikkslangen på trykksiden før motoren ble tatt ut, samt at det var mye smeltet aluminium på pumpen.

#### 1.7.4.1 *Viftemotor og hydraulikkslange*

Forsvarets laboratorietjeneste, kjemi og material (FOLAT) ble engasjert for å undersøke hydraulikkslangen og viftemotoren tilhørende bussens kjølesystem for å se om det kunne være svikt i disse.



Figur 15: Viftemotor til kjølesystemet. Foto: FOLAT

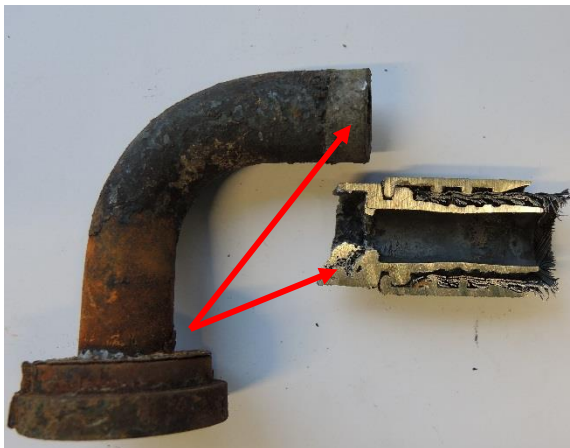


Figur 16: Viftemotor ble undersøkt med røntgen og delt i etterkant. Foto: FOLAT

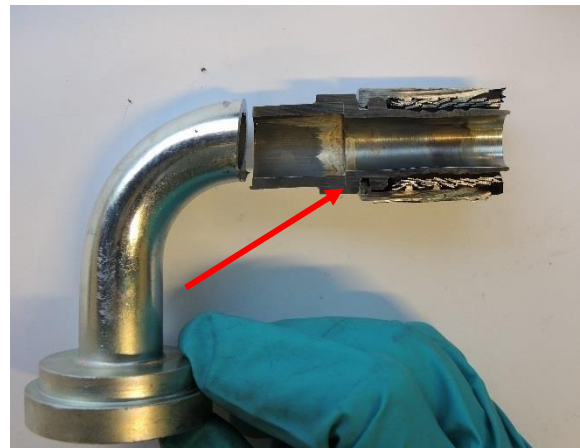
Undersøkelsen av viftemotoren avdekket ikke forhold som skulle tilsi at det var noe feil med denne før brannen (se figur 15 og figur 16).



Figur 17: Ny hydraulikkslange som referanse til venstre. Utbrent hydraulikkslange med brudd til høyre. Foto: FOLAT



Figur 18: Rørstuss med brudd. Aluminium i loddeforbindelse, se røde piler. Foto: SHT



Figur 19: Ny Rørstuss med sølv/kobber-lodding markert med rød pil. Foto: SHT

Den utbrente hydraulikkslangen ble sammenlignet med en lik ubrukt slange med samme rørstuss som referanse (se figur 17). I den utbrente rørstussen ble det funnet innblanding av aluminium inne i rørstussen (se figur 18 og figur 19). I referansen ble det kun funnet sølv/kobber-lodding. FOLAT beskrev:

*Oljeslangen var betydelig brent og det er sannsynlig at temperaturen har vært over smeltepunktet til sølv/kobber-loddet benyttet til loddeforbindelsen 800-900 °C. Loddet var av ukjente årsaker blandet opp med aluminium, som også var avsatt på innsiden av slangen. Innblandingen av aluminium kunne observeres symmetrisk om loddeforbindelsen også på stussen som hadde separert fra slangen.*

FOLAT kunne ikke konkludere i sin rapport om bruddet i hydraulikkslangen og loddeforbindelsen oppstod før, under eller etter brannen. På oppfordring fra FOLAT undersøkte SHT om hydraulikkslangen var forsøkt reparert ved bruk av et aluminium lodd på et tidligere tidspunkt, men det ble ikke gjort noen funn som skulle tilsi det. At hydraulikkpumpen hadde vært i kontakt med smeltet aluminium, ble avklart ved en senere gjennomgang av bildematerialet SHT hadde, se figur 13.

#### 1.7.4.2 *Hydraulikkpumpe*

Hydraulikkpumpen som fikk kjøleviften til å rotere og øke luftstrømmen gjennom radiatoren ble også undersøkt. Pumpen var en standard hydraulikkpumpe, BOSCH A10VO, tilpasset med en kobling til bussens motor. Pumpen var konstruert for å ha et arbeidstrykk på 20 bar, med justering opp til et maksimaltrykk på 260 bar. Pumpen var koblet slik at ved bortfall av elektriske signal, ville pumpen gi et maksimaltrykk mot viften og gi full kjøleeffekt mot radiatoren. Styreenheten på denne bussmodellen, ville ikke gi feilmelding om elektriske signal falt bort på hydraulikkpumpen.

Bosch Rexroth, som er produsent av denne typen hydraulikkpumper ble engasjert for å undersøke om pumpen hadde skader. Hydraulikkpumpen ble demontert og alle deler ble undersøkt.



Figur 20: Frakoblet hydraulikkpumpe. Foto: SHT



Figur 21: Nedslitte griperiller (splines) på drivaksel. Foto: SHT

Det ble ikke funnet skader på pumpen som tilsa et innvendig pumpehavari, men griperillene (splines) på drivakselen var helt nedslitt. Dette kan ha medført at pumpen ikke var i funksjon på ett eller annet tidspunkt da motoren var i drift for siste gang.



## 1.8 Veiforhold

### 1.8.1 E16 mellom Flåm og Gudvangen

Gudvangatunnelen, sammen med Flenjatunnelen, utgjør hoveddelen av veiforbindelsen mellom Flåm og Gudvangen på E16 i Aurland kommune i Sogn og Fjordane.

Flenjatunnelen er en 5 km lang ettløpstunnel som går mellom Flåm og Langhuso. Det er en jevn stigning på 6,5 % gjennom halve tunnelen og deretter 5 % stigning ut mot Langhuso. Ved Langhuso er det en ca. 800 meter lang åpen strekning med 5 % stigning før det flater ut og man kommer inn i den 11,4 km lange Gudvangatunnelen om man kjører mot Gudvangen (vestover). Ca. 50 m før innkjøringen til Gudvangatunnelen i retning vestover er det mulighet for å stoppe langs veien på venstre side.

### 1.8.2 Gudvangatunnelen - konstruksjon, trafikk og sikkerhetsutrustning

Gudvangatunnelen er en 11 428 m lang ettløpstunnel som ligger på E16 mellom Langhuso og Gudvangen. Tunnelen ble åpnet for trafikk 17. desember 1991. Tunnelen har en stigning på 3,5 % fra Gudvangen mot Langhuso. Fartsgrensen i tunnelen er 70 km/t.

I følge tall fra Statens vegvesen<sup>1</sup> var årsdøgntrafikk (ÅDT) for Gudvangatunnelen i 2015 på 1967 kjøretøy/døgn. Trafikkmengden varierer over året, med en topp i juli på 3888 kjøretøy/døgn. Det er også en markant økning i helgene som følge av helgeutfart. Tungebilandelen var på 26,5 % i 2015.

Gudvangatunnelen er prosjektert og bygget etter forskrifter og retningslinjer som gjaldt på byggetidspunktet (Statens vegvesens vegnormal «Vegutforming» fra 1981 og delvis håndbok 021 – Vegtunneler fra 1992)<sup>2</sup>.

På hendelsestidspunktet bestod tunnelens sikkerhetsutrustning av nedsenkbare bommer, havarilommer, snunisjer, nødskap, og brannslukkere jevnt fordelt i tunnelen. Av kommunikasjon var det installert Nødnett, nødtelefoner, samt mobildekning på både Telenor og Netcoms mobilnett (mer informasjon i kapittel 1.9). Det er også kameraer i tunnelen.

Gudvangatunnelen er utstyrt med tellepunkt for registrering av trafikkmengde. To av disse tellepunktene er koblet opp mot fotobokser (Automatisk trafikkontroll – ATK) som er montert inne i tunnelen.

Statens vegvesens beredskapsplanen for Gudvangatunnelen datert 5. januar 2015 inneholder informasjon om tunnelkonstruksjon, sikkerhetsutstyr og strategier i beredskapssituasjoner. I beredskapsplanens risikoanalyse fremgår det at en kan forvente en brann i tungt kjøretøy i tunnelen hvert 24. år.

### 1.8.3 Ventilasjon

Gudvangatunnelen har langsgående ventilasjon med luftinntak og –uttak gjennom tunnelåpningene. Det var installert 92 vifter fordelt på fem viftegrupper i tunnelen.

---

<sup>1</sup> <http://www.vegvesen.no/fag/Trafikk/Trafikkdata/Trafikkregistreringer>

<sup>2</sup> Se SHT [Rapport VEI 2015/02](#) for utfyllende beskrivelse av tunnelens sikkerhetsutrustning og tunnelkonstruksjon.

Høydeforskjellen i tunnelen medfører store variasjoner i den naturlige trekken over døgnet og året, men på hendelsestidspunktet (inntil bussføreren tok brannsløkkingsapparatet fra veggen i tunnelen) gikk trekken i retning fra Gudvangen mot Langhuso/Flåm.

Ventilasjonsanlegget fungerte som forutsatt under brannen. Ventilasjonsanlegget var i drift i trinn 3 mot Flåm kl. 1313 (65 vifter). 44 vifter var i drift mot Flåm kl. 1023.

Brannventilasjon er beskrevet i eget kapittel i Gudvangatunnelens beredskapsplan. Det er presisert at brannventilasjon skal gå i retning fra Aurland (Flåm) mot Voss (Gudvangen), og at dette er besluttet i samråd med brannsjefen i Aurland. Brannvesenet kan ved behov be VTS avvike fra fastlagte rutiner. Ved brann skal brannventilasjonen normalt kjøres på trinn 3 med drift av 64 vifter, minimum 2,5 m/s. Tidligere beredskapsplan sa 1-2 m/s ved brannventilasjon. Ventilasjonen er også programmert slik at dersom noen løfter av en nødtelefon så slår hele den nærmeste viftegruppen seg av, og vifter fra en annen plass i tunnelen blir slått på.

Beredskapsplanen beskriver automatikken i ventilasjonsstyringen ved fjerning av brannsløkkingsapparat på denne måten:

***Fjerning av brannsløkkingsapparat gjev automatisk brannalarm, dvs. at tunnelen vert stengt, (dei raude veksleblinka på utsida av tunnelmunningane vert slegne på) og varsling av VTS og brannvernet. Ventilasjonsanlegget startar automatisk opp ved fjerning av brannsløkkingsapparat.***

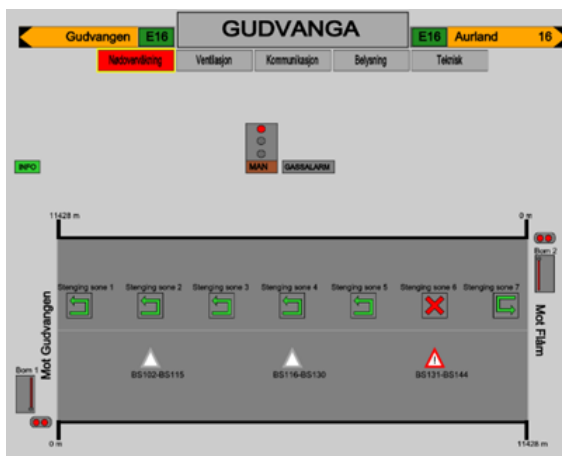
I kapittelet om nødstyrepanel og manuell styring av ventilasjonen står det:

*Endring av ventilasjonsretning når det har oppstått brann / røykutvikling kan medføre ekstra fare for personar som er i tunnelen.*

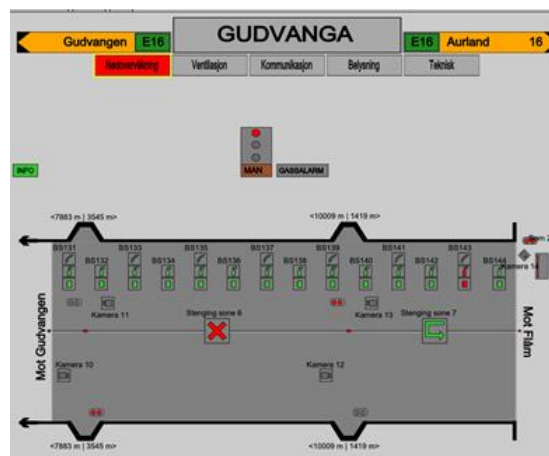
#### 1.8.4 Vegtrafikksentralens utstyr og rutiner

Beredskapsplanen for Gudvangatunnelen inneholder en detaljert innsatsplan om hvilke handlinger VTS skal iverksette dersom VTS får anrop om ulykke/brann, brannslukningsapparat blir fjernet, eller det er en ulykke/brann uten at man vet hvor i tunnelen hendelsen har funnet sted.

VTS har en viss oversikt over Gudvangatunnelen gjennom 14 kameraer som er plassert i tunnelen fordelt på utgangene og ved de fem tekniske byggene inne i tunnelen. Det grafiske grensesnittet som vises hos VTS er vist i figur 22 og figur 23 nedenfor. VTS kan se opptil 32 kamera samtidig og dette ble også gjort under hendelsen.



Figur 22: VTS sin skjerm av hele Gudvangtunnelen 11. august 2015. Symbol for U-sving markerer skilt med «Snu og kjør ut/Turn and exit». Sone 6 skulle også ha vært stengt for trafikk fra Gudvangen. Foto: Statens Vegvesen



Figur 23: VTS' skjerm viser deler av Gudvangtunnelen, fra 3,5 km inn fra Flåm og til munningen på Flåmsiden, ca. kl. 1550 11. august 2015. Foto: Statens Vegvesen

Systemet til VTS logger alle hendelser, automatiserte handlinger, drifts- og feilmeldinger og kommandoer som følger av en aktiv handling fra VTS.

Tabell 1: Utsnitt fra hendelseslogg VTS i Gudvangtunnelen 11. august 2015. Kilde: Statens vegvesen/SHT

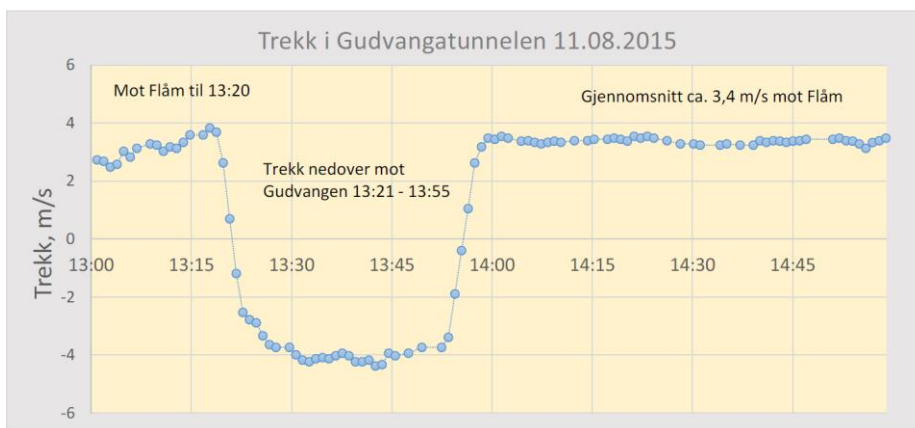
Anleggsnavn	Objektnavn	Objekttype	Tekst	Tidsstempel	Prioritet	Type
Gudvangtunnelen	F3 V01	VENTILATOR	Retning 2 drift	11.08.2015 13:13	0	Info
Gudvangtunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Trinn trinn 3	11.08.2015 13:13	0	Info
Gudvangtunnelen	Stenging	STENGING	Sett tilstand nødstenging (vts)	11.08.2015 13:17	0	Kommando
Gudvangtunnelen	Stenging	STENGING	Sett styring manuell (vts)	11.08.2015 13:17	0	Kommando
Gudvangtunnelen	Bom 2	VEIBOM-HØYRE	Veibom stengt	11.08.2015 13:17	0	Info
Gudvangtunnelen	Bom 1	VEIBOM-HØYRE	Veibom stengt	11.08.2015 13:17	0	Info
Gudvangtunnelen	Stenging	STENGING	Tilstand stengt	11.08.2015 13:17	15	Trafikk
Gudvangtunnelen	BS143	BRANNSKAP-TELEFON	Dør åpen	11.08.2015 13:18	35	Trafikk
Gudvangtunnelen	BS143	BRANNSKAP-TELEFON	Brannslukkingsapparat fjernet	11.08.2015 13:18	45	Trafikk
Gudvangtunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Brannventilasjon på	11.08.2015 13:18	0	Info
Gudvangtunnelen	Vindretning	VINDRETNING	Vind retning 1	11.08.2015 13:21	0	Info
Gudvangtunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Trinn trinn 3	11.08.2015 13:21	0	Info
Gudvangtunnelen	Stenging	STENGING	Sett tilstand nødstenging (vts)	11.08.2015 13:26	0	Kommando
Gudvangtunnelen	Stenging	STENGING	Sett styring manuell (vts)	11.08.2015 13:26	0	Kommando
Gudvangtunnelen	Stenging	STENGING	Stengepunkt: 0.0=>6.0	11.08.2015 13:26	0	parameter
Gudvangtunnelen	UF5 Nattlys 1	LYSKONTAKTOR-TIMER	Sikring utløst	11.08.2015 13:29	25	Drift
Gudvangtunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Trinn trinn 4	11.08.2015 13:30	0	Info
Gudvangtunnelen	F5 CO	CO-SENSOR-PARAM	Sensor kritisk høyt	11.08.2015 13:35	35	Trafikk
Gudvangtunnelen	BS143	BRANNSKAP-TELEFON	Brannslukkingsapparat på plass	11.08.2015 13:41	0	Info
Gudvangtunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Brannventilasjon av	11.08.2015 13:41	0	Info
Gudvangtunnelen	BS143	BRANNSKAP-TELEFON	Brannslukkingsapparat fjernet	11.08.2015 13:45	45	Trafikk
Gudvangtunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Brannventilasjon på	11.08.2015 13:45	0	Info
Gudvangtunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Sett styring manuell (vts)	11.08.2015 13:53	0	Kommando
Gudvangtunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Styring manuell	11.08.2015 13:53	15	Trafikk
Gudvangtunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Brannventilasjon av	11.08.2015 13:53	0	Info
Gudvangtunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Sett styring manuell (vts)	11.08.2015 13:53	0	Kommando
Gudvangtunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Sett retning retning 2 (vts)	11.08.2015 13:53	0	Kommando
Gudvangtunnelen	Ventilasjon	VENTILASJON-STYRING3	Sett trinn trinn 4 (vts)	11.08.2015 13:53	0	Kommando
Gudvangtunnelen	Vindretning	VINDRETNING	Vind retning 2	11.08.2015 13:56	0	Info

Tabell 1 viser hendelseslogg for VTS i Gudvangtunnelen 11. august 2015. Aktive handlinger fra VTS/kommandoene er markert i grønt, og den forhåndsbestemte programmerte automatikken er markert i blått. Den automatiske snuingen av

ventilasjonen mot Gudvangen kom som en info-melding kl. 1318, rett etter at brannslukker BS143 ble fjernet.

Først kl. 1326 oppdaget operatøren på VTS at den automatiske brannventilasjonen var startet, og følgelig aktiverte stopplys (snu og kjør ut) ved snunisjene innover i tunnelen fra Gudvangen. Info-meldingen er programmert i Vegvokteren med prioritet 0 og gir dermed ikke alarm.

Det ble også observert at ventilasjonshastigheten trinnet automatisk opp og økte i hastighet kl. 1321 og kl. 1330. Kl. 1353 iverksatte VTS manuell snuing av ventilasjonen etter anmodning fra brannvesenet. Ventilasjonen snudde raskt i begge tilfellene da den ble endret. I løpet av ca. 3 minutter var trekkretningen endret og programmert trekkhastighet oppnådd (se figur 24).



Figur 24: Trekkretning og -hastighet i Gudvangatunnelen 11. august 2015. Kilde: Statens Vegvesen

### 1.8.5 Teknologi for sanntidsinformasjon

Statens vegvesen har opplyst at det per i dag ikke finnes teknologi for sanntidsoversikt over antall kjøretøy og plassering eller antall personer i tunnelen. Tellepunktene i Gudvangatunnelen er ikke koblet opp mot VTS, og gir ikke kontinuerlig oversikt over antall kjøretøy som til enhver tid er inne i tunnelen.

Fram til bussbrannen høsten 2015 har Statens vegvesen kun hentet data fra registreringspunktet for kjøretøy i Gudvangatunnelen en gang i døgnet. Høsten 2015 oppgraderte Statens vegvesen registreringsutstyret, slik at det blir samlet inn data kontinuerlig, dvs. i sanntid. Denne nye datainnsamlingsløsningen som er felles for hele landet, heter Datainn.

### 1.8.6 Valg av ventilasjonsstrategi ved brann i ettløpstunneler

#### 1.8.6.1 *Rapport fra SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut om røykgassproduksjon i forbindelse med brann i vogntog*

Vedlegg F til [Rapport VEI 2015/02](#) om brannen i Gudvangatunnelen i 2013 beskriver røykspredning og røykintensitet ved brann i tunnel. Rapporten er skrevet av SP Sveriges Tekniske Forskningsinstitut på oppdrag for SHT.

Når det gjelder strategi for mekanisk ventilasjon gir rapporten følgende beskrivelse:

*En grundprinsipp för bi-direktionella (trafik i båda riktningar) tunnlar bör vara att ha en minimal ventilation under utrymning så att röken sprids långsamt inne i tunneln och människor nedströms och uppströms branden hinner utrymma. Detta kan uppnås genom mekanisk eller naturlig ventilation beroende på väderförhållanden vid tunnelns portaler. Sedan, efter utrymningen är avslutad, för att hjälpa räddningstjänst att nå branden kan ventilation slås på från ett håll så att räddningstjänst kan gå in i rökfri miljö, normalt räcker 3 m/s för att uppnå gynnsamma förhållanden uppströms branden, se figur 3. Den utrustning som finns i många tunnlar där man kan få information om antal fordon och placering inne i tunnelarna kan användas som beslutsunderlag för räddningstjänsten. Detta bör göras i samråd med vägtrafikcentralen.*

*Man bör vara varsam med ändringar av ventilationsflöden inne i tunnelarna efter att branden har startat. Den främsta anledningen är att om det finns människor i tunneln uppströms branden bör man inte vända ventilationsriktningen eftersom mer rök då finns i tunneln under längre tid, och högre koncentrationer uppnås i rökproppen. Med andra ord leder detta till högre rökgaskoncentrationer för de personer som tidigare befann sig uppströms branden när gammal plus nyskapad rök når upp dem.*

#### 1.8.6.2 Risikoanalyse april 2013 – «E16 Gudvangatunnelen. Risikoanalyse af vejtunnel» (Matrisk)

Risikoanalysen ble utarbeidet av det sveitsiske konsulentfirmaet Matrisk, på oppdrag fra Statens vegvesen Region vest i 2013.

Risikoanalysen omtaler i kapittel 12 ventilasjon og røykstyring. Følgende siteres fra kapittel 12.4 om spesielle forhold ved ventilasjon av tunneler med trafikk i begge retninger:

##### *Ventilationsstrategier*

*Der er generelt tre mulige strategier for ventilation i en tovejs tunnel: høj strømningshastighed, ingen strømningshastighed og lav strømningshastighed. Disse tre strategier er illustreret i figur 12.2*

*Man bør ikke vende (snu) ventilationsretningen da dette kan fylde tunneltværsnittet med røg i den tid hvor ventilationen vendes. Hvis personer flygter i den retning, der er røgfri før vending af strømningsretningen, vil de efter vending af ventilationen blive indhentet af røgfanen og udsat for kritiske koncentrationer af røg. Ved vending af ventilationen giver man ikke trafikanterne nogen mulighed for at flygte.*

Fra kapittel 12.6 Vurdering siteres:

*(...) Det er kun tilrådeligt at vende (snu) ventilationen, hvis 1) denne operation kan gennemføres så tidlig i branden, at der ikke er nogen væsentlig brandudvikling, og evakueringen ikke er påbegyndt, eller 2) operationen først foretages, når alle personer er flygtet til et sikkert område. For at kunne sikre sig at dette er tilfældet, skal der mindst være videoovervågning i tunnelen, og selv*

*med dette utstyr er det vanskelig helt at sikre sig, at ventilationen ikke forårsager en fare for de flygtende.*

## **1.9 Kommunikasjonssystemer**

### **1.9.1 Generelt**

Nødetatene hadde operativt nødsamband og Aurland brannvern startet sin innsats i Gudvangatunnelen med dette sambandet. Det var ferdig installert Nødnett i området som var planlagt åpnet 4. november 2015, men siden dette allerede fungerte gikk det relativt fort å få alle nødetater over på Nødnettet. VTS hadde mulighet for å bli oppringt på mobiltelefon og fra det faste nødtelefonanlegget (SOS-telefoner) i Gudvangatunnelen, men hadde ikke tilgang til Nødnett. Nødetatene har også prioritet på VTS, og de har egne telefonnumre. 110-sentralen vil få øyeblikkelig kontakt med VTS om nødvendig.

Aurland brannvern var kjent med at de kunne oppnå direkte kontakt med VTS via nødtelefonanlegget i tunnelen. Dette var også et av læringsmomentene ved tidligere øvelser som Aurland brannvern hadde hatt i tunnelen. I denne brannen valgte imidlertid brannvesenet ikke å benytte nødtelefonanlegget da de vurderte at dette ville være lite effektivt på grunn av den store pågangen hos VTS.

### **1.9.2 Nødnett**

Nødnett er et eget mobilnett som eies av Justis- og beredskapsdepartementet og drives av Direktoratet for nødkommunikasjon (DNK). Det er i hovedsak beregnet på nødetatene (politi, helse og brann). Nettet tilbyr tale og enkel datakommunikasjon og har talefunksjoner som er tilpasset kommunikasjonsbehovet til beredskapspersonell. Eksempler på funksjoner er talegrupper, sikring mot avlytting, og «walkietalkie»- type kommunikasjon.

DNK har beskrevet<sup>3</sup> at det skal bygges Nødnett-dekning i veitunneler som allerede har samband fra en eller flere av nødetatene fra tidligere. I tillegg skal det etableres dekning i tunneler som er lengre enn 500 meter med årsdøgntrafikk over 5000.

Veitunneler uten eksisterende infrastruktur og nye tunneler som er bygget etter 2006 omfattes ikke av Nødnettprosjektets utbygging, men skal bekostes av Statens vegvesen (SVV) etter retningslinjer for saksbehandling ved brannsikring av veitunneler. Eventuell økt dekning i veitunneler er et spørsmål som Statens vegvesen vurderer ut fra behov, Statens vegvesens regelverk og muligheter for finansiering.

### **1.9.3 Mobilnett**

Vegdirektoratet og Telenor mfl. har en avtale som regulerer ansvarsforhold og omfang av tekniske mobilinstallasjoner i norske veitunneler.

Under hendelsen ble mobiltelefon primært brukt av trafikantene, men også av nødetatene i og utenfor tunnelen. Dette medførte at mobilnettet ble ustabil, og uten kapasitet til å ta imot mer trafikk. Dette var på et tidspunkt også hindrende for Aurland brannvern sitt

---

<sup>3</sup> Se <http://www.dinkom.no/Utbyggingen/Om-Nodnett1/Tunneler/> [lest 2. mars 2016].

forsøk på å kommunisere med VTS gjennom mobiltelefon angående sning av trekkretning for ventilasjon.

Siden denne kommunikasjonslinjen fungerte dårlig og at brannvesenet hadde behov for ytterligere informasjon fra 110-sentralen, valgte brannmannskapene å benytte Nødnett og 110-sentralen for å få VTS til å snu ventilasjonsretningen.

I Gudvangatunnelen er det installert tre basestasjoner og en repeater for mobildekning i tunnelen, der Telenor er operatør. Det er god 2G dekning i hele tunnelen, mens det i vestre del av tunnelen også er 3G dekning. Med kun 2G dekning i og utenfor tunnelens østre del hvor brannen 11. august 2015 inntraff, så er antall samtidige samtaler begrenset til 25 stk. I resten av tunnelen der det både er 2G og 3G dekning er kapasiteten større.

#### 1.9.4 Prioriterte abonnement i mobilnettet

[Forskrift 21. oktober 2013 nr. 1241 om prioritet i mobilnett](#) skal bidra til at samfunnsviktig trafikk prioriteres i mobilnett i krise- eller beredskapssituasjoner. Det er Nasjonal kommunikasjonsmyndighet, tidligere Post- og teletilsynet, som forvalter tilgangen til disse abonnementene. Fordelene ved prioriterte abonnement er følgende:

1. *Når det er overbelastning i nettet, vil man kunne bryte andre samtaler for å komme gjennom i telefonnettet. Det gjelder kun taleanrop.*
2. *Når nettet til din operatør er nede i et avgrenset område vil du gjeste i et annet nett som er oppe. Da vil du kunne både ringe, sende sms og bruke datatrafikk.*

Alle virksomheter som har behov<sup>4</sup> kan søke om tilgang gjennom Altinn. Brannvesen og redningstjenester er listet under virksomheter som kan ha behov.

Aurland brannvern hadde ikke abonnement som gav dem prioritering i mobilnettet under bussbrannen i Gudvangatunnelen. Basert på informasjon fra SHT har Aurland brannvern skaffet seg dette i ettertid.

### 1.10 **Lover og forskrifter**

#### 1.10.1 Lover

Rammene for bygging, bruk, drift, tilsyn, kontroll og brannberedskap av veitunneler er i hovedsak regulert i følgende lover:

- [Lov 21. juni 1963 nr. 23](#) om veg (veglova).
- [Lov 18. juni 1965 nr. 4](#) om vegtrafikk (vegtrafikkloven).
- [Lov 14. juni 2002 nr. 20](#) om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven).
- [Lov 27. juni 2008 nr. 71](#) om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven).

---

<sup>4</sup> <http://www.nkom.no/teknisk/sikkerhet-og-beredskap/prioritet-i-mobilnettet/for-virksomheter> [lest 2.mars 2016]

## 1.10.2 Forskrifter, normaler og retningslinjer

Følgende forskrifter, normaler og retningslinjer er relevante i forbindelse med denne undersøkelsen:

- [Forskrift 15. mai 2007 nr. 517](#) om minimum sikkerhetskrav til visse vegtunneler (tunnelsikkerhetsforskriften).
- [Forskrift 26. juni 2002 nr. 729](#) om organisering og dimensjonering av brannvesen.
- [Forskrift 17. desember 2015 nr. 1710](#) om brannforebygging.
- [Forskrift 6. desember 1996 nr. 1127](#) om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften).
- [Forskrift 19. juni 2015 nr. 703](#) Instruks for fylkesmannens og Sysselmannen på Svalbards arbeid med samfunnssikkerhet, beredskap og krisehåndtering.
- Statens vegvesens [Håndbok N500](#) – Vegtunneler (2014). Håndboken har status som normal og er hjemlet i vegloven.
- Statens vegvesens [Håndbok R511](#)– Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler del 1 (2014). Håndboken har status som retningslinje.

## 1.11 **Myndigheter, organisasjoner og ledelse**

### 1.11.1 Statens vegvesen

Statens vegvesen er et forvaltningsorgan underlagt Samferdselsdepartementet. Etaten er organisert i to forvaltningsnivåer – Vegdirektoratet og fem regioner. Statens vegvesen har ansvaret for planlegging, bygging, drift og vedlikehold av riks- og fylkesveinettet, samt godkjenning og tilsyn med kjøretøy og trafikanter. Etaten utarbeider også bestemmelser og retningslinjer for veiutforming, drift og vedlikehold, veitrafikk, trafikantopplæring og kjøretøy.

Det er fem vegtrafikksentraler (VTS) i Norge som fungerer som kontaktpunkt mot trafikantene. Disse ligger i Oslo, Bergen, Porsgrunn, Trondheim og Mosjøen. Trafikkovervåking og styring av tunneler og veistrekningslinjer som er tilknyttet sentralen er en del av VTS' oppgaver.

Statens vegvesen Region vest har drifts- og vedlikeholdsansvaret for Gudvangatunnelen, og har ansvaret for VTS i Bergen.

### 1.11.2 Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB)

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) er et forvaltningsorgan underlagt Justis- og beredskapsdepartementet. DSBs ansvar på samfunnssikkerhetsområdet omfatter nasjonal, regional og lokal sikkerhet og beredskap, brann- og elsikkerhet, industri- og næringslivssikkerhet, farlige stoff, og produkt- og forbrukersikkerhet.

DSB og Statens vegvesen har i fellesskap utarbeidet "[Retningslinjer for saksbehandling og ivaretagelse av brann- og elsikkerhet i vegtunneler](#)" (2011). Retningslinjene henvender



seg først og fremst til de som planlegger, bygger og drifter veitunneler, til de som fører tilsyn med brannsikkerheten i veitunneler og til de som skal være innsatsstyrke ved brann og ulykker i veitunneler.

### 1.11.3 Aurland brannvern

Aurland brannvern er ansvarlig brannvesen ved ulykker og branner i Gudvangatunnelen. Brannvesenet er organisert med en brannsjef og 20 deltidsansatte som utkallingsmannskap. Aurland har to brannstasjoner, en i Aurland og en ubemannet i Gudvangen, samt Undredal brandepot. Ved behov søker Aurland brannvern bistand fra omkringliggende brannvesen, herunder Voss, Bergen, Lærdal og Årdal.

Aurland brannvern har ansvar for å føre tilsyn med de tunnelene (over 500 m) som er klassifisert som særskilte brannobjekter i Aurland kommune, deriblant Gudvangatunnelen. Aurland brannvern er det brannvesenet i Norge som har ansvaret for flest kilometer veitunnel (totalt 64,6 km), herunder landets to lengste tunneler (Lærdals- og Gudvangatunnelen).

Aurland brannvern har opplyst til SHT at de har vært utalarmert til Gudvanga- og Flenjatunnelen ved fire tilfeller med røykutvikling på tunge kjøretøy siden bussbrannen 11. august 2015. I tillegg har det vært et tilfelle med røykutvikling fra personbil med henger.

### 1.11.4 Voss brannvern

Voss brannvesen har ikke kasernert vakt, men har syv heltidsstillinger og 41 deltidsstillinger. Voss har tre brannstasjoner, på Voss, Vossestrand og Evanger.

### 1.11.5 Fylkesmannen i Sogn og Fjordane

Fylkesmannen har et offentlig ansvar for å samordne samfunnssikkerhets- og beredskapsarbeidet i fylket og ivareta en rolle som pådriver og veileder i arbeidet med samfunnssikkerhet og beredskap.

### 1.11.6 Stenstorp Buss

Stenstorp Buss AB var eier av bussen som brant. Busselskapet driver primært med skoletransport og turreiser.

## 1.12 **SHTs andre undersøkelser av brann i tunnel**

### 1.12.1 Brann i vogntog i Oslofjordtunnelen 23. juni 2011

23. juni 2011 begynte det å brenne som følge av motorhavari i et polsk vogntog i den 7,3 km lange Oslofjordtunnelen. Ca. 1,8 kilometer før det var ute på Drøbaksiden, stoppet vogntoget. Søndre Follo Brannvesen rykket inn fra Drøbaksiden for å slokke brannen. For å ha fri sikt i forbindelse med slokkearbeidet ble ventilasjonen styrt mot Hurumsiden. Dette resulterte i at 5,5 kilometer av tunnelen ble fylt med tykk, svart røyk. Faresituasjonen for trafikantene ble forsterket av at tunnelens sikkerhetsutrustning ikke var tilstrekkelig tilrettelagt for selvredning, og dermed ble ni personer fanget i røyken. Det tok ca. to timer før de ble evakuert av redningsmannskapene.

For utfyllende informasjon se SHT [Rapport VEI 2013/05](#). SHT fremmet fire sikkerhetstilrådinger i forbindelse med undersøkelsen:

***Sikkerhetstilråding VEI nr. 2013/08T***

*Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen, sammen med Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap og brannvesenet, gjennomgår og oppdaterer beredskapsplanene for lange ettløpstunneler, inkludert Vegtrafikkentralens rutiner ved brann, slik at forutsetningene for selvredningsprinsippet ivaretas.*

***Sikkerhetstilråding VEI nr. 2013/09T***

*Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap etablerer systemer for registreringer av brann og branntilløp i veitunneler, for bruk i det systematiske sikkerhetsarbeidet.*

***Sikkerhetstilråding VEI nr. 2013/10T***

*Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen videreutvikler sitt sikkerhetsstyringssystem med hensyn på risikobaserte og proaktive prinsipper for å sikre et tilfredsstillende sikkerhetsnivå for Oslofjordtunnelen og tilsvarende veitunneler.*

***Sikkerhetstilråding VEI nr. 2013/11T***

*Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen, sammen med Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap og brannvesenet, følger opp og dimensjonerer rednings- og brannslukkingsinnsatsen etter reelle branneffekter og den særskilte tunnelens utforming.*

1.12.2 Brann i vogntog i Gudvangatunnelen 5. august 2013

5. august 2013 brant det i et tomt polskregistrert vogntog i den 11,4 km lange Gudvangatunnelen. Umiddelbart etter at brannen ble meldt, startet VTS rutinemessig brannventilasjon slik at røyken fra brannen ble ventilert 8,5 km mot Gudvangen. Røyken blokkerte den eneste evakueringsmuligheten for trafikantene på Gudvangensiden av brannen. 67 personer ble fanget i røyken i tunnelen og 28 personer ble påført akutte røykskader.

For utfyllende informasjon se SHT [Rapport VEI 2015/02](#). SHT fremmet seks sikkerhetstilrådinger i forbindelse med undersøkelsen:

***Sikkerhetstilråding VEI nr. 2015/02T***

*Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen forbedrer sikkerhetsutrustningen i Gudvangatunnelen for å ivareta robusthet og forutsetninger for selvredning.*

***Sikkerhetstilråding VEI nr. 2015/03T***

*Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen og aktuelle brannvesen forbedrer trafikantinformasjon ved brann i Gudvangatunnelen. Herunder bør både skilting, radioinnsnakk og SMS-varsling vurderes.*

***Sikkerhetstilråding VEI nr. 2015/04T***

*Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen arbeider for at SSB og/eller Helsedirektoratet inkluderer personskader som følge av røykpåvirkning i forbindelse med tunnelbranner i relevant ulykkesstatistikk.*

***Sikkerhetstilråding VEI nr. 2015/05T***

*Statens havarikommisjon for transport tilrår at DSB og brannvesenet, i samråd med Statens vegvesen, reviderer strategien for brannslukking, redning og røykstyring i lange ettløpstunneler slik at brannventilasjonen i minst mulig grad kommer i konflikt med trafikantenes muligheter for selvredning.*

***Sikkerhetstilråding VEI nr. 2015/06T***

*Statens havarikommisjon for transport tilrår at involverte nødetater (brann, helse, politi) ved brann i Gudvangatunnelen koordinerer planverk for å sikre varsling, skadestedsledelse, informasjonsdeling og tilstrekkelige ressurser.*

***Sikkerhetstilråding VEI nr. 2015/07T***

*Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen Region vest og Aurland brannvern i samarbeid oppdaterer og koordinerer Gudvangatunnelens beredskapsplaner og innsatsplaner for å styrke forutsetningene for selvredning, samt gjennomføre tilsyn og scenariobaserte øvelser i Gudvangatunnelen.*

**1.13 Iverksatte tiltak****1.13.1 DSB**

DSB gjennomførte en evaluering av brannvesenets innsats og håndtering av brannen i 2015, og sammenlignet dette med innsats og håndtering av brannen i samme tunnel i 2013. Rapporten kom med 13 anbefalinger og tiltak, blant annet mener DSB at VTS bør være tilknyttet Nødnett.

**1.13.2 Fylkesmannen i Sogn og Fjordane**

18. september 2015 arrangerte Fylkesmannen i Sogn og Fjordane et evalueringsmøte mellom Sogn og Fjordane politidistrikt, Hordaland politidistrikt, Alarmsentralen i Sogn og Fjordane (110), Hordaland 110-sentral, Helse Førde, Helse Bergen, Statens vegvesen, Aurland kommune, Aurland brannvern, Voss brannvern, Lærdal brannvesen, Røde Kors, DSB og Fylkesmannen.

Hendelsen ble gjennomgått, 27 punkter diskutert og 11 læringspunkter ble dokumentert. Temaer som ble tatt opp var blant annet behov for fjerning av automatikk i tunnelventilasjonssystemet, behov for time-out for statusoppdateringer underveis i hendelsen, bruk av Nødnett, samt ambulanspersonellets risikovurdering og reduserte evne til å gjøre innsats i røyk.

**1.13.3 Statens vegvesen****1.13.3.1 *Tiltak for å bedre sikkerhet i utsatte vegtunneler***

SHT har, både i [Rapport VEI 2013/05](#) om brannen i Oslofjordtunnelen i 2011 og i [Rapport VEI 2015/02](#) om brannen i Gudvangatunnelen i 2013, stilt spørsmål ved om

tunneleier i tilstrekkelig grad har lagt til rette slik at trafikanten har en reell sjanse til å gjennomføre evakuering på egen hånd i røykfylte veitunneler.

Som svar på SHTs Sikkerhetstilråding VEI nr. 2015/05T har Statens vegvesen informert Samferdselsdepartementet i brev av 7. januar 2016. Statens vegvesen har utarbeidet et utkast til rapport «Tiltak for å bedre brannsikkerhet i utsatte veitunneler» (datert 17. november 2015). Rapportutkastet er et resultat av samarbeid med DSB og gjennomførte seminarer og møter med både interne og eksterne aktører etter brannen i Gudvangatunnelen i 2013.

Statens vegvesen peker på målrettede tiltak som skal gi effekt der behovet er størst: tunge kjøretøy, lange tunneler og sterk stigning. Statens vegvesen beskriver følgende tiltak og strategier som vil styrke muligheten for selvredning:

- Økt bruk av automatisk detektering av hendelse med tilhørende overvåking som sikrer at en oppdager og verifiserer brann i tunnel tidlig i forløpet.
- Bruk av høyttalerløsninger (Personal Address (PA) system<sup>5</sup>) som sikrer at trafikantene får tidlig melding om ønsket handlingsmønster og hvilken fare trafikanten befinner seg i.
- Bruk av håndlist med etterlysende materiale/belysning som kan gi tilstrekkelig fysisk ledende effekt.
- Det foreslås at utvalgte tunneler blir oppjustert med sikkerhetsutrustning det er krav til i tilsvarende nye veitunneler.
- For lengre ettløps riksveitunneler og tunneler med andre spesielle særtrekk vurderes det å etablere redningsrom. Statens vegvesen har startet arbeidet med en utredning av dette.
- Ekstern redningsinnsats skal være forberedt gjennom oppdaterte beredskapsplaner, systematisk opplæring og jevnlig øvelser. Forslaget til strategi peker på forbedringer i Statens vegvesens og redningstjenestenes beredskapsplanlegging.

Rapporten beskriver blant annet følgende om ventilasjon:

*For ett løps veitunneler med tovegs trafikk, som ikke er utstyrt med deteksjonsutstyr som gjør det mulig å identifisere brannstedet og forholdene på begge sider av brannstedet, bør det velges en fast og forutbestemt ventilasjonsretning. Hvis ventilasjonsanlegget er i driftsmodus når en brannsituasjon oppstår, bør samme ventilasjonsretning opprettholdes (fast og forutbestemt ventilasjonsretning i forhold til driftsmodus).*

#### 1.13.3.2 Forprosjekt «Sikkerhetsstyring i veitunneler»

Etatsledermøtet i Statens vegvesen har vedtatt at det lages et forprosjekt på «Sikkerhetsstyring i veitunneler». Innhold med faglig begrunnelse skal så evalueres av

---

<sup>5</sup> Fellesbetegnelse for høyttalersystemer som sikrer at trafikant får melding. Også kalt Voice Alarm (VA) systems.

etatsledelsen i oktober 2016. Deretter vil det bli avgjort om dette blir videreført til et eventuelt 4-årig forskningsprogram. Følgende siteres fra forprosjektets mandat:

*De senere årenes branner i tunneler har vist at det er stort behov for økt kunnskap omkring beredskap, opplæring, teknologi, styring og funksjonskrav i forhold til tunnelbrann og evakuering. Dette gjelder spesielt lange ett-løps tunneler.*

*Et slikt forprosjekt er også aktualisert gjennom at Statens havarikommisjon har påpekt flere mangler på hvordan vi sørger for at trafikanter som er utsatt for brann/røyk eller annen kritisk hendelse kan gjennomføre en forsvarlig selvredning.*

#### 1.13.4 SHTs varsel om sikkerhetskritisk forhold til Statens vegvesen

SHT skal, i henhold til § 11 i forskrift 30. juni 2006 nr. 793 om offentlig undersøkelse av trafikkulykker og om varsling av slike mm, underrette relevant offentlig organ om alvorlige forhold som avdekkes i løpet av undersøkelsen, og sine egne fortløpende vurderinger av disse, i den grad dette anses som kritisk for trafiksikkerheten.

16. desember 2015 sendte SHT følgende varsel om sikkerhetskritisk forhold til Statens vegvesen Region vest og Aurland brannvern, med kopi til Vegdirektoratet og DSB:

*Statens havarikommisjon for transport (SHT) viser til § 11 i forskrift 30. juni 2006 nr. 793 om offentlig undersøkelse av trafikkulykker og om varsling av slike mm, og vil med dette underrette om et område som SHT betrakter som kritisk for trafiksikkerheten.*

*SHTs undersøkelse av bussbrannen i Gudvangatunnelen 11. august 2015 har påvist at ventilasjonsstyringssystemet i tunnelen er innrettet på en slik måte at dersom et brannsløkkingsapparat fjernes fra veggen i tunnelen, vil brannventilasjonen starte automatisk med forhåndsbestemt trekkretning mot Gudvangen. Dette skjer uavhengig av hvor i den 11,4 km lange tunnelen brannen man befinner seg, uansett hvor brannsløkkingsapparatet er tatt ut, og uansett hvilken trekkretning ventilasjonen har på gjeldende tidspunkt. Tilsvarende ble også påpekt av SHT i [Rapport Vei 2015/02](#) i forbindelse med brannen i et vogntog i Gudvangatunnelen 5. august 2013.*

*Automatikken medfører at trekkretningen kan snu i en tidlig fase av en brann, uten at en situasjonsbestemt faglig vurdering ligger til grunn, og uten at trafikantene får varsel eller et tilstrekkelig tidsvindu for å evakuere. Dette er etter SHTs vurdering ikke forenelig med selvredningsprinsippet.*

*Basert på tidligere undersøkelser og opplysninger framkommet i denne undersøkelsen av brannen i Gudvangatunnelen i 2015, vurderer SHT at denne automatikken bør fjernes.*

8. januar 2016 besvarte Statens vegvesen på varsel om sikkerhetskritisk forhold:

*Statens vegvesen Region vest tar til etterretning anmodningen fra SHT om endring av styringssystemet for ventilasjon. Styringssystemet for Gudvangatunnelen må omprogrammeres, noe som er anslått å ville ta ca. 6 måneder. Samtidig skal tunnelen oppgraderes iht. tunnelsikkerhetsforskriften: Det skal sprenges fjellrom til plassering av nye tekniske bygg. I tillegg skal det sprenges/strosses nye havarilommer, justere eksisterende snunisjer samt lage*

*plass til enkelte ventilatorer. Sprengningsarbeidet i Gudvangatunnelen lyses ut i løpet av januar 2016, med antatt byggestart i april/mai. Jobben er antatt å ta ca. et år, fram til mars 2017. Selve oppgraderingen av sikkerhetsutstyr i tunnelen vil pågå fra ca. mars 2017 og ut 2018. Det ble derfor avtalt med Aurland brannvesen i møte 17. februar 2015 å beholde dagens løsning på ventilasjon i Gudvangatunnelen til oppgraderingen starter.*

## **2. ANALYSE**

### **2.1 Innledning**

SHT opprettet undersøkelsen av bussbrannen i Gudvangatunnelen som følge av det store skadepotensialet ved en slik hendelse. Det viste seg raskt at et scenario med mange gående fanget i røyken i tunnelen, tilsvarende brannen i Gudvangatunnelen i 2013 da 28 personer ble alvorlig skadet, ble unngått fordi alle 32 busspassasjerene fikk plass i en tom varebil som tilfeldigvis kom til stedet. Havarikommisjonen mener denne hendelsen er nok en påminnelse om at branner i lange ettløpstunneler er særdeles krevende som følge av utstrekningen av skadestedet og røykens påvirkning. Trafikantenes eneste evakueringsmulighet er tunnelåpningene, og disse kan bli avstengt som følge av røyk og varme.

Bussbrannen og redningsarbeidet er undersøkt og analysert i tråd med SHTs sikkerhetsfaglige rammeverk og analyseprosess for systematiske undersøkelser ([SHT-metoden](#)). Hendelsesforløpet, fra brannen oppstod til alle personer var evakuert fra tunnelen, er klarlagt gjennom en sekvensiell fremstilling i et STEP<sup>6</sup>-diagram. Hendelsesforløpet er vurdert både med hensyn til hendelser og handlinger som kan ha påvirket hendelsesforløpet og sikkerheten i negativ retning (sikkerhetsproblemer) og det som kan ha påvirket i positiv retning (sikkerhetsfremmere). Disse faktorene fra hendelsesforløpet er drøftet i kapittel 2.2. Ved også å se på det som har fungert mener SHT at vi kan lære enda mer om hva som skal til for at lignende kritiske situasjoner kan bli håndtert på en god måte.

Videre har SHT undersøkt og analysert følgende temaer i dybden: brannforløpet i bussen, ventilasjon og utviklende skadested, informasjons- og kommunikasjonsbehov. Disse temaene drøftes i kapittel 2.3, 2.4 og 2.5.

Undersøkelsen har også hatt fokus på hvilke forbedringer og sikkerhetstiltak som har blitt gjennomført i Gudvangatunnelen som følge av brannen i 2013 og brannen i Oslofjordtunnelen i 2011. SHT har sammenlignet hendelsesforløpet, slokke- og redningsarbeidet i de tre brannene. Betraktninger om hva Statens vegvesen, DSB og brannvesenet bør gjøre videre for å følge opp sikkerheten i tilsvarende tunneler og trekke lærdom av tidligere hendelser finnes i kapittel 2.6.

### **2.2 Vurdering av hendelsesforløpet**

Følgende faktorer påvirket utviklingen og håndteringen av hendelsesforløpet og redningsarbeidet ved bussbrannen i Gudvangatunnelen:

- a) Før bussen kjørte inn i Gudvangatunnelen, oppstod det trolig en kritisk feil i bussen. Feilen ble ikke umiddelbart varslet til bussføreren gjennom de tekniske systemene i

---

<sup>6</sup> Sequentially Timed Events Plotting.

bussen. Først etter innkjøring i Gudvangatunnelen, observerte bussføreren røyk og fikk varsel på dashbordet og stoppet umiddelbart bussen.

- b) Bussføreren varslet politiet og evakuerte bussen raskt. Trippelvarslingen til øvrige nødetater på begge sider av tunnelen fungerte som forutsatt. Dette er en merkbar forbedring i forhold til brannen i 2013, hvor det var en forsinkelse i varslingen til nødetatene på Hordalandssiden på 25 min.
- c) 110-sentralen i Sogn og Fjordane varslet videre til VTS som stengte tunnelen umiddelbart med bommer og rødt stoppblinksignal. At tunnelen er utstyrt med bommer er en forbedring etter brannen i 2013, og dette er en viktig barriere for å forhindre at ytterligere kjøretøy kjører inn i tunnelen ved brann.
- d) I den første telefonkontakten mellom 110-sentralen og VTS ble VTS bedt om å vente med igangsetting av brannventilasjon. Da bussføreren, i den hensikt å forsøke å slukke brann, tok ut brannsløkkingsapparatet fra veggen i tunnelen, startet brannventilasjonen automatisk med forhåndsbestemt trekkretning mot Gudvangen. SHT mener at automatikken ikke ivaretar selvredningsprinsippet og sendte derfor i desember 2015 varsel om sikkerhetskritisk forhold til Statens vegvesen, se kapittel 1.13.4.
- e) Den automatiske brannventilasjonen ble gitt som info på VTS og ikke som lydalarm. Det gikk derfor 8 min før operatøren på VTS oppdaget at brannventilasjonen var startet, og kunne iverksette tiltak basert på dette. SHT mener at en slik forsinkelse bør unngås ut i fra VTS sin rolle som kontaktpunkt mot trafikantene.
- f) VTS aktiverte stopplys (snu og kjør ut) ved snuplassene innover i tunnelen fra Gudvangen og 19 kjøretøy klarte å snu i tunnelen. Ved brannen i 2013 ble de ikke aktivert fordi det gikk lang tid før VTS fikk informasjon om nøyaktig lokalisering av brannen. Derfor var det få biler som kjørte helt frem til brannen i 2015 sammenlignet med brannen i 2013.
- g) Varsling til trafikantene i tunnelen via innsnakk i radio ble gitt 7 min senere, dvs. 18 min etter at brannen ble meldt og 15 minutter etter at brannventilasjonen var igangsatt. Dette er etter SHTs oppfatning for sent med tanke på at trafikantene må få et tilstrekkelig tidsvindu til å evakuere før ventilasjonen endrer situasjonen.
- h) Aurland brannvern rykket umiddelbart ut til Gudvangatunnelen (Flåm-siden av tunnelen) og var inne ved brannstedet etter ca. 15 minutter. Beslutningen brannvesenet tok om å snu brannventilasjonen da de fikk meldinger om at trafikanter var fanget i røyken lenger inn i tunnelen, anser SHT som viktig for det videre redningsarbeidet.
- i) Selv om Gudvangatunnelen var utstyrt med 14 kameraer, som er en forbedring etter forrige brann, finnes ikke teknologi som gir VTS oversikt over antall kjøretøy og plassering eller antall personer i tunnelen. Før røyken ble snudd visste ikke Aurland brannvern eksakt hvor mange kjøretøy og trafikanter som befant seg på Gudvangensiden av brannen.
- j) En varebil klarte å få plass til alle 32 busspassasjerene og fikk fraktet dem ut av tunnelen til Gudvangen. Denne tilfældigheten og besluttsomme handlingen medførte at scenarioet med mange gående fanget i røyken i tunnelen ble unngått. SHTs

undersøkelse av brannen i Gudvangatunnelen i 2013 konkluderte med at de som ble alvorligst skadet evakuerte til fots i den tette røyken i tunnelen.

- k) Aurland brannvern fikk utfordringer med å oppnå kontakt med VTS for å snu brannventilasjonen. Mobilnettet ble ustabil og uten kapasitet til å ta imot mer trafikk. Brannvesenet besluttet da å gå over til Nødnett for å få snudd ventilasjonsretningen. Brannvesenet valgte ikke å benytte seg av SOS-telefonene fordi de vurderte det som lite effektivt da det var stor pågang hos VTS. I tillegg hadde brannvesenet behov for ytterligere informasjon fra 110-sentralen. VTS var ikke tilknyttet Nødnett og dette medførte en forsinkelse i snuingen av brannventilasjonen på ca. 13 min fordi informasjonen mellom Aurland brannvern og VTS måtte gå via 110-sentralen.
- l) Tre kjøretøy med totalt fem personer ble fanget i røyken i tunnelen. Nødetatens kommunikasjon med innestengte trafikanter via mobil anser SHT som viktig. Det medførte at ingen personer forlot sine kjøretøy i tunnelen og følgelig også en begrensning av de potensielle røykskadene som følge av brannen.
- m) Nødetatens kommunikasjonsnett fungerte gjennom hele hendelsen. I brannen i 2013 ble sambandsnettet satt ut av funksjon som følge av at kommunikasjonskabelen med kun enveis mating av strålekabelsegmentet brant av. Dette vanskeliggjorde kommunikasjonen internt og mellom nødetatene. Toveis mating av strålekabelsegmentet som nå er montert i taket i tunnelen er en forbedring etter forrige brann.

SHTs gjennomgang av hendelsesforløpet har identifisert flere forbedringer og endring i rutiner etter den forrige brannen i Gudvangatunnelen i 2013. Samtidig har SHT identifisert flere områder som det bør jobbes videre med for å ytterligere forbedre sikkerheten. I de neste kapitlene vil SHT drøfte disse områdene nærmere.

## **2.3 Brannforløp**

### **2.3.1 Brannutvikling i bussen**

SHT har sammen med Kripos forsøkt å finne ut hva som forårsaket brannen i bussen. Brannens arnested ble lokalisert i området ved girkassen som ligger i fremre del av motorrommet. Undersøkelsen har ikke kunnet finne en klar brannårsak.

Vitneobservasjoner og tekniske funn tyder på at en lekkasje i kjølesystemet har oppstått helt på slutten av kjøreturen og antageligvis på vei opp Flenjatunnelen. Videre viser den tekniske undersøkelsen at deler av radiatorens kjøleribber var tett av forurensning. Dette kan redusere muligheten for kjøling av motorens kjølevæske. Dette medfører videre at hydraulikkpumpen jobber med et høyere trykk for å kompensere. Nedslitte griperiller i hydraulikkpumpen var det eneste klare funnet på funksjonsfeil ved motoren. Om dette var en følgefeil av brannen som oppstod, eller en årsak til brannen har ikke undersøkelsen kunnet avdekke. Til sammen kan disse momentene gi en temperaturøkning i motorrommet som kan ha vært med på å starte brannen.

Det ble funnet kortslutningsspor fra batteriet og bakover i bussen som trolig har oppstått som følgeskader etter brannen som startet i motorrommet. At kabelen fra batteriet til motoren kortsluttet kan ha medført stor varmgang i kabelen som igjen kan ha bidratt til å spre brannen videre fremover i bussen.



Videre viser undersøkelsen at brannsløkkeanlegget i bussens motorrom ikke har vært tilstrekkelig under de omstendighetene som oppstod. At brannen i motoren/girkassen ikke lar seg slokke med installert sløkkeanlegg, sprer seg videre og overtenner hele bussen er betenkelig.

### 2.3.2 Sikkerhetssjekk før tunneler

SHT er kjent med at branner i mange tilfeller starter i tilknytning til motorrom på busser og i bremseanlegg på vogntog (tilhenger). SHT mener at bussbrannen i Gudvangatunnelen i 2015 trolig kunne vært forhindredd med en slik sikkerhetssjekk. Dette med bakgrunn i at vitnet som kjørte bak bussen observerte damp fra bussen i Flenjatunnelen og blålig røyk da bussen kjørte ut av tunnelen, og prøvde å varsle føreren mellom tunnelene. I dette tilfellet var det mulig å stoppe på venstre side av veien i bussens kjøreretning, men da bussføreren ikke oppfattet at noe var galt kjørte han videre inn i tunnelen. Det fremmes en sikkerhetstilråding på dette området.

SHT mener på bakgrunn av denne og tidligere undersøkelser at Statens vegvesen, basert på en vurdering av gjennomførbar og virkningsfull løsning, bør legge til rette for at sikkerhetssjekk foretas ved innkjøring til utsatte tunneler. Sikkerhetssjekken bør inneholde en kort stopp på egnet sted hvor det sjekkes om det er noe lekkasjer av væsker, unormal varmgang i bremser eller unormalt røyk/damp fra kjøretøyet. Statens vegvesen bør sørge for at det etableres mulighet for å stoppe ved inngangen av tunneler.

## 2.4 **Ventilasjon og utviklende skadested**

Når et brannsløkkingsapparat fjernes fra veggen i Gudvangatunnelen starter en automatisk programmert brannventilasjon med fast bestemt trekkretning. Automatikken medfører at trekkretningen på ventilasjonen snus dersom driftsventilasjon (går mot Flåm) er motsatt av brannventilasjon (som går mot Gudvangen) (se figur 25). Hensikten med automatikken, som er programmert inn i ventilasjonsstyringen av Statens vegvesen etter avtale med brannvesenet, er at et brannvesen fra en bestemt side (i dette tilfellet Aurland brannvern) skal komme til brannen med friskluft i ryggen.

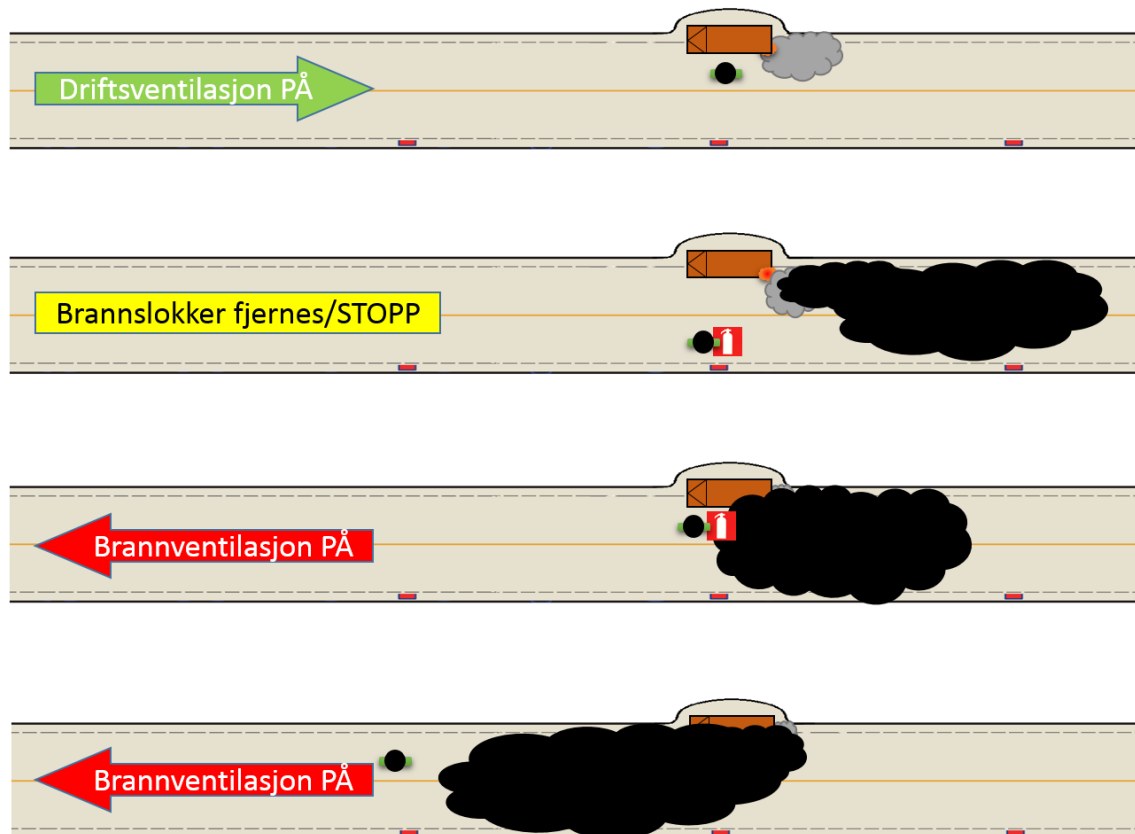
Automatikken medfører at røyken kan bli ventilert i den lengste retningen hvor flest trafikanter befinner seg (i dette tilfellet hele 11,1 km) og stenge av deres evakueringsmuligheter. Etter SHTs oppfatning vil automatikken forverre situasjonen for den eller de som er i nærheten brannen, samt redusere tidsvinduet til den som eventuelt prøver å slokke brannen. Automatikken kan også sette trafikanter nærmest brannstedet i større fare. I tillegg mener SHT at automatikken påvirker både VTS og brannvesenets evne til å ha kontroll på situasjonen i en tidlig fase.

I dette tilfellet ble evakueringsmulighetene for bussføreren og fire personer i tre kjøretøy, stengt av da brannventilasjonen ble igangsatt (ref. figur 25). Et scenario med mange gående fanget i røyken i tunnelen, tilsvarende brannen i Gudvangatunnelen i 2013, ble unngått fordi alle 32 busspassasjerene fikk plass i en tom varebil som tilfeldigvis kom til stedet. Det var også viktig at tunnelens stopplys (snu og kjør ut) ble aktivert slik at 19 kjøretøy klarte å snu før de ble fanget i røyken.

SHT viser til kapittel 1.8.6 som gjengir rapporten fra SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut som ble utarbeidet for SHT og risikoanalysen fra Matrisk som ble utarbeidet for Statens vegvesen Region vest. Begge utredningene anbefaler et grunnprinsipp, for ettløpstunneler med trafikk i begge retninger, om at ventilasjonen er

minimal i rømningsfasen slik at røyken spres langsomt i tunnelen og personer nedenfor og ovenfor brannen får et tilstrekkelig tidsvindu til å evakuere. SHT mener at automatikken relatert til brannslukkingsapparater og brannventilasjon ikke ivaretar dette.

SHT ser ikke en naturlig kobling mellom brannslukkeren på veggen og dens bruk opp mot en automatisk snuing av ventilasjonen, som nødvendigvis vil kunne etablere røyk på begge sider av et brennende kjøretøy. Ut i fra et trafikantperspektiv er det både uforutsigbart og ulogisk at man får røyken snudd mot seg og i retningen av den lengste delen av tunnelen, etter at den korteste veien først er stengt på grunn av røyk. Det er også ulogisk og uforutsigbart at en trafikant selv snur ventilasjonen uten å vite det i forsøk på å slokke et brennende kjøretøy.



Figur 25: Effekt av automatisk snuing ved fjerning av brannslukker som i Gudvanga. Illustrasjon: SHT

SHT har varslet spesielt om dette forholdet gjennom et sikkerhetskritisk varsel (ref. kapittel 1.13.4), og funksjonen har vært og er kjent for Statens vegvesen og brannvesenet. Statens vegvesen Region vest har valgt å ikke endre automatikken før tunnelen som helhet skal oppgraderes (ref. kapittel 1.13.4). Aurland brannvern har godkjent dette.

SHT mener at dersom det teknisk og/eller ressursmessig ikke lar seg gjøre å endre eller koble ut automatikken, så bør det gjøres kompensierende tiltak slik at automatikken ikke kommer i konflikt med trafikantenes muligheter for selvredning. Kompensierende tiltak kan være revisjon av tunnelens beredskapsplan, innsatsplanene til VTS og brannvesenet. I tillegg bør trafikanter som er i ferd med å slokke en brann med tunnelens brannslukker informeres om at røykens trekkretning kan snu.

SHT vil påpeke at denne automatikken ikke er unik for Gudvangatunnelen, men er også brukt i flere av de lengste tunnelene i Norge, blant annet i Flenja- og Lærdalstunnelen. SHT mener at de første handlinger som gjøres med ventilasjonen må foretas på bakgrunn av så mye informasjon som mulig og basert på en situasjonsbestemt vurdering ut i fra hva som er best for å ivareta trafikantenes muligheter for selvredning. SHT fremmer en sikkerhetstilråding på dette området.

## 2.5 Informasjons- og kommunikasjonsbehov i beredskapssituasjoner

Det er SHTs oppfatning at VTS sitter på viktig informasjon og kan endre situasjonen både fordelaktig og ufordelaktig for de som er inne i tunnelen. Dette viste SHTs undersøkelse av brannen i Oslofjordtunnelen i 2011 tydelig.

### 2.5.1 Trafikkovervåkning og oversikt

Basert på denne og tidligere undersøkelser, har SHT identifisert et behov for tunnelovervåkningssystemer som kan bidra til et bedre beslutningsgrunnlag med hensyn til evakuering av flest mulig trafikanter. Statens vegvesen har opplyst at det per i dag ikke finnes teknologi som kan gi sanntidsoversikt over antall kjøretøy og plassering eller antall personer i tunnelen.

Som beskrevet i kapittel 1.8.5 samler den ny datainnsamlingsløsningen Datainn, som er felles for hele landet, inn data kontinuerlig. SHT mener at Statens vegvesen må se på muligheten til å videreutvikle dette eller andre systemer slik at VTS som et minimum kan få nødvendig sanntidsinformasjon om antall kjøretøy i tunnelen. SHT fremmer en sikkerhetstilråding på dette området.

Det er installert 14 kamera med 2 km mellomrom, men disse gir for lite informasjon om den totale situasjonen i tunnelen. Om det skulle installeres total videooversikt av tunnelen, bør denne innrettes slik at den gir totaloversikten på en enkel måte.

### 2.5.2 Varsling av trafikanter

SHT har i tidligere rapporter påpekt behovet for umiddelbar varsling til trafikanter som befinner seg i tunnelen om evakuering ved brann. Dette ble både adressert i Sikkerhetstilråding VEI nr. 2013/08T etter brannen i Oslofjordtunnelen i 2011 og Sikkerhetstilråding VEI nr. 2015/03T etter brannen i Gudvangatunnelen i 2013 (se detaljer i kapittel 1.12). SHT mener at rask og god varsling er et vesentlig element for å ivareta trafikantens muligheter for selvredning før tunnelen fylles med røyk.

Det gikk 8 min før operatøren på VTS oppdaget at brannventilasjonen var startet, deretter ble stopplys (snu og kjør ut) aktivert. Det gikk ca. 7 min før innsnakk via radio ble gitt til trafikantene i tunnelen. 110-sentralen hadde ikke gitt VTS melding om å ta i bruk radioinnsnakk, men da VTS oppdaget på kamera at to vogntog stod avventende og ville bli innhentet av røyken ble innsnakk tatt i bruk.

Det er SHTs oppfatning at Statens vegvesen bør sørge for at innsnakk via radio gis umiddelbart når VTS får melding om brann i tunnel. SHT mener at trafikantene bør få en tidlig melding for å kunne forberede og påbegynne evakuering, selv om VTS enda ikke vet eksakt lokalisering av brannen eller i hvilken retning brannventilasjonen vil gå. Stopplys (snu og kjør ut) må aktiveres umiddelbart når brannsted er identifisert. En

forsinkelse på 8 min som i denne brannen bør unngås og de tekniske systemene på VTS må ivareta dette. SHT fremmer en sikkerhetstilråding på dette området.

SHT imøteser også tiltaket som nevnt av Statens vegvesen i utkast til rapport om «Tiltak for å bedre brannsikkerhet i utsatte vegtunneler» om bruk av høytalerløsninger (Personal Adress (PA) system) som sikrer at trafikantene får tidlig melding om ønsket handlingsmønster og hvilken fare trafikanten befinner seg i.

### 2.5.3 Kommunikasjon via Nødnett

Da brannvesenet besluttet å snu ventilasjonsretningen i tunnelen, måtte meldingen til VTS gå via 110-sentralen og dette medførte en forsinkelse i innsatsen. SHT anser at direkte og uavbrutt kommunikasjon er svært viktig i beredskapssituasjoner. I en uavklart situasjon vil forskjellige parter ha ulik situasjonsforståelse, og for å holde denne så lik som mulig er det nødvendig å korrigere meldinger og handlinger underveis via direkte kommunikasjon.

Oppgradering av tunneler, kameraer og flere tekniske systemer i tunnelen som styres fra VTS, innebærer også at VTS sin funksjon i en hendelse blir mer sentral. Det blir da viktigere med god kommunikasjon mellom VTS, innsatsmannskaper og 110-sentralen. Desto mer informasjon nødetatene får i en tidlig fase, desto mer forberedt vil de være når de kommer til hendelsesstedet, samt at de får et bedre og raskere beslutningsgrunnlag.

At VTS har direkte kommunikasjon med nødetatene i form av å være tilknyttet Nødnett, mener SHT vil være fordelaktig. Eksempelvis har frivillige hjelpeorganisasjoner allerede tilgang til nødnett. Både Statens vegvesen, Aurland brannvern og DSB har uttrykt at det er ønskelig at VTS er koblet til Nødnett. SHT fremmer en sikkerhetstilråding på dette området.

### 2.5.4 Kommunikasjon via mobilnett

Under bussbrannen viste det seg at trafikantenes bruk av mobiltelefon kom til god nytte. Nødsentralene klarte å innhente god informasjon, og kunne på grunnlag av dette be trafikantene om å holde seg i bilene og puste gjennom et fuktig håndkle, noe som ved denne hendelsen viste seg å være hensiktsmessig. I den samme hendelsen fikk Aurland brannvern problemer med å nå VTS på mobiltelefon, da det mest sannsynlig ikke var mer kapasitet på 2G nettet i området.

Hendelsen synliggjør at mobilnett i tunnel har en beredskapsmessig verdi og at det brukes i stor grad av trafikanter og innsattpersonell. SHT mener at Vegdirektoratet bør se på muligheter for å planlegge et mer robust allment mobilnett i tunneler spesielt, da undersøkelsene har vist at dette er nyttig i faktiske beredskapssituasjoner.

Hendelsen synliggjør også nødvendigheten av prioritert abonnement for nødetater i mobilnettet, og spesielt viktig der mobilnettet kan bli eneste kommunikasjonsform. Dersom Aurland brannvern hadde hatt et slikt abonnement kunne ventilasjonen i denne brannen ha vært snudd på et tidligere tidspunkt. Aurland brannvern har i ettertid skaffet seg et slikt abonnement.

## 2.6 Sikkerhetsoppfølging og læring

### 2.6.1 Tre tunnelbranner - fellestrekk og læring

Dette er SHTs tredje rapport som omhandler brann i kjøretøy i lange ettløpstunneler: to rapporter om Gudvangatunnelen og en rapport om Oslofjordtunnelen. I det følgende oppsummeres fellestrekk og læring etter SHTs undersøkelser av de tre brannene:

- Førerne av kjøretøyene som begynte å brenne iverksatte nødvendige tiltak da de fikk indikasjon om at noe var feil. De forsøkte først å slokke med brannslukkingsapparat fra egen bil, og deretter forsøkte de å hente og/eller slokke med brannslukkingsapparat fra tunnelen. I rapporten om brannen i Gudvangatunnelen i 2013 er det påpekt at brannslukkingsapparatene som er installert i tunnelene ikke er tilpasset for å kunne stoppe utviklingen av slike branner.
- I alle tre tilfeller var kjøretøyene overtent da brannvesenet kom fram til brannstedet i tunnelen. Branneffekter i brannene ble estimert til: 70-90 MW (Oslofjordtunnelen), 25 MW (Gudvangatunnelen, 2013), 30 MW (Gudvangatunnelen, 2015). SHT mener at brannforløpet i de tre brannene viser at det er lite hensiktsmessig at brannvesenet innretter sin innsats på slokking av brann. Brannvesenets hovedfokus må være hvordan de best kan ivareta trafikantenes muligheter for selvredning i en tidlig fase og hvordan de kan evakuere eventuelle gjenværende trafikanter.
- Brannventilasjonen startet automatisk og/eller var gitt en forhåndsbestemt trekkretning (som ble startet manuelt av VTS) uavhengig av brannsted i tunnelen. Dette medførte i alle tre tilfeller at røyken fra brannen ble snudd i en tidlig fase av brannen, uten at en situasjonsbestemt vurdering lå til grunn. Røyken ble ventilert i den retningen hvor de fleste trafikantene befant seg, og som hadde lengst rømningsvei. SHT mener at den predefinerte ventilasjonsretningen ikke ivaretar selvredningsprinsippet i tilstrekkelig grad (ref. kapittel 2.4).
- I Gudvangatunnelen i 2013 og i Oslofjordtunnelen i 2011 fikk ikke trafikantene varsel i tide til å evakuere før tunnelen ble fylt med røyk. SHT mener at tidlig varsling er essensielt for å kunne ivareta trafikantenes muligheter for selvredning og viser til tidligere sikkerhetstilrådinger på dette området (ref. kapittel 1.12). I den siste brannen i Gudvangatunnelen klarte 19 kjøretøy å snu før de ble fanget i røyken, men SHT mener at varslingen likevel kan forbedres (ref. kapittel 2.5.2).
- Tunnelutforming og sikkerhetsutrustning var dårlig tilrettelagt for selvredning. Få snunisjer/havarilommer og minimal sikt gjorde evakuering med bil vanskelig. I Oslofjordtunnelen i 2011 og i Gudvangatunnelen i 2013 medførte dette at flere trafikanter ble gående til fots i den røykfylte tunnelen og ble påført alvorlige røykskader som følge av dette.
- De tre brannene viser at informasjon og kommunikasjon med trafikantene er essensielt ved beredskapssituasjoner i tunnel. I brannen i Oslofjordtunnelen hadde VTS en avgjørende rolle i å få oversikt over trafikantene, kommunisere med de som var fanget i røyken inne i tunnelen og lede de til sikre områder. I den andre brannen i Gudvangatunnelen hadde nødetatene fortløpende kommunikasjon med innstengte trafikanter og anmodet de om å bli sittende igjen i bilene.

- Brannvesenets utrykning og innsats fungerte tilfredsstillende i alle tre brannene, men røyken passiviserte brannvesenets innsatspersonell på den siden av tunnelen hvor røyken ble styrt. Det er SHTs oppfatning at dette er operativ læring som brann- og redningsetaten må ta i betraktning i sine innsatsplaner, ved øvelser og ved trening av innsatspersonell.
- Ingen personer omkom, men totalt for de tre brannene ble over 60 personer behandlet for røykskader, flere med alvorlige og meget alvorlige skader. SHT mener at dette viser det betydelige skadepotensialet ved branner i lange tunneler. I alle tre brannene mener SHT at tilfeldigheter og besluttsomme handlinger har bidratt til at skadeomfanget ikke ble enda alvorligere.

### 2.6.2 Operativ læring - ventilasjonsstyring

SHTs gjennomgang av hendelsesforløpet ved brannen i Gudvangatunnelen i august 2015 viser at brannvesenet hadde lært av den tidligere hendelsen i august 2013. I kommunikasjonen omkring stenging av tunnelen ba 110-sentralen VTS om å vente med ventilasjon. Da bussføreren tok brannsløkkingsapparatet fra tunnelveggen, startet brannventilasjonen likevel mot Gudvanga som følge av automatikken i ventilasjonsstyringssystemet. Dette oppdaget ikke VTS før det hadde gått 8 minutter. Det tekniske systemet virket derfor imot den oppdaterte kunnskapen og innsatsen til det operative personellet.

Underveis i redningsinnsatsen tok Aurland brannvern beslutning om å endre retningen på brannventilasjonen. Etter det SHT har erfart, er dette første gang røykventilasjon har blitt snudd midt i en aksjon basert på innkommet viktig informasjon om at trafikanter var fanget i røyk. Brannmannskapene kom seg raskt inn til brannstedet fra en side og sikret at denne delen av tunnelen var fri for personer. Deretter ble det gjort retrett samtidig som den andre siden av tunnelen ble røykfri ved at ventilasjonen ble snudd, og et annet brannvesen kunne utføre redning og slokking fra andre siden. SHT mener at dette er en taktikk som kan videreutvikles og brukes i flere tunneler.

SHT er likevel klar over at et godt resultat er avhengig av flere faktorer, som for eksempel tilgjengelig brannvesen på begge sider av tunnel, responstid, kompetanse og utstyr. Brannvesenet må også være kjent med de operative egenskapene til ventilasjonssystemet, herunder hvilke lufthastigheter som kan oppnås i hver retning og om systemet har viftekapasitet til å snu trekkretningen.

Det fremmes en sikkerhetstilråding på dette området.

### 2.6.3 Kunnskapsbehov

SHT har vært kritisk til bruk av predefinert brannventilasjonsretning og betydningen for trafikantenes selvredning både i rapporten om brannen i Oslofjordtunnelen og i den første rapporten om Gudvangatunnelen. SHT har også vært bekymret for manglende trafikantinformasjon og den manglende oversikten som VTS har i den 11,4 km lange Gudvangatunnelen. SHT viser til tidligere sikkerhetstilrådingene (se kapittel 1.12.1 og 1.12.2) som omhandler disse problemstillingene. Statens vegvesens rapportutkast som omtalt i kapittel 1.13.3.1 svarer ut noen av disse problemstillingene og tidligere sikkerhetstilrådingene fra SHT. SHT mener at riktig bruk av brannventilasjon for å ivareta trafikantenes muligheter for selvredning bør få ytterligere fokus.

Det er SHTs oppfatning, etter å ha undersøkt flere tunnelbranner, at det er varierende kunnskap om brann- og røykdynamikk i lange tunneler med antente tunge kjøretøy. SHTs undersøkelser har avdekket en oppfatning hos både tunneleier, DSB og innsatspersonell om at man «tynner» ut røyken i bakkant dersom man kjører friskluft inn mot et brennende kjøretøy, i dette tilfellet en antent buss, og at dette vil bedre situasjonen også for de som skal evakuere. SHT er av den oppfatning at det ikke er framlagt godt nok grunnlag for å forsvare at dette alltid vil virke positivt for sikkerheten til trafikantene.

I brannen i Gudvangatunnelen i 2015 hadde nødetatene fortløpende kommunikasjon med innestengte trafikanter og anmodet de om å bli sittende igjen i bilene. I andre branntilfeller kan det tenkes at dette ikke hadde vært beste løsning. SHT mener det er behov for ytterligere kunnskap om hvordan man best ivaretar trafikantenes sikkerhet i ulike situasjoner med brann i tunnel.

SHTs undersøkelser av brannene i Oslofjordtunnelen i 2011 og Gudvangatunnelen i 2013 viser at de trafikantene som ble fanget i røyken ble påført alvorlige/meget alvorlige røykskader, selv om røyken i bakkant ble "tynnet" ut. SHT viser også til kapittel 1.8.6 som gjengir deler av rapporten fra SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut og risikoanalysen fra Matrisk. SHT mener at det fortsatt er behov for mer kunnskap om brann- og røykdynamikk i lange tunneler for å ivareta trafikantenes muligheter for selvredning.

#### 2.6.4 Organisatorisk læring

SHT har også merket seg at det er gjennomført to evalueringer etter brannen i Gudvangatunnelen i 2015, henholdsvis av DSB og i regi av fylkesmannen (ref. kapittel 1.13). De to evalueringsrapportene peker på mange sammenfallende forbedringspunkter og anbefalinger som SHT også har påpekt, men det er ingen konkret beskrivelse av hvilken etat som har ansvar for gjennomføring og tidsfrist for dette. Det er således vilje til å evaluere, men SHT savner gjennomføringsevne og implementering. Av lærende organisasjoner forventer man også at «lokale» funn brukes til å vurdere om det er behov for tiltak andre steder, dvs. ved andre tunneler eller hos andre brann- og redningsetater.

Brannsikkerhet i lange veitunneler skiller seg vesentlig fra arbeid med annen trafiksikkerhet. Brannene i Oslofjord- og Gudvangatunnelen viser at det er et storulykkespotensial ved brann i tunge kjøretøy i lange ettløpstunneler. Det kan også synes som om frekvensen av reelle brannhendelser kan være høyere enn det Statens vegvesens risikoanalyser viser (ref. kapittel 1.11.3). Basert på sikkerhetsproblemene avdekket i denne undersøkelsen og tidligere undersøkelser, vurderer SHT at både Statens vegvesens tunnelforvaltning og tilsyn med tunneler fra brannvesenets side har forbedringspotensial.

Utkast til rapport om «Tiltak for å bedre brannsikkerhet i utsatte vegtunneler» omtalt i kapittel 1.13.3.1 viser at både Statens vegvesen og DSB, etter brannen i Gudvangatunnelen i 2013, har jobbet med tiltak og strategier for forbedring. Samtidig oppstod mange av de samme sikkerhetsproblemene ved den siste brannen i Gudvangatunnelen i 2015 som ved brannen i 2013 og brannen i Oslofjordtunnelen i 2011. SHT imøteser derfor Statens vegvesens forprosjekt om «Sikkerhetsstyring i vegtunneler» og anbefaler at etatsledelsen viderefører dette til et 4-årig forskningsprogram. Basert på denne undersøkelsen mener SHT at det er behov for ytterligere forbedringer relatert til brannsikkerhet og trafikantenes muligheter for selvredning i tunneler.

### **3. KONKLUSJON**

#### **3.1 Vesentlige undersøkelsesresultater av betydning for sikkerheten**

- a) Brannen kunne trolig vært forhindret dersom føreren hadde foretatt en sikkerhetssjekk av bussen før innkjøring i Gudvangatunnelen.
- b) Automatikken relatert til brannsløkkingsapparater og brannventilasjon, som er brukt i flere av de lengste tunnelene i Norge, utsatte trafikanter nærmest brannstedet for større fare og reduserte deres muligheter for selvredning. Det påvirket også VTS og brannvesenet sin situasjonskontroll i en tidlig fase.
- c) Statens vegvesens utstyr og rutiner er ikke tilstrekkelige gitt at de kan være avgjørende for utfallet ved brann i tunnel. SHT savner teknologi som kan gi sanntidsoversikt over antall kjøretøy og plassering og antall personer i tunnelen, samt umiddelbar varslings av trafikantene om brann.
- d) Da brannvesenet besluttet å snu ventilasjonen i tunnelen for å komme frem til trafikanter som var fanget i røyken, ble innsatsen forsinket fordi det manglet direkte og uavbrutt kommunikasjon mellom brannvesenet, 110-sentralen og VTS.
- e) Beslutningen om å snu røykventilasjonen midt i aksjonen viser at Aurland brannvern hadde lært av brannen i tunnelen i 2013 og de betenkeligheter som SHT hadde ved håndteringen av denne.

#### **3.2 Undersøkelsesresultater**

##### **3.2.1 Brannforløp**

- a) En feil i motorrommet oppstod før bussen kjørte inn i Gudvangatunnelen. Feilen ble ikke umiddelbart varslet til bussføreren gjennom de tekniske systemene i bussen.
- b) Lekkasje i kjølesystemet, tette kjøleribber på deler av radiatoren og nedslitte griperiller i hydraulikkpumpen kan ha gitt en temperaturøkning i motorrommet som kan ha vært med på å starte brannen. En klar brannårsak ble ikke funnet.
- c) Brannen i motorrommet kan ha medført at kablen fra batteriet til motoren kortsluttet. Dette har trolig medført stor varmgang i kablen som kan ha bidratt til å spre brannen videre fremover i bussen.
- d) Brannen i motoren/girkassen ble ikke slokket med installert slokkeanlegg, spredde seg videre og overtentet hele bussen.

##### **3.2.2 Redningsarbeid, ventilasjon og evakuering**

- a) Bussføreren varslet politiet og evakuerte bussen raskt. Trippelvarslingen til øvrige nødetater fungerte som forutsatt. 110-sentralen i Sogn og Fjordane varslet videre til VTS som stengte tunnelen umiddelbart med bommer og rødt stoppblinksignal.
- b) At tunnelen er utstyrt med bommer er en forbedring etter brannen i 2013, og dette er en viktig barriere for å forhindre at ytterligere kjøretøy kjører inn i tunnelen ved brann.



- c) I den første telefonkontakten mellom 110-sentralen og VTS, ble VTS bedt om å vente med igangsetting av brannventilasjon.
- d) Da bussføreren, i den hensikt å forsøke å slokke brann, tok ut brannslokkingsapparatet fra veggen i tunnelen, startet likevel brannventilasjonen automatisk med forhåndsbestemt trekkretning mot Gudvangen.
- e) Aurland brannvern rykket ut umiddelbart til Gudvangatunnelen og var inne ved brannstedet etter ca. 15 minutter.
- f) Scenarioet med mange gående fanget i røyken i tunnelen ble unngått fordi alle 32 busspassasjerene fikk plass i en tom varebil (Mercedes Sprinter) som tilfeldigvis kom til stedet. Tunnelens stopplys (snu og kjør ut) ble også aktivert slik at 19 kjøretøy klarte å snu.
- g) Det var viktig for utviklingen av hendelsen at Aurland brannvern besluttet å snu brannventilasjonen da de fikk meldinger om trafikanter fanget i røyken lenger inn i tunnelen.
- h) De fem personene som var igjen i tunnelen ble funnet av Voss brannvern sine røykdykkere etter ca. 1,5 time og transportert til sykehus for å bli behandlet for røykskader.

### 3.2.3 Kommunikasjon og oversikt

- a) Den automatiske brannventilasjonen ble gitt som info på VTS og ikke som lydalarm. Det gikk derfor 8 min før operatøren på VTS oppdaget at brannventilasjonen var startet, og kunne iverksette tiltak basert på dette.
- b) VTS aktiverte stopplys (snu og kjør ut) i tunnelen. Varsling til trafikantene i tunnelen via innsnakk i radio ble gitt 7 min senere, dvs. 18 min etter at brannen ble meldt. Dette er for sent med tanke på at trafikantene må få et tilstrekkelig tidsvindu til å evakuere før ventilasjonen endrer situasjonen.
- c) Tre kjøretøy med totalt fem personer ble fanget i røyken i tunnelen, men mobilkommunikasjon med nødetatene bidro til at ingen forlot sine kjøretøy.
- d) VTS var ikke tilknyttet Nødnett. Informasjonen mellom brannvesenet og VTS måtte gå via 110-sentralen da mobilnettets ble ustabil. Dette medførte en forsinkelse i snuingen av brannventilasjonen på ca. 13 min.
- e) Nødetatens kommunikasjonsnett fungerte gjennom hele hendelsen. Toveis mating av strålekabelsegmentet som er montert i taket i tunnelen er en forbedring etter sist brann.
- f) Hendelsen synliggjør at mobilnett i tunnel har en klar beredskapsmessig verdi, og at prioritert abonnement for nødetat i mobilnett er spesielt viktig der mobilnett kan bli eneste kommunikasjonsform. Aurland brannvern har i ettertid skaffet seg et slikt abonnement.
- g) Gudvangatunnelen er utstyrt med 14 kameraer, men det finnes ikke teknologi som gir VTS oversikt over antall kjøretøy og plassering eller antall personer i tunnelen. Før

røyken ble snudd visste ikke Aurland brannvern eksakt hvor mange kjøretøy og trafikanter som befant seg på Gudvangensiden av brannen.

## 4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Undersøkelsen av denne veitrafikkulykken har avdekket flere områder hvor Havarikommisjonen anser det som nødvendig å fremme sikkerhetstilrådinger som har til formål å forbedre trafikksikkerheten.<sup>7</sup>

SHT har tidligere undersøkt en vogntogbrann i Gudvangatunnelen i 2013 ([Rapport VEI 2015/02](#)). Det ble fremmet seks sikkerhetstilrådinger som følge av undersøkelsen. Statens vegvesens rapport «Tiltak for å bedre brannsikkerhet i utsatte vegtunneler» svarer ut noen av sikkerhetstilrådingene fra SHT. Sikkerhetstilrådingene som fremmes i forbindelse med denne rapporten gir ytterligere innspill til områder for forbedring av brannsikkerhet og trafikantenes muligheter for selvredning i tunneler, samt utfyller og konkretiserer tidligere sikkerhetstilrådinger.

### **Sikkerhetstilråding VEI nr. 2016/03T**

Brannen i Gudvangatunnelen 11. august 2015 kunne trolig vært forhindret dersom føreren hadde foretatt en sikkerhetssjekk av bussen før innkjøring i tunnelen. En sikkerhetssjekk bør inneholde en kort stopp på egnet sted hvor kjøretøy kan inspiseres for lekkasjer, unormal varmgang eller røykutvikling.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen, basert på en vurdering av gjennomførbar og virkningsfull løsning, etablerer mulighet for og anbefaling om sikkerhetssjekk ved innkjøringen til utsatte tunneler.

### **Sikkerhetstilråding VEI nr. 2016/04T**

Da bussføreren tok ut brannslukkingsapparatet fra veggen i den 11,4 km lange Gudvangatunnelen 11. august 2015, startet brannventilasjonen automatisk med forhåndsbestemt trekkretning mot Gudvangen. Dette medførte at røyken snudde og ble ventilert i den lengste retningen hvor flest trafikanter befant seg (i dette tilfellet hele 11,1 km). Automatikken, som er brukt i flere av de lengste tunnelene i Norge, utsatte trafikanter nærmest brannstedet for større fare og reduserte deres muligheter for selvredning. Det påvirket også VTS og brannvesenet sin situasjonskontroll i en tidlig fase.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen, basert på en risikoanalyse for utsatte tunneler, endrer automatikken og sørger for at ventilasjonsstyringen ivaretar trafikantenes muligheter for selvredning.

### **Sikkerhetstilråding VEI nr. 2016/05T**

Undersøkelsen av bussbrannen i Gudvangatunnelen 11. august 2015, samt brannen i Gudvangatunnelen 5. august 2013 og brannen i Oslofjordtunnelen 23. juni 2011, har vist at Statens vegvesens utstyr og rutiner kan være avgjørende for utfallet ved brann i tunnel. SHT savner teknologi som kan gi sanntidsoversikt over antall kjøretøy og plassering og antall personer i tunnelen, samt umiddelbar varsling av trafikantene om brann.

---

<sup>7</sup> Undersøkelserapport oversendes Samferdselsdepartementet som treffer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behørig hensyn til sikkerhetstilrådingene, jf. Forskrift 30. juni 2005 om offentlige undersøkelser og om varsling av trafikkulykker mv., § 14.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen gjennomgår og forbedrer utstyr og rutiner ved brann i tunnel. Herunder utvikling av teknologi for sanntidsinformasjon og instruksjoner for VTS som tilsier umiddelbar varsling av trafikanter ved brann.

#### **Sikkerhetstilråding VEI nr. 2016/06T**

Under bussbrannen i Gudvangatunnelen 11. august 2015 besluttet brannvesenet å snu brannventilasjonen i tunnelen for å komme frem til trafikanter som var fanget i røyken. Denne innsatsen ble forsinket fordi meldingen til VTS måtte gå via 110-sentralen da mobilnettet ble ustabil. SHT mener at direkte og uavbrutt kommunikasjon er svært viktig i beredskapssituasjoner, og at VTS bør ha direkte kommunikasjon med nødetatene i form av å være tilknyttet Nødnett.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen i samarbeid med Direktoratet for nødkommunikasjon sørger for at Vegtrafikksentralene blir tilknyttet Nødnett i tunneler.

#### **Sikkerhetstilråding VEI nr. 2016/07T**

Bussbrannen i Gudvangatunnelen 11. august 2015 er trolig første gang røykventilasjon har blitt snudd av brannvesenet midt i en aksjon basert på innkommet viktig informasjon om trafikanter fanget i røyk. SHT mener at dette er en taktikk som kan videreutvikles og brukes i flere tunneler, gitt at faktorer som for eksempel tilgjengelig brannvesen på begge sider, responstid, kompetanse og utstyr er tilstede.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at DSB videreutvikler hvordan brannvesenets innsats og røykstyring best kan støtte opp under selvredningsprinsippet for trafikanter i en tunnelbrann.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 5. juli 2016

## **VEDLEGG**

Vedlegg A: Safety recommendations (English translation)

## VEDLEGG A: SAFETY RECOMMENDATIONS (ENGLISH TRANSLATION)

The investigation of this accident has identified several areas in which the AIBN deems it necessary to submit safety recommendations for the purpose of improving road safety.<sup>8</sup>

The AIBN has previously investigated a fire in a heavy goods vehicle in the Gudvanga tunnel in 2013 ([Report ROAD 2015/02](#)). The AIBN proposed six safety recommendations as a result of the investigation. The NPRA's report *Tiltak for å bedre brannsikkerhet i utsatte vegtunneler* ('Measures to improve fire safety in certain road tunnels') takes adequate account of some of the AIBN's safety recommendations. In addition to supplementing and further specifying previously issued safety recommendations, the safety recommendations issued in connection with the current report provide further input on how to improve fire safety and facilitation of self-rescue in tunnels.

### Safety recommendation ROAD No 2016/03T

The fire in the Gudvanga tunnel on 11 August 2015 could probably have been prevented if the driver had performed a safety inspection of the coach before entering the tunnel. A safety inspection should consist of a brief stop in a suitable place where the vehicle can be inspected for leakages, overheating and smoke development.

The Accident Investigation Board Norway recommends that the Norwegian Public Roads Administration, based on an assessment of what constitutes a feasible and effective solution, take steps to facilitate and issue recommendations regarding security checks before entering certain tunnels.

### Safety recommendation ROAD No 2016/04T

When the driver removed the fire extinguisher from the wall of the 11.4-km-long Gudvanga tunnel on 11 August 2015, the fire ventilation started automatically and the pre-set direction of ventilation was towards Gudvangen. This meant that the smoke was ventilated to the most distant exit (in this case, 11.1 km) through the part of the tunnel that held the greatest number of road users. The automatic system, which is used in several of the longest tunnels in Norway, exposed the road users closest to the scene of the fire to greater danger and reduced their possibility of self-rescue. It also affected VTS and the fire service's ability to gain control of the situation at an early stage.

The Accident Investigation Board Norway recommends that the Norwegian Public Roads Administration, based on a risk analysis of certain tunnels, change the automatic system to ensure that the ventilation is controlled in a way that facilitates road users' self-rescue efforts.

### Safety recommendation ROAD No 2016/05T

The investigations of the coach fire in the Gudvanga tunnel on 11 August 2015, the fire in the Gudvanga tunnel on 5 August 2013 and the fire in the Oslofjord tunnel on 23 June 2011 have all shown that the NPRA's equipment and procedures can be decisive for the outcome of tunnel fires. The AIBN calls for technology that can provide a real-time overview of the number of vehicles, their location and the number of people in the tunnel, and an immediate notification from VTS to motorists in the event of a fire.

The Accident Investigation Board Norway recommends that the Norwegian Public Roads Administration review and improve equipment and procedures relating to tunnel fires. This includes

---

<sup>8</sup> The investigation report is submitted to the Ministry of Transport and Communications, which will take necessary steps to ensure that due consideration is given to the safety recommendations, cf. Section 14 of the Regulations of 30 June 2005 on Public Investigation and Notification of Traffic Accidents etc.

developing technology for real-time information and instructions for VTS that warrant immediate notification of motorists in the event of a fire.

### **Safety recommendation ROAD No 2016/06T**

During the coach fire in the Gudvanga tunnel on 11 August 2015, the fire service decided to reverse the direction of fire ventilation in the tunnel so that they could reach the road users who were trapped in the smoke. This action was delayed because the message to VTS had to go via the 110 emergency communication centre as the mobile phone network was unstable. The AIBN believes that direct, uninterrupted communication is vital in an emergency situation, and that VTS should be able to communicate directly with the emergency services by being connected to the Norwegian Public Safety Network (Nødnett).

The Accident Investigation Board Norway recommends that the Norwegian Public Roads Administration in cooperation with the Norwegian Directorate for Emergency Communication ensures that the VTS centres be connected to the Norwegian Public Safety Network (Nødnett) in tunnels.

### **Safety recommendation ROAD No 2016/07T**

The coach fire in the Gudvanga tunnel on 11 August 2015 is probably the first time that the fire service has reversed the direction of ventilation in the middle of an operation based on important incoming information about road users trapped in smoke. In the AIBN's opinion, this is a tactic that can be further developed and used in other tunnels, provided that other factors are present, such as fire services being available on both sides, and adequate response times, expertise and equipment.

The Accident Investigation Board Norway recommends that the Directorate for Civil Protection and Emergency Planning (DSB) develop methods whereby the fire service's response efforts and control of the smoke ventilation can support the self-rescue principle for road users in the event of a tunnel fire.