



PALOVAROITTIMIEN IKÄÄNTYMISSSELVITYS

LOPPURAPORTTI

Meurman Karoliina
8.3.2018

Tiivistelmä

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) vetämän hankkeen tavoitteena oli saada lisätietoa ikääntyneiden palovaroittimien toiminnasta sekä tiedottaa selvityksen tuloksista ja pyrkiä lisäämään tietoutta palovaroittimien uusimistarpeesta. Tukes valvoo markkinoilla olevien uusien palovaroittimien vaatimustenmukaisuutta, joten kyseessä ei ollut markkinavalvontahanke.

Hanketta varten palovaroittimien- ja ilmaisimien maahantuojilta kysyttiin tietoja palovaroittimien vanhenemiseen liittyvistä seikoista. Lisäksi taustamateriaaliksi kerättiin tietoja palovaroittimien toiminnasta tulipaloissa sekä kuolemaan johtaneissa tulipaloissa Suomesta, Ruotsista, USA:sta ja Iso-Britanniasta. Ikääntyneiden palovaroittimien savuherkkyydestä ei löydetty aiempaa tutkimustietoa.

Hankkeeseen hankittiin lahjoituksina käytössä olleita palovaroittimia, joista kerättiin tarkemmat tiedot mm. sijoituspaikasta ja kunnossapidosta. Suurin osa lahjoitetuista palovaroittimista oli ionisoivia palovaroittimia, koska ensimmäiset Suomen markkinoille tulleet palovaroittimet olivat ionisoivia. Lahjoitettujen palovaroittimien joukosta valittiin testattavaksi 70 palovaroitinta, jotka olivat iältään 2-33 vuotta. Testeihin valittiin ainoastaan sellaiset palovaroittimet, joiden äänihälytys toimi testinapista painamalla. Jotta saatiin vertailukohta vanhojen palovaroittimien savuherkkyyteen, testattiin myös kahdeksan uutta palovaroitinta. Testatuista palovaroittimista 23 oli optisia ja 55 ionisoivia.

Savuherkkyyttä testattiin kahdella palovaroitinstandardia mukailevalla palolla. Kytevässä puupalossa muodostuu vaaleaa savua hitaasti, kun taas polyuretaania poltettaessa savunmuodostus on nopeaa ja savu tummaa. Testit tehtiin Pelastusopiston Paloteatterissa.

Palovaroittimien äänenvoimakkuuden desibeliarvoja ei mitattu, mutta korvakuulolta tehdyn arvion perusteella erityisesti kaikkein likaisimpien, ruostuneimpien ja vanhimpien palovaroittimien äänenvoimakkuus oli selvästi heikentynyt. Lisäksi joidenkin palovaroittimien sisältä löytyi runsaasti likaa sekä ruostuneita komponentteja.

Testatut palovaroittimet reagoivat savuun, mutta reaktioajoissa oli suurta hajontaa. Ionisoivat palovaroittimet vaikuttivat toimivan tasalaatuisemmin erityisesti polyuretaanipalossa.

Hankkeessa havaitut palovaroittimissa iän myötä tapahtuvat muutokset – likaantuminen, muutokset savuherkkyydessä, ruostuminen, äänenvoimakkuuden heikkeneminen - sekä niiden vaikutus toimintaan tukevat palovaroittimien uusimistarvetta valmistajan antaman ohjeistuksen mukaan. Koska hanke oli ensimmäinen laatuaan, ilmeni paljon asioita, joita tulisi tutkia tarkemmin. Hankkeen pohjalta tullaan toteuttamaan jatkohanke.

Hanke toteutettiin yhteistyössä Finanssiala ry:n, Nuohousalan Keskusliiton, Onnettomuustutkintakeskuksen, Pelastusopiston, sisäministeriön, Suomen Palopäälystöliiton, Suomen Pelastusalan Keskusjärjestön sekä pelastuslaitosten kumppanuusverkoston kanssa. Hanke aloitettiin keväällä 2017, ja se valmistui maaliskuussa 2018.

Sisällys

1.	Johdanto	3
2.	Tausta ja hankesuunnitelma.....	3
2.1	Tausta	3
2.2	Hankesuunnitelma.....	4
3.	Palovaroittimen toimintaperiaate.....	4
3.1	Optinen palovaroitin.....	4
3.2	Ionisoiva palovaroitin	5
4.	Aiempi tutkimustieto ja tilastoja	6
4.1	Palovaroittimien ikääntyminen	6
4.2	Palovaroittimien toiminta tulipaloissa	7
5.	Palovaroittimen ikääntymiseen liittyvät syyt	8
6.	Savuerkkyystestit.....	9
6.1	Testeihin valitut palovaroittimet.....	9
6.2	Testausjärjestelyt.....	11
6.3	Tulokset	16
6.4	Vanhojen palovaroittimien likaantuminen ja ruoste	19
6.5	Äänenvoimakkuus	21
7.	Päätelmät.....	21
7.1	Johtopäätökset hankkeen tuloksista	21
7.2	Arvio hankkeesta ja jatkotoimet.....	21
	Viitteet	23
	Liite 1	24

1. Johdanto

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) valvoo uusien myynnissä olevien palovaroittimien vaatimustenmukaisuutta. Palovaroitinten teknisten ominaisuuksien tulee täyttää standardin *SFS-EN 14604 Palovaroittimet* vaatimukset. Markkinavalvontaa toteutetaan mm. teettämällä palovaroitinstandardin mukaisia savuherkkyydestejä markkinoilla oleville uusille palovaroittimille, tarkastamalla asiakirjoja sekä seuraamalla Euroopan yhteisön RAPEX-tietojenvaihtojärjestelmää, jonka avulla vaihdetaan tietoja vaarallisiin tuotteisiin liittyvistä toimenpiteistä.

Palovaroittimen hankinnasta ja kunnossapidosta (paristonvaihdsta ja kuukausikokeilusta) tiedotetaan varsin näkyvästi. Palovaroittimen käyttöikä on kuitenkin rajallinen, ja standardin mukaan palovaroittimeen tulee merkitä valmistajan suosittelema uusimisajankohta. Valmistajien määrittelemä käyttöikä on yleensä 5-10 vuotta, joka lasketaan palovaroittimen valmistusajankohdasta.

2. Tausta ja hankesuunnitelma

2.1 Tausta

Tukesin tekemien markkinavalvontaprojektien tulosten mukaan n. 83 % testatuista uusista palovaroitinmalleista on reagoinut savuun vaaditulla tavalla, ja sisäministeriön v. 2014 teettämän gallup -kyselyn mukaan 95 %:ssa kotitalouksista on palovaroitin. Pelastusopiston ylläpitämän PRONTO-tietokannan (Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto) mukaan toimimattomien palovaroittimien määrä rakennuspaloissa on kuitenkin ollut vuosina 2009-2016 18 %. Todellisuudessa luku saattaa olla suurempi, koska PRONTOssa suuressa osassa rakennuspaloja ei ole tietoa palovaroittimen toiminnasta.

Palovaroittimen toiminnalla on merkittävä vaikutus palon alkuvaiheen havaitsemiseen sekä palosta pelastautumiseen. Nykyään monet asuinhuoneistojen materiaalit, mm. huonekalut, sisältävät muoviyhdisteitä. Muovit ovat tulipalossa rinnastettavissa vaarallisuudeltaan polttonesteisiin, ja ne vaikuttavat merkittävästi huonepalon kulkuun siten, että leimahdus (kuumien palokaasujen syttyminen) tapahtuu aikaisemmin [1]. Pelastusopiston tekemän tutkimuksen [2] mukaan huoneistopalon vahinkokertymä on voimakkaimmillaan muutamia minutteja palon syttymisen jälkeen ja samoin rakennuksesta pelastettavissa olevien henkilöiden selviytymisen kannalta ensimmäiset minuutit ovat ratkaisevia.

Palovaroitinten ikääntymisselvitys -hankkeen tavoite oli saada tietoa vanhojen palovaroittimien luotettavuudesta (savuherkkyydestä) sekä tiedottaa selvityksen tuloksista ja pyrkiä lisäämään tietoutta palovaroittimien uusimistarpeesta. Lisäksi selvitettiin, löytyykö vanhojen palovaroittimen toiminnasta syitä, jotka selittäisivät tulipaloissa toimimattomien palovaroittimien runsaan osuuden. Tuloksia haluttiin myös käyttää valistusmateriaalin päivittämiseen.

2.2 Hankesuunnitelma

Hankkeessa suunniteltiin tehtäväksi seuraavat toimenpiteet:

- hankkia vanhoja palovaroittimia yhteistyötahojen kautta lahjoituksina ja testata niitä Pelastusopiston Paloteatterissa
- kysyä suurimmilta palovaroitin- ja paloilmointitoimijoilta Suomessa, sisältyykö tuotekehitykseen ja/tai laadunvarmistukseen selvitystä palovaroittimen (savuilmaisimen) ikääntymisestä ja miten valmistajat määrittelevät suositellun käyttöiän.
- kysyä Ruotsin, Norjan ja Tanskan viranomaisilta, onko vastaavaa selvitystä tehty muissa maissa
- hakea PRONTOsta tilastoja palovaroittimien toiminnasta tulipaloissa
- laatia loppuraportti ja tiedottaa aiheesta.

Vanhoja palovaroittimia kerättiin hankkeessa mukana olevien tahojen henkilökunnalta sekä nuohoojien asiakkailta lahjoituksina. Lahjoittajat vastasivat itse uusien palovaroittimien hankinnasta sekä niiden kiinnittämisestä. Lahjoittajien tuli täyttää jokaisesta varoitimesta lomake, jossa kysyttiin mm. palovaroittimen sijoittamiseen ja kunnossapitoon liittyviä asioita (liite 1).

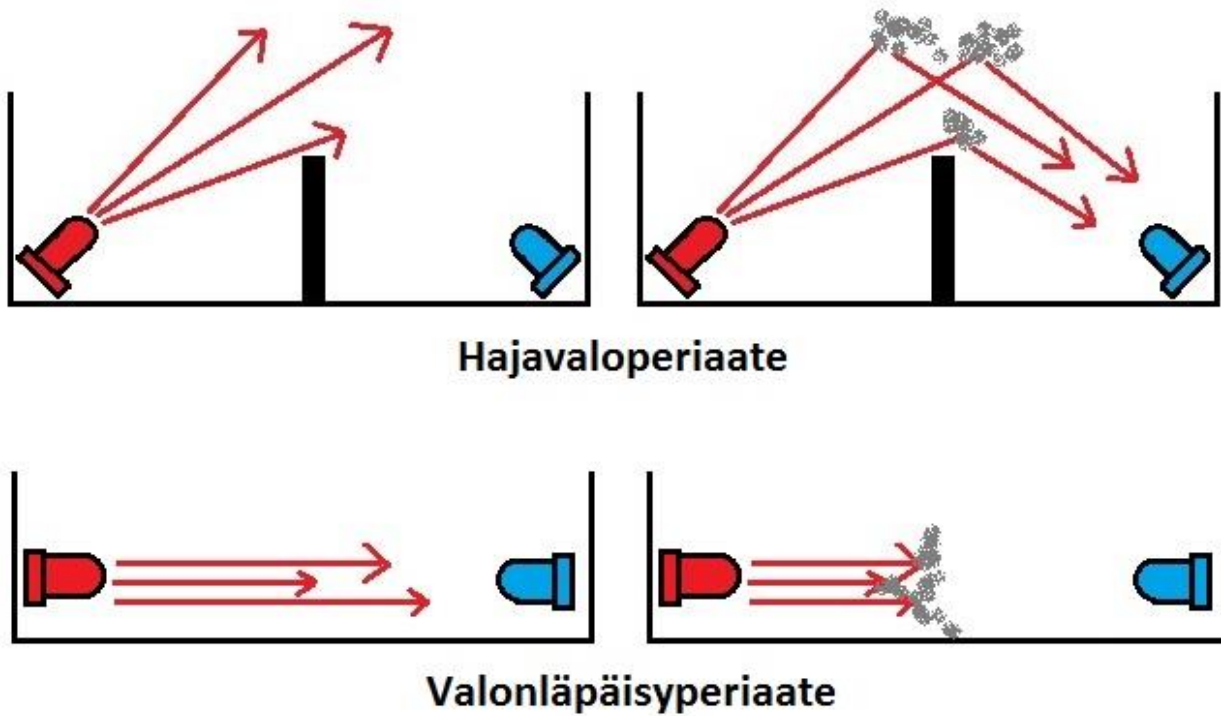
Tutkimustietoja kysyttiin myös USA:sta NFPA:lta (National Fire Protection Association). Tilastotietoja kerättiin suunnitellun lisäksi Ruotsista, USA:sta ja Iso-Britanniasta.

3. Palovaroittimen toimintaperiaate

Palovaroitin on laite, joka havaitsee savun ja antaa akustisen hälytyksen. Palovaroittimia on olemassa kahta tyyppiä: optisia ja ionisoivia. Ensimmäiset myyntiin tulleet palovaroittimet olivat pitkään ainoastaan ionisoivia. Ensimmäiset optiset palovaroittimet tulivat markkinoille 2000-luvun alussa, ja nykyään Tukesin tekemän myyntimääräkyselyn perusteella yli 80 % markkinoille tulevista palovaroittimista on optisia.

3.1 Optinen palovaroitin

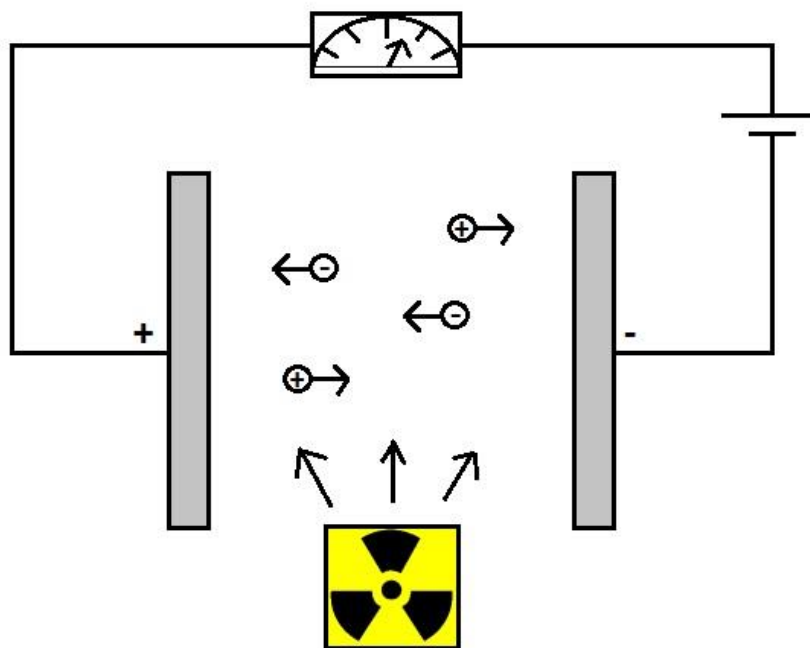
Optisen palovaroittimen toiminta perustuu varoitimen sisällä olevan valonlähteen lähettämän valon mittaamiseen. Optisia palovaroittimia on kahta tyyppiä, jotka toimivat joko hajavallo- tai valonläpäisyperiaatteella. Hajavalloperiaatteella toimivassa palovaroittimessa LEDin lähettämät valonsäteet heijastuvat hälytystilassa savupartikkeleista fotodiodille. Valonläpäisyperiaatteella toimivassa palovaroittimessa LED lähettää valonsäteitä suoraan fotodiodille. Hälytystilassa savupartikkelit estävät osittain tai kokonaan valonsäteiden pääsyn fotodiodille, joka rekisteröi säteilyn muutoksen.



Kuva 1. Optisen palvaroittimen toimintaperiaate

3.2 Ionisoiva palvaroitin

Ionisoivassa palvaroittimessa on pieni amerikkium-241 säteilylähde. Varoittimessa on kaksi jännitteellistä metallilevyä, joiden väliin radioaktiivinen lähde säteilee. Säteilylähteen lähettämä alfasäteily muuttaa ilman sähkönjohtavuutta. Kun palvaroittimen sisään pääsee savua, säteily absorboituu osittain savupartikkeleihin, ilman sähkönjohtavuus muuttuu ja hälytys aktivoituu.



Kuva 2. Ionisoivan palovaroittimen toimintaperiaate (ei hälytystä). Hälytystilassa osa säteilystä absorboituu savuhiukkasiin ja sähkönjohtavuus muuttuu

4. Aiempi tutkimustieto ja tilastoja

4.1 Palovaroittimien ikääntyminen

Palovaroittimien ikääntymisestä ei löydetty tutkimuksia, joissa vanhojen palovaroittimien toimintaa olisi testattu oikealla savulla. Tutkimukset ovat keskittyneet paristojen keston selvittämiseen ja/tai palovaroittimen toiminnan tutkimiseen testinappia painamalla. Testinappin painaminen testaa ainoastaan palovaroittimen pariston ja äänihälytyksen toiminnan.

Tukes (Risto Raitio) on tehnyt vuosina 1999-2009 hankkeen, jossa tutkittiin 10-vuotisparistolla tai -kennolla varustettujen palovaroittimien toimintaa. Hankkeessa oli mukana 8 ionisoivaa palovaroitinta. Varoittimia testattiin 10 vuoden ajan painamalla testinappia kerran kuukaudessa. 10-vuotistesteissä olleiden palovaroittimien virtalähde toimi yleensä niin kauan kuin käyttöohjeissa oli mainittu. Lopuksi palovaroittimet testattiin Smokesabre-testikaasulla ja Splintax-savutikuilla. Testikaasuun reagoi vain noin joka toinen varoitin, mutta kaikki reagoivat savutikkujen kehittämään savuun.

Norjassa on tehty kirjallisuustutkimus [3] asuinrakennusten palovaroittimista. Tutkimuksessa on kerätty v. 2000 jälkeen julkaistua tutkimustietoa ja julkaisuja liittyen mm. nykyisten palovaroittimien toimintaan, palovaroittimien luotettavuuteen sekä palovaroittimien sijoitukseen. Tutkimuksen toteutti SINTEF (norjalainen tutkimusorganisaatio).

USA:ssa on vuosina v. 1998-2008 tehty palovaroittimien 10-vuotisprojekti [4], jossa keskityttiin tarkastelemaan litium-paristojen kestoja. Tutkimuksen toteutti NCHH (National Center for Healthy Housing).

Tutkimukseen valittiin 427 kotitaloutta, joihin asennettiin uudet litium-paristolla varustetut palovaroittimet. Varoittimet testattiin asennushetkellä testinapista painamalla. Palovaroittimien kuntoa tarkasteltiin uudelleen 8-10 vuoden kuluttua, jolloin saatiin tietoa 384 kotitalouden varoittimien toiminnasta (601 kpl). Tutkimuksen mukaan 33 % toimi, 37 % oli kadonnut tai hävinnyt ja 30 % oli toimimattomia.

Toimimattomuuden syitä olivat seuraavat: 43 %:ssa paristo ei toiminut, 17 %:ssa ei ollut lainkaan paristoa, 13 %:ssa palovaroitin oli vaurioitunut ja 27 %:ssa syy oli jokin muu (esim. syy ei tiedossa, puuttuvat osat tai pölyn kerääntyminen). Toimimattomuuteen vaikuttavia tekijöitä olivat mm. asentaminen keittiöön ja palovaroittimen merkki.

Lopputuloksina todettiin, että litium-paristoja ("10-vuotisparistoja") sisältävien palovaroittimien tulisi olla valmistettu niin, ettei käyttäjällä ole mahdollisuutta vaihtaa paristoa. Myös toiminto, joka ilmaisee palovaroittimen pariston olevan käyttöikänsä päässä, lisäisi palovaroittimien toimintavarmuutta. Tutkimuksessa ei testattu palovaroittimen savuherkkyyttä.

4.2 Palovaroittimien toiminta tulipaloissa

Palovaroittimien toimintaa tulipaloissa tarkasteltiin asuinrakennuksissa tapahtuneissa tulipaloissa sekä erikseen palokuolemiin johtaneissa asuinrakennuspaloissa Suomessa, Ruotsissa, USA:ssa ja Iso-Britanniassa. Kaikissa maissa tilastot olivat samansuuntaiset. Prosentuaaliset luvut on laskettu tiedoista, joissa palovaroittimen toiminnasta oli kirjattu tietoja.

PRONTO-tietokannasta saatiin seuraavat tilastot tulipaloista ja palokuolemista Suomessa:

- Tulipalot (v. 2009-2016)
 - o palovaroitin toimi 44 %
 - o palovaroitin ei toiminut 6 %
 - o palovaroitin ei ehtinyt toimia 12 %
 - o ei palovaroitinta 38 %
- Palokuolemat (v. 2007-2016)
 - o palovaroitin toimi 27 %
 - o palovaroitin ei toiminut 15 %
 - o ei palovaroitinta 58 %

Ruotsista MSB:ltä (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) saatiin selvitystä varten seuraavat tilastot:

- Tulipalot (v. 2009-2015)
 - o palovaroitin toimi 46 %
 - o palovaroitin ei toiminut 4 %
 - o palovaroitin oli, mutta toiminta ei tiedossa 12 %
 - o ei palovaroitinta 38 %
- Palokuolemat (v. 2009-2015)
 - o palovaroitin toimi 34%
 - o palovaroitin ei toiminut 9 %
 - o palovaroitin oli, mutta toiminta ei tiedossa 17 %
 - o ei palovaroitinta 41 %

Iso-Britanniassa tulipaloista ja palokuolemista on seuraavat tilastot vuosilta 2010-2017 [5]:

- Tulipalot
 - o palovaroitin toimi 39 %
 - o palovaroitin ei toiminut 31 %
 - o ei palovaroitinta 31 %
- Palokuolemat
 - o palovaroitin toimi 26 %
 - o palovaroitin ei toiminut 39 %
 - o ei palovaroitinta 36 %

Iso-Britannian tilastoissa olivat mukana asuinrakennusten lisäksi myös esim. ulkorakennukset. Em. listauksessa on yhdistetty ”palovaroitin ei toiminut” -lukuun sarakkeet *smoke alarm present, operated but did not raise the alarm* sekä *present, but did not operate*.

Amerikkalainen NFPA on kerännyt vuosilta 2009-2013 seuraavat tilastot [6] tulipaloista ja palokuolemista USA:ssa:

- Tulipalot
 - o palovaroitin toimi 53 %
 - o palovaroitin ei toiminut 8 %
 - o palovaroitin ei ehtinyt toimia 12 %
 - o ei palovaroitinta 27 %
- Palokuolemat
 - o palovaroitin toimi 40 %
 - o palovaroitin ei toiminut 21 %
 - o palovaroitin ei ehtinyt toimia 1 %
 - o ei palovaroitinta 38 %

USA:ssa tulipaloissa, joissa oli toimiva palovaroitin ja tulipalon savunmuodostus riittävä, suurin syy (46 %) palovaroittimen toimimattomuuden oli puuttuva tai irrotettu paristo ja toiseksi suurin syy (24 %) toimimaton paristo. Yhteenlaskettuna lukema on hyvin lähellä PRONTOn tilastoista saatuja tietoja Suomesta: tulipaloissa, joissa palovaroittimien olisi pitänyt toimia, suurin syy (67 %) toimimattomuuteen oli puuttuva tai epäkunnossa oleva paristo.

5. Palovaroittimen ikääntymiseen liittyvät syyt

Palovaroittimien ja -ilmaisimien maahantuojilta saatujen tietojen mukaan tuotekehitystyö sisältää ikääntymiseen liittyvää tutkimusta. Ikääntymisen oleellimmat syyt ovat palovaroittimen ilmaisukammion ja elektronisten komponenttien likaantuminen sekä komponenttien vanheneminen.

Palovaroittimiin kertyy ajan myötä mm. pölyä, hyönteisiä, nikotiinia ja rasvaa, mikä voi johtaa varoittimen tyypistä riippuen liialliseen herkkyyteen, herkkyyden alenemiseen tai toimimattomuuteen. Turhat ja aiheettomat hälytykset voivat johtaa ajan myötä siihen, että käyttäjä todennäköisemmin poistaa palovaroittimen käytöstä.

Elektroniset komponentit eivät toimi ikuisesti. Komponenttien vanhenemiseen vaikuttaa likaantumisen lisäksi myös se, kuinka paljon piiriä kuormitetaan. Optisissa palovaroittimissa olevassa LED-lähtetimestä/vastaanottimessa ajan myötä tapahtuvat muutokset voivat muuttaa ja häiritä savun havaitsemista.

Verkkovirtaan kytketyt palovaroittimet altistuvat sähkömagneettisille häiriöille, jotka pitkän ajan saatossa lisäävät tiettyjen komponenttien vanhenemista.

Palovaroittimien likaantumiseen vaikuttaa oleellisesti mm. olosuhteet, joissa palovaroitin on ollut. Yleisimmin suositeltua 10 vuoden uusimisväliä on pidetty perusteltuna uusimisvälinä ottaen huomioon kaikki palovaroittimen vanhenemiseen liittyvät seikat.

6. Savuherkkyystestit

6.1 Testeihin valitut palovaroittimet

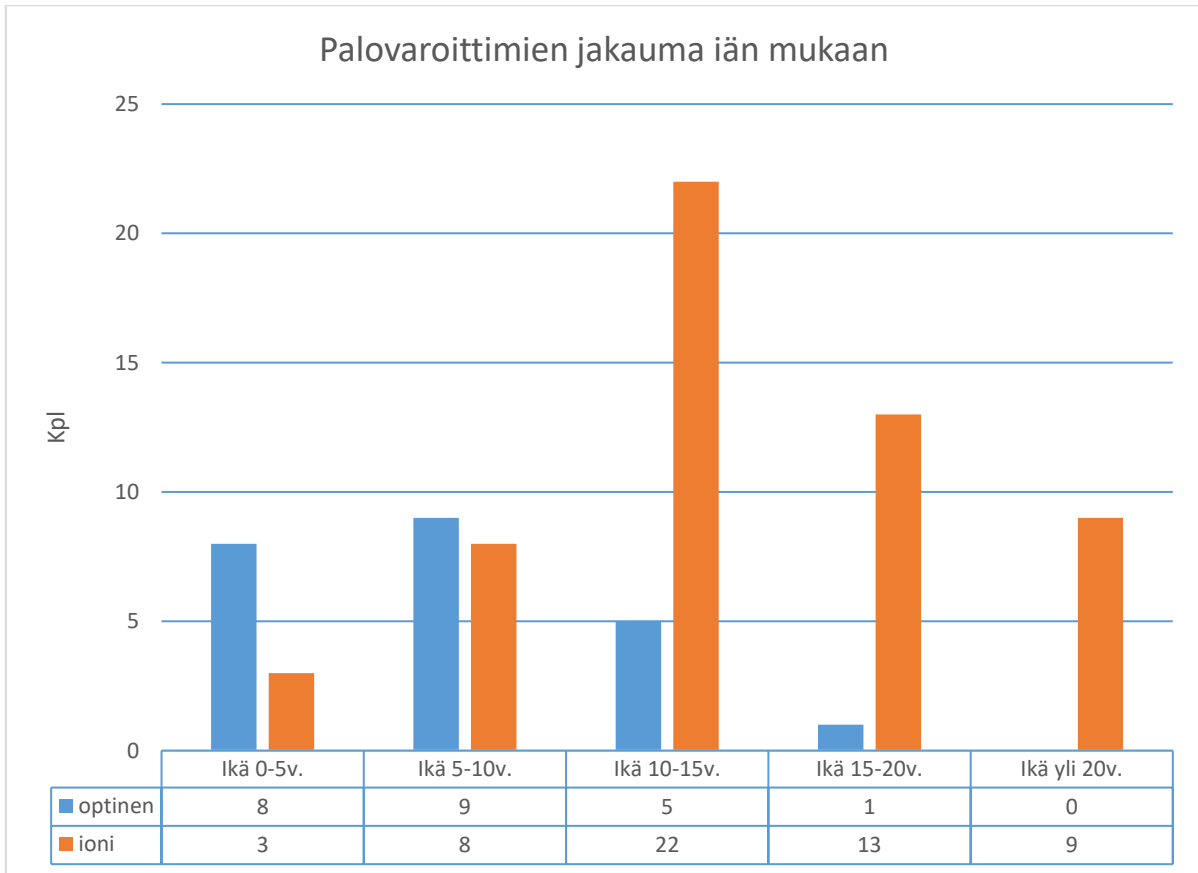
Lahjoitettujen palovaroittimien joukosta testeihin valittiin yhteensä 70 varoitinta, joista 17 oli optisia ja 53 ionisoivia. Lahjoitetuista palovaroittimista suurin osa oli ionisoivia. Tukesin v. 2016 tekemän kyselyn mukaan n. 80 % markkinoilla olevista palovaroittimista on optisia, eli lahjoitettujen palovaroittimien jakaantuminen eri ilmaisutyyppeiden kesken poikkesi merkittävästi nykyisten markkinoiden jakaumasta. Ensimmäiset Suomen markkinoille tulleet palovaroittimet olivat kaikki ionisoivia, mikä selittää ionisoivien palovaroittimien suuremman osuuden lahjoitettujen vanhojen palovaroittimien joukossa.



Kuva 3. Lahjoitettuja palovaroittimia

Testeihin valitut palovaroittimet olivat iältään 2-33 vuotta. Ikä laskettiin palovaroittimeen merkityn valmistusajankohdan perusteella. Testeihin valittiin ainoastaan sellaiset palovaroittimet, joiden äänihälytys toimi testinapista painamalla. Jotta saatiin vertailukohta vanhojen palovaroittimien savuherkkyyteen, testattiin myös kahdeksan uutta palovaroitinta, joista kuusi oli optista ja kaksi ionisoivaa. Taulukossa 1 on esitetty testattujen palovaroittimien jakauma jaoteltuina ikäryhmiin viiden vuoden välein.

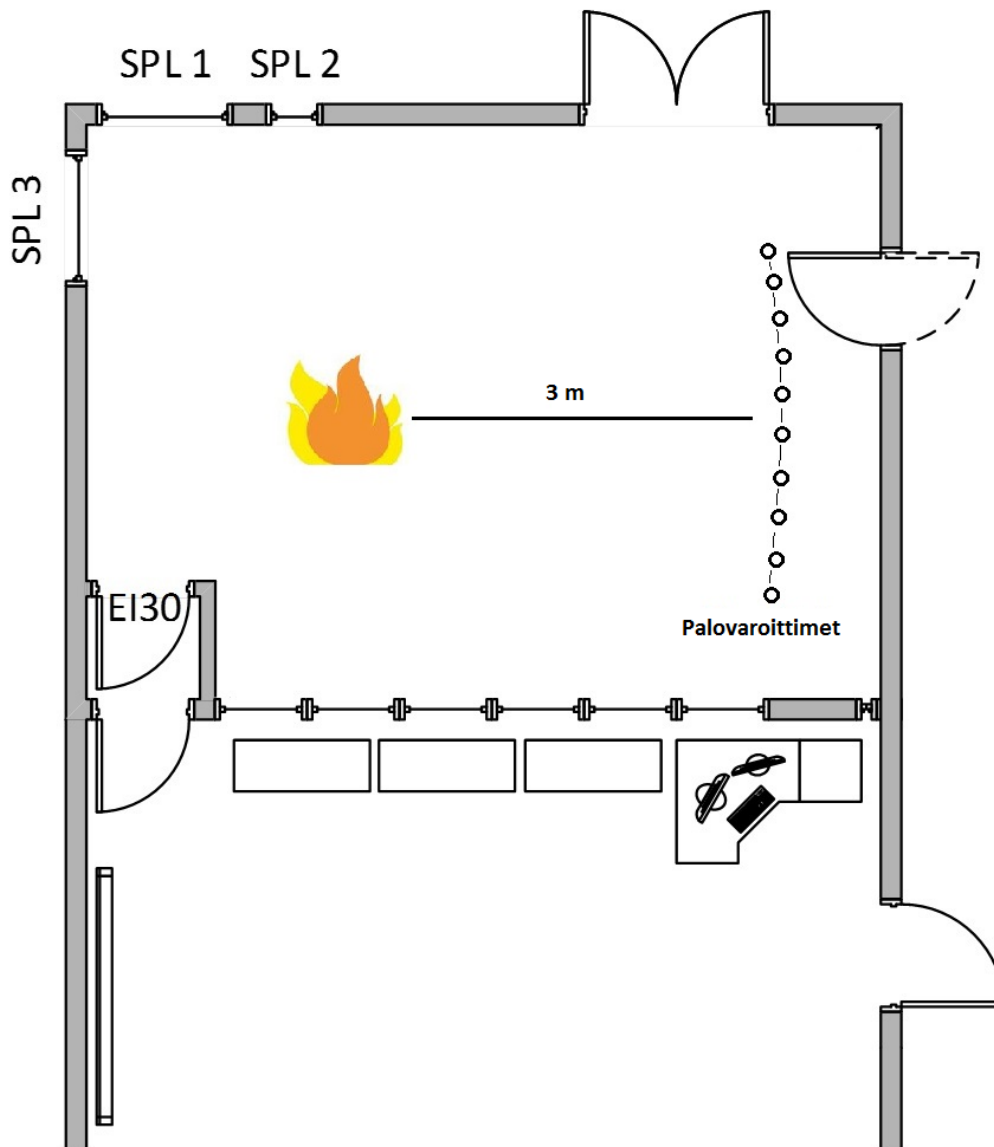
Taulukko 1. Testattujen palovaroittimien jakauma iän mukaan



6.2 Testausjärjestelyt

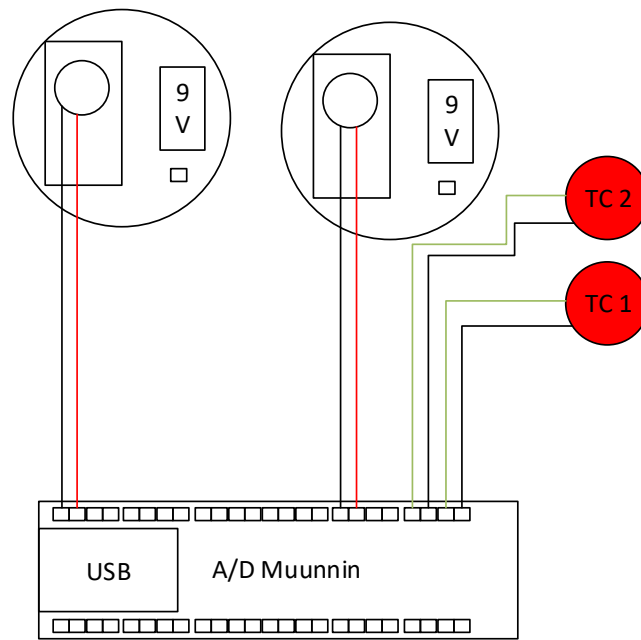
Vanhojen palovaroittimien savuherkkyttä testattiin Pelastusopiston Paloteatterissa marras- ja joulukuussa 2017. Palovaroitinstandardi EN 14604 määrittelee neljä eri testipaloa, joissa poltettavasta materiaalista riippuen tulee vaaleaa tai tummaa savua. Standardin määrittelemät testipalot ovat kytevä puupalo, liekehtivät muovit (polyuretaani) -palo, hehkuva kytevä puuvillapalo sekä palava neste (n-heptaani) -palo. Ikääntymisselvitykseen valittiin puu- ja polyuretaanipalo, koska ne edustavat sekä vaaleaa että tummaa savua ja koska asuinhuoneistoissa on todennäköisesti materiaaleja, jotka sisältävät puuta ja/tai muoviyhdisteitä. Koska ikääntymisselvitys -hanke ei ollut markkinavalvontahanke, savuherkkyystestejä ei suoritettu standardin mukaisesti, vaan standardin vaatimuksia mukaillen.

Pelastusopiston Paloteatterin testausjärjestelyt olivat seuraavat: Testitilan mitat olivat 7,8 x 5,4 x 2,5 m (l x p x k). Tilan lämpötila ennen testipaloja oli arviolta +20 °C. Palovaroittimet asetettiin kattoon siten, että niiden etäisyys testipalosta oli n. 3 m. Testipalo oli n. 90 cm korkean hellan päällä.



Kuva 4. Pohjakuva Paloteatterin testausjärjestelyistä

Palovaroittimet testattiin 10 kappaleen erissä. Näytteet valmisteltiin mittauksia varten juottamalla jännitevalvonta kaiutinpieriin ja liittämällä valvonta A/D -muuntimeen. Muunnin oli yhteydessä DasyLab -ohjelmistoon. DasyLab -ohjelmistoon tehtiin ohjelma, jolla jännitevalvonta ja huonetilassa olevat K-tyyppin termoparianturit valvottiin ja logattiin sekunnin välein. Jokainen mittauspiiri testattiin yleismittarilla juotosten toimivuuden varmistamiseksi. Mittauksista saatava data oli reaaliaikaista dataa, ja se tallennettiin DasyLab -ohjelmalla kerran sekunnissa koko testin ajan.



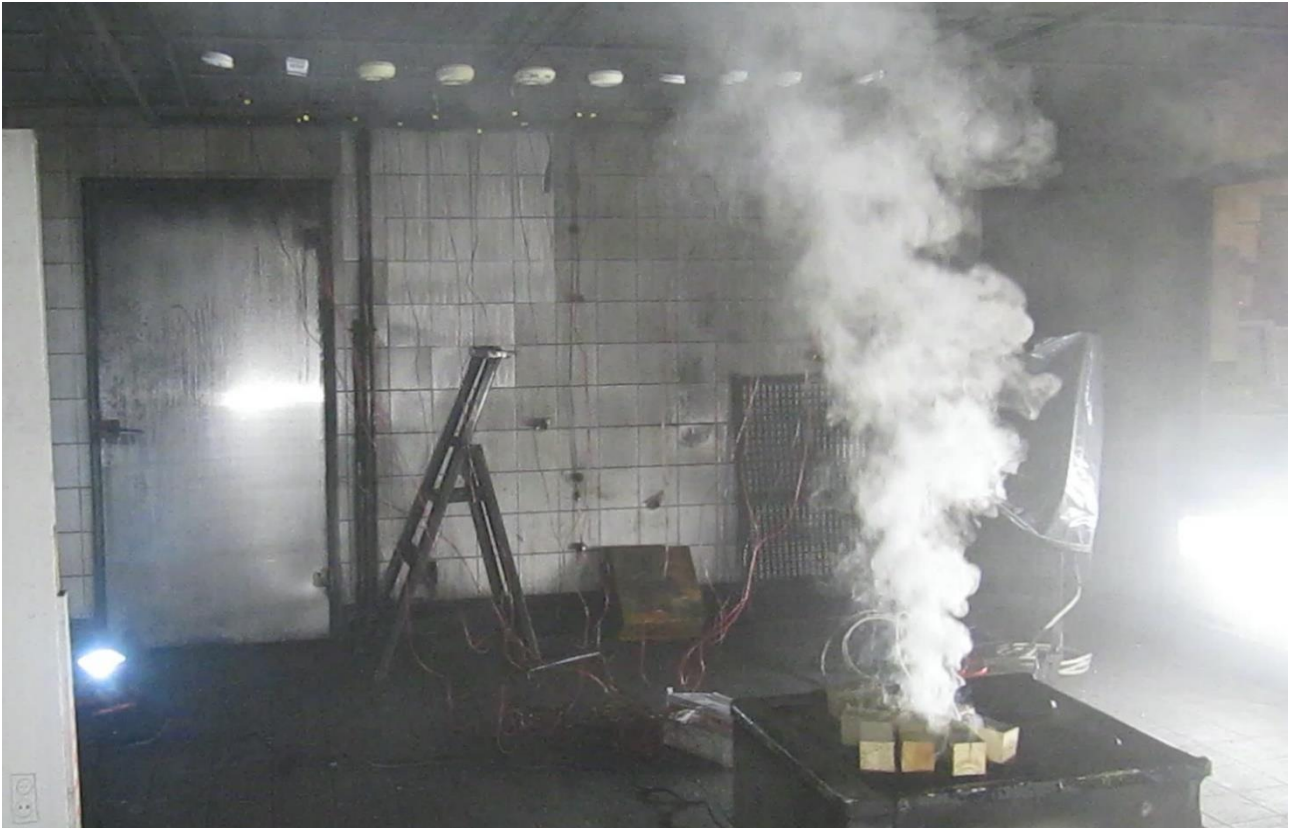
Kuva 5. DasyLab -mittausasetelma: TC1 = kuumennuslevyn lämpötila, TC2 = huoneen lämpötila (kuva: Pelastusopisto)

Jännitevalvonnan periaatteena oli mitata jännitteen muutosta kaiutinpiirillä eli hetkeä, jolloin varoitin hälyttää. Ennen jokaisen sarjan ensimmäistä koepoltoa tiedonkeruujärjestelmän toiminta (jännitteen muutos) testattiin palovaroittimien testinapista painamalla.



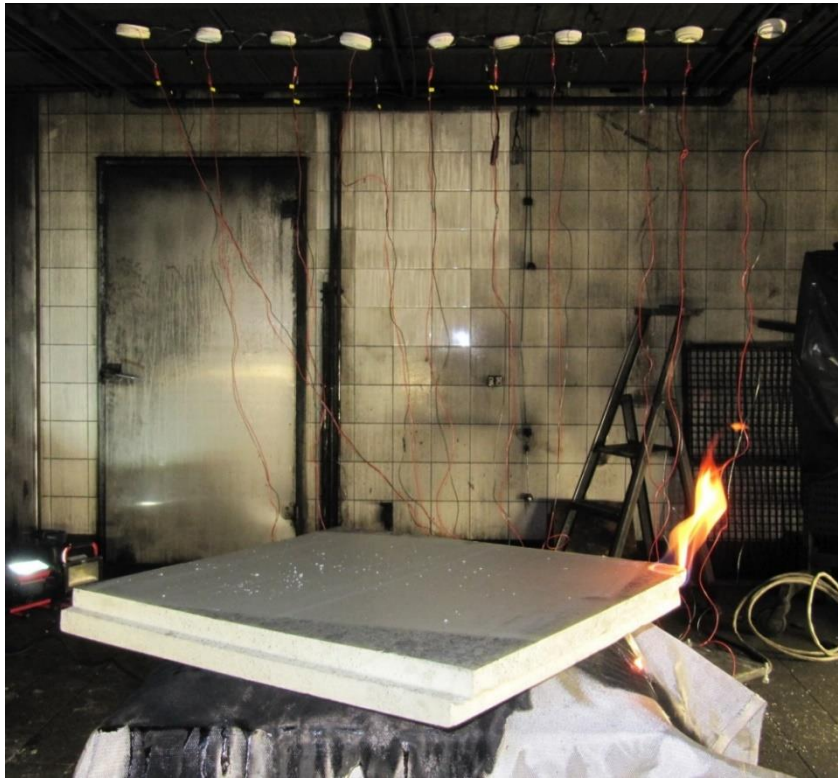
Kuva 6. Testijärjestelyt Paloteatterissa

Ensimmäisessä testipalossa käytettiin mäntykalikoita, jotka asetettiin lämmityslevyn (2,2 kW) päälle. Levy laitettiin päälle, ja lämmityslevyn lämpötilan ollessa n. 160 °C alkoi muodostua savua. Kahdessa testissä puukalikat syttyivät palamaan, jolloin ne käytiin sammuttamassa, koska syttyminen vähensi merkittävästi savunmuodostusta. Testi lopetettiin aikaisintaan 10-12 minuutin päästä levyn laittamisesta päälle tai sitten, kun kaikki palovaroittimet olivat reagoineet. Tila tuuletettiin, minkä seurauksena hälyttäneiden palovaroittimien hälytysääni yhtä poikkeusta lukuun ottamatta loppui.



Kuva 7. Kytevä puupalo

Tuuletuksen jälkeen hellan päälle asetettiin 50 x 50 x 5,5 cm polyuretaanilevy, joka sytytettiin pienellä määrällä palavaa liuotinta. Polyuretaanipalossa savunmuodostus oli huomattavasti runsaampaa ja nopeampaa kuin puupalossa. Lisäksi savu oli väriltään hyvin tummaa.



Kuva 8. Polyuretaanilevy sytyttämisen jälkeen



Kuva 9. Paloteatterin palotila polyuretaanipalon aikana

Kun molemmat testipalot oli tehty, tila tuuletettiin ja seuraavalle testattavalle palovaroitinsarjalle tehtiin samat toimenpiteet.

6.3 Tulokset

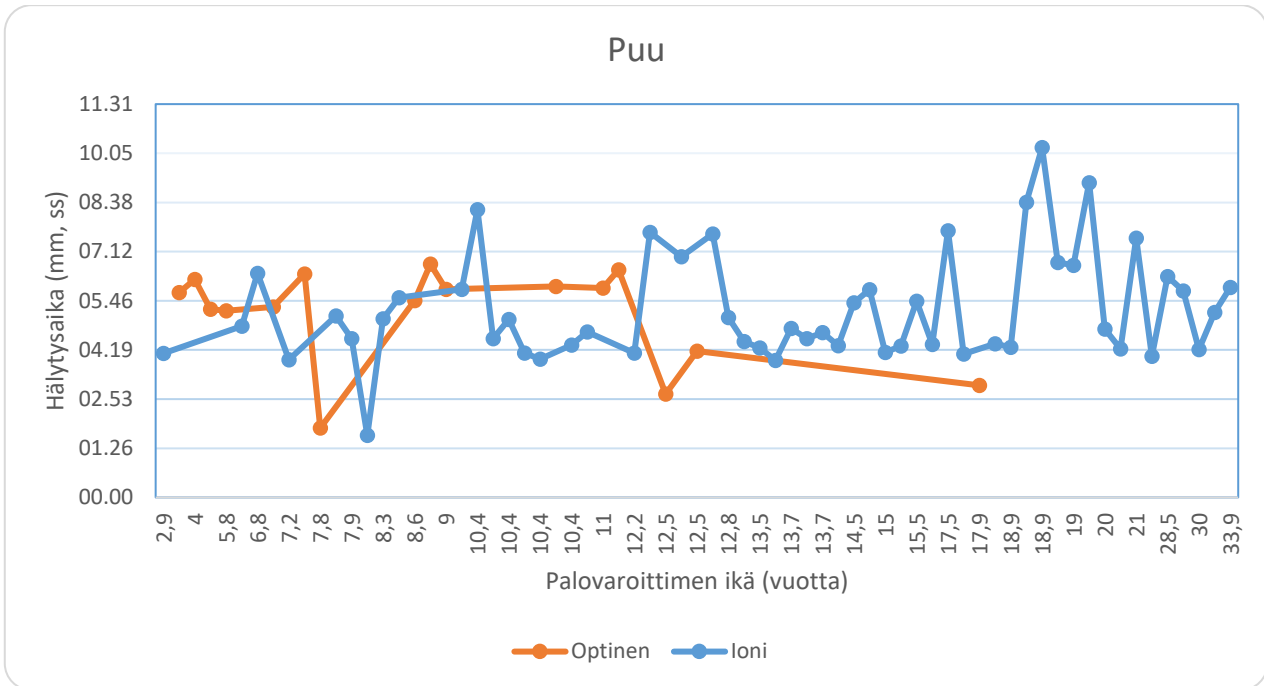
Palovaroitinstandardin EN 14604 mukaisissa savuherkkyystesteissä testattavien varoittimen tulee reagoida ennen kuin standardin määrittelemät testin loppuolosuhteet on saavutettu, jotta testi olisi hyväksyttävä. Tulokseen vaikuttavat mm. savun tiheys, lämpötilan muutos ja aika. Palovaroittimien ikääntymisselvitys - hankkeessa ei tehty standardinmukaista arviota, vaan toimintaa arvioitiin hälytysajan ja iän suhteen.

Savunmuodostus riippui voimakkaasti poltettavasta materiaalista: Kytevässä puupalossa savunmuodostus oli hidasta ja savu myös levisi tilassa hitaasti. Polyuretaanipalossa savunmuodostus oli hyvin nopeaa ja savu levisi tilassa tasaisemmin ja nopeammin kuin puupalossa.

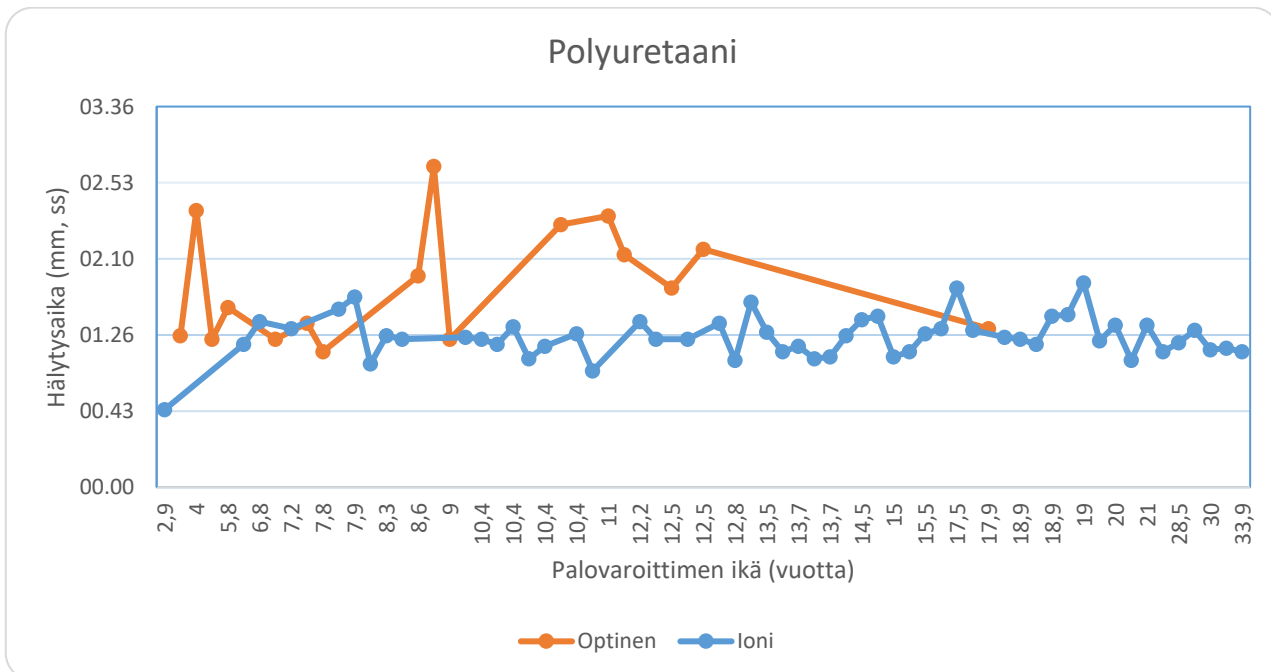
Yksi optisista palovaroittimista oli vikaantunut tai mahdollisesti vikaantui testejä edeltävissä toimenpiteissä, joten sen tulokset on jätetty pois. Muuten kaikki palovaroittimet reagoivat savuun siten, että hälytyksen alkamiselle saatiin mitattua tarkka vertailuaika.

Taulukossa 2 on esitetty kunkin palovaroittimen hälytysaika iän funktiona puupalossa ja taulukossa 3 vastaava polyuretaanipalossa. Optisten ja ionisoivien palovaroittimien kuvaajat on eroteltu toisistaan eri värein.

Taulukko 2. Palovaroittimen hälytysaika iän funktiona kytevässä puupalossa



Taulukko 3. Palovaroittimen hälytysaika iän funktiona polyuretaanipalossa



Puupalon kuvaajaa (taulukko 2) tarkasteltaessa voidaan todeta, että reaktioajoissa oli suurta hajontaa molempien palovaroitintyyppien osalta, mikä on osittain selitettävissä hitaalla savunmuodostuksella ja epätasaisemmalla savun leviämällä.

Sen sijaan polyuretaanipalossa (taulukko 3) optisten palovaroittimien reaktioajoissa on paljon hajontaa, kun taas ionisoivat varoittimet vaikuttivat reagoivan polyuretaanipalossa tasalaatuisesti. Reaktioajat hidastuivat hieman iän myötä, mikä voi olla selitettävissä likaantumisen avulla.

Alla olevissa taulukoissa palovaroittimet on jaoteltu iän suhteen (0-5 v., 5-10 v. jne.) ja laskettu kullekin ikähaarukalle hälytysajan keskiarvo. Lisäksi on laskettu uusien palovaroittimien hälytysaikojen keskiarvot.

Taulukko 4. Keskimääräiset hälytysajat

OPTISET

Ikä / v	n	Puu	Polyuretaani
0-5	8	0:06:16	0:02:14
5-10	9	0:06:23	0:01:57
10-15	5	0:05:26	0:02:24
15-20	1	0:03:17	0:01:30

IONISOIVAT

Ikä / v	n	Puu	Polyuretaani
0-5	3	0:04:22	0:01:30
5-10	8	0:04:51	0:01:29
10-15	22	0:05:22	0:01:25
15-20	13	0:06:21	0:01:29
20-	9	0:05:21	0:01:21

UUDET

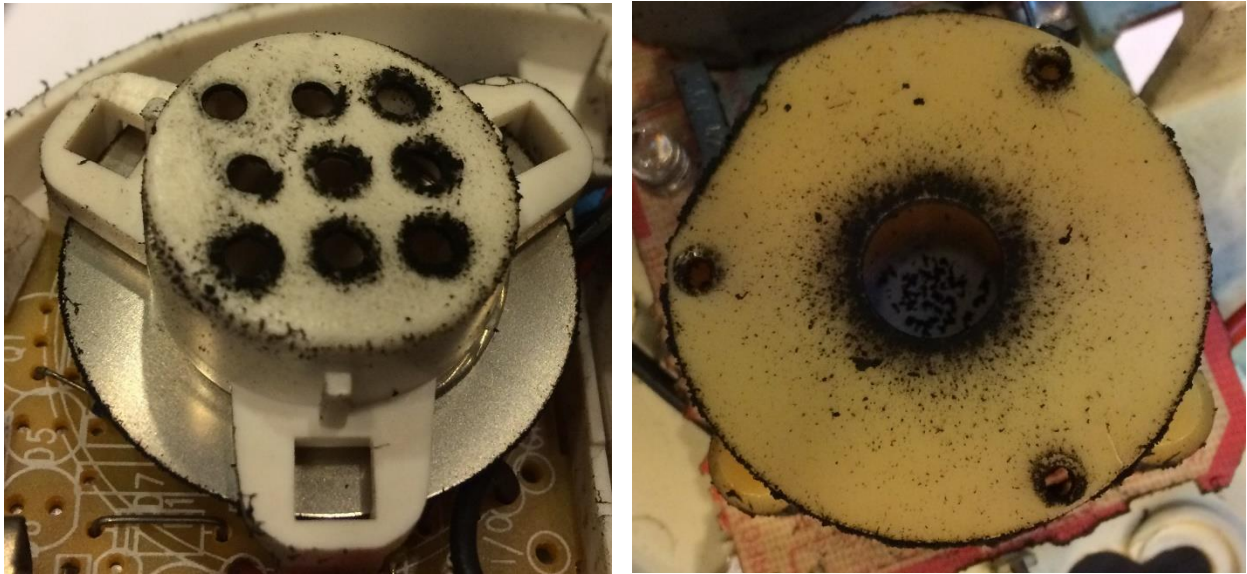
	n	Puu	Polyuretaani
Optiset	6	0:06:26	0:02:30
Ionisoivat	2	0:04:42	0:01:53

Uusien optisten palovaroittimien hälytysajat olivat jopa hieman pidempiä kuin vanhojen. Uusien palovaroittimien otanta oli kuitenkin niin pieni, ettei selkeitä johtopäätöksiä voida tehdä.

Hankkeessa ei selvitetty tarkemmin, toimivatko testatut optiset palovaroittimet hajavalvo- vai valonläpäisyperiaatteella. Eri tekniikka voisi selittää sen, miksi osa optisista palovaroittimista likaantumisen vuoksi herkistyy ja osa epäherkistyy. Ionisoivien palovaroittimien osalta likaantuminen todennäköisimmin epäherkistää palovaroitinta, ja tästä oli viitteitä myös tehdyissä savuherkkyystesteissä.

Palovaroittimen sijoituspaikalla tai sillä, oliko sijoituspaikassa tulisija, ei havaittu olevan vaikutusta hälytysaikaan.

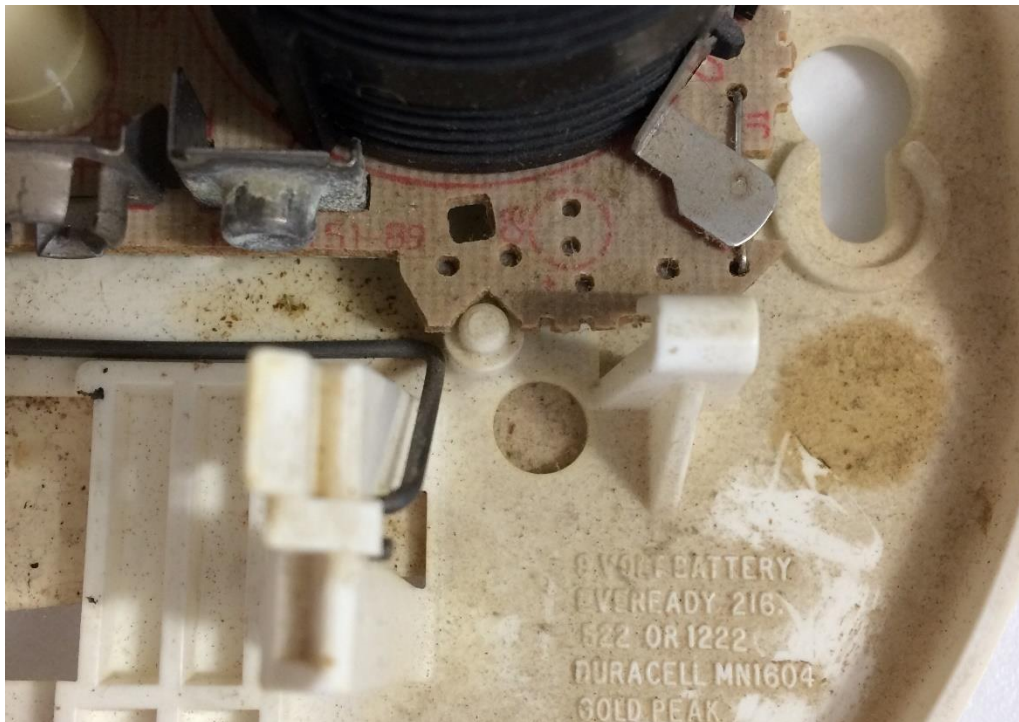
Palovaroittimet olivat testipalojen jälkeen nokisia. Erityisesti summerin läheisyyteen havaittiin kertyneen nokea palovaroittimen hälyttämisen (kaiuttimen tuottaman värähtelyn) vuoksi.



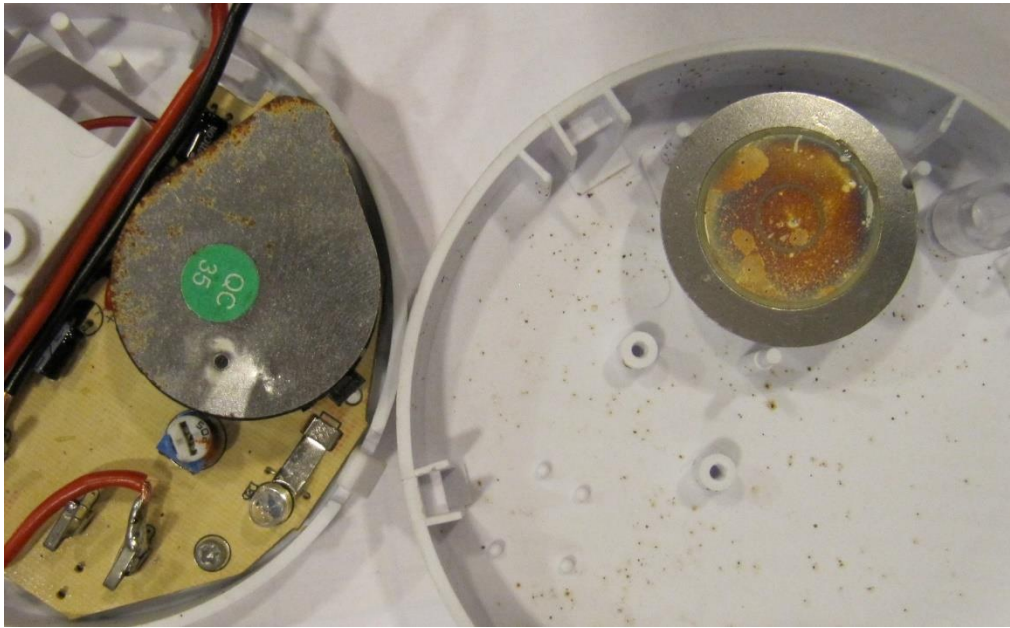
Kuva 10. Likaa summerin läheisyydessä testien jälkeen

6.4 Vanhojen palovaroittimien likaantuminen ja ruoste

Ennen testejä palovaroittimet avattiin. Tällöin havaittiin, että osa varoittimista oli sisältä hyvin likaisia. Eniten likaa oli kaikista vanhimpien palovaroittimien sisällä. Metalliosiin oli saattanut kertyä myös ruostetta erityisesti olosuhteissa, joissa ilmankosteus ei ole tasainen (vapaa-ajanasunnot).

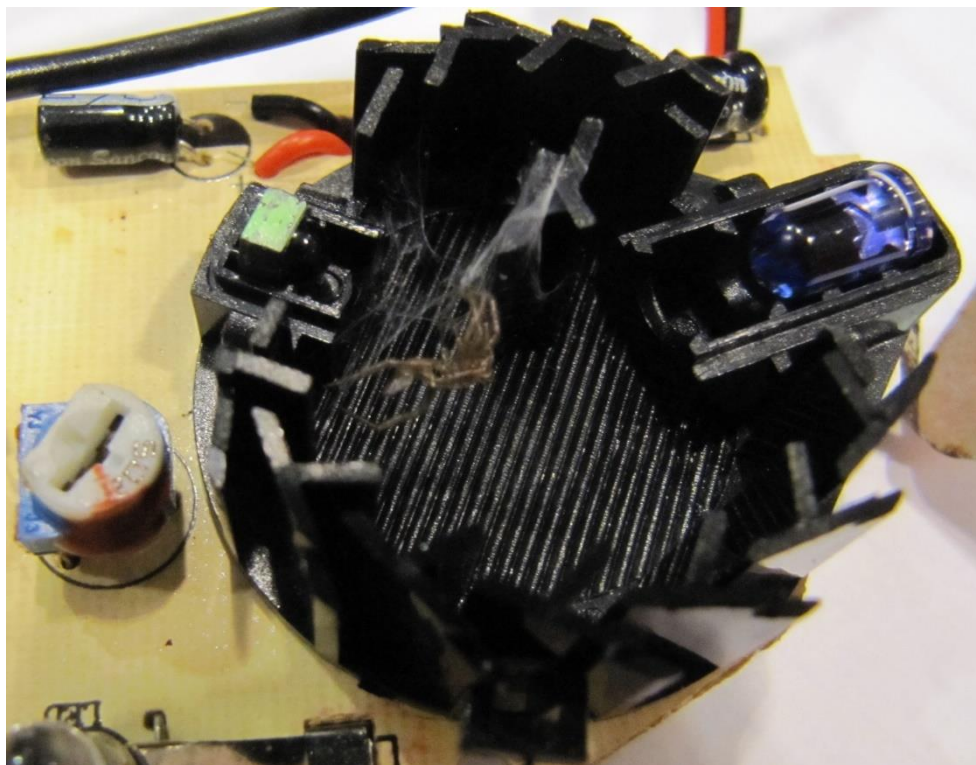


Kuva 11. Likaa palovaroittimen sisällä



Kuva 12. Ruostetta ja likaa vapaa-ajanasunnolla olleen palovaroittimen sisällä. Vasemmalla ruostunut ilmaisukammion kansi ja oikealla ruostunut sumneri.

Yksi palovaroittimista alkoi hälyttää pariston kiinnittämisen jälkeen. Kyseisen palovaroittimien ilmaisukammioista löytyi kuollut hämähäkki.



Kuva 13. Kuollut hämähäkki optisen palovaroittimen ilmaisukammiossa

6.5 Äänenvoimakkuus

Äänenvoimakkuuden tarkkoja desibeliarvoja ei mitattu, mutta äänihälytystä testattaessa korvakuulolla kävi selvästi ilmi, etteivät vanhojen palovaroittimien äänet olleet keskenään tasalaatuisia tai verrattavissa uusien palovaroittimien äänenvoimakkuuteen. Joidenkin palovaroittimien (metallinen) summerilevy oli ruostunut ja/tai likainen, mikä heikensi äänenvoimakkuutta. Erityisesti summerin osalta likaisimpien ja ruosteisimpien sekä kaikista vanhimpien palovaroittimien äänet olivat heikkoja ja ”surisevia”.

7. Päätelmät

Tuloksia tarkastaessa tulee ottaa huomioon, että testeihin lahjoitetut palovaroittimet olivat äänihälytyksen osalta toimintakuntoisia. Testeihin ei valittu palovaroittimia, jotka olivat selkeästi rikki.

Optisten palovaroittimien otanta oli niin pieni, ettei tuloksista voi tehdä selkeitä johtopäätöksiä.

7.1 Johtopäätökset hankkeen tuloksista

Hankkeessa havaitut palovaroittimissa iän myötä tapahtuvat muutokset – likaantuminen, muutokset savuherkkyydessä, ruostuminen, äänenvoimakkuuden heikkeneminen - sekä niiden vaikutus toimintaan tukevat palovaroittimien uusimistarvetta. Palovaroitin tulisi uusia viimeistään 10 vuoden iässä, ellei valmistaja ole merkinnyt palovaroittimeen lyhyempää käyttöikää.

Likaantuminen voi aiheuttaa joko palovaroittimen liiallista herkistymistä tai herkkyyden alenemista. Liiallinen herkistyminen lisää vääriä hälytyksiä, minkä vuoksi riski palovaroittimen käytöstä poistamiseen kasvaa. Palovaroittimen herkkyyden hidastuminen jo muutamalla minuutilla hidastaa merkittävästi palon havaitsemista ja sitä kautta riittävän aikaista pelastautumista ja/tai alkusammutuksen aloittamista.

Palovaroittimen tarkoitus on havaita tulipalo varhaisessa vaiheessa ja varoittaa siitä asukkaita riittävän voimakkaalla äänellä. Kun palovaroittimen äänenvoimakkuus iän myötä tulleiden seikkojen vuoksi laskee, ei etenkään nukkuva asukas tai naapuri kuule palovaroittimen hälytysääntä riittävällä varmuudella.

Palovaroittimen uusimistarvetta tukee myös palovaroittimen elektronisten komponenttien vanheneminen.

Tilastojen valossa suurin syy palovaroittimen toimimattomuuteen tulipaloissa on ihmisen toiminta, eli palovaroitinta ei ole, palovaroittimesta puuttuu paristo tai paristo ei toimi. Palovaroittimen toimintakunnon säännöllinen varmistaminen testinappia painamalla sekä pariston uusiminen ovat palovaroittimen toiminnan varmistamisen kannalta erittäin tärkeitä toimenpiteitä.

7.2 Arvio hankkeesta ja jatkotoimet

Koska vastaavaa selvitystä, jossa olisi tutkittu vanhojen palovaroittimien savuherkkyyttä, ei löydetty, oli selvityksestä saatu tieto arvokasta. Tulokset antoivat hyviä perusteluita palovaroittimien uusimistarpeelle.

Johtuen siitä, että hanke oli ensimmäinen laatuaan, nousi erityisesti testien tuloksia analysoitaessa esille useita asioita, joita tulisi tutkia tarkemmin:

- iän vaikutus optisten palovaroittimien toimintaan suuremmalla otannalla, koska optiset palovaroittimet ovat hallinneet markkinoita viimeisen n. 10 vuoden ajan
- optisten varoittimien ilmaisutyyppin (hajavalo- tai valonläpäisyperiaate) vaikutus ikääntymiseen
- tarkempi selvitys palovaroittimen sijoituspaikan, esim. vapaa-ajanasunto, yhteys ruostumiseen ja likaantumiseen
- vanhojen palovaroittimien äänenvoimakkuuden tarkempi mittaus ja vertailu uusien palovaroittimien äänenvoimakkuuteen.

Jatkohanke, jossa keskitytään edellä mainittuihin asioihin, tullaan toteuttamaan todennäköisesti muutaman vuoden sisään.

Hankkeen tuloksia tullaan käyttämään mm. turvallisuusviestinnässä sekä onnettomuustutkinnassa.

Viitteet

1. Hyttinen, V., Tolonen, P., Väisänen, T. 2008. Palofysiikka. 3. painos, Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö
2. Hassinen, M., et al., Modernien kodinkoneiden palokäyttäytyminen ja sammutustekniikka, 2017, Pelastusopiston julkaisu, B-sarja, Tutkimusraportit, 4/2017
http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja_B/B4_2017.pdf
3. Christian Sesseng (SINTEF NBL as): Røykvarslere for bruk i bolig. Kartlegging av forskningsfront
<http://www.risefr.no/media/publikasjoner/upload/nbl-a12136.pdf>
4. Jackson, M., et al., *Evaluation of Fire-Safety Programs that use 10-Year Smoke Alarms*. Journal of Community Health, 2010. **35**(5): p. 543-548
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20177753>
5. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/610304/fire-statistics-data-tables-fire0702.xlsx
6. <http://www.nfpa.org/~media/files/news-and-research/fire-statistics/fire-protection-systems/ossmokealarms.pdf?la=en>

Liite 1

Palovaroittimen tiedot

Kiitos lahjoituksesta ja osallistumisestasi palovaroittimien ikääntymisselvitykseen. Pyydämme täyttämään lomakkeen tiedot ja palauttamaan sen sekä palovaroittimen organisaatiosi yhteyshenkilölle [*nimi*].

Sijoituspaiikka: Kerrostaloasunto

Rivi/paritaloasunto

Omakotitaloasunto

Vapaa-ajan asunto

Onko asunnossa/vapaa-ajan asunnossa tulisija? kyllä

ei

Jos palovaroitin on ollut vapaa-ajan asunnolla ja asunto on ollut talvet kylmillään, onko varoitin ja paristo otettu talven ajaksi lämpimään? kyllä

ei

Palovaroittimelle on tehty seuraavia kunnossapitotoimenpiteitä:

säännöllinen testinapista painaminen

Alleiviivaa sopivin vaihtoehto:

kerran kuussa / kerran vuodessa / jotain tältä väliltä

paristonvaihto

paristonvaihdon yhteydessä testinapin painaminen

kevyt imurointi päältä

ei kunnossapitotoimia

Yhteystiedot (vapaaehtoinen):

Nimi _____

Puh.numero _____

Sähköposti _____

Lisätietoja: ylitarkastaja Karoliina Meurman, karoliina.meurman@tukes.fi, puh. 029 5052 651