

RAPORTTI 1/2014

Sakari Hatakka, Hennamari Valkeinen, Ville Huurinainen

RAPORTTI

Sähkölaitteistoista aiheutuneet tulipalot ja palovaarat Suomessa - esiselvitys

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

tukes

Esiselvitys

**Sähkölaitteistoista aiheutuneet tulipalot ja
palovaarat Suomessa**

Tekijät:

Sakari Hatakka

Hennamari Valkeinen

Ville Huurinainen

Sisällys

Tiivistelmä	5
1. Johdanto	7
2. Sähkövahinkojen seuranta ja tutkimus Tukesissa	8
2.1 Tukesin vuosittainen sähköpalojen seuranta	9
2.2 Sähköpalojen aiheuttamat omaisuusvahingot vakuutusalan mukaan	9
2.3 Tukesin suorittamia sähköpaloihin liittyviä tutkimuksia ja selvityksiä	9
3. Sähkölaitteistojen turvallisuus	11
3.1 Huolellinen suunnittelu	12
3.2 Turvallisuudesta varmistuminen käyttöönottovaiheessa	12
3.3 Käytön aikaisen turvallisuuden ylläpito	12
3.4 Kunnossapidosta yleisesti	13
4. Yleistä palon synnystä sähkölaitteistoissa	15
5. Pelastustoimen tietokanta PRONTO ja sen hyödyntäminen Tukesin sähköturvallisuuden valvontatyössä	16
5.1 PRONTO sähköpalojen seurannassa	16
5.2 Hälytystehtävien kirjaaminen PRONTOon	17
6. Sähkölaitteistopalot Suomessa -selvitys	19
6.1 Kiinteän ja puolikiinteän asennuksen määritelmä selvityksessä	20
6.2 Selvityksen kuvaus	20
6.3 Sidosryhmien näkökulmia selvitykseen	21
7. Selvityksen tuloksista ja tulkinnoista	23
8. Yleisesti sähkölaitteistoista aiheutuneista palohälytystehtävistä	25
8.1 Käyttäjän virheet	25
8.2 Sähkölaitteiston kiinteistä ja puolikiinteistä sähköasennuksista aiheutuneet rakennuspalot	26
8.3 Sähkölaitteiston vikaantumisesta aiheutuneet tehtävät	27
9. Selvityksen tulokset ja tulkinnot ryhmittäin	29
9.1 Sähköliesi	29
9.2 Valaisin	29
9.3 Sähkökiuas	32
9.4 Sähkökeskus	34
9.5 Sähköjohdot ja -kaapeloinnit	36
9.6 Tuotantoprosessin kone tai laite	37

9.7 Ilmanvaihtojärjestelmät	38
9.8 Pistorasia tai painike	40
9.9 Muu kone tai laite	41
9.10 Muu rakennuksen sähköverkoston osa	44
9.11 Sähkölämmitysjärjestelmät.....	45
9.12 Hissi	46
9.13 Kylmiöt ja teollisuuskäyttöön tarkoitetut pesukoneet	47
10. Havainnot sähkölaitteistopaloista alkuperäisen aineiston ulkopuolelta.....	48
10.1 Mekaanisen kuumenemisen aiheuttamat palohälytystehtävät.....	48
10.2 Muu tulipalo, maastopalo ja räjähdys -luokitellut sähkönkäytöstä aiheutuneet tehtävät .	48
11. Johtopäätökset ja huomioita tuloksista	50
11.1 Huomioita tuloksista.....	51
12. Tutkimuksen epävarmuustekijät	55
13. PRONTO- tietokannan hyödyntäminen sähköturvallisuustyössä	56
14. Projektin hyödyt ja lopputulos	57
14.1 Mitä sähkölaitteistoista aiheutuvien palovahinkojen vähentämiseksi olisi hyvä tietää.....	57
15. Lopuksi	59
LÄHTEET.....	60
LIITTEET	61
LIITE 1. Sähkölaitteistoista pelastuslaitoksille aiheutuneet palohälytystehtävät ryhmittäin ja prosenttiosuuksineen.....	61
LIITE 2. Sähkölaitteistoista aiheutuneet palohälytystehtävät 3/2013-2/2013.....	62

Tiivistelmä

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) yksi tehtävä on toimia Suomessa sähköturvallisuusviranomaisena. Turvallisuutta ylläpidetään ja edistetään valvonnalla, kehittämistoiminnalla ja viestinnällä.

Sähköturvallisuuden valvonnassa, sähkönkäytön aiheuttamien palovahinkojen seurannan yhtenä työvälineenä hyödynnetään pelastustoimen tietokanta PRONTOa, joka sisältää mm. tiedot ja kuvaukset palohälytystehtävien suorittamisesta. Tukesissa tehtyjen, tietokantaan perustuvien tutkimusten mukaan sähkönkäyttö aiheuttaa vuosittain noin 2500 rakennuspaloa ja palovaaraa. Aiemmissa tutkimuksissa niistä noin 300 on ollut sähkölaitteiston aiheuttamia. Tässä selvityksessä sähkölaitteistopaloiksi on määritelty huomattavasti laajempi joukko hälytystehtäviä kuin aikaisemmissa tutkimuksissa. Tämä johtuu siitä, että myös ns. puolikiinteät asennukset (esim. kiuas, kiinteän asennuksen valaisimet) on luettu sähkölaitteistojen osiksi.

Yksittäisten, usein pistotulpalla liitettävien, sähkölaitteiden käytöstä aiheutuvat paloriskit ja tulipalojen syyt tunnistetaan yleensä hyvin. Sen sijaan erilaisten sähkölaitteistojen kiinteiden ja -puolikiinteiden asennusten aiheuttamista tulipaloista syttymissyineen ei ole käytettävissä läheskään yhtä tarkkaa tietoa.

Tämä selvitys tarkastelee pelastustoimen tietokannassa käytettävissä olevia tietoja, sähkölaitteistojen ”asennetuista osista” aiheutuneiden tulipalojen teknisten syiden, oikean asennuksen, asianmukaisen käytön, huollon ja kunnossapidon sekä tarkastusten näkökulmasta.

Selvitystyö toteutettiin käyttämällä perusaineistona Tukesin viimeisintä sähköpalotutkimusta, jonka materiaalina oli vuoden seurantajakso (viikot 9/2012 - 8/2013) PRONTOsta. Selvityksessä haettiin PRONTO-tietokannasta niin yksityiskohtaista tietoa palovaarallisesti vikaantuvista sähkölaitteiston osista ja vikaantumisen tarkemmista syistä kuin mahdollista. Yksi keskeisistä tavoitteista oli luoda tilannekuva sähkölaitteistojen aiheuttamista paloista Suomessa ja sen pohjalta arvioida tarvetta mahdollisiin tarkempiin selvityksiin paloriskeistä ja paloista.

Aiemmistä tutkimuksista poiketen ja selvitysaineiston ulkopuolelta tarkasteltiin seurantajakson hälytystehtäviä siten, että voitaisiin muodostaa peruskäsitys sähköstä energiansaavien laitteiston osien mekaanisen vikaantumisen aiheuttamista palovahingoista.

Selvitykseen mukaan sähkölaitteistojen kiinteiden ja puolikiinteiden asennusten vikaantumisesta aiheutui pelastustoimelle seurantajaksoilla 769 sammutus- tai tarkastustehtävää (tulipalo tai -palovaara).

Tukesin kevään 2013 ”Sähkö palon syttymissyynä”- tutkimuksesta saadusta sammutus- tai tarkastustehtävien kokonaismäärästä (2590 tehtävää) oli selvityksen mukaan rakennusten sähkölaitteistojen asennusten vikaantumisesta aiheutuneita rakennuspaloksi syttymiskohdastaan levinneitä tulipaloja noin 8 %. Näiden noin 200 rakennuspalon arvioitiin syntyneen muun muassa seuraavista syistä: oikosulku, huono liitos, komponentin vikaantuminen, laitteiston ikä ja mekaaninen vaurioituminen. Suurta osaa rakennuspaloon johtaneista syistä ei tunnistettu.

Selvityksen tulokset tukevat aiempia havaintoja siitä, että vanhoihin asennuksiin sekä maa- ja puutarhatalouden tilojen sähkölaitteistoihin liittyy usein lisääntyneitä riskitekijöitä. Yksittäisinä

laitteiston osina huomio kiinnittyi kiinteästi asennettujen valaisimien, jakokeskusten ja erityisesti johtojärjestelmien vikaantumiseen.

Selvitystyössä havaittiin, että PRONTO-tietokannan kirjaamisenettelyihin sisältyy onnettomuustyyppisiä, joihin liittyviä sähköpaloja ja -palovaaroja ei ole huomioitu alkuperäisessä selvitysaineistossa, eikä siten myöskään Tukesin sähkökäytöstä aiheutuvien palovahinkojen seurannassa. Tällaisia alkuperäisen selvitysaineiston ulkopuolelle jääneitä hälytystehtäviä ovat muut kuin rakennuksiin kohdistuneet sammutustehtävät mm. maastopalot ja sähkönsiirtoverkkojen osissa tapahtuneet palot. Näiden tehtävien osuus oli merkittävä, n. 17 prosenttia kaikista seurantajakson sähkölaitteistojen vikaantumisesta aiheutuneista pelastuslaitoksen tehtävistä.

Tämä selvitys antaa tilannekuvan sähkölaitteistojen palovaarallisesta vikaantumisesta yhden vuoden aikana. Selvityksen perusteella sähkölaitteiston eri osien palovaarallisen vikaantumisen syytä ei voida tällä hetkellä selvittää kovinkaan tarkoin yksinomaan PRONTOon kirjautuvien tietojen avulla.

Tuloksissa huomio kiinnittyy kiinteästi asennettujen valaisimien, jakokeskusten ja johtojärjestelmien vikaantumiseen. Seurantajaksolla kappalemääräisesti eniten rakennuspaloon johtavia vikaantumisia (63 tulipaloa) aiheutui sähköjohdoista ja -kaapeloinneista sekä niiden haaroitus- ja liitoskohdista (liitoksista) mm. jakorasioissa. Noin kaksi kolmesta ($\frac{2}{3}$) johtojärjestelmien vikaantumisesta aiheutuneista pelastuslaitoksen hälytystehtävistä oli rakennuspalon sammutustehtäviä. Aikaisemmissa tutkimuksissa on tarkasteltu vain rakennusten sähköpaloja. Tässä selvityksessä tarkasteltiin erilaisia sähkölaitteistoja laajemminkin. Tällaisia hälytystehtäviä oli seurantajaksolla 128 kappaletta, mikä on merkittävä osa (16,6 %) asennettujen sähkölaitteiston osien vikaantumisesta aiheutuneista pelastuslaitoksen tehtävistä.

Selvityksen tuloksia on mahdollista hyödyntää asennus-, käyttö- ja kunnossapitotoimintaan liittyvässä tiedottamisessa sähköturvallisuuden edistämiseksi.

Useissa PRONTO:n sanallisissa kuvauksissa arvioidaan palovaarallisen vikaantumisen syyksi se, että laitteisto tai sen osa on ollut vanha. Sähköturvallisuutta koskevissa viranomaismääräyksissä on mahdotonta määritellä yksityiskohtaisia ”pakollisia” kunnossapitotoimenpiteitä tai asettaa vaatimuksia sille, minkä ikäisiä sähköasennuksia pitää turvallisuuden kannalta uusien. Toimialalla olisikin tarpeen tehdä selvitystyötä ja hahmotella ohjeita siitä, milloin erilaiset sähköjärjestelmät tai niiden osat käyttöympäristössään ovat tutkitusti elinkaarensa päässä ja niin riskialttiita, että niiden käytöstä poistoa ja uusimista suositellaan vahvasti.

1. Johdanto

Tukes on selvittänyt sähköenergiasta alkunsa saaneiden rakennuspalojen syitä useissa laajoissa tutkimuksissa. Viimeisin seurantatutkimus ”[Sähkö palon sytymissyynä](#)” julkaistiin keväällä 2013. Sen mukaan sähköön käytöstä aiheutui vuoden mittaisella seurantajaksolla pelastuslaitokselle 2590 rakennuksiin kohdistunutta sammutus- tai tarkistustehtävää. Näistä rakennuspaloksi syttymiskohdastaan levinneitä rakennuksen rakenteet tai irtaimiston palamaan sytyttäneitä palojen sammutustehtäviä oli 23 % (597 tehtävää).

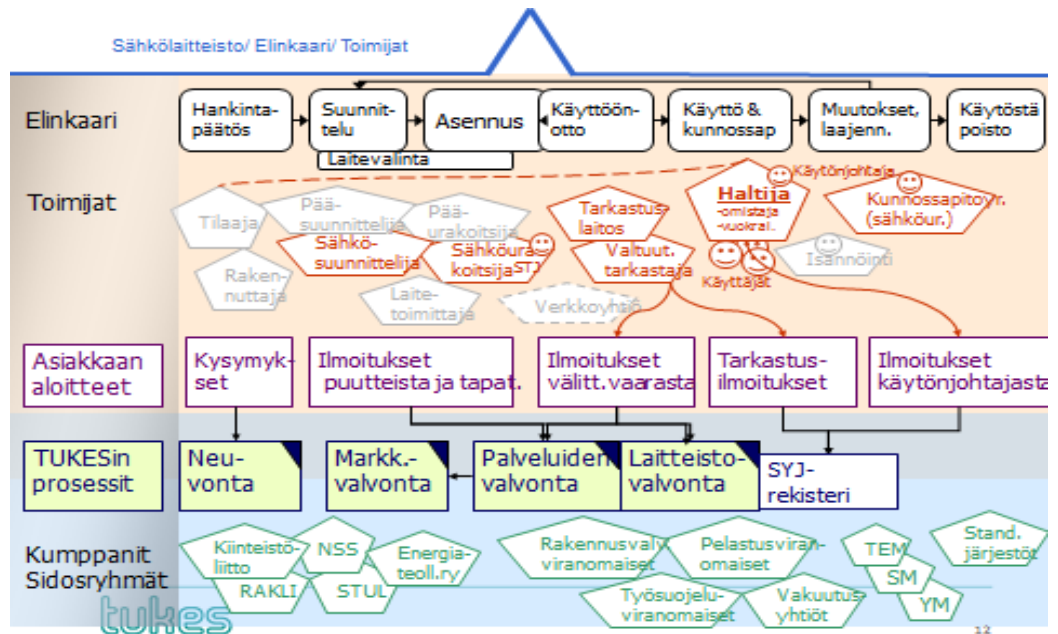
Tutkimuksesta saatiin pelastustoimelle kappalemäärät sammutus- tai tarkistustehtäviä rakennuksissa aiheuttavista sähkölaite- tai laitteistoryhmistä. Tutkimuksen piiriin ei sisällynyt varsinaisen palon syyn selvittäminen, joten tapauksia ei tutkittu sen kannalta, että minkälainen vikaantumisen tai muu syy sähkölaitteessa tai laitteistossa johti paloon tai *palovaaraan.

* Rakennuspalovaara lisättiin tilastoihin 2009. Rakennuspalovaara lisättiin tilastoihin 2009. Määritelmä tarkoittaa rakennuksessa ollutta tulipaloa, joka ei ole levinnyt syttymiskohdastaan.

Tämän selvityksen yhtenä tavoitteena on jäsentää seurantatutkimuksessa koottua aineistoa ja luoda tilannekuva sähköasennuksista aiheutuvista paloista ja palovaaroista. Sähköstä aiheutuvia palovahinkojen voidaan ennalta ehkäistä ja vähentää vain, jos palovaaralliset viat ja vikaantumiseen johtavat syytekijät tunnistaan riittävän hyvin. Seurantatutkimuksen aineistosta pyritään mahdollisuuksien mukaan selvittämään palovaaralliseen vikaantumiseen johtaneita tarkempia syitä ja tunnistamaan toistuvia ilmiöitä.

Aineistoa tarkastellaan sähkölaitteistojen oikean asennuksen, turvallisen käytön, huollon ja kunnossapidon sekä laitteistoon kohdistuvien tarkastusten teknisestä näkökulmasta laitteiston elinkaaren aikana. Selvitykseen on koottu asiayhteyteen liittyen sähkölaitteistojen rakentamista ja käytönaikaisen turvallisuuden ylläpitoa ja asiakokonaisuutta koskevia ohjausjärjestelmän perusvaatimuksia. Tarkastelukulmasta johtuen on lähdeaineistosta pyritty selvittämään sähkölaitteistoon ja sen suojauksen piiriin kuuluvan sähkömekaanisen rakenteenosan, kuten sähkömoottorin vikaantumisen aiheuttamia palovahinkoja.

Selvitysten tulosten perusteella tarkastellaan tarvetta tehdä mahdollisia tarkempia selvityksiä sähkölaitteistopalojen syytekijöistä.



Kuva 1. Sähkölaitteiston elinkaari, keskeisimmät toimijat sekä Tukesin sidosryhmät sen eri vaiheissa

2. Sähkövahinkojen seuranta ja tutkimus Tukesissa

Tukes toimii Suomessa sähköturvallisuusviranomaisena. Turvallisuutta ylläpidetään ja edistetään valvonnalla, kehittämistoiminnalla ja viestinnällä. Sähkölaitteistojen osalta valvonnan kohteita ovat sähköurakointi, -asennukset, -laitteistot sekä tarkastuslaitokset ja tarkastajat. Tukes valvoo myös hissiturvallisuutta ja hissejä tarkastavien laitosten toimintaa.

Tukes kerää tietoja ja tutkii toimialallaan sattuneita onnettomuuksia. Tukesin tietoon tulleet vakavat sähkö- ja sähkötyötaturmat sekä hissionnettomuudet käsitellään ja kuolemaan johtaneet tapaturmat tutkitaan pääsääntöisesti aina.

Sähkövahinkojen, mm. sähköiskujen ja sähköpalojen, seurannalla valvotaan sähköturvallisuuden toteutumista sekä teknisen turvallisuuden kehityssuuntia.

Sähkökäytöstä aiheutuvien palovahinkojen seurannan ja tilastotutkimusten lisäksi on Tukesissa voitu tehdä palonsyöntutkimuksia yksittäisissä tapauksissa, jos sen on katsottu edistävän yleistä sähköturvallisuutta Suomessa ja olevan onnettomuuden syyn tai ehkäisyn kannalta tarpeellista [Sähköturvallisuuslaki](#) (STL 410/1996) 52 a §.

Yksittäisiä tulipaloja tutkivia viranomaisia ovat pelastuslain ja poliisilain mukaisesti pelastusviranomainen I. palokunta ja poliisi. Pelastusviranomaisen on suoritettava palontutkinta, jossa arvioidaan mm. palon syyntymisyys. Poliisi tutkii mm. tulipalot, joissa on syytä epäillä rikosta, suurpalot (korvaussumma > 200 000 €) sekä palot, joista aiheutuu vakavia henkilövahinkoja.

Sähköisiä syyntymisiä tutkitaan ja sähköasennusten käytön aikaista paloturvallisuutta edistetään vahvasti myös vakuutusallalla.

2.1 Tukesin vuosittainen sähköpalojen seuranta

Tukes suorittaa vuosittain seurantaa sähköstä aiheutuvien rakennuspalojen määrästä. Seurannan mukaan määrä on pysynyt kutakuinkin samana jo vuodesta 2010 alkaen (taulukko 1). Tuorein tieto on vuodelta 2012, jolloin sähköstä aiheutuneisiin tulipaloihin kuoli 11 ihmistä. Vertailun vuoksi todettakoon, että erilaisissa sähkötapaturmissa menehtyy sähköiskuun vuosittain keskimäärin 2-3 henkilöä.

Taulukko 1. Sähköpalot ja tulipaloissa kuolleet vuosilta 2008-2012

Vuosi	2008	2009**	2010	2011	2012
Sähköpalot (kpl)	1255	960	630	592	570***
Sähköpalokuolemat (kpl)	17	22	21	15	11
Kaikki palokuolemat (kpl)	103	97	80	67	75
Rakennuspalo (kpl)	4485	2736	2786	2543	2413

** Vuosilta 2009- 2012 vain rakennuspalo (ei rakennuspalovaaroja), tilastointi muuttui 2009 alussa

*** Alustava tieto

2.2 Sähköpalojen aiheuttamat omaisuusvahingot vakuutusalan mukaan

Finanssialan Keskusliiton (FK) suomalaisilta vakuutusyhtiöiltä saamien tietojen pohjalta koottujen tilastojen perusteella palovahingot ovat suurin korvattava vahinkoryhmä verraten murto- ja vuo-
tovahinkokorvauksiin seurantajaksolla vuosina 1988- 2011. Vuonna 2011 paloista aiheutuneita korvattavia vahinkoja oli n. 7100 kpl, korvaussumman ollessa n. 213 M€.

Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että sähköpalojen osuus kaikkien tulipalojen sytymissyistä on vuosittain n. 1/3 (Sähkölaitteistoturvallisuuden yhteistyöfoorummin pöytäkirja 2013, Mero.).

2.3 Tukesin suorittamia sähköpaloihin liittyviä tutkimuksia ja selvityksiä

Tukes on tehnyt useita laajoja tutkimuksia sähkön aiheuttamista rakennuspaloista. Esimerkkeinä voidaan mainita "[Sähköpalojen riskienhallinta](#)" (Nurmi, 2001) ja "[Sähköpalot Suomessa](#)" (Nurmi, Nenonen & Sjöholm, 2005). Näiden lisäksi Tukesissa on tehty kohdennettuja selvityksiä, kuten "[Eläintilojen sähkö- ja paloturvallisuus](#)" (Granqvist, Nurmi & Nenonen, 2006) sekä vuosina 2009 (Nenonen & Granqvist) ja 2011 (Lepistö & Granqvist) tehdyt selvitykset sähkökeskusten paloris-
keistä.

Tuoreinta tietoa sähköpaloista Suomessa antaa keväällä 2013 valmistunut Tukesin tutkimusraportti "Sähkö palon sytymissyinä." Tutkimuksessa seurattiin sähkön käytöstä aiheutuneita rakennuspaloja ja -palovaaroja Suomessa aikavälillä 20.2.2012–3.3.2013. Pääpainona oli selvittää merkittävimmät rakennusten sähköpaloja aiheuttavat sähkölaite- ja laitteistoryhmät samaan tapaan kuin aiemmissa laajoissa tutkimuksissa. Tutkimuksen tuloksena saatiin kokonaiskuva Suomessa vuoden aikana tapahtuvien rakennusten sähköpalojen ja palovaarojen lukumääristä laite- ja laitteistoryhmittäin.

Tukesin aiemmista tutkimuksista on saatu runsaasti tietoa rakennuksissa tapahtuvien sähköpalojen tunnistetuista aiheuttajista. Tutkimukset ovat käsitelleet sähköpaloja kokonaisuutena, johon

kuuluvat sekä sähkölaitteista että sähkölaitteistoista aiheutuneet palohälytystehtävät. Tärkeimpänä tavoitteena on ollut selvittää yleisimmät sähköpaloja aiheuttavat laiteryhvät ja tapausten lukumäärät.

Tutkimuksista on saatu tietoa yksittäisten sähkölaitteiden paloriskeistä ja -ominaisuuksista Suomessa. Keskeisiksi sähköpalojen aiheuttajiksi on todettu erilaiset pistotulpalla verkkoon liitettävät kodinkoneet ja sähkölaitteet. Näistä tyypillisinä esimerkkeinä voidaan mainita astian- ja pyykinpesukone, jääkaappi, pakastin ja liesituuletin. Huomattavan isoon osaan laitteiden aiheuttamista paloista ja palovaaroista on välitön syy ollut ihmisen arjen toiminnassa.

Sähköasennus- ja laitteistokokonaisuuksien tulipaloon johtavista tekniseen vikaantumiseen ja siihen vaikuttavista tekijöistä ei ole käytettävissä läheskään yhtä yksityiskohtaista tutkittua ja koottua tietoa. Kokonaiskuvaa suuresta määrästä erilaisissa sähköasennuksissa ja laitteistoissa tapahtuvista tulipaloista on myös havaittu olevan tarpeen täsmentää. Tutkimuksissa on tuotu esiin rakennusten sähkölaitteistoissa silmämääräisesti tarkastellen havaittavia määrästenvastaisuuksia ja turvallisuuteen vaikuttavia mm. kunnossapidon puutteita. Havainnot eivät sellaisenaan selitä sähköpalojen suurta lukumäärää ja huomattavia vahinkoja. Sähkölaitteistojen aiheuttamia palovahinkoja rakennusten ulkopuolella ei ole aiemmin selvitetty.

3. Sähkölaitteistojen turvallisuus

Käsitteitä sähkölaite ja sähkölaitteisto käytetään usein erilaisissa asiayhteyksissä virheellisesti. Laitteita ja laitteistoja koskevat turvallisuusvaatimukset ovat keskenään erilaiset, joten täsmällinen ilmaisu voi olla joskus asiakokonaisuuden kannalta merkittävä.

Sähköturvallisuuslain 4§:n määrittelyjen mukaan tarkoitetaan

- **sähkölaitteella** sähkön tuottamiseen, siirtoon, jakeluun tai käyttöön tarkoitettua kojetta, konetta, laitetta tai tarviketta, jolta tai jonka osalta edellytetään tiettyjä sähkötekniisiä ominaisuuksia.

- **sähkölaitteistolla** *sähkölaitteista ja mahdollisesti muista laitteista, tarvikkeista ja rakenteista koostuvaa toiminnallista kokonaisuutta*. Sähkölaitteistoja ovat siten esimerkiksi rakennusten sähköjärjestelmät, teollisuuden kiinteistöt, sähköntuotantolaitokset sekä katuvalaistus-, sähkön-siirto- ja -jakeluverkot.

Sähköturvallisuutta koskevan perusvaatimuksen mukaisesti sähkölaitteistojen turvallisuuden tulee olla jatkuvasti sillä tasolla, ettei vahinkoja synny. Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, että niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa. Jos sähkölaite tai -laitteisto ei täytä näitä vaatimuksia, sitä ei saa saattaa markkinoille eikä ottaa käyttöön** (STL 410/1996, 5§).

**Sähkölaitteen tai -tarvikkeen markkinoille saattamisella tarkoitetaan laitteen asettamista ensimmäistä kertaa saataville EU:n markkinoilla mm. jakelua ja käyttöä varten.

[Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta](#) (KTMp 1193/1996) määrittelee liitteessään sähkölaitteistolta vaaditut olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset sekä menettelytavat niiden täyttämiseksi. Sähkölaitteistojen paloturvallisuudelle päätös listaa vaatimuksia seuraavasti:

- *Sähkölaitteiston rakenteen on oltava sellainen, että ei synny korkean lämpötilan tai valokaaren aiheuttamaa sähkölaitteistoon kuulumattoman palavan aineen syttymisvaaraa.*
- *Sähkölaitteistot eivät saa aiheuttaa palovammojen vaaraa ihmisille eikä kotieläimille.*
- *Jännitteisissä johtimissa mahdollisesti kulkeva ylivirta ei saa aiheuttaa sellaisia korkeita lämpötiloja tai sähkömekaanisia rasituksia, jotka voivat vahingoittaa ihmisiä, kotieläimiä tai omaisuutta.*
- *Sähkölaitteistossa esiintyvän vian yhteydessä on normaalitilanteessa jännitteettömien johtimien ja muiden johtavien osien kestettävä niiden kautta mahdollisesti kulkeva vikavirta ilman, että niiden lämpötila nousee vaarallisen korkeaksi tai että niistä aiheutuu mekaanista vaaraa. (KTMp 1193/1999, liite.)*

Sähkölaitteistojen olennaisten turvallisuusvaatimusten katsotaan täyttyvän, kun noudatetaan määräyksen mukaisesti luetteloituja ([Tukes-ohje S10](#)) standardeja ja muita julkaisuja. Sähköäsen-

nusta koskevat tekniset vaatimukset muodostuvat mm. sähkölaitteen ja -tarvikkeen rakennetta ja testaamista sekä sähkölaitteistojen asennuksia koskevista vaatimuksista. Vakiintuneiden asennusstandardien (esim. SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset ja SFS 6001 Suurjännitesähköasennukset) käyttö ja valmistajien asennusohjeiden merkitys on sähköasennusten turvallisuudessa keskeistä.

3.1 Huolellinen suunnittelu

Sähkölaitteistolta vaadittavat ominaisuudet määritellään huolellisessa suunnittelussa jo ennen asennusta ja varsinaista käyttöönottoa. Esim. enintään 1000 voltin pienjännitesähköasennuksia koskeva standardisarja SFS 6000 antaa ohjeita turvalliseen ja toimivaan suunnitteluun, jonka peruslähtökohtana on suunnittelukohteen ja varsinaisen käyttötarkoituksen olosuhteiden huomioiminen.

Sähköasennusten paloturvallisuus on kiinteä osa sähköturvallisuuskokonaisuutta. Sähköasennuksia koskevilla vaatimuksilla huomioidaan palovaara aina yhdessä muiden vaaratekijöiden, kuten sähköiskuvirtojen, palovammoja, tulipaloja tai muuta vahinkoa aiheuttavien vika- tai ylivirtojen sekä liian korkeiden lämpötilojen tai räjähdysten kanssa. Jo sähköasennusta suunniteltaessa on varmistettava, että ihmisten, kotieläinten ja omaisuuden turvallisuuteen liittyvä suojaus toteutuu ja sähköasennus toimii tarkoitetulla tavalla tarkoitetussa käytössä.

3.2 Turvallisuudesta varmistuminen käyttöönottoaiheessa

Sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön vasta, kun käyttöönottotarkastuksessa on selvitetty, että siitä ei aiheudu sähköturvallisuuslaissa tarkoitettua vaaraa tai häiriötä (STL 410/1996 17 §).

[Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä](#) (KTMp 517/1996) koskee sähkölaitteiston tarkastuksia, huoltoa ja kunnossapitoa.

Sähkölaitteiston rakentajan, sähköurakoitsijan, on tehtävä sähköasennukselle ja rakentamalleen sähkölaitteistolle **käyttöönottotarkastus**. Käyttöönottotarkastus on ns. oman työn tarkastus, jossa varmistetaan mittausten, testien ja aistinvaraisen tarkastuksen avulla, että asennus on toteutettu oikein ja turvallinen ottaa käyttöön. Käyttöönottotarkastus tehdään aina ennen asennuksen tai sen osan käyttöönottoa (KTMp 517/1996, 3 ja 4 §).

Käyttöönottotarkastuksen lisäksi tietyille uusille laitteistoille ja muutostöille on suoritettava sähköturvallisuuden varmistamiseksi **varmennustarkastus**. Varmennustarkastus edellytetään mm. KTM:n päätöksessä 517/1996 luokitelluille uusille sähkölaitteistoille ja työalueeltaan yli 35 A:n muutostöille (käytön johtajaa edellyttävissä kohteissa yli 250 A muutostöille). Päätöksen mukaan varmennustarkastuksessa on riittävässä laajuudessa pistokokein tai muulla soveltuvalla tavalla varmistettava, että sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuudelle asetetun tason ja sähkölaitteistolle on tehty asianmukainen käyttöönottotarkastus (KTMp 517/1996, 6 §).

Varmennustarkastuksen voi tehdä Tukesin nimeämä puolueeton ja riippumaton valtuutettu tarkastaja tai laitos.

3.3 Käytön aikaisen turvallisuuden ylläpito

Sähköasennusten ja niihin liitettyjen laitteiden haltija (yleensä omistaja tai vuokralainen) on vastuussa siitä, että sähkölaitteistoa käytetään turvallisesti, sen kuntoa tarkkaillaan ja että se säilyy

turvallisena koko käyttöikänsä. Haltijan vastuulla on, että havaitut viat ja puutteet korjataan riittävän nopeasti ja säädetyt määräaikaistarkastukset suoritetaan ajallaan (STL410/1996 ja KTMp 517/1996).

Huolto ja kunnossapito. Laajoille ja vaativille sähkölaitteistoille (KTMp 517/1996 mukaiset sähkölaitteistoluokat 2 ja 3) on laadittava ennalta *kunnossapito-ohjelma*. Kunnossapito-ohjelma luo perustan sähkölaitteiston järjestelmälliselle kunnossapidolle. Suunnitelman laadinnassa huomioidaan mm. sähkölaitteiston ikä ja rakenne sekä kiinteistön omat tarpeet. Kunnossapito-ohjelmassa määritellään esim. kalenteriaikaan sidotusti ne toimenpiteet, joilla laitteiston turvallisuutta ylläpidetään.

Muiden kuin luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistojen osalta voidaan kunnossapito-ohjelma korvata laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeilla (KTMp 517/1996, 11 §).

Maankäyttö- ja rakennusasetus määrää, että mm. vuoden 2000 jälkeen valmistuneille uudisrakennuksille, joita käytetään pysyvään asumiseen tai työskentelyyn on laadittava käyttö- ja huolto-ohje (huoltokirja). Käyttö- ja huolto-ohje suositellaan laadittavaksi siten, että siitä ilmenee mm. rakenteiden ja laitteiden hoidon, huollon ja kunnossapidon tehtävät. Huoltokirjan liitteeksi koostaan kaikkien kiinteistöön asennettujen rakennusosien, materiaalien ja laitteiden hoito-, huolto- ja kunnossapito-ohjeet paikantamistiedoin (<http://www.ymparisto.fi>).

Määräaikaistarkastus on huollon ja kunnossapidon ohella keskeinen sähkölaitteiston käytönäikaisen turvallisuuden ylläpitoa tukeva toimenpide. Haltija on säädösten mukaan velvollinen huolehtimaan siitä, että määräaikaistarkastukset suoritetaan ajallaan. Määräaikaistarkastus tehdään Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä 517/1996 luokitelluille sähkölaitteistoille, kuten tavanomaisille liike-, toimisto- ja teollisuusrakennuksille, suurille maatalouden tuotantorakennuksille sekä näitä vaativammille sähkölaitteistoille. Asuinrakennuksia määräaikaistarkastusvelvoite ei koske. Mikäli kuitenkin asuinrakennuksessa on liiketiloja tms., joita syöttävät sulakkeet ovat yli 35 A, on näille tiloille suoritettava määräaikaistarkastus. Määräaikaistarkastusten väli on laitteistoluokasta riippuen 5-15 vuotta. (KTMp 517/1996.)

Määräaikaistarkastuksissa tulee riittävässä laajuudessa pistokokein tai muulla soveltuvalta tavalla varmistua siitä, että

- sähkölaitteiston käyttö on turvallista ja laitteistolle on tehty huolto- ja kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet,
- sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä ja
- sähkölaitteiston laajennus- ja muutostöistä on asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat.

3.4 Kunnossapidosta yleisesti

Kunnossapito koostuu kaikista niistä toimenpiteistä joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson ajan. Seuraavat selitykset on koottu opetushallituksen www-sivuilta "Kunnossapito-menestystekijä."

Korjaavalla kunnossapidolla tarkoitetaan jo syntyneen vian korjaamista, eli vikaantunut osa tai komponentti palautetaan käyttökuntoon.

Ennakoiva kunnossapito estää laitteiden vikaantuminen tarvittavilla toimenpiteillä etukäteen. Ennakoivaa kunnossapitoa ovat mm. kunnonvalvonta ja tarkastustoiminta.

Parantava kunnossapito on laitteiden ja laitteistojen mm. käytettävyyttä, luotettavuutta ja turvallisuutta lisäävää toimintaa.

Sähkölaitteistojen kunnossapidon tulee olla lähtökohtaisesti ennakoivaa, jotta sähkön käytön turvallisuudesta voidaan varmistua. Ennakoivalla kunnossapidolla varmistutaan myös sähkön-saannin ja jakelun luotettavuudesta, jolloin vältetään esimerkiksi syötön keskeytymisen aiheuttamilta vahingoilta, kuten tuotannon keskeytyksiltä.

Lisätietoa kunnossapidosta on saatavilla [opetushallituksen www-sivuilta](http://www.sivuilla).



Sähkölaitteistojen kunnossapidon laiminlyönti voi johtaa pahimmillaan sähkölaitteiston palovaaralliseen vikaantumiseen ja sen seurauksena mittavaan tulipaloon. Kuva: Helsingin kaupungin pelastuslaitos.

4. Yleistä palon synnystä sähkölaitteistoissa

Sähkön käyttö aiheuttaa pelastustoimelle vuosittain noin 2500 rakennuksiin kohdistuvaa palohälytystehtävää, joista aiemmissa tutkimuksissa käytetyn luokittelun mukaan hieman yli 300 (noin 12 %) on sähkölaitteiston aiheuttamia. Tukesin aiemmissa tutkimuksissa rakennuksen sähkölaitteistoon on luettu sähkökeskus, johdot ja -kaapeloinnit, pistorasia tai painike, muu sähköverkon osa ja sähkölämmitykset.

Sähköasennusten turvallisuus perustuu pohjimmiltaan vaatimustenmukaisista asennustarvikkeista ja laitteista ammattitaitoisesti tehtyyn asennukseen. Määrämuotoinen käyttöönottotarkastus tuo huolellisesti tehtynä jo käyttöönottovaiheessa esiin asennusvirheet ja vikaantumiset sähköasennuksissa. Usein myös osa kiinteiden ja puolikiinteiden laitteiden valmistusvirheistä ja valmistuksen jälkeen syntyneistä vioista havaitaan käyttöönottotarkastuksen yhteydessä. Käyttöönoton jälkeen sähkölaitteisto tarvitsee säännönmukaista käytönaikaista kunnon ja turvallisuuden ylläpitoa.

Sähkölaitteistoja käytetään usein niiden teknistä käyttöikää huomattavasti pidempiä aikoja. Tällöin asianmukainen huolto ja kunnossapito sekä lakisääteiset tarkastukset ovat erityisen tärkeitä, jotta riskikohdat havaitaan ja korjataan ajoissa.

"Sähköpalojen riskienhallinta" (Nurmi, 2001) korostaa laitteiden ohjeiden mukaisen käytön ja sähköturvallisuussäädösten kunnossapitovelvoitteen tärkeyttä sähköpalovahinkojen ehkäisyssä:

"Varsin usein sähkölaitteissa ja -laitteistoissa paloon johtaneiden teknisten vikojen taustalta on löydettävissä erityisesti puutteellista tai jopa kokonaan laiminlyötyä kunnossapitoa. Näyttääkin siltä, että sähköpaloon johtavat tekniset viat syntyvät juuri käytössä, eikä suunnittelu tai valmistusvirheillä tunnu olevan merkittävää roolia sähköpalojen syttymisessä."

5. Pelastustoimen tietokanta PRONTO ja sen hyödyntäminen Tukesin sähköturvallisuuden valvontatyössä

Pelastuslain (379/2011) mukaan pelastuslaitoksen on suoritettava palontutkinta, jossa arvioidaan mm. tulipalon syttymissyy. Alueellisten pelastuslaitosten tehtävät ja toimenpiteet liittyen mm. rakennuspalovaaroihin ja -paloihin sekä niiden tutkintaan kirjataan PRONTO- järjestelmään (Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto). PRONTO on sisäasianministeriön järjestelmä pelastustoimen seuranta- ja kehittämistä sekä onnettomuuksien selvittämistä varten. PRONTOa ylläpitää ja kehittää Pelastusopisto.

Tukesin käytössä PRONTO- järjestelmä on ensisijainen tiedonlähde mm. sähköpalojen seurannassa.

5.1 PRONTO sähköpalojen seurannassa

Tukesin viimeisimpiin tutkimuksiin ja selvityksiin ovat sisältyneet vain ne sähkön aiheuttamat sammutus- ja tarkistustehtävät, joihin pelastuslaitos on saanut tehtävän hätäkeskuksesta ja jotka näin ollen kirjataan PRONTOon. Ulkopuolelle jää esim. palovaaran aiheuttaneita sähkövahinkoja, joihin pelastuslaitos ei saa tehtävää. Tällaisia tapauksia voi esiintyä esimerkiksi vakuutusalan tilastoinnissa. Aiheutunut taloudellinen vahinko saattaa olla myös niin pieni, ettei se ylitä vakuutuksen omavastuuosuutta, eikä tule siten vakuutusalan tietoon.

Taulukko 2 esittää 2013 julkaistun "Sähkö palon syttymissyynä" -tutkimuksen kymmenen yleisimmän pelastuslaitokselle tehtäviä aiheuttaneiden laitteiden lukumääriä verrattuna Tukesissa vuosina 2010 ja 2011 tehtyyn sähköpalojen seurantaan. Vuosien 2010 ja 2011 pienemmässä laajuudessa suoritetuissa otannoissa lukumäärät on otettu suoraan pelastustoimen tietokannasta, eikä niitä ole käyty läpi samalla tarkkuudella kuin laajoissa tutkimuksissa. Taulukossa ei esitetä kaikkia tutkimuksissa jaoteltuja sähkölaitteiston osia ja laiteryhmiä, joten yhteenlasketut tapausmäärät eivät kuvaa seurantajakson sammutustehtävien kokonaislukumääriä. Taulukko kuvaa vuositasolla, mitkä ryhmät aiheuttavat määrällisesti eniten tulipaloja ja -palovaaroja.

Taulukko 2. Yleisimmät pelastuslaitokselle sammutus ja tarkistustehtäviä aiheuttaneet seurantar ryhmät vuosina 2010-2013

Sähkölaitteiston osa tai laiteryhmä	Seurantavuosi		
	2010	2011	2012-2013
Sähköliesi tai -uuni	1026	1020	1056
Valaisin	162	190	233
Sähkökuias	35	75	156
Sähkökeskus	104	93	128
Pyykinpesukone	108	109	95
Sähköjohdot ja -kaapeloinnit	113	116	83
Mikroaaltouuni	81	73	69
Muu sähköverkoston osa	87	78	97
Tuotantoprosessin kone tai laite	143	135	66
Kylmälaite	82	55	64

5.2 Hälytystehtävien kirjaaminen PRONTOon

Hälytystehtävällä tarkoitetaan Pelastustoimen taskutieto -julkaisun määritelmän mukaisesti pelastustoimen tehtävää, johon palokunta on saanut hälytyksen hätäkeskuksesta. Pelastusopiston www-sivuilla oleva PRONTOon [dynaaminen koulutuskansio](#) (Pelastusopisto, 2013) antaa ohjeet suoritettujen hälytystehtävien kirjaamiseen. Alla kuvataan selvityksen kannalta keskeisten onnettomuustyyppien kuvauksia. Lähteenä ovat koulutuskansion ohjeet.

Rakennuspalo määritellään paloksi, jossa palo on levinnyt syttymiskohdastaan sytyttäen rakennuksen rakenteet tai irtaimiston palamaan, joko liekehtien tai kytemällä. Myös omatoimisesti sammutetut tai itsestään sammuneet rakennuspalot kirjataan rakennuspaloina, vaikka pelastuslaitoksella ei ole ollut kohteessa sammutustehtävää. Tyypillinen tilanne on siten mm. sähkölaitteistosta lähtenyt palo rakennuksen sisällä, jossa palo on levinnyt syttymiskohdastaan.

Rakennuspalovaara määritellään tapahtumaksi, jossa palosta, kuumenemisestä tai kärkehtämisestä on syntynyt näkyvää savua. Tilanteesta olisi ollut **mahdollista** kehittyä rakennuspalo, mutta se ei ole levinnyt kuumenemis- tai syttymiskohdasta rakennuksen rakenteisiin tai irtaimistoon. Sammutetut tai itsestään sammuneet rakennuspalovaarat kirjataan rakennuspalovaaroiksi vaikka pelastuslaitoksella ei ole ollut kohteessa sammutustehtävää. Tyypillistä rakennuspalovaaralle on, että rakennuksessa on savua ja on ollut **uhka** palon leviämisestä rakenteisiin tai irtaimistoon. Tyypillisiä esimerkkitalanteita rakennuspalovaaroista:

- hallitsemattomasti palamaan syttynyt ruoka
- näkyvää savua tuottanut valvoton ruoanvalmistus, vaikkei pelastus- tai torjuntatoimenpiteitä olisi suoritettu. Ruoanvalmistus on valvomatonta, jos huoneessa ei ole ruoan valmistuksen aikana toimintakykyistä henkilöä esimerkiksi väsymyksen, humalatilan tai huoneesta poistumisen takia.
- automaattisen paloilmoitinlaitteen ilmoittamat "läheltä piti" -tilanteet,
- koneiden, laitteiden ja loisteputkien "kärkehtämiset"
- sprinklerin sammuttama palon alku
- omatoimisesti sammutetut tai itsestään sammuneet palot, jos palo ei ole levinnyt syttymiskohdastaan (vaikkei pelastuslaitoksella olisi kohteessa sammutustehtävää).

Muu tulipalo on palo, joka ei ole rakennuspalo, rakennuspalovaara, maastopalo, liikennevälinepalo tai räjähdys. Tyypillisiä esimerkkikohteita muista tulipaloista:

- muuntajat
- mastot ja laitekopit
- roskakatokset
- rakennelmat, kuten grillikatokset, leikkimökit ja huvimajat
- valaisinpylväs- ja mainosvalopalot
- rakennusten välissä (ulkoilmassa) kulkevat kuljettimet
- työmaaparakit.

Räjähdys/räjähdysvaara määritellään siten että räjähdys on energian äkillinen vapautuminen, johon liittyy kaasujen nopea laajeneminen. Räjähdys/räjähdysvaara valitaan onnettomuustyyppiksi

silloin, kun siitä aiheutuu pelastuslaitokselle torjuntatoimenpiteitä. Tyypillisiä esimerkkitalanteita räjähdyksistä:

- onnettomuudet, joissa osallisena kaasupulloja, aerosolipulloja, räjähteitä, tms.
- pölyräjähdykset.

Maastopalon kohteena on tyypillisesti maasto, metsä, puisto tai kaatopaikka. Maastopalon aiheuttaja voi olla sähköjakeluverkon osa, kuten puun kaatumisen katkaisema sähkölinja joka sytyttää maaston palamaan. Tyypillisiä esimerkkitalanteita maastopaloista:

- kulotuksen karkaamiset
- kaatopaikkapalot
- turvetuotantoaluepalot
- turveaumapalot
- muurahaispesäpalot

Rakennuspalo vai muu tulipalo?

Mikäli työmaavaiheessa olevassa rakennuksessa on katto ja seinät eli se muodostaa rajatun tilan, siinä syttynyt palo kirjataan kohtaan ”rakennuspalo.” Työmaaparakkien palot kirjataan kohtaan ”muu tulipalo.”

6. Sähkölaitteistopalot Suomessa -selvitys

Asennuskokonaisuudesta, sähkölaitteistosta, aiheutuneiden tulipalojen tarkempia -perimmäisiä-syttymissyitä ei ole selvitetty ja analysoitu Tukesissa kovinkaan tarkoin. Yleisesti tiedetään, että sähköpaloja voivat aiheuttaa muun muassa, asennuksen yhteydessä tapahtuneet virheet, puutteellinen kunnossapito, elinkaarensa päässä olevat laitteiston osat, ylikuormitus, ns. nollavika, huonot ja epäluotettavat sähköiset liitokset, eri syistä johtuvat oiko- tai maasulut sekä esimerkiksi pieneläimet, kuten jyrsijät.

Tämä Tukesin selvitys keskittyy selvittämään PRONTO-tietokannassa käytettävissä olevista tiedoista tulipalon tai palovaaran aiheuttaneita sähkölaitteiston vikoja ja tilastoimaan, miten niitä on esiintynyt seurantajaksolla. Selvityksessä kootaan tietoja palohälytystehtäviin johtaneista ja niiden taustalla olevista syistä sekä paneudutaan pelastusammattilaisen palontutkinnassa havainnoimiin toistuviin ilmiöihin.

Selvityksen tärkeimpiä tavoitteita on tuottaa tietoa sähköjärjestelmien turvallisuuden kehittämiseksi ja paloriskeistä tiedottamiseen työssä palokuolemien sekä omaisuusvahinkojen vähentämisessä.

Tukesin sisäisen toiminnan kannalta selvityksen tuloksena kertyvää tietoa ongelma- ja riskialueista voidaan hyödyntää valvonta- ja viestintätöiden suuntaamisessa sekä tarvittaessa myös sähköturvallisuutta ohjaavan säädösten tarkastelussa. Sähkölaitteistoista aiheutuvien palovahinkojen tarkastelu ja työ vahinkojen vähentämiseksi voidaan nostaa aiempaa näkyvämmiin yhdeksi seurannan ja käsittelyn painopistealueeksi sähkölaitteistoturvallisuuden valvonnassa.

Selvityksestä saadaan kokemusperäistä tietoa keskusteluihin erilaisista mahdollisuuksista PRONTO-tietokannan laajempaan hyödyntämiseen sähkölaitteistojen turvallisuuden valvonnan ja edistämisen työvälineenä.

Selvityksessä ei huomioida sähköiskuja, sähkönsyötön keskeytymisestä tai erilaisista häiriöistä aiheutuneita sähkövahinkoja.

Lähdeaineistona selvityksessä toimi "Sähkö palon syttymissyinä" -tutkimuksen aineisto ja tutkimuksesta saadut tulokset.

Aiemmasta Tukesin seurannasta ja tutkimuksista poiketen tässä selvityksessä tarkastellaan myös rakennusten ulkopuolella tapahtuneita sähköstä aiheutuneita tulipaloja ja -palovaaroja, kuten sähkönsiirtoverkoissa ja niihin liittyvissä laitteistoissa tapahtuneita paloja. Selvityksen tarkastelunäkökulma on tekninen, jolloin sähköpaloja tarkastellaan vikaantumisen ja erityisesti oikean asennuksen sekä käytön aikaisen turvallisuuden ylläpidon näkökulmasta. Selvityksessä huomioidaan myös asennukseen kiinteästi kuuluvan toiminnallisen rakenteenosan mekaanisen vikaantumisen aiheuttamat tulipalot ja palovaara.

Selvityksessä on mukana sähkökäyttöiset hissit. Ilma-alusten, maa- ja vesikulkuneuvojen sähkölaitteistot jms. palot eivät kuuluneet selvityksen piiriin.

Tutkimusaineistoa on käyty läpi siten, että tarkasteltavista kiinteiden ja puolikiinteiden asennusten laite- tai laitteistoryhmistä erotetaan ihmisen välittömän virheellisen tms. toiminnan ja vikaantumisen aiheuttamat palot toisistaan.

6.1 Kiinteän ja puolikiinteän asennuksen määritelmä selvityksessä

Selvityksessä käytetty lähdeaineisto sisälsi kaikki Suomessa vuoden aikana PRONTO- tietokantaan kirjatut rakennuksissa tapahtuneet sähköpalot ja palovaarat. Pyrkimyksenä oli, että pistotulppaliitäntäiset sähkölaitteet jätetään selvityksen ulkopuolelle ja tapauksia tarkastellaan asennetun tekniikan luotettavuuden, käytönaikaisen palovaarallisen vikaantumisen ja paloturvallisuuden kehittämisen näkökulmasta. Tuloksissa voi kuitenkin olla mukana joitain laitteita (kuten rakennukseen kiinteästi asennetut ilmalämpöpumppu, liesituuletin sekä keskuspolymuri), jotka voivat olla puolikiinteästi asennettuja tai pistotulppaliitäntäisiä. Laiteryhmien katsottiin näissä tapauksissa olevan kiinteä osa rakennukseen kuuluvaa varustelua ja myös yhtenäisyyden vuoksi ne luettiin selvityksen piiriin.

Kiinteisiin asennuksiin vuoden 2013 lähdeaineistosta luettiin tähän selvitykseen mukaan seuraavat rakennuksen sähkölaitteiston ryhmät: sähkökeskus (ml. teollisuuden koneiden ja prosessien keskukset), sähköjohdot ja -kaapeloinnit, kiinteästi asennettu valaisin, sähköpistorasiat ja -painikkeet, sähkölämmitykset (mukaan lukien ilmalämpöpumppu), hissi ja muu sähköverkoston osa.

Puolikiinteisiin asennuksiin luettiin seuraavat asennetut laiteryhvät: sähkökuias, tuotantoprosessin kone tai laite, teollisuuskäyttöön tarkoitetut kylmälaitteet ja pyykin- sekä astianpesukoneet, ilmastointilaitte (ml. liesituuletin), liesi tai uuni ja tuotantoprosessissa käytetty kone tai laite. Lisäksi tässä selvityksessä puolikiinteisiin asennuksiin luettiin muut koneet ja laitteet. Osa koneista ja laitteista on mahdollisesti kiinteästi asennettuja, selvyden vuoksi ne on kuitenkin ryhmitelty samalla tavoin.

Yleisesti puolikiinteällä asennustavalla tarkoitetaan asennustapaa, jossa laite tai kone liitetään kiinteästi verkkoon taipuisalla johdolla siten, että se on rajoitetusti siirrettävissä kaapelin sallimissa rajoissa esimerkiksi puhdistuksen tai huollon ajaksi. Tyypillinen puolikiinteä asennuksen laite on sähköliesi. Kiinteä asennus puolestaan on koottu ja asennettu pysyvään käyttöön ennalta määritellyssä paikassa. Kiinteää asennusta ovat esimerkiksi pistorasiat, jakokeskukset ja jakelu- muuntajat.

6.2 Selvityksen kuvaus

Selvitykseen liittyen huomion arvoista on, että PRONTO- tietokanta on järjestelmä pelastustoimen oman toiminnan kehittämiseen, eikä sen tarkoitus tai taustalla ole sähköpaloihin vaikuttavien yksittäisten teknisten tekijöiden tunnistaminen. Tukesille tietokanta on kuitenkin keskeinen ajantasainen lähde sähköpalotapahtumien seurannassa.

Tukesin aiemmista tutkimuksista ja seurannasta tiedetään, että pelastustoimen PRONTO- kirjauksissa arvioidaan sähköpalon usein alkaneen laitteistossa syntyneestä oikosulusta tai valokaaresta. Perusteellisia sähköpalontutkintoja tehdään harvoin ja syy jää usein pelastusalan ammattilaisen tekemäksi parhaaksi arvioksi palon syystä. Selvityksen tulosten näkökulmasta on mahdollista, että yleisimpiä sähkön vikanimikkeitä (erityisesti oikosulkua) käytetään, kun palon syttymissyystä ei saada lopullista varmuutta, mutta sähköistä energialähdettä pidetään todennäköisenä.

Poliisin hyvinkin yksityiskohtaisten ja vakuutusalan palotutkimusten tuloksia ei pääsääntöisesti kirjata PRONTOon.

Selvityksen alkuperäisinä tavoitteina oli koota tietoa sähkölaitteistopaloista

- kiinteiden sähköjärjestelmien paloturvallisuuden kehittämiseksi ja sitä kautta sähköpalo-
lokuolemien sekä omaisuusvahinkojen vähentämiseksi,
- hyödynnettäväksi asennus-, käyttö- ja kunnossapitotoiminnan tarpeisiin,
- pelastustoimen PRONTO- tietokannan tarkasteluun Tukesin valvonnassa,
- hyödynnettäväksi valvonta- ja viestintätöiden suuntaamisessa ja tarvittaessa sähkölaitteis-
ton käytönaikaista turvallisuutta ohjaavien säädösten tarkastelussa, sekä
- arvioida tarvetta tarkempiin selvityksiin sähkölaitteistopaloista.

Tutkimuksen edetessä todettiin, että PRONTO- tietokannan onnettomuustyyppikuvaukset räjähdys, maastopalo ja muu tulipalo sisältävät myös selvityksen piiriin kuuluvia tehtäviä. Nämä onnettomuustyyppit lisättiin selvityksen tarkasteluun, kuten myös laitteiston sähkömekaanisen osan palovaarallisen kuumenemisen aiheuttamat sammutustehtävät.

Koska selvityksen pääpaino on vikaantumisen ja tekniikan luotettavuuden tarkastelussa, erotettiin aineistosta tapaukset, joissa pelastuslaitoksen tehtävä aiheutui ilmeisestä suorasta virheellisestä toiminnasta, ajattelemattomuudesta, välinpitämättömyydestä tai vastaavasta. Tällaisia tapauksia oli aineistossa lukuisia, kuten sähkökiukaan läheisyyteen jätetyn materiaalin syttymisestä aiheutuneet tehtävät sekä kaikki ns. liesipalot, joissa syynä oli valvomaton ruoan valmistus.

Ihmisen, laitteiston haltijan, organisaation jms. puutteellinen toiminta otettiin huomioon tuloksissa silloin, kun palovaarallisen vikaantumisen tai palon arveltiin aiheutuneen tai siihen vaikuttaneen huollon ja kunnossapidon tai havaittujen vikojen ja puutteiden korjaamisen laiminlyönnin. Sähköasennuksen virheet ja puutteet sekä mahdolliset virheet laitteen tai kojeen valinnassa huomioitiin erillään vikaantumisesta.

Tukesin julkaisujen lisäksi selvitystä varten tutustuttiin ja tehtiin suppeaa kirjallisuusselvitystä sähköpaloihin liittyvistä alan julkaisuista. Suomalaisissa ja kansainvälisissä julkaisuissa on käsitelty sähköpaloa johtavia mekanismeja yleisellä ja teorian tasolla. Seuraavat julkaisut toimivat selvityksen taustakirjallisuutena:

- Palonsyyn selvittäminen 1, 2 ja 3: Mangs, J & Keski-Rahkonen, O. 1997.
[Palonsyyn selvittäminen 1. Oppikirja, osa 1](#)
[Palonsyyn selvittäminen 2. Oppikirja, osa 2](#)
[Palonsyyn selvittäminen 3. Toiminta palopaikalla](#)
- Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap. [Branner - elektrisk installasjonsmaterieell](#)
- Kirk's Fire Investigation, 7th edition. DeHaan, John, Ilove, David J. 2012.

6.3 Sidosryhmien näkökulmia selvitykseen

Selvitystä varten pyydettiin Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry:n, Sähkölaitteistojen kunnossapitoyhdistys SÄKPY:n ja Finanssialan keskusliitto FK:n näkemyksiä siitä, mitä seikkoja sähkölaitteistopaloista käytettävissä olevasta aineistosta olisi hyvä selvittää. Jäljempänä mainittujen lisäksi esitettiin yksityiskohtaisempia hyödyllisiä teknisiä huomioita, joita ei luetella tässä erikseen, mutta jotka on huomioitu selvitystyössä suurempina kokonaisuuksina. Näkemyksistä koottiin seuraava yhteenveto.

Sähköjohdot, kaapeloinnit ja liitokset: Oliko palon aiheuttanut kaapeli kiinteästi vai puolikiinteästi asennettu? Mikä oli kaapelityyppi, sen ikä ja asennustapa? Oliko palon takana ylikuormittuminen tai kaapelin vioittuminen? Kuinka kaapeli oli suojattu? Oliko palokatkoilla vaikutus johdon kuormitettavuuteen referenssiasennustavoilla? Onko liitoksissa kyse kunnossapidon laiminlyönnistä vai väärin toteutetuista liitoksista?

Valaisimet: Valaisintyypit, oliko tuote viallinen, olivatko sijoitus ja lamppuvalinta oikeat?

Sähkökeskukset: Mikä aiheutti palon? (Löysä liitos, vieras aine keskuksessa, väärä mitoitus, vauriot?) Oliko käyttöympäristöllä ja suunnitellulla käyttötarkoituksella vaikutusta paloon johtaneeseen vikaantumiseen? Onko komponenttien ja keskusrakenteiden koon pienentyminen huomiotu riittävästi ja onko tällä ollut vaikutusta paloturvallisuuteen?

Yleisesti ottaen sidosryhmiä kiinnosti, oliko rakennuspalon tai -palovaaran syynä asennusvirhe, kunnossapidon laiminlyönti tai käyttäjän toiminta muilla tavoin.

Aihepiiriin liittyen esitettiin havaintoja mm. siitä, että 16 A:n pistorasioiden kuormittamisen lähelle nimellisvirtaa on havaittu aiheuttavan pistotulpan vaurioitumista ja sulamista. Vaativiin olosuhteisiin (esim. maatalous, teollisuus) sijoitetuissa, tavallisissa 5-napaisissa pistorasioissa rasioiden ja pistotulppien hapettumat nostavat toisinaan liitoksen ylimenovastuksen niin suureksi, että koko koje sulaa.

7. Selvityksen tuloksista ja tulkinnoista

Tarkastelujaksolla sähkökäytöstä pelastuslaitokselle aiheutuneista 2590 palohälytystehtävästä eroteltiin sähkölaitteiston kiinteästi ja puolikiinteästi asennetut osat, jotka jakautuivat selvityksessä kolmeentoista ryhmään (LIITE 1). Jäljempänä esitetään selvityksen ryhmäkohtaiset tulokset, joitain pelastuslaitoksen tehtäväkuvauksista koottuja tapahtumia havainnollistavia esimerkkejä ja lyhyt yhteenveto.

Alkuperäisen lähdeaineiston ulkopuolelta tehdyt havainnot laitteiston osien mekaanisesta kuumenemisesta aiheutuneista palovaaroista sekä muut havainnot esitetään selvityksen kohdassa 10.

Selvityksen yhtenä tehtävänä oli luoda kokonaiskuva suuresta määrästä sähkölaitteistojen käytöstä aiheutuneita pelastuslaitoksen sammutus- ja tarkistustehtäviä. Tämän vuoksi aineistoa luokiteltiin siten, että olisi mahdollista tarkastella, mikä osa palovaaraksi kirjautuneista tehtävistä aiheutti sellaisen vaaratilanteen, josta olisi voinut kehittyä esim. rakennuspalo tai aiheutua muuta vahinkoa.

Tällaisella tilanteella tarkoitetaan selvityksessä esim. automaattisen paloilmottimen välittämää hälytystä, kun laitteiston osa on aiheuttanut kumentuessaan käryä. Pelastuslaitokselta on voitu myös pyytää tarkistustehtävää, kun tapahtuma on vikaantumisen aiheuttaman sähköisen ilmiön esim. kipinäinnin vuoksi arvioitu sellaiseksi, että pelastusammattilaisen on tarpeen käydä varmistamassa toiminnan turvallinen jatkaminen. Sähköturvallisuuden näkökulmasta tilanteissa voi olla pohjimmiltaan kyse laitteiston osan hallitusta vikaantumisesta, jolloin asennuksen osaa, kojetta tai konetta suojaavat laitteet toimivat suunnitellusti tai laite vikaantuu ns. turvallisesti.

Teknisten laitteiden ja järjestelmien vikaantuminen huomioidaan niiden suunnittelua ja valmistusta koskevissa yksityiskohtaisissa vaatimuksissa mm. tuotestandardeissa.

Esimerkiksi kotitaloussähkölaitteiden ja vastaavien turvallisuutta koskevassa standardissa SFS-EN 60335-1 (Kotitaloussähkölaitteiden ja vastaavien turvallisuus. Osa 1: Yleiset vaatimukset.) vikaantumisen todetaan mm. seuraavaa:

*"Laitteet on rakennettava niin, että epänormaalista toiminnasta tai huolimattomasta käytöstä johtuva **tulenvaara** ja mekaanisen vaurion vaara, joka huonontaa turvallisuutta tai suojausta sähköiskua vastaan mahdollisimman suuressa määrin estetään."*

*"Elektroniset piirit on suunniteltava niin ja niitä on käytettävä siten, että vikatapauksessa laite on turvallinen sähköiskun, **palovaaran**, mekaanisen vaaran tai vaarallisen virhetoiminnan suhteen."*

Siten, esimerkiksi mikroaaltouunin sisältä palo ei saa levitä laitteen ulkopuolelle kaapistoihin tai muuhun irtaimistoon.

Samoin yhtenä esimerkkinä voidaan mainita valaisinten liitäntälaitteita koskevan standardin IEC 61341-1 vaatimus, ettei tuotteista vikatilanteessa saa tulla esiin liekkejä, sulaa materiaalia tai myrkyllisiä kaasuja. (Haastattelu, Toivonen M.)

Edellä mainittuja seikkoja ja aiheutunutta todellista palovaaraa voidaan aineiston perusteella arvioida jälkikäteen vain hyvin karkealla tasolla. Sähkön käytöstä aiheutuneet palovaarat ja pelas-

tuslaitoksen palohälytystehtävät ovat tapauskohtaisia ja erilaisia. Samanlaisen tai samankaltaisen laitteiston osan aiheuttaman vikaantumisen kehittymiseksi vaaratilanteeksi tai paloksi vaikuttaa lukuisia tekijöitä. Vaikka vaaratilanne ei kehittyisikään PRONTO- järjestelmän kirjaamisenmenettelyiden tarkoittamaksi varsinaiseksi rakennuspaloksi, on tärkeää huomata, että jo vähäisistä esim. savukaasuista tai jakelun keskeytyksestä saattaa aiheutua muuta vaaraa, haittaa ja merkittäviä vahinkoja.

8. Yleisesti sähkölaitteistoista aiheutuneista palohälytystehtävistä

Sähkölíeden tai -uunin ja neljän sen jälkeen useimmin sammutustehtäviä pelastuslaitokselle aiheuttaneiden shklitteiston osien osuus oli yhteensä 84,3 % kaikista selvitykseen luetuista tapauksista. Muiden kahdeksan laitteistoryhmän osuudeksi hälytystehtävistä jäi näin ollen 15,7 %. Yksin shklíeden käytöstä aiheutui tämän selvityksen kaikista palovaaran tai rakennuspalon tapauksista yli puolet (54,8 %).

Taulukko 3. kuvaa shklíeden tai -uunin ja neljän yleisimmin palohälytystehtäviä aiheuttaneen laitteiston osan jakaumaa suhteessa muihin selvityksen kahdeksan ryhmän tehtävien määriin. Kaikki palohälytystehtäviä aiheuttaneet laitteistoryhmt tehtävien lukumäärineen ja prosenttiosuuksineen on esitetty selvityksen liitteessä (Liite 1).

Taulukko 3. Seurantajaksolla shklitteistoista (kiinteät ja puolikiinteät asennukset) aiheutuneet palohälytystehtävät

Shklitteistoista aiheutuneet palohälytystehtävät			
	Kone tai laite	lukumäärä	%
1	Shklíesi tai -uuni	1056	54,8
2	Valaisin	189	9,8
3	Sähkökiuas	156	8,1
4	Sähkökeskus	128	6,6
5	Johdot ja kaapeloinnit	96	5,0
6-13	Muut yhteensä	301	15,7
	Kaikki yhteensä	1926	100 %

8.1 Käyttäjän virheet

Ihmisen, usein käyttäjän, vlítn virheellinen, ajattelematon tai huolimaton tms. toiminta aiheutti jaksolla 1142 shklitteistojen palohälytystehtävää (59 %). Lukuun kuuluvat sähkökiukaan ja valaisimen päälle tai läheisyyteen jätetyn palavan materiaalin syttymisestä aiheutuneet tehtävät sekä kaikki shklíeden virheellisestä käytöstä aiheutuneet hälytystehtävät. Lukuun eivät sisälly tapaukset, joissa oli kyse henkilön, laitteiston haltijan tai organisaation puutteellisesta tai määräysten vastaisesta toiminnasta, kuten laiminlyönneistä huollon, kunnossapidon tai tarkastusten järjestämisessä, vaan pelkästään suoranainen virhetoiminta silloin, kun laitetta tai laitteiston osaa ei käytetä suunnitellusti oikeassa käyttöympäristössään.

Lukumääräisesti eniten rakennuspaloja seurantajaksolla aiheutti shklíeden tai -uunin virheellinen, huolimaton tms. käyttö (96 rakennuspaloa).

8.2 Sähkölaitteiston kiinteistä ja puolikiinteistä sähköasennuksista aiheutuneet rakennuspalot

Kaikista sähkölaitteiston kiinteistä ja puolikiinteistä asennuksista sekä niihin kuuluvien laitteiden käytöstä oli pelastuslaitokselle aiheutuneissa sammutustehtävissä tuli levinnyt *rakennuspaloksi* 346 tapauksessa (18 %).

Taulukko 4. esittää laitteisto- tai laiteryhmiä aiheuttamien tehtävien lukumäärät ja sen, mikä osuus kunkin ryhmän kaikista hälytystehtävistä oli PRONTO-tietokannan kirjausmenettelyjen mukaisia rakennuspaloja.

Ryhmätasolla eniten rakennuspaloja suhteessa hälytystehtävien määrään aiheuttivat sähköjohdot ja -kaapeloinnit (65,6 % ryhmän 96 hälytystehtävästä).

Taulukko 4. Sähkölaitteistoista johtuvien palohälytystehtävien ja rakennuspalojen kappalemäärät sähkölaitteistopaloista eri ryhmissä

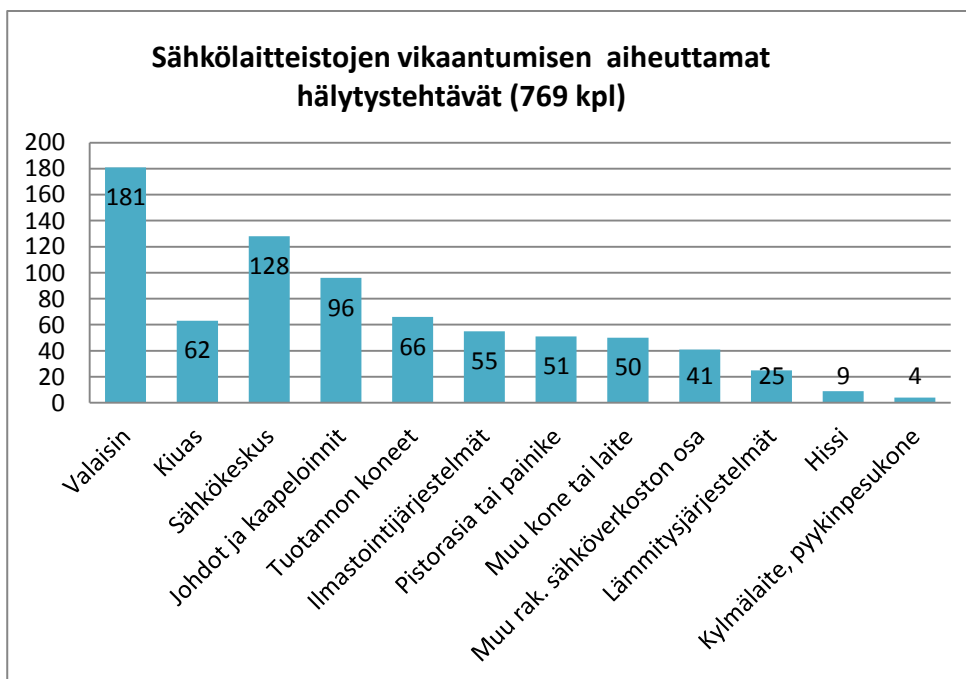
	Kone tai laite	Palohälytystehtävien määrä	Rakennuspaloina aiheutuvat palohälytystehtävät	Sähkölaitteiston vikaantumista aiheuttaneet palohälytystehtävät	Sähkölaitteiston vikaantumista aiheuttaneet rakennuspalot
1	Sähköliesi tai -uuni	1056	96	0	0
2	Valaisin	189	16	181	16
3	Sähkökiuas	156	49	62	7
4	Sähkökeskus	128	40	128	40
5	Sähköjohdot ja kaapeloinnit	96	63	96	63
6	Tuotannon koneet	66	26	66	26
7	Ilmanvaihtojärjestelmät	55	6	55	6
8	Pistorasia tai painike	51	20	51	20
9	Muu kone tai laite	50	15	50	15
10	Muu sähköverkoston osa	41	7	41	7
11	Lämmitysjärjestelmät	25	9	25	8
12	Hissi	9	2	9	2
13	Kylmiöt, pesukoneet	4	1	4	1
	Yhteensä	1926	346	769	211

8.3 Sähkölaitteiston vikaantumisesta aiheutuneet tehtävät

Vikaantumisesta aiheutuneet rakennuspalot ja -palovaarat

Sähkölaitteiston vikaantumisesta tunnistettiin aiheutuneen seurantajaksolla 769 hälytystehtävää (39,9 % kaikista tapauksesta). Tähän ryhmään sisältyvät tapaukset, joissa laitteiston osa on vaurioitunut käytössä tahattomasti (esim. kojeiden kotelot, johdot ja kaapeloinnit). Luvussa huomioidaan tunnistetut puutteet laitteiston huollossa ja kunnossapidossa. Kunnossapidon puutteena huomioidaan myös ne tapaukset, joissa havaitun puutteen tai vian korjaaminen on laiminlyöty. Lukuun sisältyvät myös ne tapaukset, joissa tutkinnassa on tunnistettu palon tai palovaaran aiheuttanut laitteiston osa, mutta vikaantumisen syytä ei ole tiedossa, kuitenkin ihmisen välitön virheellinen toiminta on suljettu pois.

Kuvassa 1 esitetään seurantajaksolla tiedossa olevasta vikaantumisesta aiheutuneiden palohälytystehtävien kappalemäärät seurantaryhmittäin. Vikaantumistapaukset esitetään kuvassa siinä järjestyksessä, kun ne jäljempänä tuloksissa käsitellään.



Kuva 1. Vikaantumisen määrät ryhmäkohtaisesti

Vikaantumisesta aiheutuneet rakennuspalot

Merkittävässä osassa tapauksista syttymiskohta oli tunnistettu, mutta arvio rakennuspalon aiheuttaneen laitteiston osan viasta tai vikaantumisen syystä ja tapahtumaan vaikuttaneista tekijöistä jää avoimeksi. Selvityksessä käytetystä aineistosta voi siten tehdä vain arvion niiden rakennuspalojen määrästä, jotka johtuivat sähkölaitteistojen vikaantumisesta.

Myöhemmin tuloksista käy ilmi, että sähkölaitteistojen seurantajaksolla aiheuttamien rakennuspalojen määrään (346) sisältyy huomattavan useita ihmisen, esim. laitteen käyttäjän välittömästi virheellisestä tms. toiminnasta seuranneita rakennuspaloja. Kun tarkastellaan sähkölaitteiston vikaantumisesta aiheutuneita tulipaloja, tällaisina suljetaan pois kaikki sähkölieden tai -uunin

käytöstä johtuneet 96 rakennuspaloa. Kaikista sähkökiukaan aiheuttamista paloista (49) arvioitiin kiukaan vikaantumisen olleen syynä seitsemään (7) rakennuspaloon. Kiinteästi asennetun valaisimen vian tunnistettiin aiheuttaneen syttymiskohdastaan rakenteisiin levineen tulipalon 16 tapauksessa. Sähkölämmitykset aiheuttivat yhdeksän (9) rakennuspaloa, joista yhdessä (1) tapauksessa ihmisen virheellisellä toiminnalla oli vaikutusta palon syntyyn.

Käytännössä ryhmittelyjen mukaisiin muihin laitteiston osiin (mm. jakokeskukset, kaapeloinnit ja erilaiset kojeet) ei välittömällä virheellisellä toiminnalla voi vaikuttaa ulkopuolelta samalla tavoin ja yhtä suoraan, kun edellä mainittuihin.

Selvityksen perusteella voi tehdä arvion, että rakennusten kiinteästi ja puolikiinteästi asennettujen sähkölaitteiston osien vikaumisesta johtuneiden rakennuspalojen määrä on noin 8 % seurantajakson kaikista palohälytystehtävistä (mukaan hälytystehtäviin laskettuna niin sähkölaitteistojen kuin sähkölaitteiden aiheuttamat hälytykset).

9. Selvityksen tulokset ja tulkinnat ryhmittäin

Tässä kohdassa käsitellään selvityksen piiriin kuuluvien sähkölaite- tai laitteistoryhmien aiheuttamia palohälytystehtäviä. Käsiteltävän ryhmän alkuun on poimittu joitain esimerkkilainauksia PRONTOsta havainnollistamaan sitä, minkälaisia sähkölaitteistoon kohdistuvia hälytystehtäviä pelastuslaitoksella on kunkin selvityksessä käytetyn laitteistoryhmän kohdalla esiintynyt.

Tunnistetun hälytystehtävän aiheuttaneen laitteiston osan vikaantumista kuvaavissa taulukoissa on joidenkin ryhmien tuloksissa taulukon kohdan "*Vikaantumiseen syy tai komponentti*" jäljessä osio "*tarkempi tekninen syy ei tiedossa*". Tässä tarkoitetaan PRONTO:n sanallisia kuvauksia, joissa ilmoitetaan syyksi vain vika tai vikaantuminen. Ihmisen välitön virheellinen toiminta palon tai palovaaran aiheuttajana on näin suljettu ulkopuolelle. Taulukon "*Vian syytä ei arvioitu tai voitu selvittää*" kohdassa on tapaukset, joissa laitteisto- tai laiteryhmä oli tunnistettu, mutta sanalliset kuvaukset eivät kertoneet minkä osan vikaantuminen tai muu syy aiheutti palohälytystehtävän tai vaikutti siihen.

9.1 Sähköliesi

"Hellalla ollut patakinnas syttyi."

"Ilmeisesti lapsi oli vääntänyt lieden levyt päälle."

"Henkilö nukahti ja liedellä ollut ruoka syttyi palamaan."

Sähköliesi tai -uuni todettiin jo Tukesin kevään 2013 tutkimuksessa eniten palohälytystehtäviä aiheuttavaksi sähkölaitteeksi. Sähkölieden tai -uunin käytön seurauksena aiheutuneita sähköpaloja oli tämän selvityksen piiriin kuuluvista tapauksista yli puolet. Seurantajaksolla ei voitu tunnistaa yhtään sähkölieden tai -uunin teknisestä vikaantumisesta aiheutunutta hälytystehtävää. Kaikissa tapahtumissa oli taustalla ihmisen, käyttäjän virheellinen toiminta, inhimillinen erehdys, välinpitämättömyys, ns. uusavuttomuus tai jokin lieteen kohdistunut normaalista käytöstä poikkeava toimenpide.

Sähkölieden aiheuttamia hälytystehtäviä on käsitelty yksityiskohtaisesti "Sähkö palon syttymissyynä" -tutkimuksen raportissa.

9.2 Valaisin

"Loisteputkivalaisimen kuristin/ kondensaattori kärkehti."

"Loisteputkivalaisin kuumeni ja sytytti valaisimen muovisen suojakuvun. Suojakuppu suli ja tippui lattialle, missä se jatkoi palamistaan."

"Halogeenivalon muuntaja."

Kiinteästi asennetusta valaisimesta aiheutui seurantajaksolla 189 pelastuslaitoksen palohälytystehtävää. Näistä 9 % (16 tehtävää) oli rakennuspaloksi levinneen tulipalon sammutustehtäviä ja 91 % rakennuspalovaaroja. Kaikista kiinteästi asennetun valaisimen aiheuttamista sammutus- ja tarkistustehtävistä 96 % (181 tehtävää) johtui vikaantumisesta. Tarkempi tulipalon tai palovaaran aiheuttanut syy jäi avoimeksi 23 % PRONTOon laadituista selosteista.

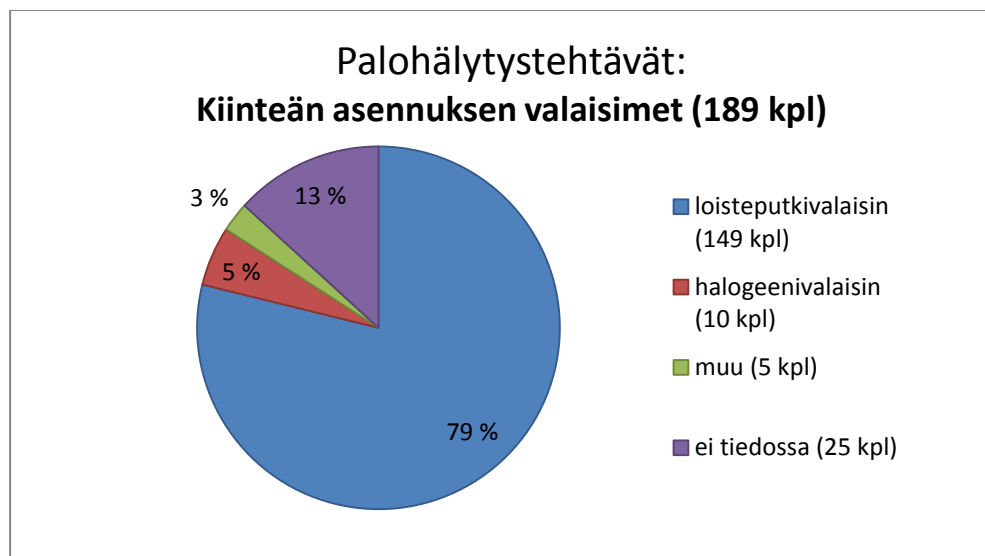
Kaikissa valaisimen aiheuttamissa rakennuspaloissa arvioitiin syyksi valaisimen vikaantuminen.

Kun huomioidaan kaikki seurantajaksolla sammutustehtäviä aiheuttaneet erilaiset valaisintyypit, 72,5 % kaikista ryhmän tapauksista aiheutui vikaantumisen seurauksena. Vian syytä ei arvioitu tai voitu selvittää 23,3 % laadituista selosteista. Ihmisen virheellisellä toiminnalla oli vaikutusta palon tai palovaaran kehittymiseen kahdeksassa (8) tapauksessa, mikä vastaa 4,2 % kaikista valaisinryhmän hälytystehtävistä. Tyypillisesti tällöin oli kyseessä syttyvä materiaali, kuten paperi tai tekstiili liian lähellä valaisinta (Taulukko 5).

Taulukko 5. Kaikkien valaisintyyppien aiheuttamat palohälytystehtävät

Tehtävän aiheuttaja	lukumäärä	%
Valaisimen vikaantuminen	137	72,5
Vikaantumiseen syy tai komponentti		
...kuristin	74	39,2
... tarkempi tekninen syy ei tiedossa	20	10,6
...kondensaattori	19	10,1
...muuntaja	10	5,3
...liitos	8	4,2
...sytytin	4	2,1
...komponentti	2	1,1
Vian syytä ei arvioitu tai voitu selvittää	44	23,3
Ihmisen virheellinen toiminta tms.	8	4,2
Yhteensä	189	100 %

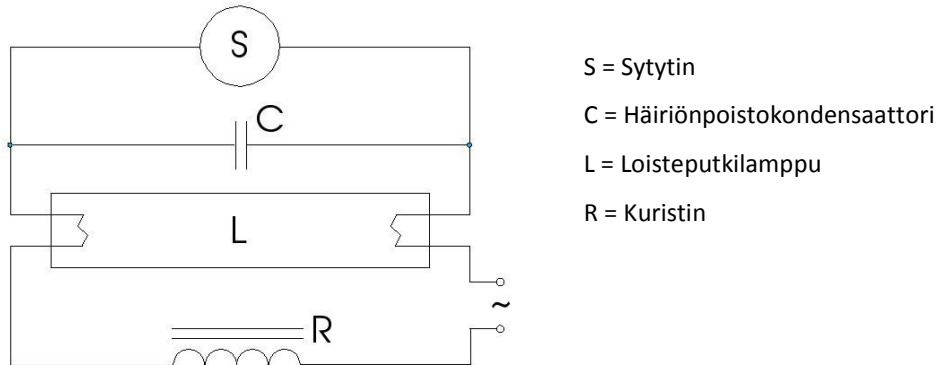
Loisteputkivalaisimesta aiheutui 79 % kaikista asennetuista valaisimista johtuneista hälytystehtävistä. Toiseksi yleisin tehtäviä aiheuttanut valaisintyyppi (5 % tehtävistä) oli halogeenivalaisin. Muista valaisimista, yksittäisenä esimerkkinä, mainittakoon ensiavussa käytetty suunnattava kohdevalaisin. Tarkemmin hälytystehtävän aiheuttanut valaisintyyppi ei selvinnyt 13 % valaisimien aiheuttamista tehtävistä laadituista sanallisista kuvauksista (Kuva 2).



Kuva 2. Kiinteiden valaisinten aiheuttamat palohälytystehtävät valaisintyypeittäin

Yleisimmin palohälytystehtävän aiheuttanut valaisintyyppi seurantajaksolla oli ”perinteinen” magneettisella kuristimella toteutettu loisteputkivalaisin.

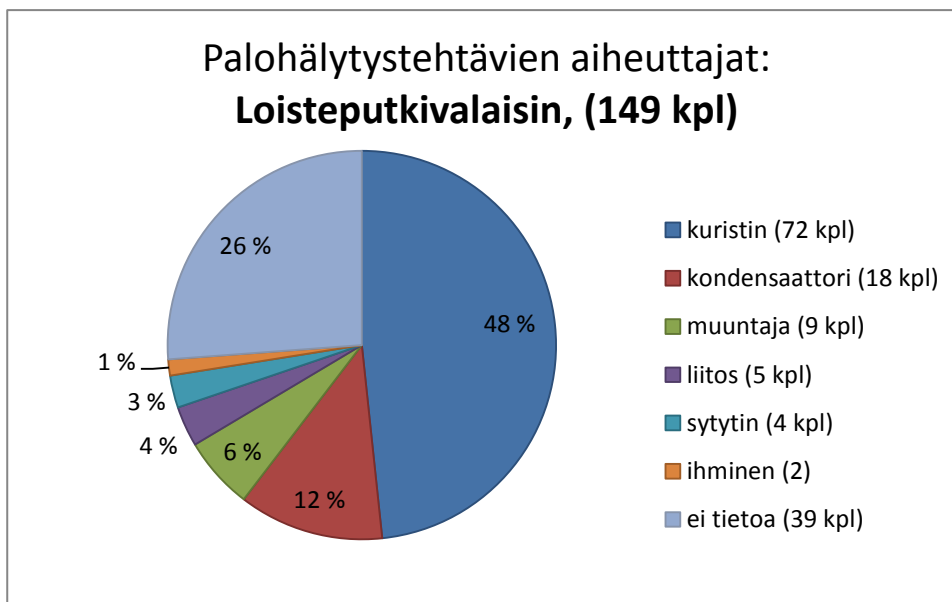
Magneettisella kuristimella toteutettu loisteputkivalaisin koostuu Kuvan 2. mukaisista osista.



Kuva 2. Loisteputkivalaisimen rakenne. (H. Honkanen, Kajaanin ammattikorkeakoulun opetusmateriaali.)

Kun loisteputkilamppu ”pala loppuun”, eikä enää hohda valoa, sen päät hehkuvat oranssina. Jos lamppua ei vaihdeta, sytytin yrittää edelleen saada lampun loistamaan siinä onnistumatta. Tämä aiheuttaa kuumenemista ja lämpötila valaisimessa voi nousta paikallisesti jopa yli 150 celsiusasteen.

Sytyttimen, kondensaattorin ja kuristimen vikaantumiset aiheuttivat yhteensä 94 loisteputkivalaisimen palohälytystehtävää. Muita tunnistettuja palovaarallisen vikaantumien aiheuttajia loisteputkivalaisimissa olivat muuntaja (6 %) ja johtimen huono liitos valaisimen sisällä (4 %). Tarkemmin tunnistamatta jäi 26 % loisteputkivalaisimen aiheuttamista hälytystehtävistä (Kuva 3).



Kuva 3. Loisteputkivalaisimen palohälytystehtävien aiheuttajat

Markkinoilla on perinteisellä tekniikalla toteutettujen loisteputkivalaisimien lisäksi myös valaisimia, joissa käytetään elektronista liitälaitetta. Elektroninen liitälaitte korvaa kuristimen ja sytyttimen sekä häiriönpoisto- ja kompensointikondensaattorin. Lampun rikkoutuessa liitälaitteen elektroniikka kytkee rikkoutuneen lampun pois päältä ja estää sekä liitälaitteen että valaisimen liiallisen kuumenemisen.

PRONTOn tarkempien sanallisten sytymissyyn kuvausten perusteella liitälaitteella toteutetusta loisteputkivalaisimesta ei olisi aiheutunut seurantajaksolla yhtään palohälytystehtävää. Oletettavaa on, että joitain loisteputkivalaisimen kuristimen vikaantumisen aiheuttamista tehtävistä on kuitenkin johtunut liitälaitteen viasta, mutta liitälaitetta on käsitelty kuvauksissa kuristimena.

Halogeenivalaisimesta aiheutuneita pelastuslaitoksen hälytystehtäviä oli seurantajaksolla 10. Näistä yhden (1) aiheuttajaksi tunnistettiin ihmisen, käyttäjän virheellinen toiminta, kun valaisimeen oli vaihdettu liian tehokas tai väärän tyyppinen lamppu. Yksi (1) hälytystehtävä oli seurausta valaisimen muuntajan viasta. Kahdeksan (8) halogeenivalaisimesta johtuneen palohälytystehtävän syy jäi aineistossa avoimeksi. Tarkempien PRONTOn sanallisten sytymissyyn kuvausten perusteella kaikissa halogeenivalaisimista johtuneissa hälytystehtävissä oli kuitenkin kyse kohdevalaisimen aiheuttamasta kuumenemisestä.

Yhteenvedo: Loisteputkivalaisimien palovaaralliseen vikaantumiseen johtaneista syistä jäi tunnistamatta noin neljännes (26 %). Voidaan ajatella, että useissa tapauksissa vikaantumiseen on vaikuttanut eri syistä johtuva laitteen muoviosien haurastuminen tai valaisimen liiallisen lämpenemisen seurauksena aiheutunut mm. johtimien eristeen vaurioituminen. Selvitys osoittaa, että järjestelmällisellä valaisinhuollolla (mm. oikea-aikaisella loisteputkilamppujen vaihdolla) voidaan merkittävästi pienentää kiinteistöjen paloriskiä. Perinteisten loisteputkivalaisimien sytyttimet on suositeltavaa vaihtaa turvasytyttimiin, jotka sammuttavat putken polttoain loppuessa.

Valaisimien asennus- ja käyttöohjeita tulee ehdottomasti noudattaa, mm. suojaetäisyyksien sytytyihin materiaaleihin pitää olla riittäviä, eikä valaisimen muuntajaa saa asentaa paikkaan, jossa se ei pääse jäähtymään riittävästi.

9.3 Sähkökiuas

"Asukas oli haistanut käryn saunasta. Pienet liekit löivät sähkökiukaan vastuksista ja sammuivat itseksensä sulakkeiden palaessa. "

"Kiukaan kytkimet sulivat ja paloivat. Palanut kytkin oli pudonnut lattialle."

"Kiuas oli kiinnitetty ainoastaan paneeliin ruuveilla. Kiinnityskohta oli pettänyt."

Sähkökiukaasta aiheutui seurantajaksolla 156 pelastuslaitoksen hälytystehtävää. Tehtävistä 31 % oli rakennuspaloksi levinneen tulipalon sammutustehtäviä ja 69 % rakennuspalovaaroja. Sytymissyyn ei ollut PRONTOn kuvauksen perusteella tunnistettavissa 3,2 % tapauksista (Taulukko 6).

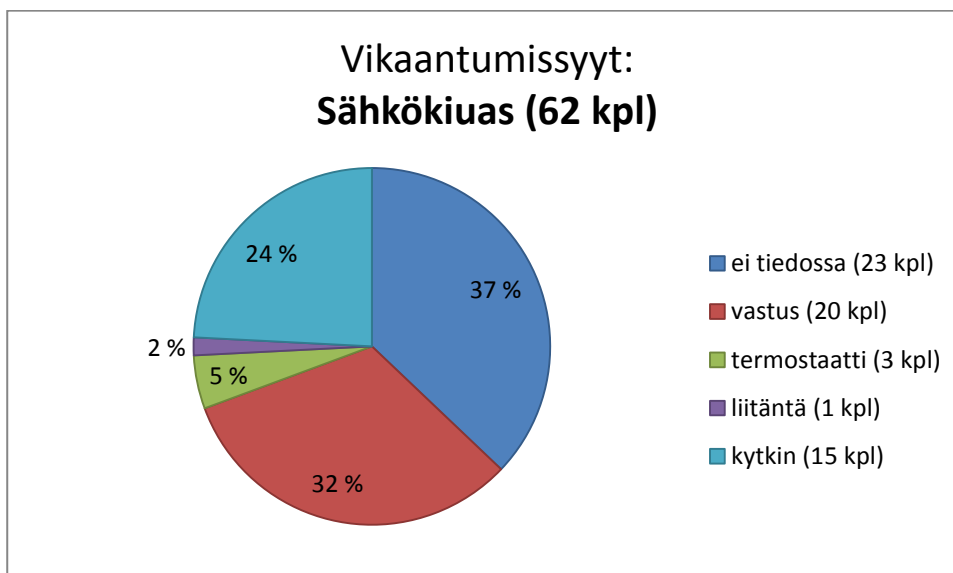
Sähkökiukaista aiheutuneista hälytystehtävistä 88 (56,4 %) oli seurausta ihmisen virheellisestä tai huolimattomasta toiminnasta, esimerkiksi esim. pyykin kuivaus saunassa).

Kaikista sähkökiukaasta aiheutuneista sammutus- ja tarkistustehtävistä 62 (39,7 %) oli seurausta teknisestä viasta (Taulukko 6). Muu syy -tapauksessa saunan kattopaneeli oli pudonnut kuuman kiukaan päälle.

Taulukko 6. Kiukaiden aiheuttamat palohälytystehtävät

Kiukaan aiheuttamat palohälytystehtävät		
Tehtävän aiheuttaja	lukumäärä	%
Vikaantuminen	62	39,7
... <i>tarkempi tekninen syy ei tiedossa</i>	23	14,7
... <i>vastus</i>	20	12,8
... <i>kytkin</i>	15	9,6
... <i>termostaatti</i>	3	1,9
... <i>liitäntä</i>	1	0,6
Muu	1	0,6
Vian syytä ei arvioitu tai voitu selvittää	5	3,2
Ihmisen virheellinen toiminta tms.	88	56,4
Yhteensä	156	100 %

Vikaantuminen: Kaikista sähkökiukaan vikaantumisen aiheuttamista tehtävistä 32 % oli seurausta lämmitysvastuksen viasta ja 24 % käyttökytkimen viasta. Muita tunnistettuja vikoja olivat kiukaan ohjaustermostaatti (5 %) ja verkkoliitäntä (2 %). Taulukon 6 kohdan "*Tarkempi tekninen syy ei tiedossa*" tapaukset ovat sellaisia, joissa PRONTO:n sanalliseen kuvaukseen oli kirjattu ainoastaan "vikaantui" eikä tarkempaa arviota vian syystä ollut käytettävissä. Näiden tapausten osuus vikaantumisista oli 37 % (Kuva 4).



Kuva 4. Sähkökiukaan vikaantumisyyt jakson palohälytystehtävissä

Yhteenvedo: Sähkökiukaasta ja sen käytöstä aiheutui seurantajaksolla 156 pelastuslaitoksen sammutus- ja tarkistustehtävää, joista 62 oli seurausta kiukaan vikaantumisesta. Rakennuspaloja aiheutui sähkökiukaasta ja sen käytöstä kaikkiaan 49, joista seitsemän (7) johtui kiukaan teknisestä viasta.

Yhdessä (1) tapauksessa oli vian seurauksena sulanut kiukaan käyttökytkin pudonnut lattialle. Muutoin syntyy kuva, että ohjeiden mukaisesti ja oikein asennetun sekä käytetyn sähkölaitteen vikaantuminen tapahtui pääosin hallitusti.

Vaikka lämmitysvastusten ja käyttökytkinten viat saattavatkin aiheuttaa näyttävän valokaaren, kipinöintiä ja käryä on vikaantumiselle tyypillistä, että kiuas ei yksinomaan niiden seurauksena pala pitkäaikaisesti ja sellaisella liekillä, että se sytyttäisi ympäröiviä rakenteita.

Ihmisen, käyttäjän virheellisen toiminnan seurauksena alkaneet kiuaspalot puolestaan kehittyvät usein rakennuspaloina. Kiukaan päälle tai sen välittömään läheisyyteen jääneissä tavaroissa on palokuormaa, joka syttyy ja sytyttää myös ympäröivät rakenteet.

PRONTO:n sanallisista kuvauksista voidaan lukea, että joissakin tapauksissa on kiukaan asentamisessa ollut vakavia puutteita ja huolimattomuutta. Tällaisia ovat mm. kiukaan ohjeiden vastainen asennus liian lähelle saunan lauteita ja kahdessa (2) tapauksessa aiheutunut palovaara, kun yksinomaan saunan paneelien varaan kiinnitetty kiuas irtosi seinäkiinnityksestään. Samoin kahdessa (2) tapauksessa oli laitteen mukana toimitettavia asiakirjoja jäänyt kiukaan sisälle ennen kivien latomista kivitilaan. Kaikki nämä palohälytystehtävät olisi voitu estää ohjeiden mukaisella ja huolellisella toiminnalla.

9.4 Sähkökeskus

"Saneerauskohteeseen asennettu ja tapahtumapäivänä käyttöön otettu sähkökeskus oli alkanut savuamaan. Syttymissy ei tarkasti tiedossa."

"Pääkytkin vikaantui. Osa sähköistä katkennut ja sulaketaulusta oli noussut käry. Pääkytkimestä katkaistiin virta, mutta vian vuoksi osa sähköistä jäi päälle."

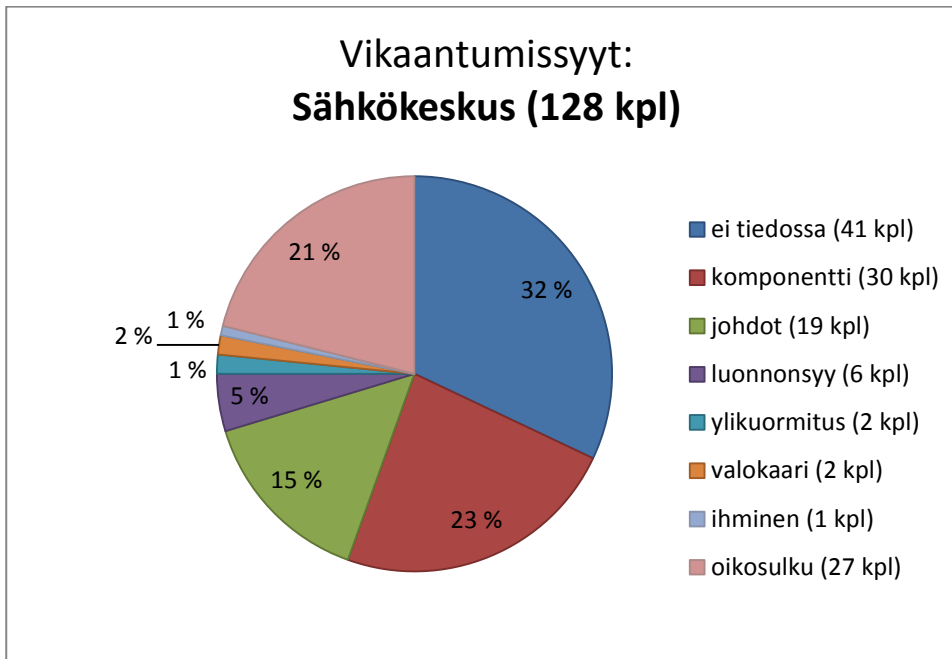
"Kondensaattori kärkehti sähköpääkeskuksessa. "

"Oikosulku tai vastaava. Tuho melko totaalinen, syttymispaikasta ei epäselvyyttä."

"Vika: arvion mukaan olisi vältetty ilmeisesti huolellisemmilla sähkötöillä?"

"Luultavasti löysä liitos tms."

Sähkökeskuksista (jakokeskus) aiheutui seurantajaksolla 128 pelastuslaitoksen hälytystehtävää. Näistä 31 % (40 tehtävää) oli rakennuspaloksi levinneen tulipalon sammutustehtäviä ja 69 % rakennuspalovaaroja. Kaikkien sähkökeskuksista aiheutuneiden hälytystehtävien syyksi arvioitiin tekninen vika, mutta 32 % palohälytystehtävään johtaneista vioista tai vikaantumisen syistä ei tarkemmin tunnistettu.



Kuva 5. Sähkökeskusten vikaantumissyöt jakson palohälytystehtävissä

Yhteenveto: Ns. luonnon syy (tässä jyräjät ja keskukseen päässyt vesi) johti palohälytystehtävään kuudessa (6) tapauksessa. Ylikuormitus mainittiin vikaantuminen syyksi kahdessa (2) tapauksessa.

Selvityksessä käytetyn aineiston Sähkökeskus- ryhmään sisältyy varsinaisten kiinteistöjen jakokeskusten lisäksi erilaisia teollisuuden koneiden ja prosessien sähkökeskuksia sekä loistehon kompensointilaitteistoja.

Useissa kuvauksissa sähkökeskuksen vian syyksi kuvaillaan oikosulkua tai kärähtämistä keskuskelon sisällä olevissa johdoissa tai johtimissa. Yleisimmin tunnistettiin yksittäisten komponenttien, kuten kondensaattorin, releen tai muuntajan vikaantuminen (23 %) ja tämän jälkeen oikosulku (21 %). Kappalemäärät ja vastaavat prosenttiosuudet kaikista sähkökeskuksissa tunnistetuista hälytystehtäviä aiheuttaneista vioista on esitetty edellä (Kuva 5).

”Löysä liitos” mainittiin yhdessä muun mahdollisen vikaantumisen, kuten oikosulun kanssa 10 kuvauksessa, näistä kolmessa (3) tapauksessa oli kyse tulipalosta. Viidessä (5) tapauksessa palon tai palovaaraan syyksi tunnistettiin vika liitoksessa.

Kondensaattoreiden aiheuttamia tehtäviä oli kahdeksan (8), joista viisi (5) kohdistui teollisuuden rakennuksiin.

Yksittäisten komponenttien vikoja lukuun ottamatta PRONTOn sanallisista kuvauksista ei voi juurikaan tehdä johtopäätöksiä siitä, minkälaiset tarkemmat viat ja vikaantuminen sähkökeskuksissa aiheuttivat rakennuspalon tai palovaaran. Jakokeskusten palovaarallisesta vikaantumisesta muodostettavan kuvan kannalta jää avoimeksi mm. keskusrakenne, keskuskomponentit ja kojeet sekä keskusta ympäröivät olosuhteet yms. palon kehittymiseen mahdollisesti vaikuttaneet tekijät.

Jyräjöiden ja veden keskuksissa aiheuttamat vahingot viittaavat siihen, ettei keskusten kotelointi olisi ollut riittävä.

9.5 Sähköjohdot ja -kaapeloinnit

"Palontutkinnassa todettiin syttymissyiksi välipohjassa kulkevan ryhmäkeskukseen menevän sähkökaapelinipun (suojaputkessa) oikosulku, josta palo levisi kaapelipalona ylöspäin."

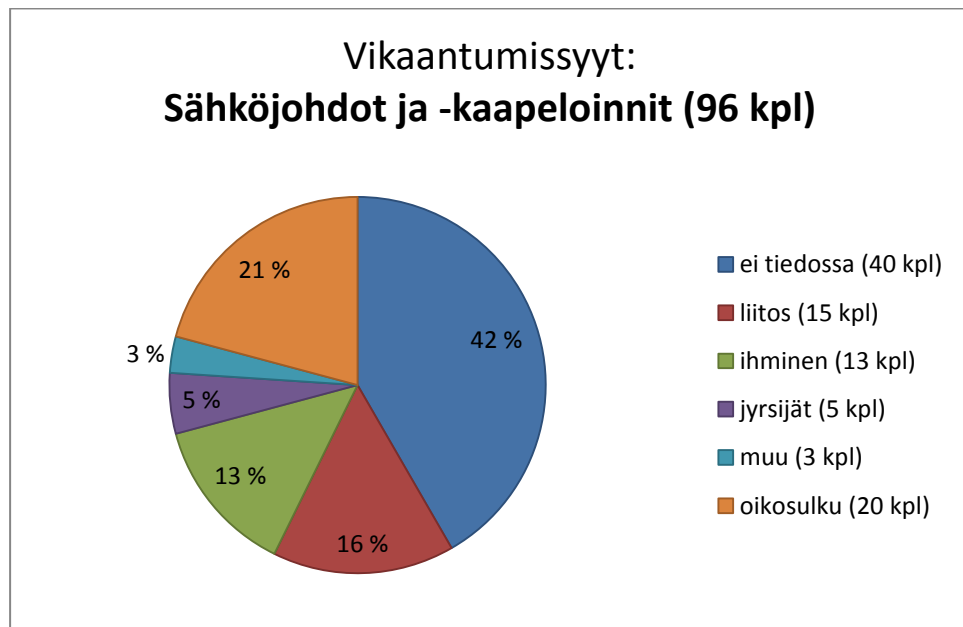
"Lattiarakenteen alla olevat sähköjohdot olivat syttyneet eristetilassa palamaan."

"Rottien järsimä sähköjohto."

"Kaapelihyllyllä oli suuri kaapelikuorma."

"Johdot kärsivät jakorasiassa."

Sähköjohdoista ja -kaapeloinneista sekä niiden haaroitus- ja liitoskohdista mm. jakorasioissa aiheutui seurantajaksolla 96 pelastuslaitoksen hälytystehtävää. Tehtävistä 66 % oli rakennuspa- loksi levinneen tulipalon sammutustehtäviä ja 34 % rakennuspalovaaroja.



Kuva 6. Sähköjohtojen ja -kaapelointien vikaantumissyyt jakson palohälytystehtävissä

Yhteenveto: Johdot ja kaapeloinnit aiheuttivat hälytystehtävien määrään nähden eniten vikaantumisesta aiheutuneita rakennuspaloja: noin kaksi kolmesta ($\frac{2}{3}$) ryhmän hälytystehtävästä oli syttymiskohdastaan ympäröiviin rakenteisiin levinneen tulipalon sammutustehtäviä, mikä selittyy usein yksinkertaisesti sillä, että johtojärjestelmien asennusreiteillä on syttävää materiaalia olevia rakenteita. Vikaantunut kaapelityyppi, asennustapa tai muu johtojärjestelmää kuvaava tieto oli hyvin harvoin erotettavissa PRONTOn kuvauksista.

Kaikki ryhmän 96 palohälytystehtävää olivat seurausta johtojärjestelmän vikaantumisesta. Johtojärjestelmien vika tai vikaantumiseen johtanut syy jäi muita selvityksen ryhmiä useammin avoimeksi (42 %). Huomionarvoista on, että vika- tai syttymispaikan kuvailtiin olleen useissa tapauksissa sellaisessa kohdassa johtojärjestelmää, jossa johtimissa tai kaapelissa ei olisi liitoksia. Yleisin

arvio syttymissyydestä oli oikosulku (21 %), jolloin vikaantumisen syyksi voidaan arvioida virheellinen asennus, mekaaninen vaurioituminen, vanheneminen tms.

Kaikista johtojärjestelmien vikaantumisen aiheuttamista tehtävistä 16 % arvioitiin johtuneen huonosta liitoksesta. Ihmisen toiminnalla oli vaikutusta palovaaralliseen vikaantumiseen 13 % hälytystehtävistä. Ihmisen toiminnalla tarkoitetaan tässä mm. tahatonta johdon tai kaapelin eristeen vaurioittamista esimerkiksi naulattaessa paneeleita ja porattaessa tai ruuvattaessa rakenteisiin. Vika on voinut jäädä piileväksi ja palo kehittyä vasta ajan kuluttua. Virheellisestä asennuksesta ja asennustavasta aiheutuneet vikaantumiset huomioidaan myös ihmisen toiminnan vaikutuksena palovaaralliseen vikaantumiseen.

Kahdesta (2) rakennuspalon sammutustehtävästä PRONTOon laaditun sanallisen kuvauksen perusteella voidaan virheellisen asennustavan ajatella johtaneen johdon ylikuormittumiseen ja liialliseen lämpenemiseen. Toisessa lattiarakenteen alla eristetilassa olleet sähköjohdot syttyivät palamaan. Toisessa paloon johtaneessa vikaantumisessa sähkölämmittimen syöttöjohto ylikuormittui ja lämpeni liikaa. Johto sijaitsi suojaputkessa eristelevyjen alla. Yhdessä (1) tapauksessa arvioitiin suuren kuorman kaapelihyllyllä vaikuttaneen kaapelin vaurioitumiseen tai kuormitettavuuteen (Kuva 7).

Muina syinä (3 %) mainittiin ikääntynyt asennus, asennusta syöttävästä verkosta tullut ”virtapiikki” ja valokaari. Asennuksen ikä oli mainittu osasyiksi vikaantumiseen myös kolmessa (3) muussa rakennuspalossa.

Aineistosta tunnistettiin viisi (5) tapausta, joissa hiiret tai rotat olivat järsineet johtoihin eriste- vaurioita, joiden seurauksena aiheutui oiko- tai maasulku. Neljä (4) näistä tapauksista johti rakennuspaloon. Kyseessä oli mitä ilmeisimmin MMJ- tyyppisen kaapelin pinta-asennus tai ns. putketon uppoasennus (vapaasti rakenteeseen asennettu johtojärjestelmä).

Selvityksessä käytetystä aineistosta ei saa tietoa johtojärjestelmien suojaustavasta (ylivirtasuojaus, palosuojaus), joten jälkikäteen ei ole mahdollista päätellä, onko suojaus ollut vaatimustenmukainen.

9.6 Tuotantoprosessin kone tai laite

"Moottori oli mennyt oikosulkuun ja kipinänyt."

"Sähköjohdot ylikuumentuivat, kun lantakonetta yritettiin käynnistää sulakkeiden vaihdon jälkeen. Johdot sytyttivät eristeet tuleen ja nämä taas sytyttivät sisäkaton yläpuolisen tilan."

"Puristimen sähkökäämi oli palanut ja aiheutti ylikuumentumisen."

Erilaiset tuotantoprosesseissa käytetyt koneet tai laitteet aiheuttivat seurantajaksolla 66 hälytystehtävää. Näistä 60 % oli rakennuspaloksi levinneen tulipalon sammutustehtäviä ja 40 % rakennuspalovaaroja. Noin puolet (½) tämän ryhmän koneiden ja laitteiden pelastuslaitokselle aiheuttamista hälytystehtävistä oli seurausta vikaantumisesta. Toisen puolen (½) tarkemmista syttymissyistä ei PRONTO-tietokannasta voitu saada tietoa.

Muita useammin vikaantuneeksi koneen tai laitteen osaksi tunnistettiin sähkömoottori (11 tapausta). Yleensä ei voitu arvioida sitä, oliko aiheutuneen palon tai palovaaran perimmäinen syy sähköinen vika vai lämpöä tuottava mekaaninen vika, kuten esim. laakerin rikkoutuminen. Me-

kaaninen kuumenemisen tai kipinöinnin aiheuttama ympäristön syttyminen on kuitenkin mahdollinen palonsyy useissa tapauksissa.

Mekaanisen kuumenemisen aiheuttamien palovaarojen tai palojen tiedot eivät kuuluneet selvityksessä käytettyyn aineistoon. Voidaan arvioida, että selvityksen ulkopuolelle jää koneen tai laitteen sähkömekaanisen osan kuumenemisesta aiheutuneita palohälytystehtäviä merkittävästi enemmän kuin selvityksessä käytetystä aineistosta tunnistetut 66 tehtävää.

Ihmisen virheellisellä tai puutteellisen toiminnalla tarkoitetaan alla olevassa taulukossa arvioita huollon ja kunnossapidon laiminlyönnin seurauksena aiheutuneesta vikaantumisesta ja oikosulusta, joiden kummankin osuus ryhmän palohälytystehtävistä oli 7,6 %. Muulla vikaantumisella (2 hälytystehtävää) taulukossa tarkoitetaan epäpuhtauksia tms. prosessissa ja sähköisen vikaantumisen aiheuttamaa valokaarta (Taulukko 7.).

Taulukko 7. Tuotantoprosessin koneen tai laitteen aiheuttamat palohälytystehtävät

Tuotantoprosessin koneen tai laitteen aiheuttamat palohälytystehtävät		
Aiheuttaja	lukumäärä	%
Vikaantuminen	52	81,8
<i>... tarkempi tekninen syy ei tiedossa</i>	21	31,8
<i>...moottori</i>	11	16,7
<i>...oikosulku</i>	5	7,6
<i>...ihmisen virheellinen tai puutteellinen toiminta tms.</i>	5	7,6
<i>...kompressori</i>	3	4,5
<i>...komponentti</i>	3	4,5
<i>...muu</i>	2	3,0
<i>...liitos</i>	2	3,0
Vian syytä ei arvioitu tai voitu selvittää	14	21,2
Yhteensä	66	100 %

Yhteenvedo: Erilaisten koneenosana olevien sähkömoottoreiden ns. kärkeäminen on varsin yleistä erityisesti teollisuudessa sekä maataloilla, joissa koneiden käyttöjaksot ovat usein pitkiä ja olosuhteet vaativia. Kunnossapidossa tuleekin kiinnittää lisääntyvää huomiota laitteiden ja koneiden valmistajien laatimien asennus- ja huolto-ohjeiden noudattamiseen sekä niissä annettuihin huoltojaksoihin.

Kompressorien vikaantumistapauksista ei kuvauksista selvinnyt, onko vikaantunut osa mahdollisesti ollut käynnistinrele ja minkä tyyppin käynnistin on ollut kyseessä.

9.7 Ilmanvaihtojärjestelmät

"Lämmöntalteenottokone (IV-kone) oli alkanut kärytä. Mahdollisesti oikosulku?"

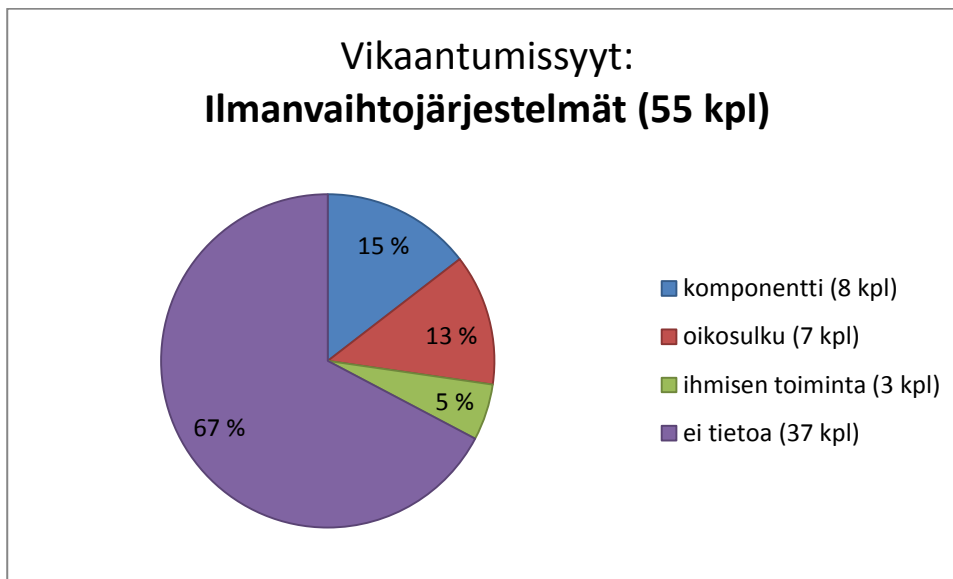
"Ilmanvaihtokoneen suodattimet syttyivät, koska ilman kulkua oli vähennetty ja vastukset kuumentivat liikaa sytyttäen suodattimet."

"Iäkäs liesituuletin syttyi palamaan."

Kiinteästi rakenteisiin sijoitetut ilmanvaihtojärjestelmät, mukaan lukien liesituuletin, aiheuttivat seurantajaksolla 55 pelastuslaitoksen hälytystehtävää. Näistä 13 oli rakennuspaloja (24 %) ja 42 rakennuspalovaaroja (76 %).

Järjestelmään kuuluvan yksittäisen komponentin vikaantumisen seurauksena arvioitiin aiheutaneen 15 % hälytystehtävistä ja oikosulku oli kirjattu syyksi 13 % tapauksista. Huollon ja kunnossapidon laiminlyönnin arvioitiin aiheuttaneen 5 % ryhmän palohälytystehtävistä (ihmisen toiminnan vaikutus).

Suurimpaan osaan tämän ryhmän hälytystehtäviin johtaneista syistä (67 %) ei saatu tietokannasta tarkempaa tietoa (Kuva 7).



Kuva 7. Ilmanvaihtojärjestelmien aiheuttamat palohälytystehtävät

Yhteenveto: Ilmanvaihtojärjestelmien aiheuttamien tehtävien sanallisissa kuvauksissa mainitaan useimmissa tapauksissa sähkömoottori, puhallin tai IV-kone. Palon syttymissyyn tarkastelun kannalta ryhmän laitteet sisältävät mm. pyöriviä koneenosia, kuvauksista ei voi kuitenkaan luotettavasti erottaa mekaanisen kuumenemisen ja sähköisen vian aiheuttamia tehtäviä toisistaan.

Liesituulettimien aiheuttamat pelastuslaitoksen hälytystehtävät kohdistuivat enimmäkseen omakotitaloihin. Kahdestatoista (12) liesituulettimen vikaantumisesta seitsemän (7) johti rakennuspaloon. Liesituulettimen vikaantuessa palovaaraa lisää ja joskus todellinen palovaara voi aiheutua liesituulettimen puhdistuksen laiminlyönnistä varsinaisen laitteen vikaantumisen sijaan. Rasvainen ja pölyntynyt liesituuletin syttyy helposti ja levittää palon edelleen rakennuksen poistokanaviin.

Laitteen ikä oli kirjattu vikaantumisen syyksi useissa liesituulettimen aiheuttamissa sähköpaloissa. Vikaantuneita liesituulettimen osia olivat tyypillisesti sähkömoottori, käyttökytkimet ja valaisinosat.

9.8 Pistorasia tai painike

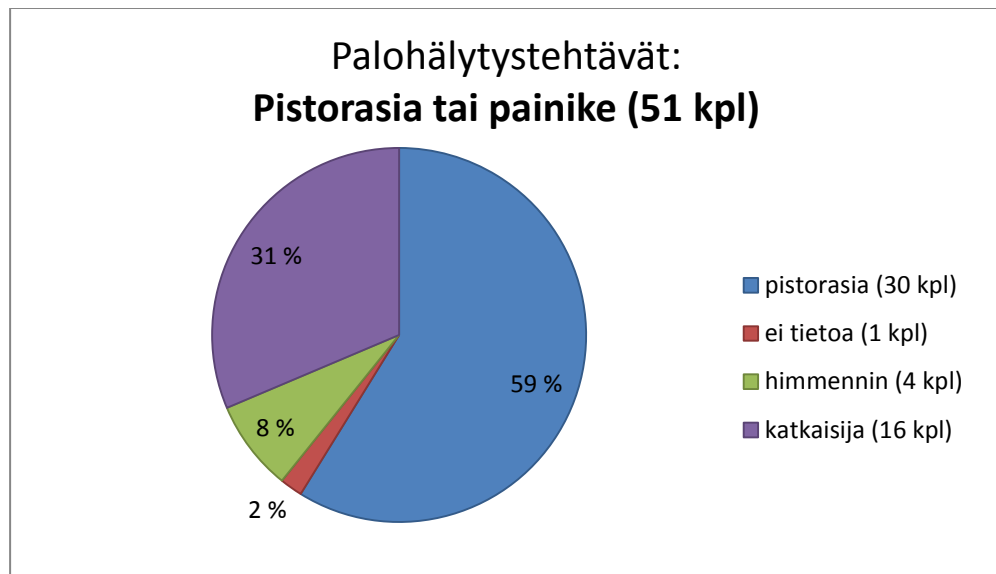
"Seinä paloi pistorasian kohdalta puhki. Asukkaan kertomuksen mukaan ennen paloa sulakkeita oli palanut useita kertoja autosuojan ryhmästä. Tämä viittaisi oikosulkuun."

"Valokytkimessä oli oikosulku tai muu vika. Siivooja meni luokkahuoneeseen ja laitto valot päälle kytkimestä, joka alkoi savuttaa ja palaa pienellä liekillä."

"Oikosulku? Pistorasiasta tuli liekkejä. Mitään laitetta ei ollut kytkettyä."

"Pesukoneen pistorasia kärkehti."

Pistorasia tai painike (valaistuksen kytkin, -himmennin) ryhmään lukeutuvista laitteiston osista aiheutui seurantajaksolla 51 pelastuslaitoksen hälytystehtävää. Näistä 40 % oli rakennuspaloksi levinneen tulipalon sammutustehtäviä ja 60 % rakennuspalovaaroja. Nimellisvirraltaan erilaisista pistorasioista aiheutui seurantajaksolla 30 pelastuslaitoksen tehtävää. Valokytkimen vikaantumisen aiheutti 16 ja himmentimen neljä (4) hälytystehtävää. Yhden (1) tähän ryhmään kirjatun tehtävän aiheuttajaa ei voitu selvittää aineistosta.



Kuva 8. Tehtävien jakauma "Pistorasia tai painike" -ryhmässä

Yli kolmasosan (35,3 %) hälytystehtävistä arvioitiin olleen seurausta oikosulusta. Ihmisen toiminnan (väärä himmentimen valinta valaisimelle, huollon laiminlyönti, ylikuormitus) arvioitiin olleen osallisena 7,8 % aiheutuneista hälytystehtävistä. PRONTOon laadituissa selosteissa jäi hälytystehtävän aiheuttaja tässä ryhmässä avoimeksi 47,1 % hälytystehtävistä (Taulukko 8).

Taulukko 8. Pistorasian tai painikkeen aiheuttamat palohälytystehtävät

Pistorasian tai painikkeen aiheuttamat palohälytystehtävät		
Vikaantumisen syy	lukumäärä	%
Vikaantuminen	25	49,0
...oikosulku	19	37,3
...liitos	3	5,9
...ylikuorma	2	3,9
...komponentti	1	2,0
Ihmisen virheellinen toiminta tms.	2	3,9
Vian syytä ei arvioitu tai voitu selvittää	24	47,1
Yhteensä	51	100 %

Yhteenveto: Kuvausten perusteella tavanomaiset pistorasia ja valokytkin aiheuttivat yhteensä 90 % ryhmänsä palohälytystehtävistä. Näiden kojeiden vikojen voidaan arvioida johtuvan pitkälti kulumisesta: kun pistotulppia toistuvasti irrotetaan ja kiinnitetään, kuluvat pistorasian sisäosat ja mm. kosketinpaine kojeessa pienenee, jolloin liitoksesta pistotulppaan ei tule luotettava. Vanhoissa ja käytössä kuluneissa valokytkimissä sekä vastaavissa kulumisen sekä ”arpeutuminen” aiheuttavat ylimenovastusta kosketinpinoilla. Jos rasiakojeen kiinnitys löystyy, aiheuttaa se käytössä johtimiin ja liitoksiin kohdistuvaa toistuvaa mekaanista rasitusta, joka aiheuttaa vian.

PRONTO:n sanallisissa kuvauksissa arvioidaan huonon liitoksen ja oikosulun johtaneen 41,2 % tämän ryhmän tehtävistä. Ryhmän vikoja kuvailtiin usein oikosulkuina, joista on aiheutunut käryä ja kojerasian tai kojeen sulamista.

PRONTOon laadituista selosteista voitiin todeta, että kahdessa (2) tapauksessa ei pistorasiaan ollut tapahtumahetkellä liitettyä pistotulppaa mitään laitetta. Joissain tapauksissa voidaan kuvausten perusteella ajatella, että asennus on vikaantunut kojerasiassa peruseristettyjen johtimien osalta. Kuvauksista ei selvinnyt oliko paloon osallistunut kojerasiaa käytetty ryhmäjohton jatkamiseen tai haaroittamiseen rasian pohjalle asennetuilla irtoliittimillä. Kytkimien osalta kuvauksista ei selviä, ohjattiinko niillä tapahtumahetkellä laitetta tai kuormaa.

9.9 Muu kone tai laite

"Karjakeittiössä lypsyjärjestelmän huuhtelun kiertovesipumppu meni oikosulkuun, mistä seurauksena sähköjohtoja ja muoviputkea sulii pumpun läheisyydestä."

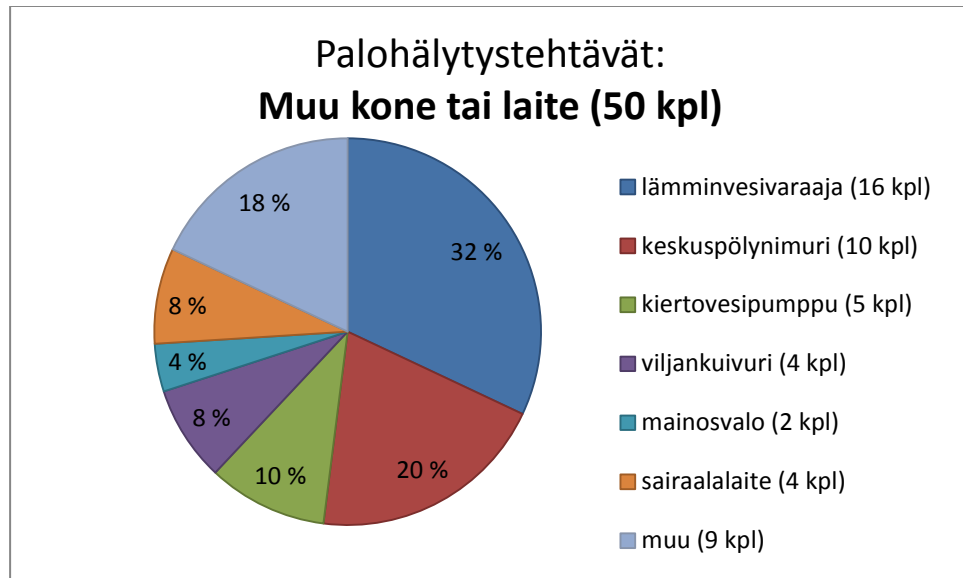
"Kohteessa meneillään remontti, jonka johdosta normaalisti lämmitykseen käytettävä kattila oli ohitettu. Kattila oli kuitenkin käynnissä ja syytti kattilan sisäpuolelta eristeet ja sähköjohdot palamaan, koska laitteen läpi ei mennyt jäähdyttävää vettä."

"Todennäköisesti kyseessä oli joko keskuspölynimurin moottorin oikosulku tai laakereiden kuumeneminen. Automaattisulake ei ollut lauennut."

"Viljankuivuri syttyi palamaan sähkömoottorin vierestä."

Muut koneet tai laitteet (mukaan lukien keskuspölynimuri ja viljankuivuri) aiheuttivat seuranta-jaksolla 50 pelastuslaitoksen hälytystehtävää, joissa oli kyse rakennuksen kiinteästä tai puolikiinteästä asennuksesta. Tehtävistä 30 % oli rakennuspaloksi levinneen tulipalon sammutustehtäviä ja loput 70 % rakennuspalovaaroja.

Yleisin hälytystehtäviä aiheuttanut laite ryhmässään oli lämminvesivaraaja, joka aiheutti 32 % ryhmän palohälytystehtävistä. Kaikista ryhmän tehtävistä keskuspölynimurin aiheuttamia tehtäviä oli 20 % ja kiertovesipumpun 10 %. Viljankuivuri ja sairaalalaite aiheuttivat kumpikin 8 % tehtävistä ja mainosvalo 4 %. Muut laitteet, kuten teatterin valkokankaan siirtomoottori, aiheuttivat yhdeksän (9) tehtävää, mikä vastaa 18 % kaikista ryhmän tehtävistä (Kuva 9).



Kuva 9. Palohälytystehtävien jakauma "muu kone tai laite" -ryhmän sisällä

Oikosulku oli ilmoitettu syyksi 22 % kokonaismäärästä (50 tehtävää) tämän ryhmän palohälytystehtäviä. Tarkempi palovaarallisen vikaantumisen syy jäi avoimeksi noin puolessa (½) kaikista ryhmän tehtävistä.

Taulukko 9 kuvaa ryhmän laitteiden vikoja ja vikaantumista. Tunnistettuja tekijöitä olivat huollon ja kunnossapidon laiminlyönti (puutteellinen toiminta) kahdeksassa (8) tapauksessa. Yksittäisen komponentin vikaantumisen arvioitiin aiheuttaneen palon tai palovaaran neljässä (4) tapauksessa, joka vastaa 14 % kaikista vikaantumisen aiheuttamista tehtävistä.

Taulukko 9. Muun koneen tai laitteen aiheuttamat palohälytystehtävät

Muun koneen tai laitteen aiheuttamat palohälytystehtävät		
Aiheuttaja	lukumäärä	%
Vikaantuminen	36	72
<i>... tarkempi tekninen syy ei tiedossa</i>	<i>18/36</i>	<i>36/72</i>
<i>...oikosulku</i>	<i>11/36</i>	<i>22/72</i>
<i>...komponentti</i>	<i>4/36</i>	<i>14/72</i>
Ihmisen virheellinen tai puutteellinen toiminta tms.	8	15
Vian syytä ei arvioitu tai voitu selvittää	6	13,0
Yhteensä	50	100 %

Lämminvesivaraaja aiheutti seurantajaksolla 16 pelastuslaitoksen tehtävää, joista viisi (5) oli rakennuspaloksi levinneen tulipalon sammutustehtäviä. Neljässä (4) PRONTO:n selosteessa oli tehtävän syyksi ilmoitettu vika varaajassa, määrittelemättä sen tarkemmin vikaa tai sen syytä. Lämminvesivaraajan vikoina ja vikaantumisen syinä tunnistettiin oikosulku neljässä (4) ja vika yksittäisessä komponentissa, kuten termostaatissa kahdessa (2) tapauksessa. Ihmisen toiminnalla arvioitiin olleen vaikutusta vikaantumiseen kahdessa (2) tapauksessa. Yhdessä (1) tapauksessa vian aiheutti varaajan sähköiseen säätölaitteistoon päässyt vesi. Kolmessa (3) tapauksessa syytä ei voitu selvittää tai arviota ei ole kirjattu PRONTOon.

Keskuspölynimurista aiheutuneista kymmenestä pelastuslaitoksen hälytystehtävästä oli neljä (4) rakennuspaloksi levinneen tulipalon sammutustehtäviä. Hälytystehtävistä laadituissa selosteissa mainittiin keskuspölynimurin tarkemmin määrittelemätön vika kuudessa (6) hälytystehtävässä, joista kahden (2) yhteydessä tuotiin esiin mahdollinen sähkömoottorin tai -moottorin laakerin vikaantuminen. Laitteiston puutteellisella huollolla arvioitiin olleen vaikutusta vian kehittymiseen kahdessa (2) tapauksessa, jolloin laitteen riittämätön puhdistus on mahdollisesti aiheuttanut tukkeumia ja johtanut laitteiston moottorin palovaaralliseen kuumentumiseen. Oikosulku laitteiston keskusyksikössä oli arvioin mukaan aiheuttanut kaksi (2) palovaaraa.

Kiertovesipumpusta aiheutuneesta viidestä (5) pelastuslaitoksen hälytystehtävästä oli yksi (1) rakennuspaloksi levinneen tulipalon sammutustehtävä. Kahdessa (2) tapauksessa tehtävä aiheutui kiertovesipumpun ns. kärkeämisestä, johon paloilmoitinlaitteisto reagoi ja välitti tiedon pelastuslaitokselle. Kiertovesipumpun aiheuttamien tehtävien syyksi arvioitiin kahdessa (2) tapauksessa kuumentuminen ja yhdessä (1) oikosulku. Kahdessa tehtävässä (2) mainittiin tarkemmin määrittelemätön vika. Rakennuspalo aiheutui, kun vian seurauksena kuumentunut kiertovesipumppu sytytti ympäristönsä.

Viljankuivurista aiheutuneista tehtävistä oli kolme (3) rakennuspaloksi levinneen tulipalon sammutustehtäviä. Sammutustehtävistä laadituissa selosteissa arvioitiin toisessa palon syyksi ”sähkö” ja toisessa tunnistettiin syttymiskohta lähelle sähkömoottoria. Palovaarasta laaditussa pelastuslaitoksen tehtäväselosteessa arvioitiin öljypoltinlaitteiston huollon laiminlyönnin vaikuttaneen hälytystehtävän aiheuttaneen vian syntyyn.

Kiertovesipumppu ja lämminvesivaraaja aiheuttivat 42 % ryhmän tehtävistä. Laitteet ovat tyyppi-esimerkkejä laitteiston osista, jotka ovat ”poissa silmistä” ja niitä käytetään usein niin pitkään, kunnes ne vikaantuvat.

9.10 Muu rakennuksen sähköverkoston osa

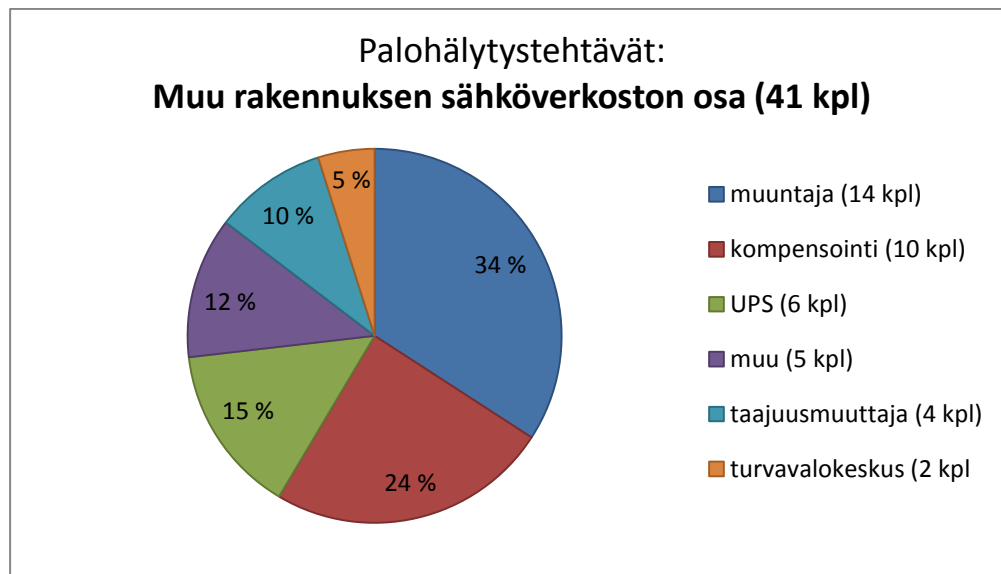
"Sähköpääkeskuksen kompensointilaitteen patteri oli kärkehtänyt."

"Sähköpääkeskuksessa sijaitseva turvalaistuksen keskusyksikkö oli syttynyt palamaan."

"UPS- laite oli kärkehtänyt."

Muu rakennuksen sähköverkoston osa -ryhmään kuuluvat selvityksessä ne rakennuksen sähkölaitteiston osat, joita ei voida luokitella selvityksessä käytettyihin muihin ryhmiin. Ryhmään sisältyvät muuntajat, varavoimajärjestelmät, poistumistievalot ja myös osa kiinteistön loistehon kompensointilaitteistoista. Kompensointilaitteistojen vikaantumiseen liittyviä sammutustehtäviä on käsitelty myös Sähkökeskukset-kappaleessa. Käytännön syistä kompensointilaitteistoja ei voitu luokitella selvityksessä vain yhteen ryhmään.

Muut rakennuksen sähköverkoston osat aiheuttivat seurantajaksolla 41 pelastuslaitoksen hälytystehtävää. Näistä 17 % oli rakennuspaloksi levinneen tulipalon sammutustehtäviä ja 83 % rakennuspalovaaroja. Yleisin palohälytystehtävän aiheuttanut laite ryhmässä oli muuntaja, toiseksi yleisin loistehon kompensointikondensaattori ja kolmanneksi yleisin UPS- järjestelmä. Taajuusmuuttaja aiheutti 10 % ryhmän palohälytystehtävistä ja turvalaistussyksikkö 5 % (Kuva 10).



Kuva 10. Palohälytystehtävien jakauma "muu sähköverkoston osa" -ryhmän sisällä

Muu rakennuksen sähköverkoston osa- ryhmässä hälytystehtävän aiheuttajaksi tunnistettujen laitteiston osien (Kuva 10) suurimmaksi yksittäiseksi palovaarallisen vikaantumisen aiheuttajaksi oli PRONTO- järjestelmään kirjattu jonkin ikääntyneen komponentin vikaantuminen (14,9 %). Oikosulun ja valokaaren arvioitiin aiheuttaneen 4,9 % ja huonon tms. liitoksen 2,4 % ryhmän tehtävistä. Syttymiskohdasta tai syystä ei saatu tietoa hieman alle neljäsosassa (¼) tapauksista (Taulukko 10).

Taulukko 10. Muun sähköverkoston osan aiheuttamat palohälytystehtävät

Muun rakennuksen sähköverkoston osan aiheuttamat palohälytystehtävät		
Aiheuttaja	lukumäärä	%
Komponentti	6	14,6
Oikosulku	2	4,9
Valokaari	2	4,9
Liitos	1	2,4
Vian syytä ei arvioitu tai voitu selvittää	30	73,2
Yhteensä	41	100 %

9.11 Sähkölämmitysjärjestelmät

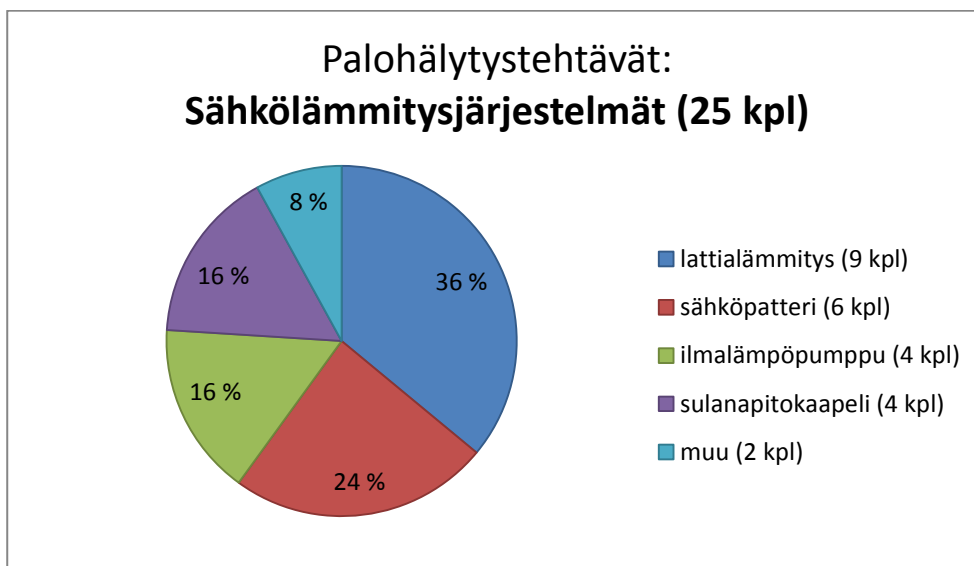
"Sähköpatterissa oli tapahtunut oikosulku."

"Lattialämmityksen termostaatissa oli sähkövika. Palo levisi V- muodossa kaapiston alaosassa sijainneesta termostaatista seinän kautta rakenteisiin."

"Teollisuushallin rännien sulanapitokaapeleissa oli tapahtunut ylikuumeneminen/ oikosulku. Kaapelien muovipäälysteet paloivat liekillä."

"Olohuoneen yläpohjasta alkanut syttymä. Sähkötoiminen kattolämmitys oli todennäköisesti syyttänyt kattorakenteita."

Sähkölämmitysjärjestelmät aiheuttivat seurantajaksolla 25 pelastuslaitoksen palohälytystehtävää. Näistä 36 % oli rakennuspaloksi levinneen tulipalon sammutustehtäviä ja 64 % rakennuspalovaaroja. Yleisimmin (36 % tapauksista) hälytystehtävä aiheutui jonkin sähköisen lattialämmitysjärjestelmän osan vikaantumisen vuoksi. Sähköpatteri aiheutti noin 24 %, ns. sulanapitokaapeli ja ilmalämpöpumppu kumpikin 16 % ja muu sähkölämmityksen osa 8 % kaikista ryhmän tehtävistä (Kuva 11).



Kuva 11. Sähkölämmitysjärjestelmistä johtuvat palohälytystehtävät

Lämmityskaapelilla toteutetun lattialämmitysjärjestelmän vikaantuminen aiheutti pelastuslaitokselle yhdeksän (9) hälytystehtävää, joista neljä (4) aiheutui ohjaustermostaatin viasta. Oikosulku oli kirjattu syyksi 16 % ja liitos 8 % sähkölämmitysjärjestelmien aiheuttamista hälytystehtävistä. Puutteellisella kunnossapidolla arvioitiin olleen vaikutusta vikaantumisen syntyyn yhdessä (1) tapauksessa. Ihmisen välitön virheellinen toiminta aiheutti rakennuspalon, kun sähkölämmityspatterin läheisyydessä olleet vaatteet tms. tavarat aiheuttivat laitteen kuumenemisen ja sen seurauksena syttyivät palamaan. Sähkölämmitysjärjestelmistä johtuvissa palohälytystehtävissä jäi tunnistamatta 52 % vikaantumisen tarkemmista syistä (Taulukko 11).

Taulukko 11. Sähkölämmitysjärjestelmien aiheuttamat palohälytystehtävät

Sähkölämmitysjärjestelmien aiheuttamat palohälytystehtävät		
Aiheuttaja	lukumäärä	%
Vikaantuminen	23	92,0
<i>... tarkempi tekninen syy ei tiedossa</i>	<i>13</i>	<i>52,0</i>
<i>...lattialämmityksen termostaatti</i>	<i>4</i>	<i>16,0</i>
<i>...oikosulku</i>	<i>4</i>	<i>16,0</i>
<i>...liitos</i>	<i>2</i>	<i>8,0</i>
Ihmisen virheellinen tai puutteellinen toiminta tms.	2	8,0
Yhteensä	25	100 %

Yhteenvedo: Sähkölämmitysjärjestelmistä pelastuslaitokselle aiheutuneista hälytystehtävistä noin puolet (13 kpl) oli seurausta lämmityskaapeleiden ja niiden ohjaukseen käytettyjen termostaattien vioista. Seinäpintaan tai uppoasennuskojerasiaan asennettu lämmityksen ohjaustermostaatti aiheutti seurantajaksolla neljä (4) rakennuspaloa. Rakennuspalovaaraksi jääneissä pelastuslaitoksen sammutustehtävissä voitiin vikaantuneen lämmityksen ohjaustermostaatin todeta käryneen tai vian aiheuttaman lämpenemisen sulattaneen kojetta ja kojerasiaa.

Yhdessä (1) PRONTO:n sanallisessa kuvauksessa arvioitiin vian olleen asennustarvikkeessa, muutoin sähköisen lämmityskaapelijärjestelmän tarkempi vian ja vikaantumisen syy jäi avoimeksi yli puolessa (>½) kaikista tapauksista. PRONTO-järjestelmään kirjatuista sanallisista kuvauksista ei voi tulkita onko asennuksessa mahdollisesti käytetty syötön automaattisen poiskytkennän kanssa mitoitustoimintavirrallaan 30 mA tai 300 mA:n vikavirtasuojakytkintä.

Perinteisistä kiinteän tai puolikiinteän asennuksen lämpöpattereista aiheutuneita hälytystehtäviä oli seurantajaksolla kuusi (6).

Ilmalämpöpumppujen aiheuttamat tehtävät olivat moottorin ja ns. sulanapitovastuksen (mahdollisesti myös lämmityskaapeli) aiheuttamia palovaaraksi kirjattuja kärähtämisistä.

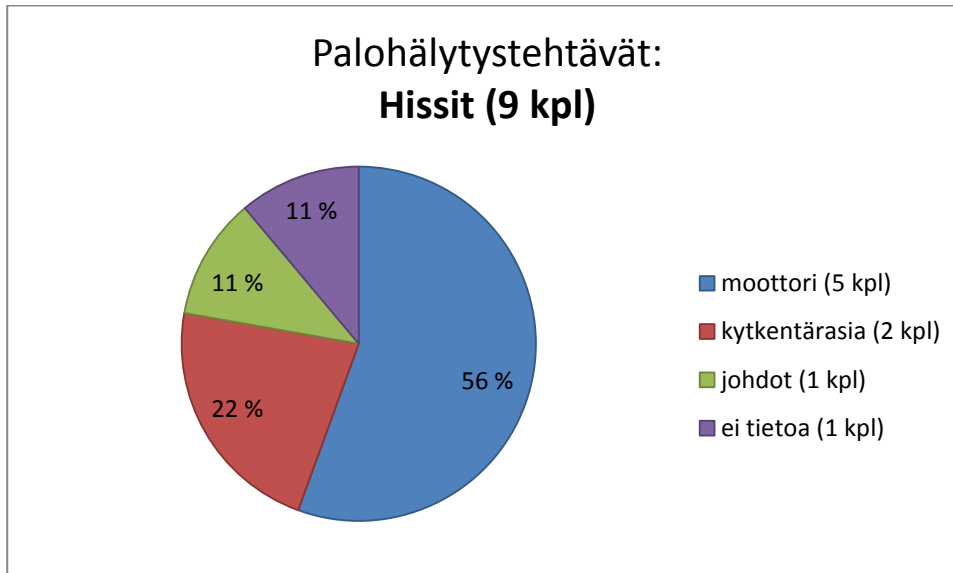
9.12 Hissi

"Hissin sähkömoottori kärähti."

"Hissin seinä ja hissikulun johdot paloivat."

"Hissihuoltaja avasi ohjauspaneelin ja havaittiin että johdot, kytkentärasia ja kondensaattori olivat kärähtäneet."

Hissi aiheutti seurantajaksolla yhdeksän (9) hälytystehtävää. Näistä kaksi (2) oli rakennuspaloksi levinneen tulipalon sammutustehtäviä ja loput seitsemän (7) rakennuspalovaaroja. Toisen rakennuspalon syy ei kuitenkaan selvinnyt tarkemmin. Poliisi on tutkinut tapahtuman. Yhtä (1) tapaus-ta lukuun ottamatta palohälytystehtävän syyksi oli kirjattu vikaantuminen. Hissin nostokoneiston sähkömoottorin vikaantuminen aiheutti hälytystehtävistä viisi (5), vika moottorin kytkentärasiasa yhden (1). Samoin hissien ohjauskeskuksen johtojen, kytkentärasian sekä kondensaattorin kärehtäminen aiheutti yhden (1) tehtävän (Kuva 12).



Kuva 12. Hissien palohälytystehtävien aiheuttajat

Hisseistä aiheutuneista sammutustehtävistä ei juurikaan saatu tietoa.

9.13 Kylmiöt ja teollisuuskäyttöön tarkoitetut pesukoneet

"Palo oli alkanut kylmäallaskoneen kompressorin vieressä olleesta sähkökotelosta."

"Kylmiöhuoneen sähkökäyttöisen oven lämmitysvastuksen eristys vioittunut ja aiheuttanut oikosulun."

"Kylmiön kellokytkin oli syttynyt palamaan liekillä."

"Pyykinkuivauskone aiheutti käryn kellariin."

Teollisuuskäyttöön tms. tarkoitetut kylmiöt aiheuttivat seurantajaksolla kaksi (2) ja kylmäallas yhden (1) hälytystehtävän sekä pyykinkuivauskone yhden (1).

Edellä esitettyjä tarkempia tietoja tehtäviin liittyvistä vioista tai vikaantumisista ei PRONTO-järjestelmästä ollut tässä ryhmässä saatavissa.

10. Havainnot sähkölaitteistopaloista alkuperäisen aineiston ulkopuolelta

Selvityksen lähdeaineistona käytettiin Tukesin keväällä 2013 julkaistun tutkimuksen aineistoa ja tuloksia. Selvityksen kuluessa todettiin, että aineisto ei ole kattavaa sähkölaitteistoista aiheutuneiden tulipalojen ja -palovaarojen tarkastelun sekä sähkölaitteistojen käytön turvallisuudesta muodostettavan kokonaiskuvan kannalta.

Sähkönkäytön aiheuttamaan palovaaraan liittyviä pelastuslaitoksen hälytystehtäviä löytyi myös kevään 2013 tutkimuksen ulkopuolelle jääneistä PRONTO-tietokannan onnettomuustyypeistä. Jäljempänä selvityksen kohdassa 10.2 (Muu tulipalo, maastopalo ja räjähdys) käsitellään lyhyesti näitä pelastuslaitokselle seurantajaksolla aiheutuneita tehtäviä.

Todettakoon, että sähkölaitteistopaloihin liittyviä vikaantumisia oli usein kirjattu myös muihin ryhmiin kuin niihin, joihin PRONTO:n dynaaminen koulutuskansio opastaa. Hyvin usein muiden sähkölaitteistoryhmien tapauksia oli kirjattu sähköjohdot ja -kaapeloinnit -ryhmään (esimerkiksi tuotantoprosessin koneiden ja sähkökeskuksen sisällä syttyneiden johtojen aiheuttamia hälytystehtäviä).

10.1 Mekaanisen kuumenemisen aiheuttamat palohälytystehtävät

Kun selvityksessä tehtiin PRONTO-tietokannasta haku, jossa hakuehdoiksi määriteltiin "sähkö" ja vapaaseen sanahakuun "laakeri", saatiin seurantajaksolta tulokseksi 34 tulipaloa tai palovaaraa. Hakuehdot "sähkö" ja "kitka" puolestaan tuottivat 18 pelastuslaitoksen hälytystehtävää. Sähköstä energiansa saavan laitteen- tai koneenosan mekaaninen kuumeneminen on siten aiheuttanut seurantajakson aikana ainakin 52 sammutus- tai tarkastustehtävää. Tehtävät aiheutuivat pääsääntöisesti erilaisessa käytössä olevien laitteiden ja laitteiston osana olevien sähkömoottoreiden vikaantumisesta.

10.2 Muu tulipalo, maastopalo ja räjähdys -luokitellut sähkönkäytöstä aiheutuneet tehtävät

Muu tulipalo -onnettomuustyyppin mukaisesti oli PRONTO-järjestelmään luokiteltu 103 hälytystehtävää, jotka koskivat rakennusten ulkopuolella sijaitsevia sähkölaitteistoja. Sähkönkäytöstä aiheutuneita Maastopalo-luokiteltuja hälytystehtäviä oli seurantajaksolla 25 ja räjähdykseksi luokiteltiin yksi (1) hälytystehtävä. Alkuperäisen aineiston ulkopuolella oli siten yhteensä 128 tämän selvityksen piiriin kuuluvaa sähkölaitteistojen aiheuttamaa hälytystehtävää.

Noin puolet (47,7 %) näistä rakennuksen ulkopuolisiin sähkölaitteistoihin kohdistuvista pelastuslaitoksen tehtävistä oli sähkönsiirtoverkon muuntajan aiheuttamia. Pelkästään jakeluverkon pylväsmuuntaja aiheutti 25,8 % hälytystehtävistä. Seuraavaksi yleisin yksittäinen aiheuttaja oli vaurioitunut ilmajohto esimerkiksi siten, että kaatunut puu katkaisi johdon, josta aiheutui palo (yhteensä 36,7 %) (Taulukko 9).

Taulukko 12. Sähköpalot alkuperäisen aineiston ulkopuolelta

Alkuperäisen aineiston ulkopuolelle jääneet palohälytystehtävät		
Aiheuttaja	lukumäärä	%
Muuntaja	61	47,7
<i>...joista pylväsmuuntajia</i>	33	25,8
<i>...joista puistomuuntajia</i>	4	3,1
<i>...joista muuntajatyyppejä ei mainittu</i>	24	18,8
Ilmajohto	47	36,7
Katuvalo	6	4,7
Jakokeskus (kaapelijakokaappi tms.)	5	3,9
Maakaapeli	3	2,3
Vian syytä ei arvioitu tai voitu selvittää	6	4,7
Yhteensä	128	100 %

Sähkönsiirtojohdot ja järjestelmät aiheuttavat maasto- ja metsäpalovaaran, kun esim. avojohdon johdin putoaa maahan tai koskettaa sähkölinjan alla olevaa liian pitkäksi päässyttä kasvustoa. Vikapaikassa kulkee maasulkuvirta, jonka lämpövaikutus voi sytyttää ympäristön.

Sähkönsiirtoverkot on suojattu vaarallisilta vioilta. Ohimenevien verkon häiriöiden aiheuttamien sähkökatkojen, kuten puiden oksien ja pieneläinten aiheuttamien maa- ja valokaarioikosulkujen sammuttamiseen käytetään verkon suojausta täydentämään ns. pika- ja aikajälleenkytkentä automatiikkaa. Häiriön havaittuaan ohjaa suoja-ohje johdon jännitteettömäksi, ja pikajälleenkytkentä yrittää kytkeä sen pikaisesti takaisin. Jos häiriö ei poistunut, toimii suoja-ohje uudelleen ja aikajälleenkytkentä toistaa vielä toimenpiteen muutaman sekunnin kuluttua. Jos häiriö ei poistunut, ohjataan johto jännitteettömäksi.

Kaapeliverkoissa jälleenkytkentää ei käytetä kaapeliverkkovikojen luonteen vuoksi (esim. kaivutyön aiheuttama pysyvä vaurio).

Maasulkuvirroista voi indusoida myös muiden järjestelmien virtapiireihin, kuten puhelinverkkoihin niille vahingollisia, jopa palovaaraa aiheuttavia jännitteitä.

Jakeluverkkojen vahingoista voi aiheutua myös ympäristöhaittaa, jos esim. muuntajaöljyä pääsee maastoon. Samoin jakelukeskeytykset voivat aiheuttaa erilaisia välillisiä vahinkoja.

11. Johtopäätökset ja huomioita tuloksista

Pelastustoimen keräämien tietojen perusteella saa muodostettua hyvän yleisen tason tilannekuvan sähkölaitteistopaloista Suomessa.

Selvitys osoittaa, että rakennuspalon tai -palovaaran aiheuttanut sähkölaitteiston osa tunnistetaan pelastuslaitoksen palontutkinnassa hyvällä tarkkuudella. Itse arvio siitä, mikä aiheutti tulipalon, kirjataan PRONTO-järjestelmään yleisellä tasolla, esim. ”Sähkölaitteen tai -asennuksen vika, häiriö tai huollon laiminlyönti.”

Sen sijaan järjestelmään sisältyvät sanalliset arviot syttymissyystä sisältävät usein tarkemman arvion ja lyhyen kuvauksen tapahtumasta, antaen arvokasta tietoa sähkönkäytön aiheuttamista palovaaroista.

Yksityiskohtaisempien paloriskien tunnistamisen kannalta, lähes jokaisen laite- tai laitteistoryhmän kohdalla ”*Vian syytä ei arvioitu tai voitu selvittää*”-tapauksen lukumäärä oli noin neljäsosa (¼) ryhmän hälytystehtävistä. Tämä tarkoittaa, että laitteisto- tai laiteryhmä tunnistettiin palontutkinnassa, mutta avoimeksi jäi, mikä vika tai vikaantuminen aiheutti palohälytystehtävän. Näitä tapauksia jäi avoimeksi 321, mikä on noin 42 % kaikista jaksen arvioituista vikaantumistapauksista (769).

Kun huomioidaan ”*tarkempi tekninen syy ei tiedossa*”-tapaukset, joissa syyksi oli arvioitu vain vika tai vikaantuminen sekä tunnistetut viat oiko-, maasulku ja ”löysä liitos”, niin voidaan todeta, että sähkölaitteistojen palovaarallisia vikoja ja vikaantumisen johtaneita perimmäisiä syitä ja mekanismeja ei voitu selvittää tietokannasta kuin harvoin.

Sähkölaitteiston vikaantumisesta aiheutuneen tulipalon tarkan syyn ja siihen johtaneiden tekijöiden selvittäminen voi olla hyvin työlästä. Hälytystehtävien määrät ovat suuria ja sähkönkäytöstä aiheutuneet sammutustehtävät ovat vain osa suuresta kokonaismäärästä pelastuslaitoksen palohälytystehtäviä. Tarkempi vikaantumisen syy ja mahdollisesti useiden paloon johtaneiden tekijöiden summan selvittäminen asennuskokonaisuudesta, sähkölaitteistosta, vaatii perusteellista sähkötekniikan ja mm. eri aikakausien sähköasennusten sekä järjestelmien teknistä tuntemusta. Aiheutuneet palovahingot voivat olla niin laajoja, että jo tästäkin syystä täsmällisen vaaralliseen vikaantumiseen johtaneen syyn selvittämien luotettavasti on joskus käytännössä mahdotonta.

Tukesin keväällä 2013 julkaistun ”Sähkö palon syttymissyynä” seurantatutkimuksen mukaan pelastuslaitokselle aiheutui sähkönkäytöstä, rakennuksiin kohdistuneita sammutus- ja tarkistus-tehtäviä vuodessa 2590.

Kun suljetaan pois ihmisen, usein käyttäjän, välittömän virheellisen tms. toiminnan (mm. valvomaton ruoanlaitto) osuus kaikista tämän selvityksen piiriin kuuluneista tapauksista, jäljelle jäävien asennettujen sähkölaitteiston osien vikaantumisesta aiheutuneiden sammutustehtävien yhteismäärä oli seurantajaksolla 769. Tämä on noin 30 % sähkönkäytöstä pelastuslaitokselle aiheutuneita palohälytystehtäviä.

Asennetuista sähkölaitteiston osista ja niiden käytöstä aiheutuneissa palohälytystehtävissä oli tulilevinnyt rakennuspaloksi 346 tapauksessa. Kun tästä määrästä suljetaan pois ihmisen välittömästi virheellisestä tms. toiminnasta aiheutuneet rakennuspalot, jää sähkölaitteistojen vikaantumisesta aiheutuneiden rakennuspalojen määräksi noin 8 % Tukesin kevään 2013 tutkimuksessa

saadusta kokonaismäärästä pelastuslaitoksen rakennuksiin kohdistuneita sammutus- ja tarkistus-tehtäviä.

Tuloksissa huomio kiinnittyy kiinteästi asennettujen valaisimien, jakokeskusten ja johtojärjestelmien vikaantumiseen. Seurantajaksolla kappalemääräisesti eniten rakennuspaloon johtavia vikaantumisia (63 tulipaloa) aiheutui sähköjohdoista ja -kaapeloinneista sekä niiden haaroitus- ja liitoskohdista (liitoksista) mm. jakorasioissa. Noin kaksi kolmesta ($\frac{2}{3}$) johtojärjestelmien vikaantumisesta aiheutuneista pelastuslaitoksen hälytystehtävistä oli rakennuspalon sammutustehtäviä.

Selvityksen edetessä havaittiin, että alkuperäisen selvitysaineiston ulkopuolelta PRONTOon kirjautuvat onnettomuustyyppit: muu tulipalo, maastopalo ja räjähdys sisältävät sähköpaloja ja -palovaaroja, jotka on tärkeää huomioida sähköön käytön aiheuttamien palovahinkojen seurannassa. Näiden kolmen onnettomuustyyppin hälytystehtäviä oli seurantajaksolla 128 kappaletta, mikä on merkittävä osa (16,6 %) asennettujen sähkölaitteiston osien vikaantumisesta aiheutuneista pelastuslaitoksen tehtävistä. Kaikkiaan selvityksessä tuli esiin noin 10 % lisää sellaisia pelastuslaitokselle sähkökäytöstä aiheutuneita sammutustehtäviä, jotka eivät olleet alkuperäisessä lähdeaineistossa. Noin puolet näistä tehtävistä täydensi Tukesissa keväällä 2013 julkaistun tutkimuksen tuloksia.

Selvitysaineiston ulkopuolelta tarkasteluun otetuista seurantajakson palohälytystehtävistä voitiin muodostaa tavoitteiden mukaisesti peruskäsitys sähköstä energiansa saavien laitteiston osien mekaanisen vikaantumisen aiheuttamasta palovaarasta. Selvitys osoittaa, että koneiden ja laitteiden kunnossapidossa on tarpeen kiinnittää lisääntyvää huomiota valmistajien antamien asennus- ja huolto-ohjeiden noudattamiseen.

Selvityksen perusteella PRONTO- tietokanta ja pelastuslaitoksen tiedonkeruu ovat mahdollisuus Tukesin sähköturvallisuuden kehitys- ja valvontatyössä. PRONTO- tietokannan pohjalta tehdyt tilastot auttavat seuraamaan tekniikan ja yhteiskunnan muutoksia ja tarvittaessa reagoimaan niihin. Hyvin päivittyvää tietokantaa on mahdollista hyödyntää yhtenä välineenä tarkempien syttymissyiden selvittämisessä pian pelastus- ja sammutustoimien jälkeen.

Pelastustoimen ja poliisin suorittaman palon- ja palonsyöntutkinnan lisäksi on tarkempien syiden selville saamiseksi tarpeen käyttää tapauskohtaisesti, silloin kun se on onnettomuuden syyn selvittämisen tai onnettomuuksien ehkäisyn kannalta tarpeellista, myös palontutkintaan perehtyneitä sähköalan ammattilaisia. Näin syttymiskohdan lisäksi selvitetään palovaaralliseen vikaantumiseen johtavia teknisiä syitä ja myös sähköturvallisuutta koskevan lainsäädännön vaatimusten toteutumista.

Teknisten syiden tarkempi selvittäminen on edellytys sille, että sähkölaitteistojen teknisestä vikaantumisesta johtuvia tulipaloja voidaan hallita nykyistä paremmin. Huomiota tulisi kiinnittää myös mm. siihen, mikä on ollut laitteiden, asennustavan ja rakennusteknisten ratkaisujen vaikutus palon leviämiseen vikaantuneesta laitteiston osasta ympäristöönsä ja rakenteisiin.

11.1 Huomioita tuloksista

Tukesin aiempien tutkimusten tapaan selvitys osoittaa, että ammattitaitoisen asennuksen lisäksi tulee käytönaikaisen ylläpidon, käyttöseurannan ja kunnossapidon merkitystä tuoda esiin ja korostaa turvallisuustyössä sähköön käytöstä aiheutuvien vahinkojen vähentämiseksi.

Mahdolliset lisääntyneen riskin laitteistot

Useissa PRONTO:n sanallisissa kuvauksissa arvioidaan palovaarallisen vikaantumisen syyksi se, että laitteisto tai sen osa on ollut vanha.

Suomen vanhenevassa rakennuskannassa on käytössä hyvin eri-ikäisiä, huomattavankin vanhoja sähköasennuksia. Kuten muunkin kiinteistötekniikan, myös sähköasennusten käyttöikä on rajallinen. Käytössä olevien sähkölaitteistojen on täytettävä niitä koskevat turvallisuusvaatimukset ja esimerkiksi asennuksen paloturvallisuuteen olennaisesti vaikuttavan eristystason on oltava sen kannalta riittävä.

Sähköturvallisuutta koskevissa viranomais määräyksissä on mahdotonta määritellä yksityiskohtaisia ”pakollisia” kunnossapitotoimenpiteitä tai asettaa vaatimuksia sille, minkä ikäisiä sähköasennuksia pitää turvallisuuden kannalta uusida. Sähkötoimialalla ja vakuutusosalalla olisi tarpeen tehdä selvitystyötä ja hahmotella ohjeita siitä, milloin erilaiset sähköjärjestelmät tai niiden osat käytöympäristössään ovat tutkitusti elinkaarensa päässä ja niin riskialttiita, että niiden käytöstä poistoa ja uusimista suositellaan vahvasti.

Havainnot maa- ja puutarhatalouden tilojen paloriskeistä

Selvityksessä tunnistettiin kuusi tapausta, joissa hiiret tai rotat olivat jyrksineet mitä ilmeisimmin vapaasti rakenteeseen asennetun johtojärjestelmän (ns. putketon asennus) johtoja ja aiheuttaneet palovaarallisia eristevaurioita. Viidessä tapauksessa aiheutui johdon vaurioitumisesta rakennuspallo.

Maa- ja puutarhatalouden tiloissa jyrksijöiden aiheuttamissa vahingoissa huomio kiinnittyy yleisesti asennusstandardin SFS 6000 mm. vuoden 2012 painoksen erityisvaatimukseen. Standardin osa SFS 6000-7-705 koskee kiinteitä asennuksia maa- ja puutarhatalouden sisä- ja ulkotiloissa. Standardin mukaan kyseisten tilojen johtojärjestelmien asennuksissa on erityisesti kiinnitettävä huomiota erilaisten eläinten, esim. hiirien ja rottien esiintymiseen.

Maa- ja puutarhatalouden tilojen palosuojaukseen käytetään lähtökohtaisesti vikavirtasuojaa, jonka mitoitustoimintavirta on enintään 300 mA. On hyvä huomata, että vikavirtasuojat toimii vasta sitten, kun jyrksijät ovat jo aiheuttaneet tuhoa johtojärjestelmässä. Tällöin kaapeleiden korjaamisesta aiheutuu kustannuksia ja vaikka paloa ei kehittyisikään, aiheutuu vikaantumisen sähkönsyötön keskeytys, joka voi aiheuttaa muita vahinkoja ja haittaa toiminnalle. Maa- ja puutarhatalouden tilojen johtojärjestelmissä onkin peruteltua käyttää ns. putkellista asennustapaa tai suojata järjestelmän johdot riskipaikoissa muutoin.

Selvityksen mukaan erilaisessa käytössä olevien sähkömoottoreiden ns. kärkeäminen on varsin yleistä. Maa- ja puutarhatalouden vaativissa, usein jopa palovaarallisissa olosuhteissa, saattaa moottorin vikaantumisen aiheutuvasta liiallisesta kuumenemisestä aiheutua mittava palo. Esimerkiksi erilaiset ilmanvaihtoon liittyvät koneet saattavat olla ns. 24/7-käytössä, jolloin niiden usein käyttötunteihin sidottujen mm. laakereiden huoltovälit kertyvät muihin moottorikäyttöihin verraten nopeasti.

Selvitysaineistosta ei voitu useinkaan varmasti tunnistaa, aiheutuiko tulipalo moottorin sähköisestä vikaantumisen vai esim. laakereiden vikaantumisen aiheutuneesta kuumenemisestä. Kuitenkin, laitteistojen ennakoivassa kunnossapidossa asennus- ja huolto-ohjeiden sekä ja niissä

annettujen huoltojaksojen noudattamisella voidaan vaikuttaa merkittävästi siihen, että palovaarallinen vikaantuminen vähenee.

Uusien asennusten turvallisuus

Sähköasennusten ja asennettujen laitteiden osalta oli selvityksessä käytetystä aineistosta hyvin harvoin arvioitavissa, minkä ajankohdan sähköasennusten turvallisuusvaatimukset niitä koskivat. Suoranaisia asennusvirheitä isosta määrästä tutkittuja tapauksia tunnistaa vain hyvin harvoja. Tukesin sähköurakointitoiminnan ja sähkölaitteistoturvallisuuden valvonnan yksi tarpeellinen jatkuva seurantakohte on uusista ja uudehkoissa asennuksista aiheutuneet sähköpalot ja -palovaarat. Tällä voidaan havainnoida ja tunnistaa mahdollisia nousevia ongelma-alueita.

Sähkökeskusten (jakokeskusten) vikaantuminen ja sähköiset liitokset palovaaran aiheuttajina

Sähkölaitteistojen vikaantumisesta, kappalemääräisesti toiseksi eniten, sammutus- ja tarkistus-tehtäviä (128 kpl) aiheutui erilaisista sähkökeskuksista. Lukuun sisältyy myös kompensointilaitteistoja. Kaikista seurantajakson keskusten vikaantumistapauksista neljäkymmentä (31,3 %) kehittyi rakennuspaloksi.

Yleisin tunnistettu vikaantumisen syy oli sähkökeskuksen yksittäisten komponenttien, kuten kondensaattorin, releen tai muuntajan, vikaantuminen (23 % tapauksista). Seuraavaksi yleisimmin mainittu vian aiheuttaja oli oikosulku (21 % tapauksista). Usein vikaantumisen syyksi kuvailtiin oikosulku tai kärähtäminen keskusotelon sisällä olevissa johdoissa tai johtimissa.

Niin sanottu ”löysä liitos” tunnistettiin tai arvioitiin jakokeskuksen palovaarallisen vikaantumisen syyksi, yhdessä oikosulun kanssa, kymmenessä kuvauksessa, joista kolme johti rakennuspaloon. Viidessä tapauksessa palon tai palovaaraan syyksi tunnistettiin yleisesti vika liitoksessa.

Vikaantumisen syy jäi avoimeksi lähes kolmasosassa (32 %) sähkökeskusten aiheuttamista tapauksista. Osa näistä selittynee tavalla tai toisella huonolla ja epäluotettavalla sähköisellä liitoksella. Tätä tukisi se, että jakokeskusten lämpökuvauksesta saatujen kokemusten ja Tukesin sähkökeskusten paloriskeistä tehtyjen selvitysten perusviesti on ollut, että huomattavan suuresta osasta tutkittuja keskuksia on löytynyt huonoja ja epäluotettavia liitoksia.

On mahdollista, että osa muista palontutkinnassa tunnistetuista syistä, kuten oikosulku, valokaari ja komponentin vikaantuminen ovat saattaneet kehittyä huonon sähköisen liitoksen seurauksena.

Selvityksen ryhmään ”sähköjohdot ja kaapeloinnit” lukeutui myös niiden haaroitus- ja liitoskohdat (mm. jakorasioissa). Ryhmästä aiheutui seurantajaksoilla 96 hälytystehtävää, joista 15 (vastaa 16 % ryhmän tehtävistä) arvioitiin aiheutuneen liitoksesta.

Tässä selvityksessä käytetystä, vuoden seurantajaksoilta kootusta, aineistosta ei jakokeskusten palovaaralliseen vikaantumiseen sekä erilaisten sähköisten liitosten luotettavuuden menettämiseen johtavia perimmäisiä syitä ja ilmiöitä voitu tunnistaa kuin harvoissa tapauksissa. Sähköpalojen ja niiden seurauksena aiheutuneiden vahinkojen ennalta ehkäisemiseksi tarvitaan aihepiiristä, tällä hetkellä käytettävissä olevaa, huomattavasti yksityiskohtaisempaa tietoa.

Virtapiirien suojaus ja johtojen kuormitettavuus

Selvitysaineistosta ei voinut useinkaan tulkita, miten paloon osallistuneiden laitteiston osien virtapiirien ja kojeiden ylivirtasuojaus (mm. sulakesuojaus) on toiminut tai onko mitoitus ollut oikea. Joidenkin tapausten sanallisissa kuvauksissa mainittiin sulakkeiden palaneen.

Kuvauksista ei myöskään selvinnyt, onko paloihin ollut osallisena piirejä, joissa oli käytetty tai olisi tullut käyttää palosuojana 300mA:n tai 500mA:n vikavirtasuojakytkintä. Sähkölaitteistoja koskevien asennusstandardien eri painosten myötä on 2000-luvulla tullut useassa vaiheessa vaatimuk-
sia 30 mA:n vikavirtasuojakytkimen käytöstä mm. pistorasioiden lisäsuojana, mikä suojaa piiriä hyvin myös palolta.

Ylivirtasuojat suojaavat piirejä 'poikittaisissa vioissa', kuten oiko- ja maasulussa. Vikavirtasuojakytkin toimii silloin, kun vikavirtapiiri muodostuu ohi suojalaitteen läpi kulkevien äärijohtimien. Kumpikaan näistä laitteista ei suojaa ensivaiheessa piiriä esim. liitoksen vikaantumisesta aiheutuvalta 'pitkittäiseltä vialta' ns. sarjavalokaarelta.

Selvityksessä käytetystä aineistosta ei saa tietoa siitä, miten suojalaitteet ovat toimineet tai miksi eivät ne ole toimineet, kun vika on päässyt kehittymään tulipaloksi asti. Avoimeksi jää, miten erilaiset viat jakaantuvat oiko-, maasulku- ja ns. valokaarivikoihin.

Suojalaitteiden kehittyessä on markkinoille tullut valokaarivikoja tunnistavia kojeita mm. Arc fault detection device (AFDD). Selvityksen perusteella ei voi arvioida kuinka moni seurantajakson palo- tai palovaaroista oli sellaisia, että laite olisi tunnistanut vian ja estänyt palon kehittymisen.

Riskeistä tiedottaminen

Tukesin sähkölaitteistoturvallisuuden valvonta, PRONTO-järjestelmän seuranta sähköpaloista ja -palokuolemista sekä vakuutusalan tilastointi sähköpalovahinkojen kustannuksista osoittavat, että käyttäjien ja kiinteistöjen haltijoiden tietoon on saatettava entistä selvemmin ne konkreettiset riskit ja seuraukset, joita huonokuntoiset sähkölaitteistot pahimmillaan aiheuttavat. On mahdollista, että huonokuntoisten sähkölaitteistojen aiheuttamiin paloriskeihin ei osata asennoitua tarvittavalla vakavuudella, jos ei ole jollain tasolla kohdannut ja nähnyt tulipalon lohduuttomia seurauksia.

Kiinteistön haltijat ovat hyvin tietoisia elinkaarensa päähän tulleiden käyttövesiputkistojen sekä viemäröintien aiheuttamista kosteusvaurioista, joiden seurauksena aiheutuu mittavia korjauskustannuksia ja vakavia terveyshaittoja. Samaan tapaan tulee saada yleiseen keskusteluun sähköpalo-
vahingot.

Hyvin merkittävässä roolissa sähkönkäytön aiheuttamien vahinkojen hallitsemiseksi ja riskien esiin nostamiseksi ovat sähköalan ammattilaiset, jotka toimivat päivittäin sähkölaitteistojen asennus-, kunnossapito- ja tarkastustehtävissä.

12. Tutkimuksen epävarmuustekijät

On tärkeää huomata, että selvityksen tulokset ja johtopäätökset perustuvat aineistoon, joka lähtökohtaisesti koostuu pelastusammattilaisen *arviosta* palon syystä ja sammutustehtävästä laaditusta lyhyehköstä kuvauksesta. Selvityksen tulokset ovat siten suuntaa antavia.

Samoin, lähdeaineisto kattaa vain yhden vuoden ajanjakson. Luvut saattavat vuosittain erota toisistaan suurestikin.

Haaste selvitystyössä oli tulkita PRONTOn tiedostoja siten, että niistä saataisiin koottua mahdollisimman yksityiskohtaista ja oikeaa tietoa. "*Vian syytä ei arvioitu tai voitu selvittää*" -tapausten lukumäärä oli noin neljäsosa ($\frac{1}{4}$) ryhmän tapauksista.

Selvityksessä koottuihin PRONTOn tietoihin ei ollut enää mahdollista saada täsmennyksiä tietokannan ulkopuolelta. Aiemman tutkimuksen aineiston hyödyntäminen oli kuitenkin tarkoituksenmukaista, sillä näin koko tutkimusaineistoa ei tarvinnut kokonaan koota ja käsitellä uudelleen.

13. PRONTO- tietokannan hyödyntäminen sähköturvalli- suustyössä

Pelastusammattilaisen kirjaama ”paras arvio” palon syttymissyystä on se arvokas tekijä, jonka perusteella mm. Tukesissa pitkälti muodostetaan kuva sähkönkäytön paloturvallisuudesta. Tukes rohkaiseekin palomiehiä ennakkoluulottomaan parhaan arvion kirjaamiseen PRONTO- järjestelmään ja kehittämään edelleen kirjaamisenettelyjä siten, että sanallisiin kuvauksiin lisättäisiin lyhyt perustelu sille, miksi juuri tähän lopputulokseen palon aiheuttajasta päädyttiin.

Sähköä ei pidä käyttää arviona palon syttymissyystä pelkästään sen perusteella, ettei tutkinnassa voitu havaita muita aiheuttajia. Pahimmillaan menettely vääristää kokonaiskuvaa sähköturvallisuudesta ja sähköpaloturvallisuuden kehityssuunnasta.

”Sähkö palon syttymissyynä” -projektin ja tämän selvityksen aikana suoritetun tutkimustyön tulosten mukaan palokunta tekee huomattavasti yksityiskohtaisempia havaintoja kuin PRONTOon kirjataan. Vaikka tietokannan ensisijainen tarkoitus ei olekaan sähköpalojen seuranta, olisi Tukesin sähkölaitteistopalojen seurannan kannalta tärkeää ja hyödyllistä, että kaikki tapahtuman selvittämisen kannalta tarpeelliset huomiot kirjattaisiin ylös.

14. Projektin hyödyt ja lopputulos

Selvityksen tavoitteet saavutettiin pääosin toivotulla tavalla. Päätuloksena saatiin kokonaiskuva sähkölaitteistojen aiheuttamista paloista ja palovaaroista Suomessa yhden vuoden aikana. Selvityksestä saatiin jossain määrin uutta tietoa yksittäisten laitteiston osien vikaantumisen merkityksestä sähkölaitteistoista aiheutuvien riskien ja palovahinkojen aiheuttajina. Tuloksia voidaan tavoitteiden mukaisesti hyödyntää Tukesin toiminnan painopisteiden määrittelyssä työssä sähkölaitteistopalojen aiheuttamien palokuolemien ja omaisuusvahinkojen vähentämiseksi.

Projektin hyötynä voidaan pitää tarkentunutta kuvaa PRONTO-tietokannan hyödynnettävyydestä sähkölaitteistopalojen seurannassa ja paloon johtaneiden syiden tunnistamisessa.

Projektityöskentelyn yhteydessä tunnistettiin kehityskohteita sähkölaitteistojen vikaantumisesta aiheutuneiden palovahinkojen seurannassa. Samoin työskenneltäessä vahvistui kuva siitä, että sähkönkäytöstä aiheutuneista palovahingoista oppimisen ja hyödynnettävän tiedon keruun kannalta usein hyvään tulokseen päästään tekemällä tarkempia tutkimuksia ja analysoimalla rakennuspalovaaroja tai tulipaloja, jotka ovat rajautuneet vain osaan asennusta, jolloin mm. vahingolta säilyneitä laitteiston osia ja asiakirjoja voidaan hyödyntää selvittelyssä.

14.1 Mitä sähkölaitteistoista aiheutuvien palovahinkojen vähentämiseksi olisi hyvä tietää

Sähkölaitteistoista aiheutuvia palovahinkoja on mahdollista ennalta ehkäistä tehokkaammin ja järjestelmällisemmin, kun tunnetaan erilaiset paloon johtavat syyt riittävän tarkasti. Selvityksen yhtenä tavoitteena oli tarkastella aihealueen mahdollisia tutkimustarpeita. Laajojen ja monitaisten tutkimusten tekeminen vaatisi kuitenkin huomattavia mm. taloudellisia resursseja. Selvityksessä esiin nousseiden ja useiden avoimeksi jääneiden kysymysten perusteella mm. seuraavista sähköpaloturvallisuuden kannalta keskeisistä aihepiireistä olisi hyvä olla käytettävissä nykyistä yksityiskohtaisempaa tietoa:

- jakokeskusten palovaarallinen vikaantuminen. Miten erilaiset keskusrakenteet vikaantuvat, mitkä tekijät vaikuttavat vian syntyyn? Miten vika kehittyy paloksi erilaisissa keskusrakenteissa?
- sähköisten liitosten luotettavuus. Mitkä ovat liitosten luotettavuuden menettämiseen johtavia perimmäisiä syitä?
- virtapiirien suojalaitteiden (ml. moottoripiirit) toiminta palovaarallisen vian esiintyessä. Kuinka virtapiirien tai kojeiden suojaus ylivirtasuojilla ja vikavirtasuojilla toimi palon kehittymiseen nähden? Miten erilaiset viat jakaantuvat oikosulku-, maasulku- ja valokaarivikoihin?
- uusien suojausmenetelmien, kuten AFDD- kojeen mahdolliset hyödyt sähköpaloturvallisuuteen.
- käytettävissä olevan mittaus jms. tekniikan hyödyntäminen sähkölaitteistojen kunnonvalvonnassa. Mitkä ovat lämpökuvauksen, ultraäänitutkimuksen, virta- ja jänniteanalyysin sekä muiden menetelmien kokemuseräiset vaikutukset osana erilaisten ja -laajuisten sähkölaitteistojen kunnossapitoa? Mitkä ovat menetelmien hyödynnettävyys, luotettavuus, mahdolliset ongelmat eri aikaväleillä?

- Johtojärjestelmien vikaantuminen. Kaapelityyppi, kaapelin ikä ja asennustapa. Oliko palon syynä ylikuormittuminen vai kaapelin vioittuminen? Mikä oli kaapelin suojauksen ja palokatkojen vaikutus palon kehittymisessä?
- vanhojen asennusten paloriskit. Vanhojen asennusten paloturvallisuuden olennaisesti vaikuttavien sähköisten ominaisuuksien huononemisesta on käytettävissä hyvin vähän tutkittua tietoa.

15. Lopuksi

Yksilön ja yhteisön turvallisuuslähtöistä toimintaa ja toimintakulttuurin merkitystä sähkökäytöstä aiheutuvien palojen torjumiseksi ei voi korostaa liikaa. Useimmiten ihminen, käyttäjä, haltija tai organisaatio voi jollain tasolla vaikuttaa käyttäytymisellään ja toiminnallaan siihen, että palovaarallisia vikoja ei pääse kehittymään tai ainakin rajoittaa vahingon laajuutta. Hyvin suuri merkitys sähkökäytöstä aiheutuvien palovahinkojen torjumiseksi käyttäjätasolla on sillä, että laitteiden ja laitteiston käyttö- ja huolto-ohjeisiin perehdytään, niitä noudatetaan ja havaitut viat sekä puutteet korjataan viipymättä.

LÄHTEET

DeHaan, J & Icove, D. 2012. Kirk's Fire Investigation. 7th edition.

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. Branner - elektrisk installasjonsmateriell. Luettu 11.11.2013. <http://www.dsb.no/Global/Elsikkerhet/Dokumenter/Branner%20-%20elektrisk%20installasjonsmateriell.pdf>

Granqvist, P, Nurmi, V-P & Nenonen, A. 2006. Eläintilojen sähkö- ja paloturvallisuus. Tukes-julkaisu 2/2006.

Honkanen, H. Valaistustekniikka. Loisteputkivalaisimen rakenne. Opetusmateriaali. http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honHar/ma/STEK_Valaistustekniikka.pdf

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä. 14.6.1996/517.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta. 17.12.1993/1193.

Lepistö, J. & Valkeinen, H. 2013. Sähkö palon syttymissyynä. Tukes-tutkimusraportti 1/2013.

Mangs, J. & Keski-Rahkonen, O.. 1997. Palonsyyn selvittäminen 1. Oppikirja, osa 1.

Mangs, J. & Keski-Rahkonen, O. 1997. Palonsyyn selvittäminen 2. Oppikirja, osa 2.

Mangs, J. & Keski-Rahkonen, O.. 1997. Toiminta palopaikalla.

Mero, P. 14.3.2013. Sähkölaitteistoturvallisuuden yhteistyöfoorumi. Pöytäkirja.

Nurmi, V-P. 2001. Sähköpalojen riskienhallinta. Tukes-julkaisu 3/2001. Väitöskirja.

Nurmi, V-P, Nenonen, A, Sjöholm, K. Sähköpalot Suomessa. 2005. Tukes-julkaisu 2/2005.

Pelastuslaki 3.5.2011/379.

Pelastusopisto. 2013. PRONTO:n dynaaminen koulutuskansio. Luettu 11.11.2013. http://www.pelastusopisto.fi/fi/tutkimus- ja tietopalvelut/tutkimus- ja kehittämispalvelut/tilastot_pronto/koulutus/dynaaminen_koulutuskansio_-_onnettomuustyyppi

SFS-EN 60335-1: Kotitaloussähkölaitteiden ja vastaavien turvallisuus. Osa 1: Yleiset vaatimukset.

Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410.

Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit. 2012. Tukes-ohje S10.

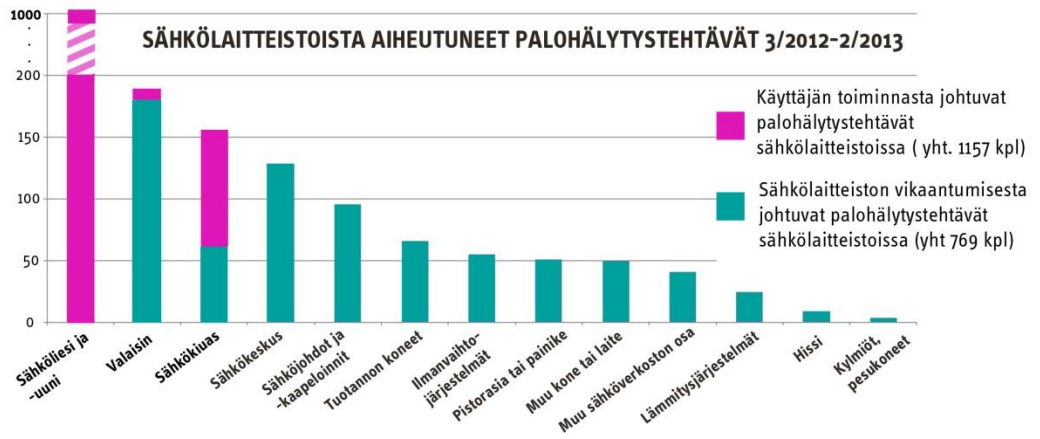
Opetushallitus. Kunnossapito-menestystekijä. Opetusmateriaali. Luettu 11.11.2013. <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/>

Toivonen, M. Ylitarkastaja, Tukes. Sähkölaitteen turvallinen vikaantuminen. Sähköpostiviesti. mika.toivonen@tukes.fi. Luettu 10.10.2013.

LIITTEET

LIITE 1. Sähkölaitteistoista pelastuslaitoksille aiheutuneet palohälytystehtävät ryhmittäin ja prosenttiosuuksineen.

Palohälytystehtävät			
Sijoitus	Kone tai laite	kpl	%
1	Sähköliesi tai -uuni	1056	54,8
2	Valaisin	189	9,8
3	Sähkökiuas	156	8,1
4	Sähkökeskus	128	6,6
5	Johdot ja kaapeloinnit	96	5,0
6	Tuotannon koneet	66	3,4
7	Ilmanvaihtojärjestelmät	55	2,9
8	Pistorasia tai painike	51	2,6
9	Muu kone tai laite	50	2,6
10	Muu sähköverkoston osa	41	2,1
11	Sähkölämmitykset	25	1,3
12	Hissi	9	0,5
13	Kylmiöt ja teollisuuden pesukoneet	4	0,2
	Yhteensä	1926	100

LIITE 2. Sähkölaitteistoista aiheutuneet palohälytystehtävät 3/2013-2/2013


tukes
Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

HELSINKI PL 66 (Opastinsilta 12 B), 00521 Helsinki

TAMPERE Kalevantie 2, 33100 Tampere

ROVANIEMI Valtakatu 2, 96100 Rovaniemi

VAIHDE 029 5052 000 | www.tukes.fi