



Tuomas Pylkkänen

IoT (Internet-of-Things) -

teknologian hyödyntäminen rakennuksien paloturvallisuuden kehityksessä ja integroidussa älykkäässä ympäristössä

Tiivistelmä Lappeenrannan teknillisen yliopiston diplomityöstä

Tuomas Pylkkänen

IOT (INTERNET-OF-THINGS) – TEKNOLOGIAN HYÖDYNTÄMINEN RAKENNUKSIEN PALOTURVALLISUUS- DEN KEHITYKSESSÄ JA INTEGROIDUS- SA ÄLYKKÄÄSSÄ YMPÄRISTÖSSÄ

**Tiivistelmä Lappeenrannan teknillisen yliopiston
diplomityöstä**

Tuomas Pylkkänen diplomityö: IoT (Internet-of-Things) - teknologian hyödyntäminen rakennuksien paloturvallisuuden kehityksessä ja integroidussa älykkäässä ympäristössä

Saataavilla: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2018052224432>

Kansikuva: Shutterstock
Kuva: Tuomas Pylkkänen

SPEK Puheenvuoroja
ISBN 978-951-797-652-7 (pdf)
ISSN 2242-1653 (pdf)
Helsinki 2018

Julkaisija
Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö SPEK
Ratamestarinkatu 11, 00520 Helsinki
Puhelin (09) 476 112
spekinfo@spek.fi
www.spek.fi

Sisällysluettelo

1. Alkusanat.....	5
Uudet mahdollisuudet palontorjunnassa	5
Muutos on mahdollisuus	7
2. Alkusanat II.....	9
3. Johdanto	10
4. Markkinoilla olevat älykkäät paloturvallisuutta parantavat laitteis- tot	12
Palovaroitimet	12
Kodin automaatiojärjestelmät ja turvajärjestelmät	14
Automaattiset paloilmoitinlaitteistot	14
Automaattiset sammutuslaitteistot.....	15
Poistumisvalaistusjärjestelmät	16
Evakuointijärjestelmä.....	16
5. Tutkimustulokset.....	18
6. Johtopäätökset	21
7. Lähteet.....	24

1. Alkusanat

Uudet mahdollisuudet palontorjunnassa

Rakennettu ympäristö on Suomessa kehittyvien teknologioiden ja ihmisten käyttäytymisen osalta uusien haasteiden edessä. Onnettomuuksia ja riskitilanteita tapahtuu kansalaisille kaikissa ikäryhmissä. Muuttuvat teknologiaympäristön haasteet koskevat eri tavoin kaikkia kansalaistasoja. Väestörakenteen ja ympäristön muutokset vaikuttavat merkittävästi myös turvallisuusympäristöön. Myös palontorjuntatekniikan on pysyttävä kehityksessä mukana.

Myös palontorjuntaa on pystyttävä kehittämään. On tärkeää, että selvitetään uusia kehityssuuntia, jotka voivat vaikuttaa paloturvallisuuden kehittymiseen Suomessa. Äly- ja IoT -teknologian hyötykäytöllä on hyvät mahdollisuudet edistää asumisen turvallisuutta. Aina, kun kehitetään ja otetaan käyttöön uutta teknologiaa, on muistettava seurata ja havainnoida myös itseämme sekä ympärillämme olevia asioita. On tärkeää ymmärtää kokonaisuutta, jossa toimimme ja tietoja joita käsittelemme tai mitä tietoa siirrämme verkkojen kautta.

IoT:n (Internet of Things) historia on vielä suhteellisen lyhyt maailmanlaajuisestikin katsoen. Ensimmäisiä yksittäisiä verkossa toteutettuja tuotteiden hallintaratkaisuja on ollut käytössä jo 90-luvulla, mutta varsinaisia kehityskokeita IoT:n käyttöympäristössä on otettu 2000-luvun aikana. Tämän on mahdollistanut muun muassa verkkoratkaisujen ja tiedonsiirron nopea kehittyminen. Palontorjunnan muutoksessa IoT, laitteistointegraatiot sekä muu ennakoiva toiminta ovat avainasemassa. Kyse on uusista mahdollisuuksista.

Kotimaisessa rakentamisessa esiintyy runsaasti palontorjuntaan kohdistuvia vanhanaikaisia asenteita. Tuomas Pylkkäsen diplomityö nostaa esille sellaisen tosiasian, että uudet vaihtoehdot nähdään rakennusalalla mahdollistajina, mutta samalla uutta tekniikka vieroksutaan. Esteitä uusien toteutustapojen käyttöönotolle perustellaan usein samoilla, toistuvilla argumenteilla. Ne tukeutuvat uuden teknologian toiminnalliseen epävarmuuteen ja yhteisten käytäntöiden puuttumiseen. Pelätään myös ylimääräisiä, tarpeettomia kustannuksia ratkaisujen toteutuksen ja huollettavuuden osalta sekä muiden ylimääräisten liiketoiminnallisten riskien toteutumista.

Rakennuskohteeseen liittyvä tarveajattelu on usein melko lyhytjänteistä. Tästä seuraa, että palontorjuntatekniikan taloudellisia mahdollisuuksia ja elinkaaren aikaista vaikutusta ei pystytä huomioimaan realistisesti. Toteutetun palontorjuntatekniikan on pitkään nähty tuottavan rahansa takaisin vasta tositalanteessa, jossa laitteistot pysäyttävät tai rajaavat palon. Taloudelliset säästöt, niin välilliset kuin välittömät, ovat laitteistojen toimiessa kuitenkin hyvin merkitykselliset. Todellisuudessa esimerkiksi automaattiset paloilmoin- ja sammutuslaitteistot ovat jatkuvasti toteuttamassa ja varmistamassa toiminnan jatkuvuutta sekä kohteen henkilöturvallisuutta. Tällöin laitteistot ovatkin toiminnan jatkuvuuden tukipilareita. Lisäksi on havaittu, että loppukäyttäjää ja asukkaita kiinnostaa oman turvallisuuden kehittäminen, kunhan tietoa on saatavilla ja vaikutusmahdollisuudet ovat tunnistettavissa. Nyt ja lähitulevaisuudessa on pystyttävä yhä enemmän arvioimaan sitä, miten tarvittavaa tietoa voidaan saattaa tarvittaville tahoille.

Teknologian kehittyminen ei odota, ja yhteisten säädösten ja käytänteiden tarve on myös tunnistettu. Älykkäät rakennukset ja kodit lisääntyvät ja kehittyvät rakennusalan vanhoista asenteista huolimatta. Toivottavasti alalla huomataan pian yleisestikin, että lopulta meillä on muun teknologian kehityksen myötä syntynyt uusia käytänteitä kiinteistöautomaation toteutuksiin, jotka soveltuvat myös paloturvallisuuden tarpeisiin. Asiantuntijatyön panoksia tuleekin siirtää tiedon välittämiseen ja asenteiden kehittämiseen. Nyt on hyvä aika selvittää missä määrin jo nyt käytössä oleva teknologia vastaa käsitystämme tulevaisuudesta.

Jo käytettävissä olevat teknologiat voivat tarjota uusia mahdollisuuksia edessä olevien haasteiden ratkaisemiseksi. Vaikka yhteisiä standardeja kaivataan ja yhteiset käytänteet uudenlaisissa verkottuneissa ympäristöissä ovat vielä muodostumassa, niin tämä ei ole hidastanut maailmalla uusien IoT -ratkaisujen käyttöönottoa. Uusien teknologioiden myötä ja teknologioiden kehittyessä innovaatioiden käyttöönoton riskit pienenevät koko ajan. Ratkaisumallit, jotka palontorjunnassa nousevat esille uusina vaihtoehtoina, eivät välttämättä ole muussa automaatiossa uusia keksintöjä, vain käyttökohde on muuttunut. Tästä syystä kehitystä on joka tapauksessa pystyttävä seuraamaan, jotta asiantuntijatoiminnassa voidaan edelleen vastata tulevaisuuden haasteisiin. Nykytilan kartoitus ja vertailu myös ulkomaihin muodostavat pohjan tarvittavalle kehitystyölle ja tiedon kokoamiselle. Näin voimme tarjota ajantasaisia vastauksia kotimaassa esiintyviin tarpeisiin.

Muutos on mahdollisuus

Uusi keväällä 2018 valmistunut Suomen Pelastusalan Keskusjärjestön strategia esittää vastaavia kysymyksiä asiantuntijatoiminnan tarpeista, kuin Tuomas Pylkkäsen diplomityö. On tärkeää arvioida kehittyvää ympäristöä ja ennakoida sen haasteita. Vain muutos on pysyvää, ja muutos on myös mahdollisuus.

Uudet teknologiat ja automaatiolaitteiden liitettävyydet avaavat mahdollisuuksia kustannustehokkaalle arjen ja asumisen kehittämiseksi. Myös asumisen paloturvallisuutta ja ennakoivaa palontorjuntaa voidaan parantaa uusien teknisten ratkaisujen avulla. Onnettomuuksia ja riskitilanteita tapahtuu kaikille. Myös teknologiaympäristön haasteet koskevat eri tavoin kaikkia. Väestöraakenteen ja rakennetun ympäristön muutokset vaikuttavat merkittävästi myös turvallisuusympäristöön. Miten uutta teknologiaa voidaan hyödyntää rakennusten paloturvallisuuden kehittämisessä nyt ja tulevaisuudessa? Diplomityöstä saatavan tiedon avulla asiantuntijatoiminnassa pystytään luomaan kokonaiskuva turvallisuuksympäristön kehittymisestä sekä hyödyntämään saatua tietoa tulevaisuuden vision ja strategian edistämisessä. Asumisen turvallisuus on otettava huomioon entistä tarkemmin, kun henkilön, usein ikäihmisen asumisesta päätetään. Turvallisuuksia on tuettava uusien, vaihtoehtoisin menetelmin, joita uudet teknologiset ratkaisut tarjoavat.

Ihminen ja teknologia tekevät asioita yhdessä myös tulevaisuudessa, joten lähtökohdat eivät tule ratkaisevasti muuttumaan. Ihminen on edelleen keskiössä. Palontorjuntaa tuleekin tarkastella laajemmalla näkökulmalla, jossa ihmisten käyttäytymisen arviointi ja toteutettu teknologia voivat kehittää ennakoivaa palontorjuntaa. Verkkoon siirtyvä laitteistojen hallinta ja etäpalvelut ovat jo paloturvallisuuden kohdalla nykypäivää. Laitteistojen tiedonkäsittelykyvyn kasvaessa henkilökohtaisten tietojen ja laitteiden on edelleen tulevaisuudessa pysyttävä käyttäjälle helppokäyttöisinä ja turvallisina.

Uudenlaiset ympäristöt tuovat myös mahdollisuuden palontorjuntatekniikan toteutusten kustannusten tehostamiseen. Vieläkin kohdataan vahvoja mielikuvia ja asenteita, jotka eivät vastaa enää nykyaikaisia palontorjuntatekniikan laitteistoja. Diplomityön tuloksista on nostettavissa esille rakennusmaailman vanhakantaisuus, jossa on runsaasti tilaa kehittämiseksi. Toki on samalla huomioitava, että ainoa ongelma ei ole se, että rakennuttajien lisäksi konsultit ja suunnittelijat tarvitset nopeasti kehittyvästä laitetekniikasta huomattavasti nykyistä enemmän tietoa.

Asiantuntijatoiminnan kehittäminen on huomioitava yhä vahvemmin. On hyvä etsiä ajoissa vastauksia kysymykseen mitkä ovat niitä osaamisen osa-alueita, joihin asiantuntijatoiminnassa tulee vaikuttaa ja kuinka tiedotus- ja koulustoimintaa tulisi kehittää. Tietoa on muistettava tarjota kaikille tarvittaville tahoille palontorjunnan alalla. Erityisen tärkeää on antaa tarvittava tietoa lopukäyttäjille eli asukkaille, jotta he ymmärtävät verkkoon liitettyjen laitteiden merkityksen ja asian huomioimisen tärkeyden. Käynnissä olevassa kehityksessä on olemassa mahdollisuuksia myös asenteiden kehittämisen osalta, mutta uusien teknisten vaihtoehtojen ja ennakoivan paloturvallisuuden esille nostamiseksi on asiantuntijatoiminnassa siirrettävä katseita tulevaisuuteen.

Kuten aikaisemmin esitetty on hyvin tärkeää kehittää kansainvälistä tiedonvaihtoa ja hakea myös vertailupohjaa eri maiden väliltä toteutuskuulttuurista. Diplomityöstä saatu tietopohja pohjoismaista antaa hyvän alustan tarvittaville jatkoselvityksille. Maaailma muuttuu ja näin tulee aina tapahtumaan. Muutos näkyy myös palontorjunnassa. Uudet tekniset vaihtoehdot, kuten IoT ovat vielä mahdollisuuksia. Tämän ymmärtämiseksi on tehtävä jatkoselvitystyötä, jotta asenteisiin pystyttäisiin vaikuttamaan ja meidän oma suhtautumisemme ei olisi kehityksen hidaste. On myös selvitettävä, mitkä ovat niitä ratkaisumalleja, jotka tuovat tarvittavia hyötynäkökohtia niin asukkaille kuin myös rakennuttajille, jotta panostus paloturvallisuuteen koettaisiin tärkeäksi. Vielä tärkeämpää on, että nämä näkemykset kohtaisivat toisensa.

Lauri Lehto, Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö ry
Turvallisuusasiantuntija, Palontorjuntatekniikka

2. Alkusanat II

Rakennusten paloturvallisuus on muodostunut kiinnostuksen kohteeksi niin koulutuksen kuin työtehtävien vuoksi. Tietojohdamisen diplomi-insinööri opintojen aikana IoT ja älyteknologia sekä niiden tuomat mahdollisuudet olivat usein esillä eri opintojaksojen yhteydessä. Näin ollen itselläni heräsi kiinnostus siitä, kuinka paloturvallisuuden osa-aluetta voitaisiin digitalisoida sekä mitkä ovat IoT:n ja älyteknologian mahdollisuudet rakennuksien paloturvallisuuden parantamisessa. Samaan aikaan maailman markkinoilla älykkäät palovaroitinimet sekä muut älykkäät turvallisuusratkaisut alkoivat yleistyä. Tämä lisäsi entisestään kiinnostusta aiheesta kohtaan. Katsoin, että varsinkin IoT:n tuomia mahdollisuuksia olisi syytä selvittää paloturvallisuuden parantamiseksi. Näin päädyin tekemään aiheesta diplomityötä yhteistyössä Suomen Pelastusalan Keskusjärjestön kanssa.

Tuomas Pylkkänen, Etelä-Karjalan pelastuslaitos
Palotarkastusinsinööri
Diplomityön tekijä

3. Johdanto

Viime vuosina keskustelu älykkäistä ympäristöistä on lisääntynyt kiihtyvällä vauhdilla. Samainen kehitys on ollut nähtävissä myös rakennusteollisuudessa, koska rakennuksien älykkyyden lisäämisen tuomia hyötyjä ja mahdollisuuksia on tunnustettu entistä tehokkaammin. Yhtenä isona ja paljon esillä olleista asioista älykkäistä ympäristöistä keskustellessa on ollut Internet of Things (IoT), joka on mahdollistanut asioita, joita aikaisemmin ei ole ollut mahdollista toteuttaa niin kustannustehokkaasti kuin nykyään. Uudet teknologiat ja niiden kehitys sekä tehokas hyödyntäminen on mahdollistanut IoT:n muodostumisen ja kehittymisen yhdeksi kiinnostavimmista kehityssuunnista. Tämä kehityssuunta on tulossa vahvasti myös paloturvallisuuden osa-alueelle.

Internet of Things eli esineiden Internet on määritelty useilla eri tavoilla, koska sille ei ole toistaiseksi tehty mitään tarkkaa määritelmää. IoT:ssä ei hyödynnetä yhtä ainoaa teknologiaa, vaan se on eri teknologioiden yhdistämistä toimivaksi kokonaisuudeksi. Tämän vuoksi IoT:tä voidaan pitää paradigmana, jossa antureilla, toimilaitteilla, lähettimillä ja prosessoreilla varustetut fyysiset esineet kommunikoivat keskenään merkityksellisessä tarkoituksessa [1]. Laajemmasta näkökulmasta katsottuna IoT:tä voidaan pitää myös visiona, jolla on vaikutuksia teknologiaan ja yhteiskuntaan [2]. IoT-anturit ja -toimilaitteet muodostavat yhteyden fyysiseen ympäristöön, jossa niitä on mahdollista hallita Internet-verkon yli. Näiden antureiden ja toimilaitteiden avulla on mahdollista kerätä dataa eri tavoin. Kerätty data tallennetaan ja sitä voidaan analysoida ja hyödyntää moniin eri tarkoituksiin. [1].

IoT:n etuna on se, että kokonaisuus voidaan toteuttaa useilla eri tavoilla sekä useita eri teknologioita hyödyntäen. IoT-arkkitehtuuri rakennetaan yleensä käyttäjän tarpeiden mukaan. Näin voidaan helposti ja kustannustehokkaasti hyödyntää rakennuksessa tai sen ympäristössä olevaa tieto- ja viestintäteknologiaa. Rakennuksessa olevia IoT-antureita tai -toimilaitteita voidaan hallinnoida Internet-verkon yli omilla käyttöliittymillä tai ne voivat olla yhdistettyinä ja/tai integroituna yhteiseen käyttöliittymään. IoT:n tietoliikennemalleiksi ovat vakiintuneet suora ja yhdyskäytäväpohjainen (gateway) tietoliikennemalli. Suorassa tietoliikennemallissa IoT-laite lähettää ja vastaanottaa dataa suoraan

verkosta, kun taas yhdyskäytäväpohjaisessa tietoliikennemallissa IoT-laitteet ovat yhdistetty yhdyskäytävään, joka lähettää dataa tietokantaan (database), josta se on hyödynnettävissä [3].

Uudet teknologiat tarjoavat mahdollisuuden paloturvallisuuden parantamiseen, jotta tulipalojen määrää saadaan vähennettyä sekä niiden seurauksia pienennettyä. Esimerkiksi Suomen rakennuskannan paloturvallisuutta parantavat laitteistot lepäävät paljon paristokäyttöisten palovaroittimien varassa. Ne tulivat pakolliseksi vuoden 2000 aikana kaikkiin asuinhuoneistoihin. Palovaroitin on halpa henkivakuutus, mutta todellisuudessa palovaroitin puuttuu edelleen useista asuinhuoneistoista. Lisäksi palovaroittimien huolto- ja kunnossapidossa on laiminlyöntejä. Suomessa tulipaloissa menehtyy vuosittain noin 70-80 ihmistä sekä loukkaantuu useita satoja ihmisiä. Suurin osa kuolemaan johtaneista tulipaloista tapahtuu asuinrakennuksissa. Lisäksi rakennuspaloista aiheutuu vuosittain noin 120 miljoonan omaisuusvahingot [4]. Tulipalojen vaikutukset huomioiden, ei asuinrakennusten paloturvallisuutta parantavissa laitteistoissa ole viimeisen kymmenen vuoden aikana tapahtunut merkittävää kehitystä, jolla tulipalojen vaikutuksia saataisiin vähennettyä.

Tämän tutkimuksen lähtökohtana oli selvittää voidaanko paloturvallisuuden osa-aluetta digitalisoimalla parantaa rakennusten paloturvallisuutta. Työssä selvitettiin IoT-teknologian tuomia mahdollisuuksia paloturvallisuuden kehityksessä. Työn yhteydessä selvitettiin lisäksi, mitä hyötyjä ja uhkia IoT- ja älyteknologian hyödyntämiseen liittyy sekä tuotiin esille IoT:n hyödyntämisen tuomia kustannusvaikutuksia paloturvallisuustekniikkaan ja sen kunnossapitoon. Tutkimuksessa tuotiin myös esille IoT:n avulla tapahtuvan datan jakamisen mahdollisuudet sekä selvitettiin, miten IoT-teknologiaa on hyödynnetty paloturvallisuuden kehityksessä Suomen rakennuskannassa. Tutkimusmenetelmäksi valittiin kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus, koska lähtökohtana on pyrkiä saamaan mahdollisimman syvällinen näkemys tutkittavasta ilmiöstä [5]. Tutkimustulokset kerättiin teemahaastattelujen avulla. Haastateltavia oli yhteensä 14 yhdeksältä eri toimialalta (mm. pelastusviranomaiset, paloteknisten laitteistojen valmistajat sekä paloturvallisuus- ja paloteknisten laitteistojen suunnittelijat).

4. Markkinoilla olevat älykkäät paloturvallisuutta parantavat laitteistot

Seuraavaksi on esitelty markkinoilla olevia älykkäitä paloturvallisuutta parantavia laitteistoja tai niiden tulevia kehityssuuntia sekä niiden ominaisuuksia. Tässä kappaleessa esitellään esimerkin mukaisesti paloturvallisuutta parantavien laitteiden valmistajien tuotteiden nimiä ja niiden ominaisuuksia. On huomioitava, että markkinoilla voi olla myös muiden valmistajien tuotteita tai järjestelmiä, joilla voi olla samanlaisia ominaisuuksia tai toimintoja, mitä tässä kappaleessa on tuotu esille.

Palovaroittimet

Euroopan ja Suomen markkinoille on tullut älykkäitä palovaroittimia, joita voidaan hallita Internet-verkon yli sekä kerätä jopa dataa niiden toiminnasta. Näin ollen useita älykkäitä palovaroittimia voidaan pitää IoT-laitteina. Markkinoilla olevat älykkäät palovaroittimet hyödyntävät eri tiedonsiirtomenetelmiä. Palovaroittimien yhdistäminen Internetiin voi tapahtua esimerkiksi liittämällä palovaroitin tilan Wi-Fi-verkkoon, yhdistämällä se osaksi kodin automaatiojärjestelmää tai hyödyntämällä suoraan LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) radioteknologian verkkoa. Lisäksi älykkäiden palovaroittimien hälytykset ohjautuvat haluttuihin älypuhelimiin ja niiden hallinnointi on mahdollista älypuhelin sovelluksella. Älykkäät palovaroittimet keräävät yleensä dataa niiden toiminnasta. Seuraavassa on esitetty neljä erilaista älykästä palovaroitinratkaisua, jotka täyttävät Suomen lainsäädännön edellytyksenä olevan yhdenmukaisesti tuotestandardin SFS-EN 14604 vaatimukset.

Wi-Fi-verkkoon liitettävistä älykkäistä palovaroittimista voidaan mainita Google Nest Protect-palovaroitin. Nest Protect -palovaroittimia on kahdenlaisia, paristokäyttöisiä sekä sähköverkkoon kytkettäviä. Tavalliseen palovaroit-

timeen verrattuna kyseisessä palovaroittimessa on useita eri antureita kuten: valo-, kosteus-, liike-, lämpötila-, hiilimonoksidi- sekä savuanturit. Useiden antureiden vuoksi palovaroittimessa on useita eri toimintoja sekä ne toimivat yhteen Nest-tuoteperheen muiden antureiden ja toimilaitteiden kanssa. Esimerkiksi palovaroittimen liikeanturin avulla voidaan kerätä tietoa siitä, onko esimerkiksi asukas kotona ja ohjata sisälämpötilaa sen mukaan. [6]

Kodin automaatiojärjestelmään kytkettävistä älykkäistä palovaroittimista yksi markkinoilla oleva tuote on Fibaro Groupin valmistama palovaroitin. Palovaroitin hyödyntää tiedonsiirtomenetelmänä Z-Wave standardia, jonka kautta se on liitettävissä standardia tukeviin kodin automaatiojärjestelmiin. Fibaro Groupin älykkäissä palovaroittimessa on perinteisen savuanturin lisäksi lämpötila-anturi. Integroimalla palovaroitin kodinautomaatiojärjestelmään voidaan sen avulla tehdä erilaisia ohjauksia kodin muihin järjestelmiin tai laitteisiin. [7]

Älykkäitä palovaroittimia on mahdollista yhdistää suoraan LPWAN radioteknologian verkkoihin, eikä rakennuksen sisällä tarvitse näin välttämättä olla rakennettuna erillistä infrastruktuuria tiedonsiirtoa varten. Alueella toki tulee olla riittävä verkkopeitto, jotta älykkäät laitteet saadaan siihen kytketyksi. Tunnetuimmat LPWAN-verkoista ovat LoRa ja Sigfox verkot, joista kummatkin ovat käytössä myös Suomessa. Smockeo on yksi älykkäistä palovaroittimista, jonka tiedonsiirrossa hyödynnetään Sigfox-verkkoa. Sillä on samoja toimintoja kuin muissakin älykkäissä palovaroittimissa. Sigfox-verkkoon liittämistä verkko-operaattori perii vuosittain maksun verkkoon liitettyistä laitteista. [8]

Uusien älykkäiden palovaroittimien lisäksi on nykyisin mahdollista yhdistää olemassa olevat palovaroittimet tai hiilimonoksidivaroittimet Internetiin. Tämä on mahdollista Roost Wi-Fi Battery avulla. Kyseessä on Wi-Fi toiminnolla varustettu 9V "älyparisto", jota voidaan ohjata älypuhelinsovelluksella. 9V paristo sopii paristokäyttöisten palo- tai hiilimonoksidivaroittimien paristokoteloon. Patteri on soveltuva myös sähköverkkoon kytkettyihin varoittimiin, jos sen virransyöttö on varmennettu 9V pariston avulla. Roost Batteryssä on muutamia etuja: se ilmoittaa älypuhelimeen hyvissä ajoin patterin vanhenemisesta, tieto palohälytyksestä saadaan ohjattua haluttuihin älypuhelimisiin sekä paristokäyttöiset palovaroittimien hälytysääni voidaan hiljentää esimerkiksi erheellisen hälytyksen sattuessa. [9]

Kodin automaatiojärjestelmät ja turvajärjestelmät

Kodin automaatiojärjestelmät ovat älykkäitä järjestelmiä, joihin on mahdollista liittää erilaisia toimilaitteita ja antureita, kuten esimerkiksi valaistuksen ohjauksia, lämpötilan mittauksia tai paloturvallisuustekniikkaa. Automaatiojärjestelmissä yleinen malli on se, että toimilaitteet tai anturit liitetään suoraan yhdyskäytävään (gateway) tai niiden yhdistäminen tapahtuu erillisen hubin kautta. Toimilaitteita ja antureita voidaan ohjata tai monitoroida esimerkiksi älypuhelimella Internet-verkon yli. Järjestelmään liitettävät toimilaitteet ja anturit tukevat yleensä vain yhtä tiedonsiirtoon liittyvää standardia. [10]. Tästä poikkeuksena on Cozify, joka on valmistanut kodin automaatiojärjestelmän, jossa hubin avulla on mahdollista yhdistää eri laitevalmistajien toimilaitteita ja antureita samaan järjestelmään, jotka hyödyntävät eri tiedonsiirto standardeja ja protokollia. Tämä mahdollistaa useiden eri laitevalmistajien antureiden ja toimilaitteiden yhdistämisen ja integroimisen yhteen. [11]. Automaatiojärjestelmään liitetystä toimilaitteista ja antureista voidaan kerätä dataa ja niiden välille voidaan tehdä erilaisia integraatioita. Analysoimalla kerättyä dataa automaatiojärjestelmä voi oppia asukkaan tottumuksista sekä havaita jopa hätätilanteita. [10].

Kodin turvajärjestelmät ovat etupäässä tarkoitettu turvallisuuden parantamiseen, eivätkä ole yhtä monipuolisia ratkaisuja kuten kodin automaatiojärjestelmät. Toimintaperiaatteeltaan ne kuitenkin toimivat kuten kodin automaatiojärjestelmät ja niihin voidaan yhdistää useita toimilaitteita ja antureita, kuten palovaroittimia tai murtosuojauslaitteistoja. Kodin turvajärjestelmissä palveluun kuuluu yleensä vartiointi sekä hälytyskeskus palvelut. Esimerkiksi paloilmoituksen yhteydessä hälytyskeskuspäivystäjän on mahdollista monitoroida asuintiloja kamerailmaisimien ottamien kuvien avulla. Tietoa voidaan välittää myös asukkaan älypuhelimien. [12] [13]

Automaattiset paloilmoinlaitteistot

Automaattiset paloilmoinlaitteistot ovat siirtyneet jo IoT-aikaan. Esimerkiksi Siemens on kehittänyt Decigo CC:n, avoimen kiinteistönhallintajärjestelmän, jonka avulla käyttäjän on mahdollista hallita kaikkia kiinteistössä olevia järjestelmiä ja optimoida ne haluamallaan tavalla. Decigo CC:n valvomoalustaan on mahdollista integroida myös turvallisuuteen liittyviä järjestelmiä, kuten pa-

loilmoitintoteutuksia. Valvomoalusta mahdollistaa myös erilaisten järjestelmien välisten integraatioiden tekemisen esimerkiksi paloilmoinlaitteiston, äänievakuoinnin, rakennusautomaation sekä kameravalvonnan kanssa. Tämä mahdollistaa erilaisten järjestelmien alaisten toimintojen toteuttamisen paloilmoituksen sattuessa. Näitä ovat esimerkiksi etäyhteyden muodostaminen paloilmoinjärjestelmään tietokoneelta tai mobiilisti. Etäyhteyden avulla voidaan monitoroida ja hallita paloilmointia tarkastamalla laitteiston valmiustila tai tekemällä ilmaisimien ja paloryhmien irtikytkentöjä. Koko kiinteistön eri rakennusautomaatio- ja turvallisuusjärjestelmiä voidaan hallita yhden käyttöliittymän kautta. Sinteso-elinkaaripalvelu taas antaa mahdollisuuden kerätä haluttua dataa eri järjestelmistä analysointia varten. [14]. Schneider Electricin kehittämä EcoStructure on esineiden internetiä (IoT) tukeva avoin, yhteensopiva arkkitehtuuri ja alusta. Paloilmoinjärjestelmien tehokkuuden hallintaan on kehitetty EcoStructure Fire Expert online-sovellus, joka toimii Saas-pilvipalveluratkaisuna. Sitä voidaan hyödyntää Schneider Electricin valmistamissa paloilmoinjärjestelmissä. Käyttöliittymä on selainpohjainen ja sitä voidaan hallinnoida tietokoneella sekä mobiililaitteilla kuten älypuhelimella tai tabletilla. [15].

Automaattiset sammutuslaitteistot

IoT- ja älyratkaisuja on tarjolla myös automaattisten sammutuslaitteistojen puolelle. Sprinklerilaitteistoihin on mahdollista lisätä anturointia, joiden avulla voidaan monitoroida järjestelmää reaaliaikaisesti. Monitoroinnin kohteena voi olla esimerkiksi putkiston paineen tai pumppujen toiminnan seuranta. [16]. Monitoroinnin lisäksi sprinklerilaitteistojen älykkyyttä voidaan lisätä asentamalla ohjaus- ja valvontakeskus, joka parhaiten soveltuu vesisumujärjestelmiin. Ohjaus- ja valvontakeskus voi kerätä ja tallentaa kaiken sen datan kaikista laitteistoon tehtävistä testauksista, huoltotoimenpiteistä sekä sattuneista hälytyksistä. Laitteiston tilan seuranta tai sen hallinta voidaan toteuttaa langallisella kosketusnäytöllä, tekstiviestillä tai Internet-pohjaisella käyttöliittymällä. [17]. Myös perinteiseen sprinklerilaitteiston hälytysventtiilin yhteyteen on mahdollista liittää erillinen testauslaitteisto, jonka avulla sammutuslaitteiston toimintavarmuutta voidaan testata automaattisesti [18].

Poistumisvalaistusjärjestelmät

Markkinoille on tullut entistä älykkäämpiä poistumisvalaistusjärjestelmiä, joita on mahdollista monitoroida etäyhteydellä. Normaluxilla on markkinoilla älykäs poistumisvalaistusjärjestelmä, jota on mahdollista hallita älypuhelimella tai tabletilla Internet-verkon yli. Poistumisopasteet ja turvavalaisimet diagnosoi- vat toimintaa itsenäisesti. Järjestelmän komponentteihin, kuten valaisimen akkuun tai valonlähteeseen tullessa vikaa, järjestelmä välittää automaattisesti tiedon haluttuun paikkaan. Tarvittavat huoltotoimenpiteet voidaan toteuttaa näin nopeasti ja tehokkaasti. [19]. Primex Wireless on taas kehittänyt Wi-Fi pohjaisen poistumisvalaistusjärjestelmän hallintajärjestelmän, joka hyödyntää rakennuksen olemassa olevaa Wi-Fi verkkoa. Poistumisvalaistusjärjestelmä ottaa vastaan dataa Wi-Fi vastaanottimella ja sensoreilla varustetuista turvavalojen ja opasvalaisimien polttimoiden ja akkujen tilasta. Hallintajärjestelmää käytetään selainpohjaisella sovelluksella. Vikojen ilmaantuessa järjestelmä ilmoittaa huoltohenkilöstölle tarpeen mukaan. Hallintajärjestelmän avulla voidaan keskittää huoltotoimenpiteet paljon paremmin ennakoiviksi ja vikaantumisien korjaaminen voidaan keskittää tehokkaammin. Valmistajan mukaan olemassa olevia turvavalaisimia tai opasvalaisimia voidaan päivittää Wi-Fi valmiuteen. [20].

Evakuointijärjestelmä

Myös evakuointiin sekä väestönvaroittamiseen liittyvät järjestelmät ovat kehityksessä entistä älykkäämmiksi. Järjestelmien kehittämiseen on ollut selkeää kiinnostusta, mikä on havaittavissa useista tieteellisistä artikkeleista ja esityksistä. Tutkimus- ja kehitystyö ovat keskittyneet ennen kaikkea tarkan onnettomuustiedon ja toimintaohjeiden välittämiseen älypuhelimiin sekä erilaisten sisäpaikannusjärjestelmien hyödyntämiseen ihmisten paikantamisessa. IoT:n hyödyntämisen on katsottu olevan mahdollista myös evakuointijärjestelmien kehityksessä, koska langattomia verkkoja, rakennuksien talotekniikanjärjestelmiä, valvontakameroita, turva- ja sisäpaikannusjärjestelmiä sekä näiden järjestelmäintegraatioita hyödyntämällä saadaan tehokkaasti aikaan jopa reaaliaikainen tilannekuva onnettomuus- tai vaaratilanteesta. Tilannekuvan avulla voidaan selvittää, mitä ja missä on tapahtunut, seurata onnettomuuden kehitystä, saada tietoa rakennuksessa tai alueella olevien ihmisten sijainnista ja tehok-

kaasti tiedottaa ihmisiä vaaratilanteesta sekä ohjata heidät turvallisinta reittiä pois vaara-alueelta. Lisäksi tätä samaa tietoa on mahdollista välittää viranomaisille. [21] [22] [23] [24].

Henkilöiden paikantamiseen voidaan käyttää useita eri teknologioita, kuten WLAN kolmiomittausta ns. sormenjälkipaikannusta (fingerprint), henkilökohtaisien paikannustunnistimien kautta tai nykyaikaisen kameratekniikan avulla [21] [24]. Tutkituissa järjestelmissä toiminta perustuu pitkälti älypuhelinsovelluksen kautta välitettäviin tietoihin, joiden kautta pystytään visuaalisesti osoittamaan esimerkiksi rakennuksen pohjakuvaan esitettyä henkilön ja vaara-alueen sijainti sekä osoittaa turvallisin reitti rakennuksesta tai vaara-alueelta poistumiselle. Vaara-alueen tunnistaminen voi perustua esimerkiksi osoitteellisen paloilmoitinjärjestelmän välittämään tietoon. Paikantamisen ja opastuksen lisäksi ihmisille on mahdollista kertoa oikeat toimintaohjeet, miten toimia kyseisessä vaara- tai hätätilanteessa. Tilanteen kehittymistä on mahdollista monitoroida esimerkiksi hallinnointikeskuksesta. [22] [23].

5. Tutkimustulokset

Tässä kappaleessa on esitelty diplomityön teemahaastattelujen perusteella saatuja tutkimustuloksia, joita on tarpeellista nostaa esille. Tutkimustuloksien tärkeimmät asiat on tuotu esiin diplomityön johtopäätökset -kappaleessa, jossa saatuja tuloksia on analysoitu ja pohdittu tarkemmin.

Suomen rakennuskannassa IoT:n hyödyntäminen on selkeästi yleisempää talotekniikassa ja kiinteistöautomaatiossa kuin paloturvallisuustekniikassa. Tutkimustulosten perusteella haastateltavat katsoivat, että IoT- ja älyteknologian lisääntymisen rakennuksien paloturvallisuuden kehityksessä olevan selkeä jatkumo talotekniikan ja kiinteistöautomaation kehitykselle. Yleisesti katsottuna suuntausta pidettiin positiivisena, vaikka älykkyyden ja uusien teknologioiden lisääntymistä esimerkiksi paloturvallisuutta parantavissa laitteistoissa ei pidetty niin nopeana kuin talotekniikassa tarkemman standardisoinnin ja lainsäädännön vuoksi. Yleisesti haastateltavat pitivät IoT- ja älyteknologioita käytökelpoisena parantamaan rakennuksien palo- ja henkilöturvallisuutta.

Haastattelujen yhteydessä esille nousi yhdeksän erilaista syytä siihen, miksi IoT- ja älyteknologiaa ei vielä hyödynnetä kovin laajasti olemassa olevissa rakennuksissa tai uudis- ja korjausrakentamisen yhteydessä. IoT- ja älyteknologian hyödyntämisen vähäisyyden syynä ei ollutkaan itse teknologia tai sen rajoitteet, vaan ennemminkin asennoituminen uuteen teknologiaan ja sen tuomiin haasteisiin. Seuraavassa on listattu yleisimmät syyt, jotka aiheuttavat merkittävimmät haasteet ja esteet IoT- ja älyteknologian lisääntymiselle rakennuksissa:

- Rakennushankkeeseen ryhtyvän ja kiinteistön omistajien tietämättömyys
- Tarjotulla teknologiavaihtoehdolla ei ole referenssikohteita
- Laittevalmistajat eivät osaa esittää teknologialla saatavia hyötyjä riittävästi
- Uuteen teknologiaan liittyvä riskinotto
- Teknologiakustannukset
- Standardoinnin puute järjestelmien yhteensopivuudessa ja rajapinnoissa
- Voimassa oleva lainsäädäntö ei velvoita
- Suunnittelijoiden osaamisen taso
- Uuden teknologian käyttämisen pelko

Paloturvallisuutta parantavat laitteet ja järjestelmät ovat yleensä olleet suljettuja järjestelmiä. Suljetut ekosysteemit voivat aiheuttaa sen, etteivät järjestelmät ole helposti yhteensopivia. Tämän vuoksi uutta teknologiaa ei voida hyödyntää riittävän kustannustehokkaasti ja helposti. Tutkimustulosten perusteella paloturvallisuuslaitteistojen sekä – järjestelmien integrointien helpottamiseksi rajapintojen tulisi olla entistä avoimempia. Tämä mahdollistaisi kustannustehokkaamman ja helpomman järjestelmäintegrointien toteutuksen ja tiedonsiirron onnistumisen. Uudemmissa turvallisuuslaitteistoissa tai -järjestelmissä rajapintojen avoimuuteen liittyviin asioihin on laitevalmistajien toimesta ryhdytty kiinnittämään entistä enemmän huomiota. Tästä syystä järjestelmäintegraatiot ovat jo huomattavasti helpompia toteuttaa, koska järjestelmät tukevat laajasti eri protokollia. Rajapintojen lisäksi järjestelmien välillä liikkuvien dataformaattien tulee olla sellaisia, että tieto siirtyy helposti järjestelmien välillä sekä järjestelmät osaavat tunnistaa ja lukea tämän tiedon.

Teknologian lisääminen ja järjestelmien tekeminen entistä älykkäämmiksi tuovat toimintaan lisää haasteita ja riskejä. Esimerkiksi laajoihin räätälöityihin järjestelmäintegraatioihin kuuluu ohjelmistojen päivittämiseen liittyvä riski. Päivitettäessä järjestelmän yhtä osaa ei voida välttämättä tietää, miten se tulee vaikuttamaan järjestelmän muihin osiin. Lisäksi on käytännön esimerkkejä siitä, miten toteutuksessa järjestelmien välinen kieli on jäänyt määrittelemättä, jonka vuoksi järjestelmät eivät ole toimineet toivotulla tavalla. Varsinkin turvalaitteistojen yhteentoimivuus tulee varmistaa hyvissä ajoin.

IoT-teknologiassa hyödynnetään usein langattomia ja paristolla toimivia antureita ja laitteita. Haastattelujen perusteella langattomuutta tai paristokäyttöisyyttä ei pidetty merkittävänä uhkana toimintavarmuudelle, varsinkaan, jos järjestelmässä on riittävästi älykkyyttä ilmoittaa hyvissä ajoin virtalähteen loppumisesta tai siitä, että langaton yhteys IoT- laitteeseen on poikki. Paloturvallisuutta parantavan järjestelmän ollessa kokonaan tai osin langaton järjestelmä, on sen suunnittelussa huomioitava, ettei signaalin häviäminen järjestelmässä tai sen osassa aiheuta suurta katastrofia koko järjestelmän toimintavarmuudelle. Paristokäyttöisten antureiden ja laitteiden osalta on erityisesti kiinnitettävä huomiota niiden huolto- ja kunnossapitotoimintaan sekä niiden tuomiin kustannusvaikutuksiin.

Haastatelussa tärkeäksi tekijäksi nousivat laitteistojen, järjestelmien ja sovellusten helppokäyttöisyys. On erityisen tärkeää muistaa niiden käyttäjälähtöisyys ylläpidon ja loppukäyttäjän tarpeiden näkökulmasta. Nämä asiat tulisi huomioida jo järjestelmien ja sovellusten kehittämisen yhteydessä, jotta ongel-

mia ei esiintyisi rakennuksen ylläpitovaiheen alkuvaiheilla. Järjestelmiä ja sovelluksia hyödyntävien henkilöiden tulee voida helposti omaksua niiden käyttö.

Datan kerääminen on yksi IoT:n oleellisimmista asioista. IoT-antureista ja -toimilaitteista kerätty data tallennetaan yleensä pilvipalveluun, josta se on hyödynnettävissä tarpeen mukaan. Rakennuksien älykkäistä laitteista ja järjestelmistä kerätyn datan hyödyntäminen oli haastateltavien mukaan vielä alkutekijöissään, mutta selkeästi kasvamaan päin. Datan kerääminen ja sen hyödyntäminen nähtiin tarpeelliseksi myös paloturvallisuustekniikassa, koska tulevaisuudessa kehittyneellä analyytikalla datasta saadaan rikastettua tärkeäkin informaatiota, joka voi tarjota aivan uutta tietoa, osaamista tai jopa aivan uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Haastattelujen perusteella kerätyn datan hyödyntämisestä katsottiin olevan eniten hyötyä palo- ja henkilöturvallisuuteen liittyvien laitteistojen ennakoivan huollon toteutuksessa. Dataa hyödyntämällä saadaan varmistettua, etteivät laitteistot pääse vikaantumaan yllättäen. Tulevaisuutta ajatellen kerättyä dataa rikastamalla on mahdollista saada aikaan uutta tietoa, jolla myös paloturvallisuutta saadaan parannettua. Dataa rikastamalla voitaisiin esimerkiksi kehittää olemassa olevia tuotteita ympäristöihin sopivammiksi tai laadukkaamman palvelun kehittämiseksi. Laitevalmistajien edustajien mukaan datan keräämisestä ja sen rikastamisesta saadut hyödyt koskevat ennen kaikkea palvelutoiminnan kehittämistä. Lisäksi tulevaisuudessa ihmisten toiminnasta kerättyä dataa voitaisiin hyödyntää onnettomuuksien ehkäisytoiminnassa, esimerkiksi ihmisten käyttäytymisen seuraamisessa palohälytys- tai onnettomuustilanteissa.

Datan keräämisessä on huomioitava ennen kaikkea tietosuojan liittyvät asiat. On tärkeää huomioida, että rakennuksista kerätyssä datassa voi esimerkiksi olla yksityisyyden suojaan liittyvää tietoa. Tämän vuoksi kerättävän datan osalta on tarvetta etukäteen miettiä, mitä dataa on tarvetta kerätä, kenelle sitä jaetaan sekä keiden kaikkien sitä tarvitsee hyödyntää. Tällä tavoin pystytään esimerkiksi ennaltaehkäisemään dataan liittyviä väärinkäytöksiä.

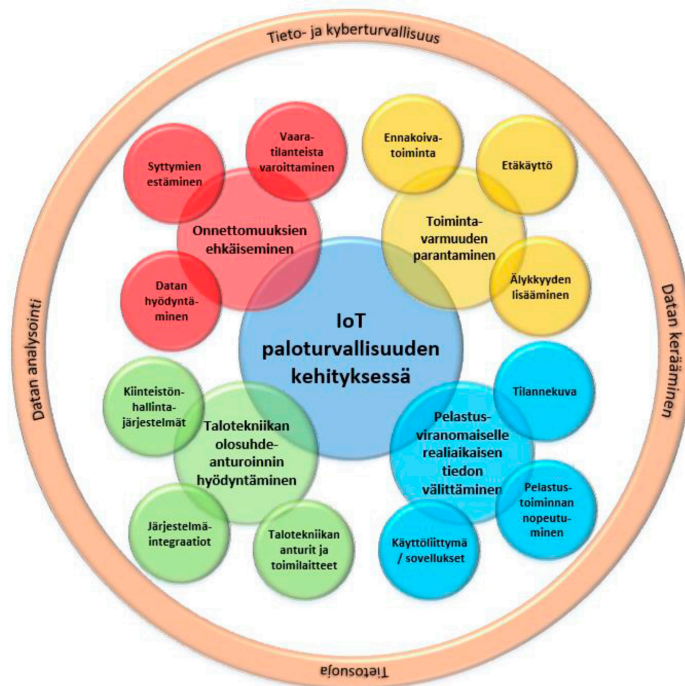
IoT:n suurimman uhkan muodostaa tietoturvallisuuteen liittyvät uhat, jotka on otettava huomioon toiminnan koko ketjussa aina fyysisistä laitteista järjestelmien rajapintoihin, tietoverkkoon ja niiden sovelluksiin. Suomessa on jo tapahtunut rakennuksiin ja niiden rakennusautomaatioon kohdistuneita hyökkäyksiä, joiden vuoksi esimerkiksi kahdesta asuinkerrostalosta saatiin katkaistua lämmöt pois järjestelmää vastaan kohdistuneen palvelunestohyökkäyksen avulla. Riittävän tieto- ja kyberturvallisuuden varmistaminen on elintärkeä osa nykyisiä ja tulevaisuuden turvajärjestelmiä.

6. Johtopäätökset

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että IoT- ja älyteknologiaa hyödyntämällä on mahdollista parantaa rakennusten paloturvallisuutta. Näiden teknologioiden hyödyntäminen Suomen rakennuskannassa on kuitenkin vielä varsin vähäistä, vaikka älykkäitä paloturvallisuusratkaisuja on jo tullut Suomen markkinoille. Tutkimustulosten perusteella syyt IoT- ja älyteknologian vähäiseen hyödyntämiseen eivät liittyneet niinkään itse teknologiaan, vaan asenteisiin uutta teknologiaa kohtaan. Tämän lisäksi IoT- ja älyteknologian tuomia hyötyjä ei ole osattu tunnistaa riittävän hyvin.

Lisäämällä paloturvallisuutta parantavien laitteistojen älykkyyttä tai hyödyntämällä niissä IoT:tä, voi rakennuksien paloturvallisuus parantua nykytilanteeseen verrattuna. Tutkimustuloksissa esille nousi neljä päätekijää, joilla on vaikutusta paloturvallisuuden kehitykseen hyödyntäessä IoT- ja älyteknologiaa: 1) toimintavarmuuden parantaminen, 2) onnettomuuksien ehkäisy, 3) pelastusviranomaiselle reaaliaikaisen tiedon välittäminen ja 4) talotekniikan olosuhdeanturoinnin hyödyntäminen. Edellä mainitut tekijät sekä muut siihen oleellisesti linkittyvät asiat on esitetty kuvassa 1.

Turvallisuustekniikan etuna on se, että se toteuttaa turvallisuutta jatkuvasti, mikä takaa ennakoivan toiminnan ja jatkuvuuden hallinnan. Toimintavarmuus on yksi turvalaitteistojen oleellisimmista tekijöistä. IoT:n myötä toimintavarmuus parantuu ennen kaikkea parempien etäkäyttömahdollisuuksien myötä. Etäkäytön avulla mahdollistetaan laitteiden ja järjestelmien monitorointi mobiilisti mistä tahansa, jolloin laitteiston tilaa voidaan tarkkailla nykyistä paremmin. Etäkäytön mahdollisuuden lisäksi paloturvallisuutta parantavat laitteistot muuttuvat tulevaisuudessa entistä älykkäämmiksi. Niihin lisättävä anturointi mahdollistaa ympäristössä tapahtuvien olosuhteiden muutoksien tunnistamisen entistä tehokkaammin, mikä voi auttaa vähentämään esimerkiksi erheellisten palohälytysten syntymistä. Myös laitteiden diagnostiikka kehittyy, jolloin laitteisiin tulleet viat pystytään tunnistamaan ja korjaamaan nopeasti. Näin ollen laitteiden huolto- ja kunnossapitotoiminta voidaan toteuttaa ennakoivasti. IoT:tä hyödyntämällä voidaan estää onnettomuuksien syntymistä tai rajoittaa niiden vaikutuksia. Tehokkain keino ehkäistä tulipaloja on estää niiden sytty-



Kuva 1. IoT paloturvallisuuden kehityksessä

minen. IoT:n ja järjestelmäintegraatioiden avulla mahdollistetaan esimerkiksi sähkövirran katkaiseminen laitteista, kun anturit havaitsevat tulipalon riskin. IoT tarjoaa myös tehokkaan ratkaisun välittää tietoa älypuhelinsovelluksiin ihmisten varoittamiseksi alkaneesta vaaratilanteesta sekä ohjeistamiseksi toimimaan oikein eri onnettomuustilanteissa. Lisäksi antureista ja laitteista kerättyä dataa voidaan hyödyntää tulipalojen ehkäisemiseen välillisesti esimerkiksi onnettomuuksien tutkinnan yhteydessä tai tutkiessa työntekijöiden turvallisuuskäyttäytymistä.

IoT-ratkaisuna toteutettujen talotekniikan tai paloturvallisuutta parantavien laitteistojen kautta saatua tietoa voidaan välittää esimerkiksi alueen pelastusviranomaiselle. Reaaliaikaisen tiedon avulla tulipalon kehitystä on mahdollista seurata jo hälytysajon aikana, mikä mahdollistaa entistä nopeamman ja tehokkaamman sammutus- ja pelastustoiminnan.

Tulevaisuudessa paloturvallisuutta parantavan laitteiston lisäksi talotekniikan olosuhdeanturointia on mahdollista hyödyntää paloturvallisuuden kehi-

tyksessä. Olosuhdeanturointia voidaan hyödyntää tulipalojen havaitsemiseen, tulipalon kehityksen ennustamiseen sekä ihmisten paikantamiseen ja käyttäytymisen seuraamiseen. Rakennusten IoT-pohjaisten kiinteistöautomaatiojärjestelmien yleistyessä talotekniikan eri järjestelmät voidaan integroida helpommin ja kustannustehokkaammin yhteen. Tällöin rakennuksessa olevista antureista kerättyä tietoa voidaan käyttää useissa eri toiminnoissa ja ohjauksissa. Tämä lisää rakennusten turvallisuutta, koska järjestelmiä voidaan hallita yhdestä käyttöliittymästä, mikä taas helpottaa eri antureista ja toimilaitteista kerätyn tiedon yhdistämistä.

IoT:n hyödyntämisen suurimmiksi uhkiksi muodostuivat puutteet tieto- ja kyberturvallisuudessa sekä tietosuojaan liittyvissä asioissa. Nämä uhkatekijät ja riskit katsottiin kuitenkin olevan hallittavissa, minkä vuoksi niiden ei katsottu muodostavan estettä IoT:n hyödyntämiselle paloturvallisuudessa. Viime vuosina kiinteistöautomaatiojärjestelmiä kohtaan tapahtuneet kyberhyökkäysten todettiin olevan mahdollisia myös paloturvallisuustekniikkaa kohtaan. Sen vuoksi onkin erityisen tärkeää, että riittävästä tietoturvasta huolehditaan IoT-arkkitehtuurin kaikissa kerroksissa sekä kaikkien järjestelmäkokonaisuuteen kuuluvien toimijoiden ja henkilöiden toimesta. Tieto- ja kyberturvallisuuden lisäksi on huomioitava tietosuojaan liittyvät asiat, joista ajankohtaisimpana esille nousivat EU:n tietosuoja-asetuksen tuomat velvoitteet.

Paloturvallisuutta parantavia laitteistoja koskevat standardit mahdollistavat IoT-teknologian hyödyntämisen niissä. Markkinoilla olevissa laitteissa IoT-teknologialla ei ole korvattu mitään standardien vaatimusten mukaisuutta, vaan älykkyyttä on tuotu standardien vaatimustason lisäksi. Samalla laitteesta on voitu tehdä entistä hyödyllisempi ja kiinnostavampi. Tulevaisuudessa tulisi kiinnittää huomioita paloturvallisuutta parantavien laitteistojen yhteensopivuuteen muiden talotekniikanjärjestelmien kanssa. Erityisesti huomio tulisi kohdistua rajapintojen avoimuuteen, tiedonsiirrossa käytettäviin dataformaatteihin sekä niiden standardien kehittämiseen. Tämä mahdollistaisi entistä helpommat järjestelmäintegraatiot, jotka toisivat myös kustannussäästöjä. Kustannussäästöjä syntyy myös paloturvallisuutta parantavien laitteistojen ylläpidosta kohteissa, joissa on paljon paloturvallisuustekniikkaa. IoT- ja älyteknologian hyödyntämisestä kustannussäästöt tulisivat laitteiden etäkäytöstä, huolto- ja kunnossapidon ennakoivammasta toiminnasta sekä langattomien antureiden käytöstä.

7. Lähteet

1. Sethi, P. & Sarangi, S. 2016. Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications. Journal of Electrical and Computer Engineering. Vol. 2017, pp. 1-25.
2. International Telecommunication Union. 2012. ITU-T Y.2060, Series Y: Global Information Infrastructure, Internet protocol aspects. Next generation networks-Frameworks and functional architecture models. Overview of the Internet of things. 6/2012. Sveitsi, Geneve.
3. Kuusijärvi, J., Savola, R., Savolainen, P. & Eversti A. 2016. Mitigating IoT Security Threats with a Trusted Network Element. The 11th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST-2016). IEEE, pp 260-265.
4. Pelastusopisto. 2017. Pelastustoimen taskutilasto 2012-2016. D-sarja: Muut 1/2017. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.3.2018]. Saatavilla: [http://info.smedu.fi/kirjasto / Sarja_D/D1_2017.pdf](http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja_D/D1_2017.pdf)
5. Kananen, J. 2017. Laadullinen tutkimus pro graduna ja opinnäytetyönä. Jyväskylä: Suomen Yliopistopaino Oy.
6. Nest Protect. 2018. Nest Protect. [viitattu 22.3.2018]. Saatavilla: <https://nest.com/smoke-co-alarm/overview/>
7. ibaro. 2018. Smoke Sensor. [viitattu 22.3.2018] Saatavilla: <https://www.fibaro.com/en/products/smoke-sensor/>
8. Smockeo. 2018. Introduction. [viitattu 22.3.2018] Saatavilla: <https://www.smockeo.com/en/>
9. Roost Inc. 2018. [Viitattu 22.3.2018]. Saatavilla: <https://www.getroost.com/productbattery>
10. Ivanovic, S., Milivojsa, S., Eric, T. & Vidakovic, M. 2017. Collection and analysis of system usage data in smart home automation systems. 2017 IEEE 7th International Conference on Consumer Electronics – Berlin (ICCE-Berlin). pp. 65-66.
11. Cozify. 2018. Cozify. [viitattu 22.3.2018] Saatavilla: <https://www.cozify.fi/>
12. Verisure. 2018. Verisure Smart alarms. [Viitattu 1.4.2018] Saatavilla: <https://www.verisure.fi/palo.html#1>
13. Sector Alarm. 2018. Sector Alarm [viitattu 18.3.2018] Saatavilla: <https://www.sectoralarm.fi/>
14. Siemens. 2017. Desigo CC ja Sinteso paloilmoitusjärjestelmä myyntiesite.
15. Schneider Electric. 2017. EcoStructure Fire Expert tuote-esite
16. FireTweet. 2018. Service. [viitattu 30.3.2018] Saatavilla: <http://www.firetweet.in/services.html>
17. Probemen Oy. 2017. Sammutusjärjestelmä - uusi aika. Mainoslehti.
18. ProtectFire. 2018. Bellcheck. [viitattu 20.4.2018] Saatavilla: <http://www.projectfireproducts.co.uk/products/bellcheck/>

19. Normalux 2018. Intelligent system. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 22.3.2018] Saatavilla: <http://www.ecolight.eu/intranet/uploads/descargas/Intelligent%20System.pdf>
20. Swedeberg, C. 2012. At Hospita, Wi-Fi sensors can monitor emergency lights, code blue situations. *RFID Journal*. 7.5.2012, pp. 1-2. [Verkköjulkaisu]. [Viitattu 30.11.2017]. Saatavilla: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?9289>
21. Gokceli, S., Zhmurov, N., Kurt, G. & Ors, B. IoT in Action: Design and implementation of a building evacuation service. *Journal of Computer Networks and Communications*. Hindawi. Volume 2017, pp.1-14.
22. Ryu, C-S. 2015. IoT-based Intelligent for Fire Emergency Response Systems. *International Journal of Smart Home*. Vol. 9, 3, pp. 161-168.
23. Bhavani, D. & Uthra, R. 2017. Deployment of emergency navigation system in IoT based smart buildings using wireless sensor network. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*. Vol. 115, 6, pp. 491-498.
24. Mohan, M., Sridhar, P. & Srinath, S. 2016. SMART Evacuation System. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*. Vol. 4, III, pp. 682-685.

4



Internet of Things (IoT) eli esineiden Internet on saavuttanut maailmanlaajuisesti valtavaa huomiota, koska sen avulla on mahdollista digitalisoida fyysinen maailma. IoT-tekniikka on yleistymässä myös paloturvallisuutta parantavissa laitteistoissa ja järjestelmissä sekä rakennuksien talotekniikassa. Tämän työn tarkoituksena on selvittää, voidaanko IoT-tekniikkaa hyödyntämällä parantaa rakennuksien paloturvallisuutta. Lähtökohtana on selvittää mitä hyötyjä ja uhkia teknologiaan liittyy sekä voidaanko tekniikkaa hyödyntämällä saada aikaan kustannussäästöjä paloturvallisuustekniikasta ja sen kunnossapidosta. Lisäksi tavoitteen on selvittää IoT:n avulla tapahtuvan datan jakamisen mahdollisuuksia sekä miten IoT- ja älytekniikkaa on hyödynnetty paloturvallisuuden kehityksessä Suomen rakennuskannassa.

SPEK puheenvuoroja on Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö ry:n julkaisusarja, jossa julkaistaan puheenvuoroja, muistioita, suunnitelmia tai kokemuksia turvallisuuteen liittyvistä ajankohtaisista aiheista.

Julkaisu on toteutettu Palosuojelun Edistämissäätiön tuella.



Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö SPEK
Ratamestarinkatu 11, 00520 Helsinki
p. 09 476 112 spekinfo@spek.fi
www.spek.fi



PALOSUOJELUN EDISTÄMISSÄÄTIÖ
STIFTELSEN FÖR BRANDSKYDDETS FRÄMJANDE