

RAPPORT

Vei 2017/04



RAPPORT OM BRANN I GASSDREVET BUSS I HORGVEGEN, RANHEIM, TRONDHEIM 17. DESEMBER 2016 OG PÅ FLATÅSTOPPEN, TRONDHEIM 23. NOVEMBER 2016



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	5
1.1 Hendelsesforløp	5
1.2 Arnested og brannspredning i bussene	7
1.3 Kjøretøy og last.....	8
1.4 Lover og forskrifter.....	11
1.5 Undersøkelse av skiltlys, elektrisk anlegg i tilsvarende buss og branntest.....	12
1.6 Iverksatte tiltak.....	14
2. ANALYSE.....	15
2.1 Innledning	15
2.2 Brannårsak	15
2.3 Sikringsstørrelser i det elektriske anlegget og dimensjonering	15
2.4 Brannmotstand i motorrom og muligheter for slokking	16
3. KONKLUSJON	17
3.1 Undersøkelsesresultater	17
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	18
VEDLEGG.....	19

RAPPORT OM BRANN I BUSS

Dato og tidspunkt:	23. november 2016 kl. 0915	17. desember 2016 kl. 0930
Ulykkessted:	Flatåstoppen 1, Trondheim	Nedre Humlehaugen Vest, Horgvegen, Ranheim i Trondheim
Vegnr, hovedparsell (hp), km:	1601 KV 3055 HP1 m948	1601 KV 6130 HP7 m209
Ulykkestype:	Brann i buss	Brann i buss
Kjøretøy type og kombinasjon:	Solaris Inter-city 2010 modell Gassdrevet buss (CNG)	Solaris Inter-city 2010 modell Gassdrevet buss (CNG)
Type transport:	Persontransport	Persontransport

MELDING OM ULYKKEN

Statens havarikommisjon for transport (SHT) fikk tips fra Politiet om begge brannene den 17. desember 2017. SHT innhentet mer informasjon om hendelsene og utførte teknisk undersøkelser av bussene i samarbeid med Kripos 10. og 11. januar 2017 i Trondheim. 16. februar 2017 informerte SHT de berørte parter om at SHT iverksatte sikkerhetsundersøkelse av brannene.

SAMMENDRAG

To svært like branner med gassdrevne (CNG) busser oppstod i Trondheim i november og desember 2016. Begge brannene hadde etter all sannsynlighet startet i skiltlysene av typen LED som belyste det bakre kjennemerket på bussene. SHT foretok undersøkelser og tester av flere nye og brukte skiltlys, samt gjennomførte tester av kortsluttet skiltlys av samme type. Testene viste at ved en strømstyrke på 2,5 - 6 A, så kan skiltlys antenne. SHT har også undersøkt det elektriske anlegget på en tilsvarende buss.

SHTs undersøkelse av de brukte lyspærene avdekket sprekker som ikke var forenelig med normal påvirkning av krefter fra innfesting eller normal bruk. Skiltlysene har med stor sannsynlighet hatt sprekker som muliggjorde fuktinntrenging i lysene. Fuktighet med påfølgende irring i komponenter i kretskort i LED-lys er følgelig en sannsynlig tennkilde i begge brannene. Skiltlysprodusenten har bekreftet at sprekke i lyspærene hadde oppstått som følge av for liten tid i varmebehandlingen under produksjonen, og som følge av dette har produsenten endret denne prosessen.

Undersøkelsen har videre vist at sikringskursene i det elektriske anlegget var for store i forhold til skiltlysprodusenten anbefalinger for skiltlysene. Dermed var ikke sikringskursene en effektiv barriere mot brann ved feil i enkeltkomponenter.

Som følge av undersøkelsen mener SHT at regelverket for dimensjonering av elektriske anlegg i kjøretøy ikke i tilstrekkelig grad ivaretar brannsikkerheten. Det er ikke krav til at produsent av lys skal oppgi sikringskurs, kun spenning og effekt. Regelverket spesifiserer heller ikke hvilken tilleggs kapasitet en krets med en enkelt sikring og flere forbrukere kan ha.

Videre var lydisolasjonsmaterialet som ble benyttet i de to bussene ikke forenelig med god brannmotstand og det har bidratt til å nøre opp under brannen i begge tilfellene. Det er sannsynlig å anta at begge bussene ville gått til overtenning og fullt utviklet brann, uten slukkeinnsats fra brannvesenet, selv med innvendig slukkeanlegg utløst og bruk av håndslukker i brannen 17. desember.

SHT fremmer to sikkerhetstilrådninger som følge av denne undersøkelsen.

ENGLISH SUMMARY

Two very similar fires with gas-powered (CNG) buses occurred in Trondheim in November and December 2016. Both fires probably started in the LED lights that illuminated the rear licence plate of the buses. SHT undertook examinations and tests of several new and used license plate lights, as well as conducted tests of short-circuited lights of the same type. SHT has also examined the electrical system on a similar bus.

SHT's investigation of the used LED-lights revealed cracks that were not compatible with normal impact of fastening, or normal use. The lights have most likely had cracks that did not prevent moisture intrusion into the lights. Moisture with subsequent irradiation in circuit board components in LED light is therefore a probable source of ignition in both fires. The light manufacturer has confirmed that the cracks in the lights probably had occurred due to insufficient heat treatment during production, and as a result, the manufacturer has changed this process.

The investigation also showed that the fuses in the electrical system were too large in relation to the light manufacturer's recommendations for the license plate lights. Thus, the fuses were not an effective barrier to fire in the event of faults in single components.

As a result of the investigation, SHT believes that the regulations for the design of electrical systems in vehicles do not adequately protect fires. There is no requirement for the manufacturer of the lights should state the fuse rating when selling the lights, just the voltage and power. The regulations does not specify which additional capacity a single-fuse circuit and several consumers may have.

Furthermore, the sound reducing material used in the two buses were not compatible with good fire resistance, and it contributed to the fire in both cases. It is likely to assume that both fires would be fully developed fires, without fire rescue from the fire department, even with internal fire extinguishing system triggered and the use of handheld extinguisher in the fire on December 17.

SHT issues two safety recommendations as a result of this investigation.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp

1.1.1 Brann i buss under kjøring ved Ranheim i Trondheim 17 desember 2016

Om morgenen 17. desember 2016 var bussen i rute ved Ranheim med tre passasjerer om bord da det oppstod brann i bakkant av kjøretøyet. Ved busstoppen Nedre Humlehaugen Vest, da bussen stod i ro, kom en bil kjørende bakfra og varslet bussjåføren om at det var brann bak i bussen. Bussjåføren koblet av strømmen med hovedstrømbryteren, stengte gasstilførselen og evakuerte passasjerene. Deretter prøvde han å slokke brannen med det tilgjengelige brannsløkkeapparatet. Imidlertid klarte han ikke å stoppe brannutviklingen, og han ringte derfor brannvesenet umiddelbart. Slokkeanlegget i motorrommet løste ut og dette begrenset brannutviklingen noe.



Figur 1: Brannskader bakpart, bakdeksel til motorrom ligger på bakken bak bussen og slokkeapparat var tømt. Foto: Politiet



Figur 2: Nærbilde brannskade bak. Foto: Politiet

Politi og brannvesen ble varslet kl. 0935 og ankom stedet ca. to minutter senere. Brannvesenet slokket da brannen umiddelbart. Det var kun området i bakkant av bussen som brant og bussens gasstanker var uskadd. Ingen personer kom til skade.

1.1.2 Brann i buss på snuplass ved Flatåstoppen i Trondheim 23. november 2016

Om morgenen 23. november 2016 ved endeholdeplassen på Flatåsen, stod en rutebuss i ro med motor, innvendig belysning og hovedlys avslått. Bussjåføren var i ferd med å gjennomføre en utvendig inspeksjon av kjøretøyet og samtidig kom det på en passasjer. På samme tidspunkt ble bussjåføren oppmerksom på en person som på avstand vinket og pekte bak på bussen. Bussjåføren oppdaget røyk og flammer bak bussen ved motorrommet, og varslet brannvesenet umiddelbart før han ba passasjerer om å forlate bussen og trekke unna. Han tok det tilgjengelige brannsløkkeapparatet, men klarte ikke å slukke kjøretøybrannen grunnet den sterke varme- og brannutviklingen. Bussjåføren og personen som først oppdaget brannen, gikk sammen om å dirigere trafikken rundt hendelsesstedet. Bussjåføren opplevde det for usikkert å nærme seg den utvendige hovedstrømbryteren til kjøretøyet slik at han fikk slått av denne. Slokkeanlegget i motorrommet løste ut, uten at dette forhindret kjøretøybrannen i å utvikle seg.



Figur 3: Første bilde tatt av brannen, kl. 0915.
Foto: Helge Harsvik



Figur 4: Brannvesenets slokkeinnsats, kl. 0924. Foto: Helge Harsvik



Figur 5: Bussen etter slokkeinnsats. Foto: Politiet

Ambulanse, politi og brannvesen ankom stedet ca. 10 minutter etter nødmeldingen. Politiet opprettet en sikkerhetssone på ca. 50 meter fra bussen og evakuerte beboere i nærheten. Brannvesenet fikk sloknet brannen etter kort tid, og kunne informere om at brannen ikke hadde berørt gasstankene som var plassert på taket av bussen. Ingen personer kom til skade.

1.2 Arnested og brannspredning i bussene

SHT utførte teknisk undersøkelse av bussene 10. og 11. januar 2017 i Trondheim, sammen med representanter fra Kripus. Det ble ikke funnet skader på gassanlegget eller motor i noen av kjøretøyene. På bakgrunn av spor i begge bussbrannene ble arnested, antatt å være nedenfor bakluken på innsiden til motorrom. I dette området lå det kabelføringer for flere baklys, og gjennomføringer til to skiltlys som belyste det bakre kjennemerket på bussene. Det var spor etter flammer på utsiden, og det var spor etter brannspredningen på innsiden av bakluken i isolasjonsmaterialet og videre opp og inn mot passasjerkupeen.



Figur 6: Fra brann 17. desember 2016. Bakluke satt opp slik den var før brannen. Foto: Politiet



Figur 7: Fra brann 17 desember 2016. Smeltet plast i motorrom, og isolasjon brent i v-form på innsiden av bakluke. Foto: Politiet



Figur 8: Brann 13. november 2016. Skader motorrom. Foto: SHT



Figur 9: Brann 13. november 2016. Brannskader interiør, sett bakover i bussen. Foto: SHT

I begge bussene var skiltlysene forkullet, og det var en synlig forsenking på kretskortene ved kontaktutgangene. I bussen som brant 17. desember 2016 var sikringen tilkoblet kretsen for skiltlysene fortsatt intakt, samtidig som ledninger ved skiltlyset hadde brent av og hadde lysbueskader.



Figur 10: Skiltlys fra brann 17. desember 2016, med lysbueskader i kretsen. Foto: SHT



Figur 11: Skiltlys fra brann 13. november 2016. Foto: SHT

Undersøkelsen av bussen som brant 17. desember 2016 viste at flere sikringer var utløst. Sikringene tilhørte varmepumpen, girkassen, styring bakre dør, fjæring, en av hovedsikringene til batteriet, samt flere sikringer til motorstyringen. At disse sikringene var løst ut kunne ikke relateres til en brannårsak, men antatt å kunne relateres til følgeskader av en allerede utviklet brann.

Sikringen som lå på kursen til skiltlysene, på 15 A, var ikke utløst.

1.3 Kjøretøy og last

1.3.1 Generelt om bussene

Bussene var av typen Solaris Inter-city buss 2010-modell, miljøklasse Euro 5T. Begge var gassdrevne (CNG). Begge bussene var enkeltgodkjent i Norge. Bussene fungerte som en del av den kollektive transporten i Trondheim og omegn. De var eid av Nettbuss AS, som også utførte daglig kontroll og ettersyn av bussene, samt enkelt vedlikehold og vasking med høytrykkspyler.

Det var ingen kjennskap om tekniske feil på bussene, men bussen som brant ved Flatåstoppen hadde tidligere fått motorstopp som følge av en defekt dynamo.

Bussen som tok fyr ved Horgvegen på Ranheim var sist EU-godkjent 18. mars 2016, da den hadde gått 344 098 km. Bussen som brant ved Flatåstoppen var sist EU-godkjent 29. februar 2016 da den hadde gått 316 360 km.

1.3.2 Det elektriske anlegget

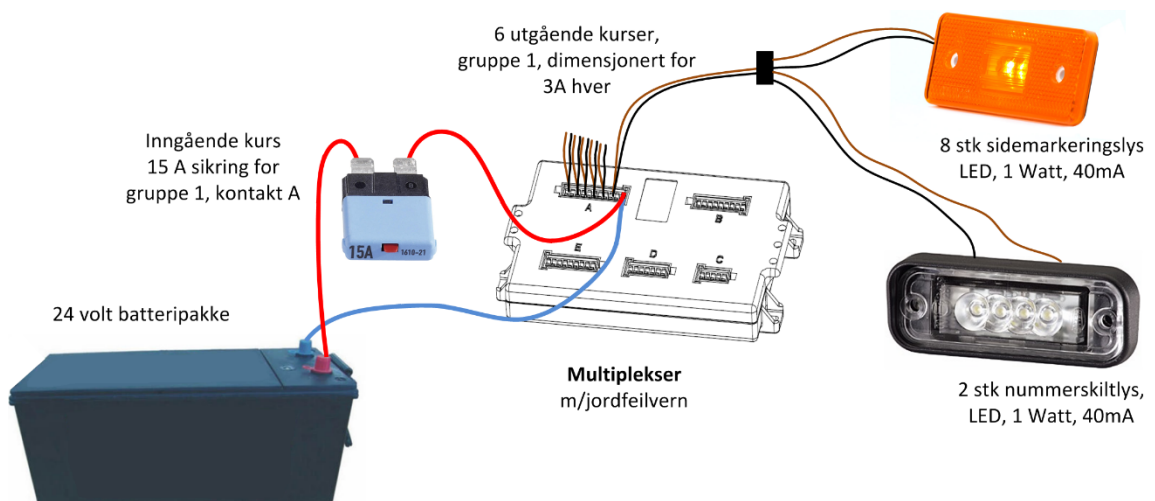
Det elektriske anlegget ble ladet av dynamo og en batteripakke på 24 volt som forsynte de forskjellige forbrukere. Sikringsskapet var plassert i taket på bussen, der alle kabler med tilhørende sikringer lå plassert. Ledningsnettets forgrenet seg gjennom forskjellige fordelere av typen Siemens VDO multiplekser¹. I hvert kjøretøy var fem slike installert, og strømforsyningen til skiltlysene bak på bussen var koblet gjennom en slik multiplekser.

¹ Multiplekser (mux), er en enhet som kan ta datasignal og fordeler oppgaver/funksjoner til flere elektriske utganger.



Figur 12: Sikringssskap, multipleksere og ledningsnett i de aktuelle bussene. Foto: SHT

Inngående kurs til multiplekseren var sikret med en 15 A sikring, og ble fordelt opp i en gruppe med 6 utgående kurser i selve multiplekseren. De 6 utgående kursene i denne gruppen hadde ledningstverrsnitt $0,75 \text{ mm}^2$ og var dimensjonert for 3 A hver, og sikret kun gjennom 15 A sikringen på inngående kurs, og et jordfeilvern² internt i multiplekseren.



Figur 13: Forenklet skisse av det elektriske opplegget fra batteri til skiltlys. Skisse: SHT

Inngående kurs for denne gruppen ville ikke bli brutt ved å slå av hovedstrømbryteren, men ville blitt brutt ved å koble fra jordingen til hele det elektriske anlegget.

Multiplekseren ville likevel ha levert spenning så fort jordfeilvernet var kjølt ned, forutsatt at ikke 15A sikringen var utløst eller ødelagt. Jordfeilvernet var av mekanisk type, som ikke varsler når det løser ut.

Skiltlyskretsen hadde forgreninger til to skiltlys, samt 8 sidemarkeringslys med LED teknologi, som alle var på 1 W. Den teoretiske strømstyrken i denne kretsen var på 0,4 A.

² Multiplekseren hadde en termisk jordfeilbryter som kuttet spenningen dersom strømstyrken var over 44 A på under 3 ms, men som koblet seg automatisk på igjen etter nedkjøling. Utløsing av jordfeilvern ga ingen varsel.

1.3.3 Skiltlysene

Skiltlysene som var installert på begge bussene var av typen LED-lys³ produsert av Hella. Lysene var satt inn første halvår 2016 på begge bussene, og erstattet de opprinnelige skiltlysene som var glødepærer.

Skiltlysene kunne operere på både 12 og 24 volts anlegg. I dette tilfellet var de tilkoblet en 24 V krets, med en strømstyrke på 40 mA (0,04 A) og en effekt på 1 W.

Lysene var IP-gradert 6K9K, noe som tilsa at de var støvtette, tålte høytrykksspyling og også høye temperaturer. Lysene var også beskyttet mot omvendt polaritet, som i praksis gjør det uvesentlig hvordan man kobler lysene til kretsen. Lysene var ECE-godkjent, CE-merket og også godkjent for ADR transport. Lysene var uten intern sikring.

Lysene var helstøpt i en kombinasjon av plexiglass og diverse polypropylen (termoplast) produkter. Plastproduktene er vanlige brukt i elektriske komponenter og var klassifisert «HB», som er en lav brannklasse basert på UL 94 standarden⁴.

Skiltlysene var markedsført som gode erstatninger til skiltlys med glødepærer.

I handelskatalogen⁵ fra Hella, angående skiltlysene med LED-teknologi stod følgende under «Teknisk informasjon»:

[Utdrag] *The individual light functions may only be operated with a vehicle fuse of max. 3A. In the case of onboard current limitation with the values specified above by the onboard control unit an additional fuse for the lamp is not required.*

I installasjonsmanualen⁶ for skiltlysene var det beskrevet hvordan lysene skulle plasseres, og at hvert lys kan festes med to skruer med et maksimalt dreiemoment på 1,5 Nm, men det var derimot ikke beskrevet hvilke sikringer som var nødvendig for å sikre skiltlysene.



Figur 14: LED skiltlys. Kilde: Hella

1.3.4 Isolasjonsmateriale på innsiden av baklukene

Isolasjonsmaterialet på innsiden av bakluken i motorrommet på begge bussene var av typen T26F/PA/CARBONFLEECE. Informasjon hentet fra datablad på disse mattene var branntestet for horisontal brannspredning (<100mm/min). Isolasjonsmatten bestod primært av polyuretan, som kan antenne og smelte og dryppe dersom de blir utsatt for en tennkilde eller tilstrekkelig høye temperaturer. Ifølge datablad kan mattene tåle en konstant temperatur på 120 °C, og opptil 180 °C i korte perioder.

³ LED, Light Emitting Diode. Lysdiode som tilføres en transformert likestrøm på 1,8V-3,5 V, avhengig av lysfarge.

⁴ «Standard for Safety of Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances testing», utgitt av Underwriters Laboratories i USA.

⁵[http://cat.hella.com/web/public/hella/en_GB/\\$catalogue/2/\\$product/2KA%2B010%2B278-011_2489/datasheet.xhtml](http://cat.hella.com/web/public/hella/en_GB/$catalogue/2/$product/2KA%2B010%2B278-011_2489/datasheet.xhtml)

⁶http://cat.hella.com/pim43/upload/HellaDocs/datasheet/base/460_874-01.pdf

Etter en kampanje fra Solaris ble bussene ekstra lydisolert ved bakaksel etter ferdig produksjon, men dette omfattet ikke ekstra isolering av bakluke.



Figur 15: Høyre side av v-formen i brent isolasjon på bakluke fra 17. desember 2016. Foto: SHT

1.3.5 Tennkilder i motorrom

I motorrommet er det mange varme flater som kan være en aktuell antenneskilde dersom det skulle komme noe brennbart i kontakt med disse. Hydrauliske og elektriske komponenter kan utgjøre potensielle tennkilder i buss ved feil eller skader på disse. I motorrommene var det opprinnelig installert en lampe for å belyse motorrommet, men denne var demontert og fjernet. Dette ble gjort på alle bussene etter at Solaris gjorde egne undersøkelser av brannen 23. november 2016, da feil i motorromslampen ble antatt å være antenneskilde.

1.4 **Lover og forskrifter**

1.4.1 Elektrisk utstyr i kjøretøy

Forskrift 4. oktober 1994 nr. 918 om tekniske krav og godkjenning av kjøretøy, deler og utstyr (kjøretøyforskriften) beskriver krav til lys for kjennemerker og skiltlys på kjøretøy. Fra § 27-1, Generelt om elektrisk utstyr og elektromagnetisk støy:

Det elektriske ledningsnett skal være tilstrekkelig dimensjonert for den strømstyrke det skal føre. Ledninger skal være godt isolert og være slik lagt opp og festet at de ikke utsettes for skadelig mekanisk eller kjemisk påkjenning eller skadelig varmepåkjenning. Sikringer skal være riktig dimensjonert.

Bussene ble bygd etter kravene i [ECE 107](#), der kretsene skal ha en sikring, og at flere kretser kan beskyttes av samme sikring om kapasiteten på kretsene ikke overgår sikringens kapasitet. Spesifikasjonene skiltlys som det norske regelverket refererer til er EU-regulativene [ECE 4](#) (skiltlys) og [ECE 128](#) (LED-teknologi). Her er det krav til at lysene er testet og godkjent, samt er det krav til å informere om spenning og effekt på disse lysene (volt og watt).

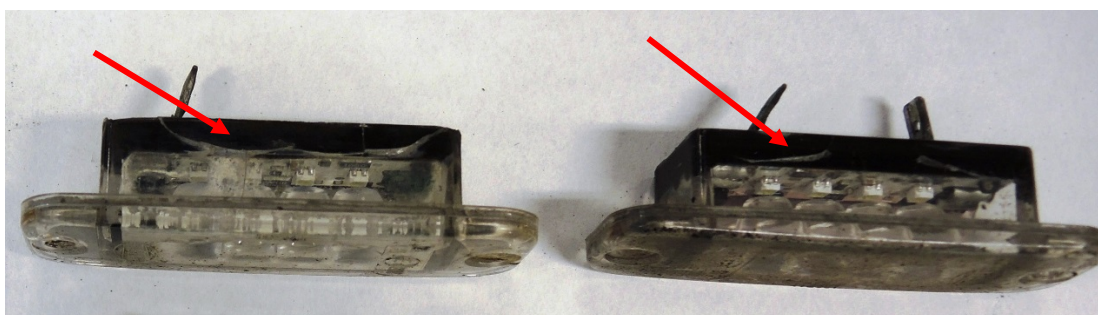
1.4.2 Krav til materialer brukt til interiør, isolasjon m.m

I desember 2005, kom det reguleringer i forhold til brannkrav på materialer brukt til interiør i buss gjennom EU-regulativet [ECE 118](#). I desember 2010, ble dette regulativet oppdatert til også å omfatte materialer brukt i motorrom, og branntester for vertikale flater i buss også inkludert. Dette ble obligatorisk for komponenter 26. juli 2016 og nye kjøretøy 26. juli 2017 og blir obligatorisk 26. juli 2020 for alle førstegangsregistrerte kjøretøy. Regulativet krever ikke branntesting av metalliske strukturer, vinduer, materialers røykproduksjon eller giftighet.

1.5 **Undersøkelse av skiltlys, elektrisk anlegg i tilsvarende buss og branntest**

1.5.1 Undersøkelse av kasserte skiltlys

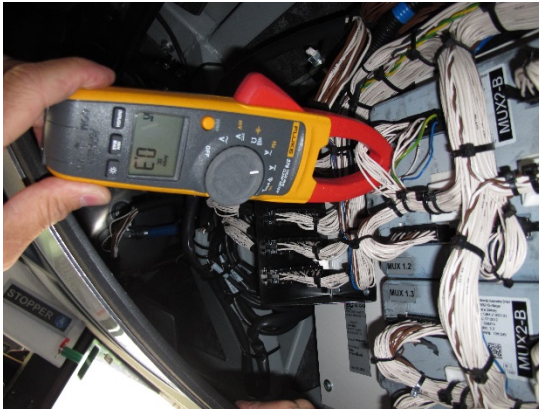
I flere brukte og kasserte lys observerte SHT sprekker i pleksiglasset som ikke kunne relateres til krefter fra innfesting eller naturlig mekanisk belastning. Der det ble observert sprekker, var kretskortene også synlig irret innvendig.



Figur 16: Brukte skiltlys. Pilene indikerer de langsgående sprekker i pleksiglasset. Foto: SHT

1.5.2 Undersøkelse av elektrisk anlegg i tilsvarende buss

En buss med tilsvarende elektrisk anlegg ble undersøkt for å gjøre observasjoner av forskjellig belastning på skiltlyskretsen, samt alle kretser som var sikret med den samme 15 A sikring før multiplekseren. Alle kretsene på samme gruppe i «normaltilstand» hadde en samlet strømstyrke på ca. 0,3 A. For å undersøke om det forekom signaler/varsler dersom strømstyrken i kretsen oversteg 3 A, ble kretsen belastet med 5,2 A i tillegg til eksisterende belastning. Multiplekseren gav ingen signaler på overbelastning ved denne belastningen.



Figur 17: Alle kretsene tilkoblet gruppe 1, utgang A i multiplekseren busen under drift trakk 0,3 A. Foto SHT



Figur 18: Skiltlyskretsen med 5,5 A, over forbruket ved brann i skiltlyset. Foto: SHT

Siden ledningsnettet ut fra multiplekseren var av så liten dimensjon, ble det ikke utført tester for å belaste sikringskursen til over 15 A. Den aktuelle sikringen ble trukket ut, og dette utløste lyd- og tekstvarsel i dashboard til føreren. Samtidig med dette ble det også observert at dørene bare kunne åpnes manuelt. Det er usikkert om dette også var tilfelle ved de bussene som brant.

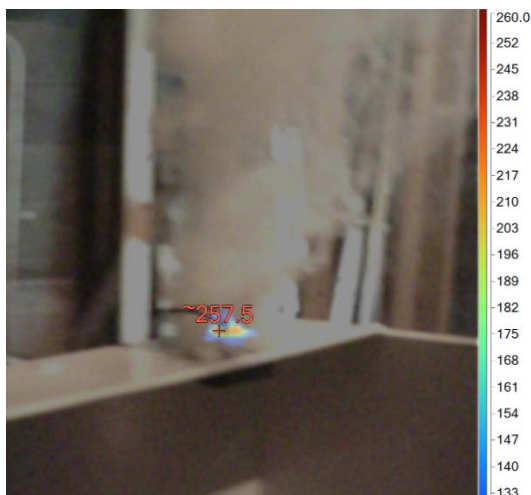
1.5.3 Branntest

Ubrukte skiltlys ble fylt med saltvannsløsning og forseglet, og deretter spenningsatt med en 24 volt batteripakke koblet til en lader, tilsvarende en buss i drift. Saltvannsløsningen ble brukt for å simulere og fremskynde korrodering.

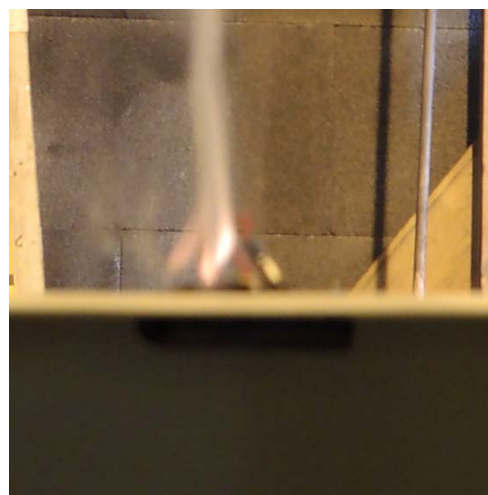


Figur 19: Innmaten til nytt LED-lys til venstre, og til høyre ett defekt og korrodert. Foto: SHT

Saltvannsløsningen gjorde at noen skiltlys sluttet å virke, og i flere tilfeller oppsto det overslag som førte til brann. Under testen ble strømstyrken i lysene logget, og det ble målt et strømstyrke i intervallet 2,5 - 6 A da skiltlysene antente. De skiltlysene som brant fikk en forsenking på utsiden av flaten ved kontaktutgangene. Det ble observert unormale strømstyrker i skiltlysene, uavhengig om disse lyste eller ikke.



Figur 20: Branntest av skiltlys, termokamera rett før antennelse, temperatur ca. 257 °C.
Foto: SHT



Figur 21: Skiltlys ved samme forsøk med synlige flammer. Foto: SHT

1.6 Iverksatte tiltak

Etter brannene frakoblet Solaris i samarbeid med Nettbuss alle skiltlysene på bussene. Solaris la fram funnene fra undersøkelsen av bussenes elektriske anlegg for sin fabrikk. Solaris har oppdatert softwaren i multiplekseren på bussene i Trondheim, som inneholder intern sikring mot overlast, der utgang på MUX legger av ved <3ms hvis styrken når 10x3A.

Hella, produsenten av skiltlysene, har gjennomgått og endret sine interne krav, produksjon og kvalitetskontroll. Sprekkene i skiltlysene, som SHT ikke kunne forklare i sin tekniske undersøkelse, var tidligere kjent for Hella. Hella har nå funnet ut at svakhetene i pleksiglasset som forårsaket sprekken var relatert til tidsintervallet skiltlysene var til varmebehandling i ovnen under støpeprosessen i produksjonsfasen. Hella har følgelig justert dette tidsintervallet.

Hella er også i gang med oppdatering av installasjonsmanualen, og denne vil etterhvert ligge fysisk i forpakningen ved kjøp av lysene.

2. ANALYSE

2.1 Innledning

Brann i buss er en alvorlig hendelse som har høyt skadepotensial, spesielt med gass som energibærer. SHT valgte derfor å undersøke de to brannene, selv om alvorlighetsgraden i disse tilfellene begrenset seg til materielle skader. Bussene var av samme type og årsmodell, og hendelsene oppstod nært i tid.

Undersøkelsens formål har vært å undersøke og påvise brannårsak og brannspredning, samt om mulig gi svar på de medvirkende faktorene til at brannene oppstod. SHT har også identifisert barrierer som kan styrkes for å forhindre tilsvarende branner og videre spredning. Evakuering, vær- og kjøreforhold har ikke blitt vurdert av SHT i denne undersøkelsen.

2.2 Brannårsak

Undersøkelsen har vist at ved brannen 17. desember 2016, hadde det ene skiltlyset i bakluken mest sannsynlig fått sprekker i pleksiglasset på ett eller annet tidspunkt i forkant av brannen. Dette gjorde det mulig for fuktinntrengning i skiltlyset, som deretter har ført til korrosjon og påfølgende overslag i kretskortet og antennelse. Brannen har sannsynligvis spredd seg gjennom ledninger og inn lydisolasjonsmatten festet i overkant av skiltlyset på innsiden av bakluken. Overslaget i skiltlyset har ikke trukket nok strøm til at sikringen løste ut, men etter hvert har ledningene i overkant antageligvis brent av. Dette har medført at det har oppstått en lysbue, og jordfeilvernet til multiplekseren kan ha slått inn. På bakgrunn av de branntekniske undersøkelsene og funnene ut gjennom undersøkelsen, vurderer SHT brannårsaken i begge brannene til å være like.

2.3 Sikringsstørrelser i det elektriske anlegget og dimensjonering

Det elektriske anlegget er sikret mot feil med egne sikringer. Dersom det skulle oppstå strøm i forbrukerne eller ledningsnett, som dette ikke er dimensjonert for, skal sikringene løse ut og kutte strømmen som en barriere mot blant annet brann. Gjennom enkle tester ble det påvist at en brann kunne oppstå ved strømstyrke helt ned mot ca. 2,5 A i de aktuelle skiltlysene.

Det er SHT sin oppfatning at sikringskursen (15 A) som sikret ledningsnett inn til multiplekseren, ikke sikret ledningsnett ut fra multiplekseren eller skiltlysene. Denne sikringen var derfor overdimensjonert, slik at strømstyrker skapt i skiltlysene, store nok til å utløse brann, ikke ble detektert. SHT stiller også spørsmål ved at 6 sikringskurser fordelt gjennom multiplekseren som var dimensjonert for 3A hver, ikke var sikret hver for seg. SHT mener det er sannsynlig at dersom sikringskursen hadde vært dimensjonert ned til 3A kunne brannene vært unngått. LED-lys trekker mindre strøm enn tradisjonelle glødelamper, men består samtidig av en mer kompleks konstruksjon. I motsetning til glødepærer, der strømmen kuttes så fort glødetråden bryter, vil feil i LED-lys som følge av fukt kunne utvikle seg over tid, og lage nye veier for strømmen inne i kretskortet, uavhengig av om skiltlyset lyser eller ikke.

Det er ikke satt krav til produsenter at størrelse på sikringskurs for LED-lys skal oppgis ved salg av slike, men kun opplysninger om hvilken spenning og effekt som lysene er

konstruert for. Dette er etter SHT sin vurdering uheldig, da det gjør det mer utfordrende å dimensjonere ledningsnettene både for drift og for feil.

SHT vurderer også at det er en svakhet i regelverket at det ikke settes krav til forholdet mellom hvilken kapasitet ledningsnettene er dimensjonert for og den strømsstyrke en enkeltkomponent i samme nett vil kunne trekke. Et skiltlys som trekker 40 mA ved drift og 5A ved feil, bør ikke kunne ligge på en kurs som er belastet med 0,3 A ved normal drift og sikret med en 15 A sikring. I dette tilfellet vil en forbruker med feil kunne trekke opptil 14,7 A, uten at dette oppdages av sikring eller jordfeilvern. SHT fremmer en sikkerhetstilråding på dette punktet.

2.4 Brannmotstand i motorrom og muligheter for sløkking

Lydisolasjonsmaterialene benyttet i de to bussene er ikke forenelig med materialer med god brannmotstand. Lydisolasjonsmattene som var plassert vertikalt over skiltlysene har bidratt til brannspredning ved at varmen har ført til at de har smeltet, dryppet og brent, og etter all sannsynlighet tilført tennkilden brennbart materiale. Lydisolasjonsmaterialet, som var installert i vertikal posisjon, var heller ikke branntestet for vertikal brannspredning. Det er sannsynlig å anta at begge bussene ville gått til overtenning og fullt utviklet brann, uten slukkeinnsats fra brannvesenet, selv med innvendig slukkeanlegg utløst og bruk av håndsløkke i brannen 17. desember.

SHT er usikker på om den type materialer brukt i lydisolasjonsmattene fortsatt vil bli brukt etter innstramningen av EU-regulativet ECE 118, og ser med bekymring at høye krav til lydisolasjon kan virke direkte negativt på brannsikkerheten ved valg av materialer med dårlige brannhemmende egenskaper. I et motorrom med svært mange tennkilder, bygget opp i en kombinasjon av mye brennbart materiale, er det lite som fysisk hindrer en brann å forplante seg inn mot der passasjerer oppholder seg i en buss.

SHT ser også med bekymring at en brann i startfase ikke blir varslet til bussjåfør, selv med deteksjon og slukkeanlegg installert. Utgangspunktet for brannen, skulle tilsi at det var en enkel brann å slukke, men selv med håndsløkke var innsiden av bakluken i motorrommet for utilgjengelig til å slukke brannen i startfasen.

3. KONKLUSJON

3.1 Undersøkelseresultater

- a) Begge brannene startet etter all sannsynlighet i skiltlysene som belyste det bakre kjennemerket på bussene.
- b) SHTs undersøkelse av de brukte lyspærene avdekket sprekker som ikke var forenelig med normal påvirkning av krefter fra innfesting eller normal bruk.
- a) Skiltlysene har med stor sannsynlighet hatt sprekker som muliggjorde fuktinntrenging i lysene. Fuktighet med påfølgende irring i komponenter i kretskort i LED-lys, gjør dem til en sannsynlig tennkilde i begge brannene.
- b) Hellas gjennomgang av produksjonen av skiltlysene har funnet at sprekke hadde sammenheng med hvor lenge lysene var i ovnen under støpeprosessen.
- c) Hella beskriver i sin handelskatalog en maksimal sikringskurs på 3 A til sine LED-lys. Nummerskiltkursen lå på en samlekontakt i en multiplekser på en 15 A sikringskurs.
- d) En gjennomgang av det elektriske anlegget i en tilsvarende Solaris buss, viste at ledningsnettet til skiltlysene kun var sikret med en 15 A sikring, på en kurs med teoretisk belastning på 0,4 A.
- e) Det er ikke krav til at produsent av lys skal oppgi sikringskurs, kun spenning og effekt.
- f) Regelverket spesifiserer ikke hvilken tilleggs kapasitet en krets med en enkelt sikring og flere forbrukere kan ha.
- g) Lydisolasjonsmattene som var plassert vertikalt over skiltlysene har bidratt til brannspredning ved at varmen har ført til at de har smeltet, dryppet og brent, samt sannsynligvis tilført tennkilden brennbart materiale.
- h) Lydisolasjonsmaterialet, som var installert i vertikal posisjon, var ikke branntestet for vertikal brannspredning.
- i) Ved å skru av hovedstrømbryteren ble kretsen til skiltlysene ikke brutt. Denne kretsen ville derimot blitt brutt om man brukte jordbryteren, plassert ved batteriene.
- j) Det er sannsynlig å anta at begge bussene ville gått til overtenning og fullt utviklet brann, uten slokkeinnsats fra brannvesenet, selv med innvendig slokkeanlegg utløst og bruk av håndsløkker i brannen 17. desember.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Undersøkelsen av disse brannene har avdekket flere områder hvor havarikommisjonen anser det som nødvendig å fremme sikkerhetstilrådinger som har til formål å forbedre sikkerheten.⁷

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2017/10T

To bussbranner i Trondheim i 2016 startet i skiltlysene av typen LED som belyste det bakre kjennemerket på bussene. Skiltlysene har etter all sannsynlighet hatt sprekker, som stammet fra en feil i produksjonen, og som muliggjorde fuktinntrenging i lysene. Ledningsnettet til skiltlysene var sikret med en 15 A sikring, som er for høyt for å hindre en brannfarlig kortslutning, og langt over hva lysprodusent anbefaler.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at Solaris Norge gjennomgår og forbedrer dimensjonering av det elektriske anlegget på eksisterende og tilsvarende busser, slik at sikringskurser blir en effektiv barriere mot brann ved komponentfeil.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2017/11T

Undersøkelsen av to bussbranner i Trondheim i 2016 viste at bussenes originale glødepærer i skiltlysene var erstattet med nye LED-lys, som har andre egenskaper og annen konstruksjon. Ledningsnettet til skiltlysene var sikret med en 15 A sikring, langt over den strømstyrken et LED-lys trenger og hva lysprodusent anbefaler.

Kjøretøyforskriften, og ECE 107 beskriver at det elektriske anlegget skal dimensjoneres etter kapasitet i sikringer og ledningsnett, men også at flere kurser kan være sikret av en enkelt sikring eller bryter. Regelverket spesifiserer imidlertid ikke hvilken kapasitet en krets med en enkelt sikring og flere forbrukere kan ha.

Statens havarikommisjon for transport tilrår Statens vegvesen å følge opp kravene i gjeldende regelverk om dimensjonering av sikringer og strømkurser slik at dette blir en effektiv barriere mot brann ved feil i alle typer (LED) elektriske komponenter.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 28. september 2017

⁷ 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.

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.⁸

Safety recommendation ROAD No 2017/ 10T

Two bus fires in Trondheim in 2016 started in the LED lights that illuminated the rear license plate on the buses. The lights have in all likelihood had cracks that stem from an error in production, which allowed moisture intrusion into the lights. The wiring of the lights was secured with a 15 A fuse, too high to prevent a flammable short circuit and far above what the light manufacturer recommends.

The Accident Investigation Board Norway recommends that Solaris Norway review and improve the dimensioning of the electrical system on existing and corresponding buses, so that fuse rates will be an effective barrier against fire in case of component failures.

Safety recommendation ROAD No 2017/ 11T

The investigation of two bus fires in Trondheim in 2016 showed that the bus's original incandescent bulbs in the license plate lights, were replaced with new LED lights, which have other features and different construction. The wiring of the license plate lights was secured with a 15 A fuse, far above the current required by an LED light and what the light manufacturer recommends. The Vehicle Regulations, and ECE 107, describe that the electrical system, is to be dimensioned according to the capacity of fuses and wiring, but also that several wires can be secured by a single fuse or switch. However, the rule does not specify the rest capacity for a single-fuse circuit, or multi consumer circuit.

The Accident Investigation Board Norway recommends that the Norwegian Public Roads Administration follow up the requirements of the current regulations on the design of fuses and circuits, so that this will be an effective barrier to fire in the event of errors in all types of (LED) electrical components.

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