

Lash fire – reitti ro-ro-alusten parempaan paloturvallisuuteen

TIIVISTELMÄ

Ro-ro-alusten tulipalojen suuri määrä viime vuosina on tuonut esiin tarpeen parantaa palontorjuntaa ja tulipalojen hallintaa, koska näillä tulipaloilla on vakavia seurauksia aluksen miehistölle ja matkustajille sekä laivalle ja sen rahdille. Euroopan unionin rahoittamassa LASH FIRE -tutkimushankkeessa kehitetään uusia toimintatapoja ja teknisiä innovaatioita, jotka parantavat ro-ro-alusten paloturvallisuutta ja vastaavat nykyisiin ja tuleviin paloturvallisuushaasteisiin. Tässä artikkelissa esitellään LASH FIRE -projektin tavoitteita ja työsuunnitelmaa keskittyen VTT:n päätehtävinä oleviin aihepiireihin, joita ovat palon havaitsemisen simulointi eri ilmaisinteknologioilla sekä lämmön ja savun kulkeutumisen simulointi ro-ro-tilojen aukkojen kautta alueille, jotka ovat kriittisiä poistumisturvallisuuden kannalta.

JOHDANTO

Ro-ro-alukset ovat tärkeä osa maailmanlaajuisista liikenne- ja kuljetusjärjestelmästä. Ro-ro-aluksella tapahtuvalla tulipalolla voi olla vakavia seurauksia aluksen miehistölle ja matkustajille sekä laivalle ja sen rahdille. Ro-ro-alusten tulipalojen suuri määrä viime vuosina on tuonut esiin tarpeen parantaa palontorjuntaa ja tulipalojen hallintaa.

Euroopan unionin rahoittamassa ”Legislative Assessment for Safety Hazards of Fire and Innovations in Ro-ro ship Environment” (LASH FIRE) -tutkimushankkeessa kehitetään uusia toimintatapoja ja teknisiä innovaatioita, jotka parantavat ro-ro-alusten paloturvallisuutta ja vastaavat nykyisiin ja tuleviin paloturvallisuushaasteisiin. Projektin tavoitteet ja tekninen sisältö perustuvat Euroopan meriturvallisuusviraston (EMSA) kokoaman asiantuntijaryhmän toteamiin kriittisiin paloturvallisuuskysymyksiin, Kansainvälisessä merenkulkujärjestössä (IMO) käynnissä olevaan säädösuudistukseen ja ro-ro-aluksia liikennöivien laivanvarustamojen kokemukseen. Projektin tulosten odotetaan alentavan ro-ro-alusten syyttymistäajuutta 35 prosentilla ja tulipalojen kuolonuhrien määrää 45 prosentilla.

Tässä artikkelissa esitellään LASH FIRE -projektin tavoitteita ja työsuunnitelmaa keskittyen VTT:n päätehtävinä oleviin aihepiireihin. VTT:n vastuulla ovat palon havaitsemisen simulointi eri ilmaisinteknologioilla sekä lämmön ja savun kulkeutumisen simulointi ro-ro-tilojen aukkojen kautta alueille, jotka ovat kriittisiä poistumisturvallisuuden kannalta.

PROJEKTIN TOTEUTUS

LASH FIRE -projekti alkoi syyskuussa 2019 ja se kestää neljä vuotta. Hankkeen koordinaattori on ruotsalainen RISE Research Institutes of Sweden. Projektikonsortio koostuu 26 organisaatiosta 13 EU-jäsenmaasta. Mukana on laivanvarustamoja, merenkulkualan teollisuusyrityksiä, tutkimuslaitoksia, yliopistoja, luokitustilaitoksia, toimialajärjestöjä ja viestintäasiantuntijoita. Suomesta projektiin osallistuvat Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy ja Marioff Corporation Oy. Tutkimus- ja kehitystyötä seuraa kaksi neuvoa-antavaa toimikuntaa (engl. advisory group): pääosin lippuvaltioiden edustajista koostuva Maritime Authorities Advisory Group (MAAG) ja keskeisistä ro-ro-alusten operaattoreista koostuva Maritime Operators Advisory Group (MOAG).

”Ro-ro-alusten tulipalojen suuri määrä viime vuosina on tuonut esiin tarpeen parantaa palontorjuntaa ja tulipalojen hallintaa.”

Euroopan komissio rahoittaa LASH FIRE -projektia 12,2 miljoonalla eurolla Horisontti 2020 -tutkimus- ja innovaatio-ohjelman kautta.

Työpakettit ja tavoitteet

Projektin työpakettit (WP, engl. work package) ovat seuraavat:

- WP01: Taloudellinen ja hallinnollinen projektinjohto
- WP02: Tekninen projektinjohto ja laadunvarmistus
- WP03: Yhteistyö ja viestintä
- WP04: Muodollinen turvallisuusarviointi
- WP05: Laivaintegraatio
- WP06: Tehokkaat manuaalitoiminnot
- WP07: Luontaisesti turvallinen suunnittelu
- WP08: Syttymisen estäminen
- WP09: Palon havaitseminen
- WP10: Sammutus
- WP11: Palon leviämisen estäminen
- WP12: Eettiset vaatimukset

Työpakettien väliset yhteydet ja niiden liittyminen projektin erityistavoitteisiin esitetään kuvassa 1.

LASH FIRE -projektin yleisenä päätavoitteena on kehittää menekkulun paloturvallisuusratkaisuja innovatiivisilla teknologioilla, toiminnoilla ja sovelluksilla, todentaa näiden ratkaisujen tehokkuus ja käytettävyys toimintaympäristöissään ja edistää säädöskehitystä kustannus-hyötyanalyysillä ja kansainvälisellä yhteistyöllä. Tämä toteutetaan kuvassa 1 esitetyn projektirakenteen avulla, jossa eri osa-alueet eli projektikerrokset on kytketty määriteltyihin erityistavoitteisiin:

- Erityistavoite 1 (WP06–WP11): ro-ro-alusten itsenäisen palontorjunnan vahvistaminen
- Erityistavoite 2 (WP05): laivaintegraation arviointi ja todentaminen
- Erityistavoite 3 (WP04): kustannus-hyötyanalyysin teknisen perustan tuottaminen
- Erityistavoite 4 (WP03): säädöskehitys ja maailmanlaajuinen yhteistyö

LASH FIRE -projektikonsepti on suunniteltu korostaen konsortion osapuolten erilaisia osaamisia, rooleja ja vastuualueita tavoitteiden saavuttamiseksi. Tiivis yhteistyö projektikerrosten sisällä ja myös niiden välillä on keskeinen edellytys onnistumiselle.

Kuvan 1 alin kerros koostuu kehitys- ja todentamistyöpaketeista (WP06–WP11), joissa kehitetään toiminnallisia ja teknisiä ratkaisuja. Nämä työpakettit vastaavat myös ratkaisujen toimivuuden todentamisesta yhteistyössä laivaintegraatio- ja arviointikerroksen (WP05) kanssa. Nämä kerrokset tuottavat tietoa säädösarviointikerrokselle (WP04), joka tuottaa säädöskehitysehdotuksia yhdessä yhteistyö- ja viestintäkerroksen kanssa (WP03). Projektinjohtokerros koostuu taloudellisesta ja hallinnollisesta projektinjohtoksesta (WP01) sekä teknisestä projektinjohtoksesta ja laadunvarmistuksesta (WP02).

Tarkasteltavat alustyyppit ja ro-ro-tilat

Ro-ro-alus on yleisnimitys laivoille, joiden lastaus tapahtuu aluksen sivusta, perästä tai keulasta rullaten (ts. lasti liikkuu pyörien päällä), eikä niiden lastauksessa tarvita nosturia. LASH FIRE -projektissa tarkastellaan eri ro-ro-alustyyppisiä, joita ovat ro-ro-matkustajalaiva, ro-ro-rahtilaiva ja ajoneuvojen kuljetusalus. SOLAS-määritelmän mukaan matkustajalaiva on alus, joka kuljettaa useampaa kuin 12 matkustajaa [2, SOLAS I/2(f)]. Ro-ro-matkustajalaiva tarkoittaa matkustajalaivaa, jossa on ro-ro-tiloja tai erityiskategorian tiloja [2, SOLAS II-2/3.42]. Näistä aluksista käytetään

Projektinjohto	WP01: Taloudellinen ja hallinnollinen projektinjohto				Et4: Säädöskehitys ja maailmanlaajuinen yhteistyö
	WP02: Tekninen projektinjohto ja laadunvarmistus				
Yhteistyö ja viestintä	WP03: Yhteistyö: ulkoinen seuranta, yhteistyö, neuvonantavat toimikunnat WP03: Viestintä: Säädöskehityksen tuki, neuvonantavat toimikunnat, tiedonvälitys				
Säädösarviointi	WP04: Muodollinen turvallisuusarviointi: ro-ro-alusten paloriskimalli, seurausten simulointi, kustannus-hyöty- ja riskinalentamisarviointi, ohjeistusten ja suositusten kehittäminen				Et3: kustannus-hyötyanalyysin teknisen perustan tuottaminen
Laivaintegraatio ja arviointi	WP05: Laivaintegraatio: ro-ro-alustyyppisiä edustavien laivojen valinta, laivaintegraation ehdot ja arviointi, kustannusten arviointi, laivalla tapahtuvan todentamisen helpottaminen				Et2: laivaintegraation arviointi ja todentaminen
Kehitys ja todentaminen (toiminnallinen)	WP06: Tehokkaat manuaalitoiminnot: manuaalinen suojaus, palovartiointi, ensivaste, sammutustyö				Et1: ro-ro-alusten itsenäisen palontorjunnan vahvistaminen
	WP07: Luontaisesti turvallinen suunnittelu: komentosillan hälytyspaneeli, sammutuksen aktivointi, johtaminen				
Kehitys ja todentaminen (tekninen)	WP05: Laivaintegraation arviointi ja laivalla tapahtuva todentaminen				
	WP08: Syttymisen estäminen	WP09: Palon havaitseminen	WP10: Sammutus	WP11: Palon leviämisen estäminen	

Kuva 1. LASH FIRE -projektin työpakettit, niiden väliset yhteydet ja liittyminen tavoitteisiin. Et = erityistavoite.

tään lyhennettä ro-pax. Rahtilaiva on mikä tahansa laiva, joka ei ole matkustajalaiva [2, SOLAS I/2(g)]. Ro-ro-rahtilaiva tarkoittaa rahtilaivaa, jossa on ro-ro-tiloja tai erityiskategorian tiloja [2, SOLAS II-2/3.42]. Ajoneuvojen kuljetusaluksella tarkoitetaan rahtilaivaa, joka kuljettaa rahtia vain ro-ro-tiloissa tai ajoneuvotiloissa ja joka on suunniteltu miehittämättömien, ilman rahtia olevien moottoriajoneuvojen kuljettamiseen [2, SOLAS II-2/3.56], [3].

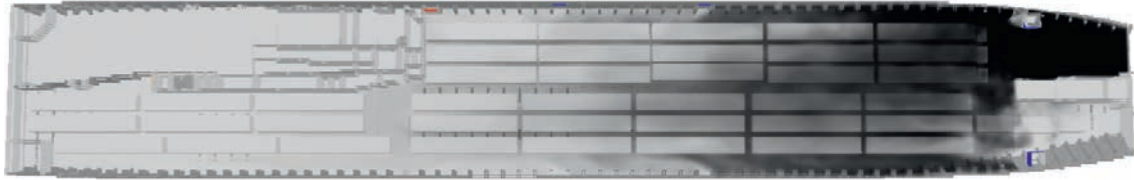
Kutakin ro-ro-alustyyppiä on LASH FIRE -projektissa valittu edustamaan olemassa oleva laiva, jonka geometriaa ja paloturvallisuusjärjestelyjä käytetään muun muassa simulaatioiden perustietoina. Nämä laivat ovat ro-ro-matkustajalaiva Stena Flavia, ro-ro-rahtilaiva Magnolia Seaways ja ajoneuvojen kuljetusalus Torrens.

Ro-ro-aluksilla voi olla avoimia ja suljettuja ro-ro-tiloja sekä sääkansia. Avoimet ro-ro-tilat ovat lastitiloja, joiden molemmat päädyt ovat avonaisia, tai vaihtoehtoisesti avoinna on toinen päädyistä sekä vähintään kymmenen prosenttia tilan sivujen pinta-alasta. Suljetut ro-ro-tilat ovat lastitiloja, jotka eivät ole avoimia ro-ro-tiloja eivätkä sääkansia. Sääkannet ovat täysin alttiina sääolosuhteille yläpuolelta ja vähintään kahdelta sivulta. LASH FIRE -projektissa tutkitaan ro-ro-tilatyyppisiä ottaen huomioon tarkastelun tarkoituksenmukaisuus ja käytännön rajoitteet. Esimerkiksi palon havaitsemisen simulointi keskittyy avoimiin ja suljettuihin ro-ro-tiloihin muttei huomioi sääkansia.

PALON HAVAITSEMINEN

WP9-työpaketin tavoitteena on nopea ja luotettava palon havaitseminen, paikantaminen ja varmentaminen eri tyyppisissä ro-ro-tiloissa tarkastelemalla uusia ja edistyneitä teknologioita. VTT:n tehtävänä tässä työssä on suorittaa savun ja lämmön kulkeutumisen simulaatioita, joilla määritetään palon havaitsemisaika eri teknologioilla ja erilaisissa ilmanvaihtotilanteissa. Paloilmamaisimia sijoitetaan simulaatioissa avoimiin ja suljettuihin ro-ro-tiloihin sekä suljettujen ro-ro-tilojen ilmanvaihtoputkiin. Simuloinnit tuottavat myös suosituksia paloilmajärjestelmien suuren mittakaavan testaukseen ja validointiin eri paloskenaarioissa.

Simuloinnit suoritetaan Fire Dynamics Simulator (FDS) -ohjelmalla [4]. Simuloitavat tilat ovat Stena Flavian avoin ro-ro-tila



Kuva 2. Savun kulkeutumista suljetun ro-ro-tilan simulaatiossa, jossa palo sijaitsee paapuurin puolella lähellä keulaa.

la kannella 4 ja suljettu ro-ro-tila kannella 3. Tarkasteltavat palon havaitsemisteknologiat ja havaitsemisaikojen arviointitavat ovat seuraavat:

- lämpöilmaisin: FDS-ohjelman malli
- savuilmaisin: FDS-ohjelman malli
- CO- eli hiilimonoksidi-ilmaisin: simuloitu CO-pitoisuus
- lineaarinen lämpöilmaisin: simuloitu kaasun lämpötila
- liekkien videohavainnointi: simuloitu paloteho tilavuusyksikköä kohti
- savun videohavainnointi: simuloitu optinen tiheys
- lämpösäteilyyn perustuva liekki-ilmaisin: simuloitu säteilyvuon tiheys
- lämpökamerailmaisoin: simuloitujen kaasun- ja pintalämpötilat

Ilmaisimet sijoitetaan simuloinneissa siten kuin ne Stena Flavian ro-ro-tiloissa sijaitsevat tai LASH FIRE -konsortioista saadun ohjeistuksen mukaisesti. Mitoituspalona käytetään pääosin t²-paloikäyrää. Palon sijainti valitaan siten, että havainnoinnin ennakoitua tapahtuvan suhteellisen nopeasti ("helppo" tapaus) tai viivästyneesti ("vaikea" tapaus). Noen- ja CO-tuotolle käytetään kahta eri arvoa (matala ja korkea), jotta saadaan näkyviin eri havaitsemisteknologioiden erot erilaisissa palotilanteissa. Avoimen ro-ro-tilan simulointeihin on tuulen nopeudeksi valittu 7,5 m/s tai 3,75 m/s ja tuulen suunnaksi vastatuuli, myötätuuli tai paapuurin puoleinen tuuli.

Tätä artikkelia kirjoitettaessa simuloinnit ja tulosten analysointi ovat vielä kesken. Kuva 2 havainnollistaa käynnissä olevia simuloitteja esimerkinomaisesti.

PALON LEVIÄMISEN ESTÄMINEN

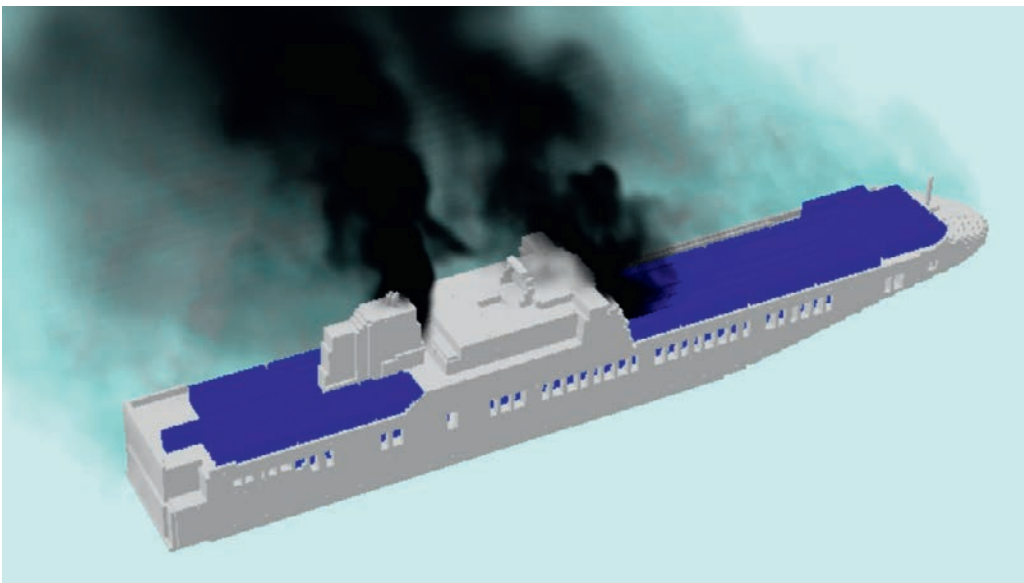
Palon leviämisen estämiseen liittyvän WP11-työpakettin tavoitteena on eliminoida merkittävät heikkoudet palon leviämisen rajoittami-

ssa ottaen huomioon savu, liekki ja kuumuus. WP11-työpaketissa VTT on tehnyt ro-ro-tilojen aukkojen kautta tapahtuvan palon ja savun leviämisen simuloitteja. Työssä tarkasteltiin poistumisturvallisuuden kannalta kriittisten alueiden kuten poistumisasemien ja pelastusvälineiden sijaintipaikkojen turvallisuutta. Simuloinnit suoritettiin Fire Dynamics Simulator (FDS) -ohjelmalla [4]. Kuva 3 havainnollistaa tehtyjä simuloitteja esimerkinomaisesti. Tulosten perusteella määriteltiin turvallisuusohjeita laivasuunnitteluun ottaen huomioon sekä ihmisille että pelastusvälineiden materiaaleille kriittiset olosuhteet. Ohjeet koskevat ro-ro-tilojen aukkojen turvaetäisyyksiä ja järjestelyjä lähialueiden ja kriittisten alueiden suhteen.

Simulointitulosten pohjalta määritettiin mahdollisia riskienhallintatoimenpiteitä. Turvaetäisyydet ro-ro-tilojen aukkojen ja kriittisten alueiden välillä havaittiin tehokkaaksi tavaksi varmistaa kriittisten alueiden turvallisuus. Uusissa aluksissa turvaetäisyydet voidaan ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Jo olemassa olevissa aluksissa ne voidaan toteuttaa joko sulkemalla osa aukoista tai varustamalla aukot tulipalotilanteessa aktivoituvilla suljinlaitteilla. Tämän lisäksi laivan kurssin muutoksilla on mahdollista suunnata savu pois kriittisiltä alueilta tulipalotilanteessa edellyttäen, että laiva on ohjailtavissa eikä kurssimuutos vaaranna turvallista poistumista kovassa merenkäynnissä.

Simulointituloksia ja ehdotettuja riskienhallintatoimenpiteitä voidaan hyödyntää kehitettäessä ro-ro-tilojen aukkojen suunnitteluohjeistusta. Tulokset täydentävät aiheesta aiemmin tehtyä tutkimusta [5] ja siten tukevat päätöksentekoa. Työn tuloksia ja niihin perustuvaa ohjeistusta voidaan hyödyntää suunniteltaessa uusia aiempaa paloturvallisempia ro-ro-aluksia, parannettaessa olemassa olevien alusten paloturvallisuutta ja uudistettaessa Kansainvälisen merenkulkujärjestön säädöksiä.

VTT:n tekemää tutkimusta liittyen palon ja savun leviämiseen ro-ro-tilojen aukkojen kautta käsitellään tarkemmin toisessa Palotutkimuksen päivien 2021 artikkelissa [6].



Kuva 3. Savun kulkeutumista laivan ulkopuolelle simulaatiossa, jossa palo sijaitsee avoimessa ro-ro-tilassa ja palon aikana valitsee tuuli tyyrpuurin puolelta.

YHTEENVETO

Ro-ro-alusten tulipalojen suuri määrä viime vuosina on tuonut esiin tarpeen parantaa palontorjuntaa ja tulipalojen hallintaa, koska näillä tulipaloilla on vakavia seurauksia aluksen miehistölle ja matkustajille sekä laivalle ja sen rahdille. Euroopan unionin rahoittamassa LASH FIRE -tutkimushankkeessa kehitetään uusia toimintatapoja ja teknisiä innovaatioita, jotka parantavat ro-ro-alusten paloturvallisuutta ja vastaavat nykyisiin ja tuleviin paloturvallisuushaasteisiin. Projektin tulosten odotetaan alentavan ro-ro-alusten syttymistäajuutta 35 prosentilla ja tulipalojen kuolonuhrien määrää 45 prosentilla.

Palon havaitsemiseen liittyvän työpaketin tavoitteena on nopea ja luotettava palon havaitseminen, paikantaminen ja varmentaminen eri tyyppisissä ro-ro-tiloissa tarkastelemalla uusia ja edistyneitä teknologioita. VTT suorittaa savun ja lämmön kulkeutumisen simulaatioita, joilla määritetään palon havaitsemisaika eri teknologioilla ja erilaisissa ilmanvaihtotilanteissa. Simuloinnit tuottavat myös suosituksia paloilmajärjestelmien suuren mittakaavan testaukseen ja validointiin eri paloskenaarioissa.

Palon leviämisen estämiseen liittyvän työpaketin tavoitteena on eliminoida merkittävät heikkoudet palon leviämisen rajoittamisesta ottaen huomioon savu, liekit ja kuumuus. VTT on tehnyt ro-ro-tilojen aukkojen kautta tapahtuvan palon ja savun leviämisen simulointeja. Työssä tarkasteltiin poistumisturvallisuuden kannalta kriittisten alueiden kuten poistumisasemien ja pelastusvälineiden sijaintipaikkojen turvallisuutta. Turvaetäisyydet ro-ro-tilojen aukkojen ja kriittisten alueiden välillä havaittiin tehokkaaksi riskienhallintatoimenpiteeksi varmistaa kriittisten alueiden turvallisuus. On todettu, että muuttamalla laivan kurssia savu voidaan suunnata pois kriittisiltä alueilta. Tämä edellyttää, että laivaa pystytään ohjaamaan ja turvallinen poistuminen ei vaaranna kovassa merenkäynnissä kurssimuutoksen seurauksena. Työn tuloksia ja niihin perustuvaa ohjeistusta voidaan hyödyntää suunniteltaessa uusia aiempaa paloturvallisempia ro-ro-aluksia, parannettaessa olemassa olevien alusten paloturvallisuutta ja uudistettaessa Kansainvälisen merenkulkujärjestön säädöksinä.

KIITOKSET

Tämä projekti on saanut rahoitusta Euroopan unionin Horisontti 2020 -tutkimus- ja innovaatio-ohjelmasta perustuen rahoitus-sopimukseen nro 814975.

LÄHDELUETTELO

1. <http://www.lashfire.eu>
2. SOLAS – International Convention for the Safety of Life at Sea, Consolidated Edition, as amended. International Maritime Organization, 2014.
3. Unified interpretations of SOLAS Chapter II-2, MSC.1/Circ.1555. International Maritime Organization, 2016.
4. McGrattan, K., Hostikka, S., Floyd, J., McDermott, R. & Vanella, M. Fire Dynamics Simulator, Technical Reference Guide, Volume 1: Mathematical Model. Gaithersburg, Maryland: National Institute of Standards and Technology, 2020. 120 s. + liitt. 49 s. (NIST Special Publication 1018-1).
5. Leroux, J., Mindykowski, P., Evgren, F., Gustin, L., Faivre, J., Frösing, M., Lottkär, J., Ukaj, K. & Vicard, B. FIRESAFE II, Containment and Evacuation (Final report). 2018. 139 s. + liitt. 42 s.
6. Tissari, A., Verma, N., Korhonen, T., Kling, T. & Hakkarainen, T. Miten hallita ro-ro-tilojen aukkoihin liittyviä paloriskejä? Palotutkimuksen päivät 2021.

Pelastustieto
- alan seuratuin media

ETUOSI PELASTUSTIETO PELASTUSTIETOIMTA BLOGIT YHTEYSTIEDOT S. MOTTIALLI

KIRJAUUDU PALVELUUN
Pelastustietoon tilatut voivat lukea hakkeja palvelun ohjeita.

KIRJAUUDU PALVELUUN
TILAA PELASTUSTIETO
TILAA UUTISKIRJE
TILAA INSTAGRAMI

USIN LEHTI
Pelastustieto
Sammus liekki

LEHTIARKISTO

SUOSITUT

Päijät-Häme aloittaa sopimuspalokuntalaisten rekrytointikampanjan - "Parhaimmillaan elämäntaitainen harrastus"

Kalejoen maastopalo on rauhoittumassa - maastopalo on rauhoittumassa - maastopalo on rauhoittumassa - maastopalo on rauhoittumassa

Kaupallinen yhteistyö. Vesi on vaahtoa parempaa - ympäristö ei odota

Kaupallinen yhteistyö. Nostolevylle pelastaa turvallisesti korkealta Keski-Suomessa

Pelastusajoneuvot saavat polttoainetta poikkeusolosuhteissa

Sopimuspalokuntien tuentamaton tulevaisuus - kuinka välttää toiminnan sammuminen?

Blogit

Ahtinatut, pelastettua, potilas ja uhri

Oeko-viestintämme varustanut kukaan?

Tiedä, mistä alalla puhutaan!
- pelastustieto.fi -