

Tulipalojen ennaltaehkäisyn kustannustehokkuus

Cost-effectiveness of fire prevention vs. rescue task

Kandidaatintyö

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Joonas Virtanen	
Työn nimi: Tulipalon ennaltaehkäisyn kustannustehokkuus	
Vuosi: 2019	Paikka: Lappeenranta
Kandidaatintyö. LUT-yliopisto, Tuotantotalous. 40 sivua, 9 kuvaa ja 3 liitettä Tarkastaja(t): Tiina Sinkkonen	
Hakusanat: Tulipalon riskien arviointi, Tulipalon ennaltaehkäisy, Tulipalon vahingot, Tulipalon kustannukset Keywords: Fire risk assessment, Fire prevention, Fire damage, Fire Costs	
<p>Pelastuslain tarkoitus on parantaa ihmisten turvallisuutta ja vähentää onnettomuuksia, eli ennaltaehkäistä niitä. Onnettomuuksien sattuessa vahingot rajataan mahdollisimman pieniksi. Tulipalot nostetaan laissa erikseen esille.</p> <p>Työn tavoite on selvittää rakennuspalon kustannuksia ja laatia niistä viitekehys, sekä arvioida Haahtela-indeksin kattavuutta näiden mittaamiseen. Lisäksi selvitetään ennaltaehkäisyn menetelmiä ja niiden kustannuksia.</p> <p>Työ toteutetaan kirjallisuuskatsauksena ja pelastuslaitosten käyttämän onnettomuustietokannan, Pronto, case-esimerkkien avulla.</p> <p>Tulipalot aiheuttavat paljon vahinkoja, joista osaa voidaan mitata kustannuksina. Omaisuusvahingot aiheuttavat korvaamis- ja korjauskustannuksia. Liiketoiminnan keskeytymisestä voi seurata paljon tappiota, jos toimintaa ei voida jatkaa muualla. Ympäristövahingoissa kulut johtuvat saastuneen alueen puhdistamisesta. Henkilövahingoista aiheutuvia hoito ja kuntoutuskustannuksia voidaan mitata.</p> <p>Ennaltaehkäisyyn kuuluu paljon toimenpiteitä, joiden kustannukset ovat rakennuspaloa pienemmät. Kallis varautuminen kuitenkin kannattavaa vain mahdollisten vahinkojen ollessa hyvin korkeita.</p>	

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
1.1	Tausta	3
1.2	Tavoite ja tutkimuskysymykset	4
1.3	Tutkimusmenetelmä, rajaukset ja rakenne	5
2	TULIPALOJEN ENNALTAEHKÄISY	6
2.1	Tulipalojen syyt	6
2.2	Ennaltaehkäisyn keinot	8
2.3	Yhteenveto palojen syistä ja niiden torjunnasta	18
3	KESKISUUREN PALON Vahingot.....	20
3.1	Kustannusten ja vahinkojen jaottelu	20
3.2	Omaisusvahinkojen tarkastelu Haahtela-indeksillä	24
3.3	Tulipalon kustannusrakenne	25
4	ENNALTAEHKÄISYN KUSTANNUKSET VS TULIPALON KUSTANNUKSET	
4.1	Riskienhallinta	28
4.2	Case asuntopalo Etelä-Karjalassa	33
4.3	Case teollisuushallipalo Etelä-Karjalassa.....	36
4.4	Ennaltaehkäisyn kustannustehokkuuden arviointi.....	38
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	41
	LÄHTEET	44
	Liitteet	46

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Paloturvallisuus on tärkeä osa toimivaa yhteiskuntaa, eikä sitä voi koskaan olla liikaa. Pelastuslain tarkoitus on parantaa ihmisten turvallisuutta ja vähentää onnettomuuksia. Lisäksi onnettomuuden sattuessa tai sen uhatta pelastetaan ihmiset, turvataan tärkeät toiminnot ja rajoitetaan mahdollisimman paljon haittoja, jotka näistä ihmisille, omaisuudelle ja ympäristölle seuraa. Pelastustoimella tarkoitetaan ”tehtävää, joka koostuu tulipalojen ja muiden onnettomuuksien ehkäisystä sekä pelastustoiminnasta”. Pelastustoiminta määritetään kiireellisinä tehtävinä, joiden tarkoituksena on pelastaa ja suojata ihmisiä, omaisuutta ja ympäristöä onnettomuuden uhatessa tai sattuessa ja pitää vahingot mahdollisimman pieninä. (Pelastuslaki 2011)

Pelastustoimea ohjaavat keskeiset strategiat ovat pelastustoimen strategia 2016, sisäisen turvallisuuden strategia 2017, yhteiskunnan turvallisuusstrategia 2017 ja parhaillaan valmistelussa oleva onnettomuuksien ehkäisyn toimintaohjelma. Keskeistä näille kaikille on riskitekijöiden tehokas ennaltaehkäisy yhteistyössä eri toimijoiden kesken. (Sisäministeriö 2016; Sisäministeriö 2017; Sisäministeriö 2019; Turvallisuuskomitea 2017)

Pelastuslain (2011) mukaan: ”*Alueen pelastuslaitoksen tulee huolehtia 1) pelastustoimelle kuuluvasta ohjauksesta, valistuksesta ja neuvonnasta, jonka tavoitteena on tulipalojen ja muiden onnettomuuksien ehkäiseminen ja varautuminen onnettomuuksien torjuntaan sekä asianmukainen toiminta onnettomuus- ja vaaratilanteissa ja onnettomuuksien seurausten rajoittamisessa. 2) pelastustoimen valvontatehtävistä, joka kohdistuu pelastuslain 2. ja 3. lukujen asetettujen velvoitteiden valvontaan. Toisessa (2.) luvussa säädetään yleisistä velvollisuuksista ja kolmannessa (3.) luvussa toiminnanharjoittajan sekä rakennuksen omistajan ja haltijan velvollisuuksista huolehtia turvallisuudesta osaltaan. 3) väestön varoittamisesta vaara- ja onnettomuustilanteissa sekä siihen tarvittavasta hälytysjärjestelmästä; 4) pelastustoimintaan kuuluvista tehtävistä.*”

Edellä todettuja velvoitteita toteutetaan pelastustoimen strategialla ja muulla käytännössä kansalaisille annettavalla turvallisuuskoulutuksella, asiantuntijaohjauksella ja -neuvonnalla, pelastuslain mukaisen valvontatehtävän toteutuksella, alueen eri toimijoiden kanssa tehtävällä yhteistyöllä, varautumalla mahdollisiin onnettomuuksiin ja toimimalla niissä sekä toteuttamalla onnettomuuskehityksen seuranta ja palontutkintaa. (Pelastuslaki 2011; Riskienhallintapäällikkö, 17.10.2019)

Lain koskiessa onnettomuuksia yleisti, mainitaan tulipalot erikseen ja nostetaan esille näiden ehkäisyn merkittävyys. Tulipalojen aiheuttamat vahingot voivat olla valtavia, ja mitä suuremiksi ne laajenevat, sen vaikeampaa sammuttaminen on. Pahimmillaan, kuten menneisyydessä on usein käynyt, tulipalot voivat levitessään tuhota kokonaisia kaupunkeja. Siksi ennaltaehkäisy ja nopea reagointi ovat paloturvallisuudessa keskeisessä asemassa. Pelastustoimesta suuri velvollisuus on luonnollisesti palokunnalla. Pelastustoimen viranomaisten tehtävänä on ohjata, neuvoa ja valvoa pelastuslain määrittämien tahojen velvollisuuksien täyttämistä (Pelastuslaki 2011).

Suomessa syttyy vuosittain noin kaksituhatta rakennuspaloa (Pronto). Jos riittävällä ennaltaehkäisyllä saataisiin estettyä näistä merkittävä osa, välttyisivät yksittäiset ihmiset, yritykset ja yhteiskunta kokonaisuudessaan valtavilta kustannuksilta ja vielä merkittävimmiltä menetyksiltä, kuten henkivahingoilta. Tässä työssä tarkastellaan paloturvallisuuden kahta osaluuetta ennaltaehkäisyä ja pelastustehtäviä kustannusten ja kustannustehokkuuden näkökulmasta. Työ tehdään Etelä-Karjalan pelastuslaitokselle.

1.2 Tavoite ja tutkimuskysymykset

Työssä keskitytään keskisuuriin rakennuspaloihin ja niistä aiheutuvien vahinkojen (henkilö, omaisuus, ympäristö ja keskeytys) ennaltaehkäisyyn ja kustannuksiin. Kuinka paljon keskisuuret rakennuspalot aiheuttavat kustannuksia, millä keinoilla niitä voidaan ehkäistä ja mitkä ovat ennaltaehkäisyn kustannukset. Tavoitteena on luoda viitekehys tulipalosta aiheutuneiden kustannusten laskentaan.

Tavoitetta lähestytään seuraavilla tutkimuskysymyksillä:

1. Millaisia keinoja on rakennuspalojen ennaltaehkäisyyn?
2. Millaisia kustannuksia liittyy rakennuspaloihin ja niiden sammuttamiseen?

1.3 Tutkimusmenetelmä, rajaukset ja rakenne

Työ toteutetaan kirjallisuuskatsauksen ja Pronto-tietojärjestelmästä saatavien tietojen pohjalta. Pronto on Suomen pelastuslaitosten yhteinen tietojärjestelmä, jonne kerätään tiedot kaikista pelastustehtävistä. Menneistä tehtävistä löytyvät hälytys- ja operaatioraportit, joita täytetään ja päivitetään jo tilanteen ollessa käynnissä. Tiedoista voidaan tehdä yksityiskohtaisia hakuja esim. alueellisilla ja ajallisilla rajauksilla tai onnettomuustyypeillä.

Työssä keskitytään tarkastelemaan keskisuuria rakennuspaloja. Keskisuuresta rakennuspalosta on kyse, kun esimerkiksi asuinrakennuksessa tai yksittäisessä teollisuushallissa palo leviää syttymisalueeltaan (Projektipäällikkö, 2.5.2019; Riskienhallintapäällikkö, 2.5.2019). Kun määritetään palosta aiheutuvia kustannuksia, ne rajataan koskemaan pelkästään onnettomuutta. Pelastusvalmiuden ylläpitoa ei siis tarkastella.

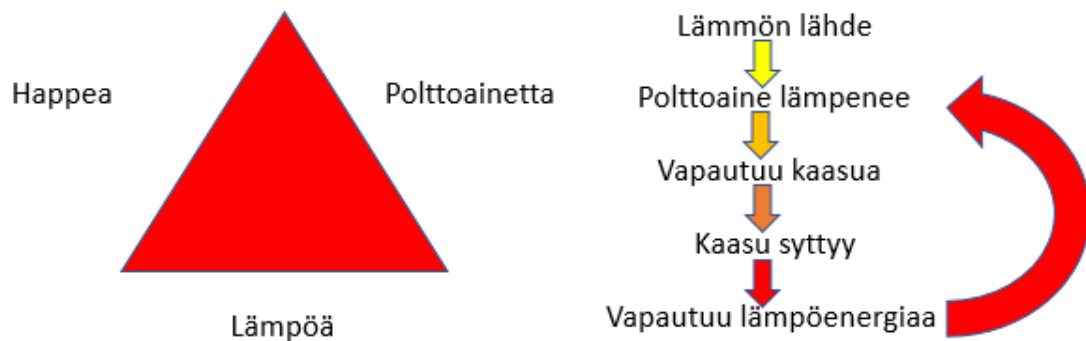
Ennaltaehkäisyksi katsotaan tulipalon syttymisriskiä pienentävä toiminta. Näitä voivat ovat, mm. koulutus, käytännöt ja suunnittelu. Ennaltaehkäisyksi katsotaan myös alkusammutus kohteen asukkaan tai henkilöstön toimesta, jolloin pelastuslaitoksen ei tarvitse puuttua tilanteeseen ja vahingot eivät ole merkittäviä.

Johdannon jälkeen työn toisessa luvussa käsitellään tulipalojen syitä sekä ennaltaehkäisyn keinoja. Kolmannessa luvussa tarkastellaan ja ryhmitellään keskisuuresta palosta aiheutuvia kustannuksia, ja rakennetaan kehystä kustannusten arvioinnille. Neljännessä luvussa vertaillaan rakennuspalon kustannuksia ja ennaltaehkäisyä esimerkkitapausten avulla. Lopuksi työn yhteenvedossa esitetään johtopäätökset, joihin kirjallisuuskatsauksen ja empirian pohjalta on päästy.

2 TULIPALOJEN ENNALTAEHKÄISY

2.1 Tulipalojen syyt

Jotta voidaan ehkäistä tulipaloja, tulee ymmärtää miten ne syttyvät, pysyvät käynnissä ja laajenevat. Kuvassa 1 on esitetty palokolmio, sekä prosessi palon syttymiselle ja jatkumiselle. Tulipaloissa tai nuotiossa tapahtuva palamisreaktioon vaaditaan jatkuvasti happea, polttoainetta ja lämpöä. Polttoaineena voi toimia suuri osa sisätilojen materiaaleista, kuten tekstiilit, paperi tai puu. Rajoite syttymiselle on tavallisesti riittävä lämpötila. Kun lämpöenergiaa kuitenkin on tarpeeksi, alkaa kuvassa 1 oikealla kuvattu kierre. Kuumenevasta polttoaineesta irtoaa hiukkasia. Nämä ”kaasut”, eikä suoraan materiaali, reagoivat hapen kanssa ja vapauttavat energiaa. Tämä taas irrottaa lisää hiukkasia, mikä voimistaa reaktiota. (Todd 2008, 47-49)

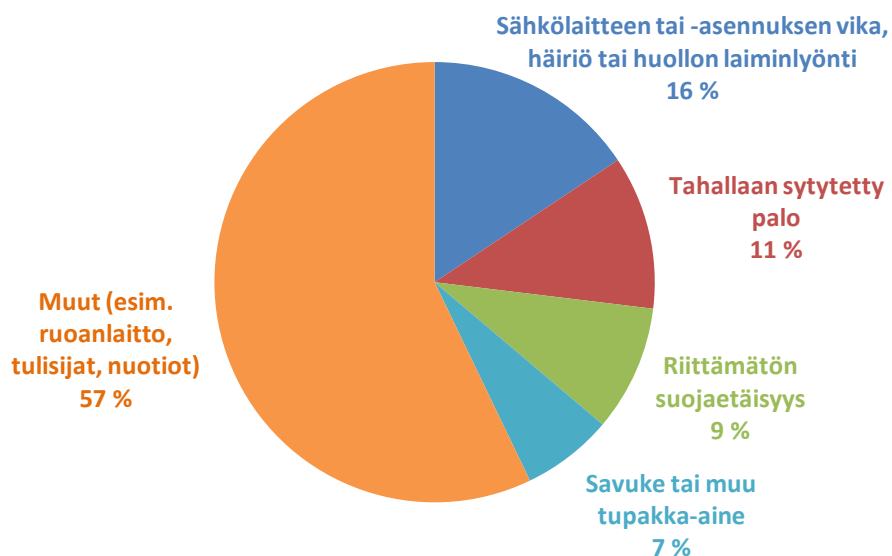


Kuva 1 Tulipalon perusteet (mukaillen Todd 2008, 47 & 49)

Palojen sammuttaminen sekä ennaltaehkäisy perustuvat jonkin elementin poistamiseen tai rajoittamiseen tästä mallista. Happipitoisuuden laskiessa alle 15 %:in yleisillä materiaaleilla syttymistä ei tapahdu. Yksi keino eristää liekki ilmakehän hapesta on levittää kaasua, joka syrjäyttää ilman, tai estää sen vaihtuminen, jolloin reagoiva happi kuluu loppuun. Lämpötilan laskemiseen paras ja yleisin keino on veden levittäminen paloalueelle. Veden korkean lämpökapasiteetin vuoksi se absorboi palamisesta vapautuvan lämmön. (American Society of Plumbing Engineers 2016, 32)

Ennaltaehkäisyn kannalta on keskeistä ymmärtää, mistä syistä tulipalot alkavat. Prontoon on tilastoitu tulipalojen alkamissyitä vuodesta 1996 lähtien. Syyt kirjataan onnettomuusselosteiden pohjalta. Tämän työn tilastona yleisten syttymissyiden määrittämiseen käytetään vuosina 2009-2018 syttyneitä rakennuspaloja (liite 1). Tilasto on valittu näiltä vuosilta, sillä vuonna 2009 siirryttiin uuteen syttymissyiden luokitteluun. Toisaalta tulipalojen määrät ja syyt ovat muuttuneet ajan kuluessa, joten vanhemmat tiedot eivät kertoisi tämän hetken haasteista paloturvallisuudessa. Jo valituilla vuosilla rakennuspalojen vuosittainen kokonaismäärä on laskenut.

Kuvassa 2 on havainnollistettu syttymissyiden jakaumaa. Kokonaisuudessaan rakennuspaloja oli tuona aikana tilastoitu 21 439. Kuvassa on jätetty pois palot, joissa syyksi oli määritelty ”muu syy” 1 447 tapausta, eli 6,7 %, sekä ”ei voida arvioida” 3 972 tapausta, 18,5 %. Näistä valtaosan oletetaan todellisuudessa kuuluvan muihin luokkiin samankaltaisella jakaumalla. Kuva on siis suuntaa antava, ja havainnollistaa merkittävimmät määritellyt syyt. Kuvan ”Muut”-ryhmä sisältää kaikki muut tilastossa eriteltyt syyt.



Kuva 2 Rakennuspalojen syyt Suomessa 2009-2018 (Pronto)

Tilaston pohjalta voidaan sanoa, että suurimman osan tulipaloja voidaan katsoa olevan ainakin osittain kiinni ihmisen huolimattomuudesta tai välinpitämättömyydestä. Syissä kuten ”valvomaton ruoanvalmistus”, 366 tapausta, tai ”riittämätön suojaetäisyys”, 1 484 tapausta, tämä on erityisen selvää (liite 1). Suurimmankin tilastoluokan syistä ” Sähkölaitteen tai -asennuksen vika, häiriö tai huollon laiminlyönti” taustalla on valmistavan, asentavan tai

käyttävän tahon teot ja valinnat. Jotkin sytymissyöt ovat myös ihmisvaikutuksen ulkopuolella. Esimerkiksi salaman aiheuttamiksi paloiksi katsotaan tilaston ajalta 887 paloa. Toisaalta salamankin riskiin voidaan vaikuttaa ukkosenjohtimilla. Kustannustehokkuuden näkökulmasta tähän pohjimmaiseen palojen syyhyn puuttuminen on houkuttelevaa. Yleinen huolellisuus ei vaatisi kallista teknologiaa tai asennustyötä.

Todd (2008, 61) esittää keskeiset syyt tulipaloille Yhdistyneissä kuningaskunnissa. Rakennuspalojen syyt Suomessa ovat samankaltaisia, mutta kuitenkin hajaantuneempia. Eroihin vaikuttaa myös jaottelutapa. Sähköviat, tuhopoltot ja tupakkatuotteet ovat kaikki kuitenkin merkittäviä syitä. Onkin uskottavaa, että samat syyt ovat yleisiä kaikissa valtioissa, joissa vallitsee yhtenevät ympäristölliset ja yhteiskunnalliset olosuhteet.

2.2 Ennaltaehkäisyn keinot

Seuraavaksi käydään läpi näitä tulipalojen syitä ja keinoja niiden ennaltaehkäisyyn. Keskeisenä lähteenä käytetään Toddin teosta vuodelta 2008 ”A Comprehensive Guide to Fire Safety”. Kirja on keskittynyt tarkastelemaan näitä syitä yritysten näkökulmasta, mutta samoja periaatteita voidaan soveltaa kotiolosuhteisiin.

Sähkölaitteen tai -asennuksen vika, häiriö tai huollon laiminlyönti

Sähkölaitteen sytyttämät tulipalot ovat selvästi suurin syy rakennuspalojen syttymiselle. Sähköperäiset tulipalot voidaan jakaa Toddin (2008, 97) mukaan jakaa kolmeen kategoriaan:

1. Kiinteät ja pysyvät sähköasennukset rakennuksissa, kuten johdotus seinien sisällä.
2. Tilapäinen sähkön jakelu, esimerkiksi jatkojohdot ja kelat rakennustyön yhteydessä.
3. Sähkölaitteet, kuten pienkodinkoneet; kahvinkeitin tai silitysraudat.

Nykyaikainen ja säädösten mukaan asennettu sähkölaite ei itsestään aiheuta paloriskiä. Riski syntyy väärinkäytöstä, epäammattimaisesta korjaamisesta tai laitteen fyysisestä

vahingoittumisesta. Siksi on tärkeää, että kaikki sähkötyöt ovat säädösten mukaista ammattilaatuista työtä. Säädökset ovat keskittyneet ensisijaisesti laitteiden ja asennusten turvallisuuteen paloturvallisuuden ja sähköiskujen kannalta. Toisaalta säädökset vaihtelevat alueittain ja esimerkiksi Aasiasta suoraan tilatut laitteet eivät välttämättä täytä EU:n säädöksiä (Todd 2008, 97-98)

Tarkkoja syitä tulipalojen sähköperäiselle syttymiselle on useita. Kaikki seuraavista ovat mahdollisia (Todd 2008, 98):

- a) Virtapiirin tai johtimen ylikuormittuminen. Jos johdossa kulkee liian korkea virta, se kuumenee. Tämä kuluttaa eristystä ja laitteen turvallinen käyttöikä lyhenee. Ylikuormittumista voi seurata, jos esimerkiksi talon virtapiiriin on kytketty liikaa laitteita. Tällöin ylikuormitus on jatkuvaa. Poikkeukset, kuten piirin kytketyn sähkömoottorin rasitus tai laiteviat aiheuttavat tilapäistä ylikuormitusta.
- b) Oikosulut voivat olla esimerkiksi eristeen fyysisen vahingoittumisen seurausta. Ne voivat aiheuttaa todella pahan ylikuormittumisen, josta seuraava kuumuus sytyttää jotakin paloherkkää, kuten eristeen itsensä.
- c) Viallinen maadoitus aiheuttaa virran väärässä paikassa.
- d) Irronneet liitokset voivat aiheuttaa komponenttien, johtojen tai muiden osien kuumenemista.
- e) Vialliset sähkölaitteiden aiheuttama kipinöinti sytyttää tulipalon.
- f) Usean johdon lyhyt etäisyys tai lämpöeriste voivat aiheuttaa paikallista ylikuumentumista, joka johtaa tulipaloon.

Näitä uhkia pyritään rajoittamaan sähköasennusten säädöksillä. Esimerkiksi yleinen menetelmä ylikuormittumisen ja oikosulkujen estämiseen ovat sulakkeet, jotka katkaisevat virtapiirin virran kasvaessa säädösten mukaan liian korkeaksi. Säädökset taas perustuvat tyypillisesti turvallisiin käyttölämpötiloihin. Sulaketaulut itsessään ovat myös mahdollinen syttymispiste, ja siksi niiden välitön ympäristö on syytä pitää vapaana helposti syttyvästä materiaalista. Maadoituksen toimimattomuutta varten tarvitaan lisäksi vikavirtasuojakytkimiä. Laite mittaa meno- ja paluuvirtoja, joiden pitäisi normaalitilanteessa täsmätä. Jos ero kasvaa sallittua suuremmaksi on kyseessä turvallisuusriski ja laite katkaisee piirin. (Todd 2008, 98-99)

Sähkösuunnittelu, asennus ja ylläpito tulisi jättää ammattilaisille. Ne vaikuttavat merkittävästi paloturvallisuuteen. Säännöllinen tarkastus ja testaus ovat tässä keskeisessä asemassa, niillä saataisiin ajoissa selville esimerkiksi eristeiden heikentynyt tila. Joissakin yrityksissä tätä ei kuitenkaan järjestetä riittävän hyvin. (Todd 2008, 100)

Lyhytaikaiset sähköasennukset ovat erityisen riskialttiita. Nämä ovat tyypillisiä rakennustyömailla, joissa riski vaurioitumiselle on työn luonteen vuoksi suuri. Väliaikaisuuden vuoksi suunnitteluun ja ylläpitoon ei välttämättä kiinnitetä tarpeeksi huomiota. Työmaalla on myös usein käytössä paljon sähköä kuluttavia laitteita, joiden yhtäaikainen käyttö voi aiheuttaa ylikuormittumista. Tilapäisetkin asennukset tulisi tarkastaa ja testata kolmen kuukauden välein. (Todd 2008, 100)

Siirrettäviin sähkölaitteisiin menevät johdot ovat alttiimpia vahingoittumaan, kuin paikoillaan seinässä kulkevat. Lisäksi laitteet, kuten pienkodinkoneet, voivat pudota tai muuten kolhiintua, mikä heikentää niiden turvallisuutta. Sähkölaitteita on myös nykyaikaisessa toimisto- tai kotiympäristössä paljon. Etenkin vanhemmissa toimistorakennuksissa tarvitaan siksi usein paljon jatkojohtoja ja jakorasioita. Näiden käyttöä tulisi paloturvallisuuden kannalta välttää. Pitkät näkyvillä olevat johdot ovat riskialttiita vahingoittumaan. Jakorasiat lisäävät ylikuormittumisen ja huonojen liitosten mahdollisuutta. Turvallisuutta suunnitellessa sähköjakelun modernisointi, kuten pistorasioiden lisääminen, voi olla kannattava ratkaisu. Jos jatkojohtoja ja jakorasioita joudutaan kuitenkin käyttämään, tulee niiden kunnosta varmistua ja käyttää jakorasioita, jotka eivät ole suoraan kiinni pistorasiassa. (Todd 2008, 100-101)

Itse sähkölaitteet ovat kuitenkin syynä useissa sähkölähtöisissä rakennuspaloissa. Syynä ei tavallisesti ole laite itse, vaan väärä käytötapa. Monet sähkölaitteet tuottavat lämpöä normaalikäytössä, kuten sähköuuni ja liesi. Ruoanlaiton syyksi onkin tilastossa merkattu 705 tapausta, joista 366 valvomattomia (Liite 1). On siis hyvin tärkeää, ettei lämpenevien laitteiden lähellä ole helposti syttyvää materiaalia. Myös silitysraudat ovat varovaisuutta vaativa sähkölaitte. Turvallisuutta parantaa laitteiden puhtaanapito. Niiden ei tule altistua rasvalle, öljylle tai muulle roskalle. Turvallisuutta parantaa myös niiden sähkölaitteiden sammuttaminen,

jotka eivät ole käytössä. Tämä pätee myös laitteisiin, joissa syttymisriskiä voidaan pitää matalana. (Todd 2008, 101-102)

Tahallaan sytytetty palo

Tulipalojen tarkoituksellinen sytyttäminen, mm. tuhopoltto, on Suomessakin hyvin yleinen syy tulipaloille. Keskeiset keinot tuhopolttojen estämiselle ovat pitkälti samat kuin turvallisuudelle yleensä. Tuhopolttojenkin estämiseksi hyödyllisiä turvallisuusasioita ovat seuraavat (Todd 2008, 94):

1. Alueen rajaaminen estämään asiaton pääsy. Teollisuuslaitokselle tämä on usein riittävän korkean ja vahvan aidan rakennus ja ylläpito. Rakennuskissa kaikkien ulko-ovien, myös hätäpoistumisteiden pitää tarvittaessa estää tunkeilijoiden sisäänpääsy.
2. Kulunvalvonta alueella sallii alueella kulkemisen vain tunnistetuille ja asianomaisille henkilöille. Tärkeät tai haavoittuvat kohteet pitää suojata erityisen hyvin.
3. Varsinkin piha-alueilla riittävä valaisu on tärkeä turvallisuuskeino. Se estää tai ainakin vaikeuttaa huomaamatonta tunkeutumista alueelle.
4. Hälytysjärjestelmät ilmoittavat paikallaolijoille ja virkavallalle tunkeutujasta. Etenkin suuremmissa laitoksissa valvontakamerat saattavat olla tarpeellisia.
5. Tarkastuskierrokset alueella ja henkilökunnan yleinen tarkkavaisuus voi auttaa huomaamaan turvallisuusuhkia.

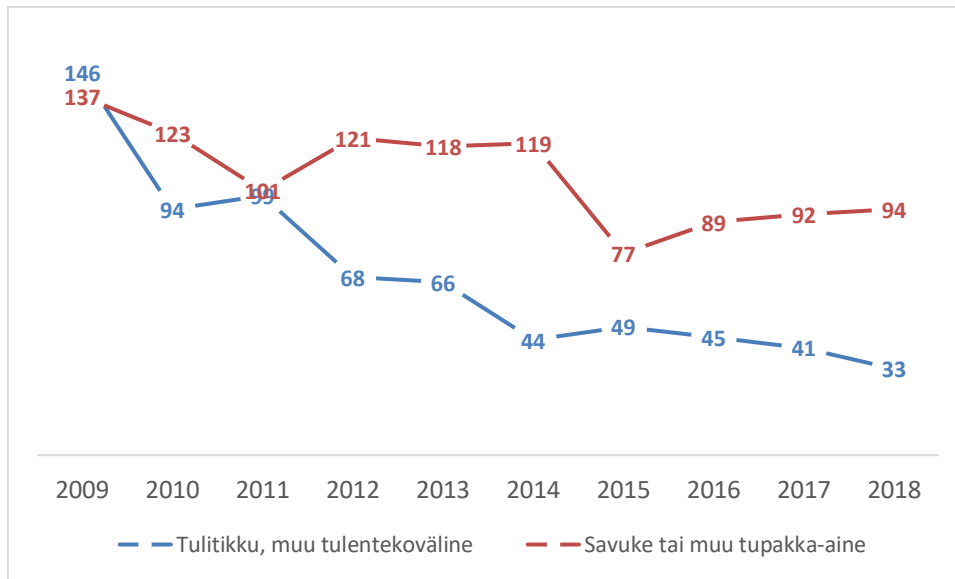
Pienetkin palot väärässä paikassa voivat olla seurauksiltaan hyvin vahingollisia. Esimerkiksi serverihuoneessa pienikin tapaturma voi aiheuttaa paljon tuhoa. Turvallisuustoimien lisäksi tavallinen kiinteistöhuolto parantaa turvallisuutta. Mahdollinen tuhopolttaja tarvitsee teollisen polttoainetta, eikä luultavasti pysty itse tuomaan sitä riittävästi. Usein tällaiset rikolliset yrittävätkin löytää alueelta poltettavaa tavaraa, kuten roskia. Jätteet ja roskat on siis tästäkin syystä hyvä tyhjentää säännöllisesti ja käsitellä oikein. Myöskään puusilppua, sahanpuruja tai muita palavia roskia ei kannata säilyttää aivan rakennuksen vieressä, vaan on hyvä huomioida 6-10 m suojaetäisyys. (Todd 2008, 94-95)

Paloherkät nesteet ovat yleensäkin riskialttiita, mutta erityisen hyödyllisiä mahdolliselle tuhopolttajalle. Tästäkin syystä näitä aineita tulee säilyttää turvallisesti, eikä käytössäkään olevaa ainetta kannata olla tarvittavaa enemmän. Käytön jälkeen aine on tärkeää palauttaa oikeaan säilytyspaikkaansa. (Todd 2008, 96)

Tarkoituksella sytytetyn palon takana ei välttämättä ole ulkopuolinen henkilö. Joissakin tapauksissa esimerkiksi työntekijät tai aliurakoitsijat, joilla on luvallinen kulku alueella, voivat olla tekojen takana. Tahallaan sytytetyn palon taustalla voi olla viha omistajaa kohtaan, mikä voi perustua riitoihin tai ideologisiin syihin. On myös mahdollista, että omistava taho itse pyrkii tulella tuhoamaan omaisuuttaan esimerkiksi vakuutuspetosta varten. (Todd 2008,96)

Tupakkatuotteet, sytytysvälineet ja pienet tulet

Tupakointia on rajoitettu laeilla ja säädöksillä, ja se on yleisesti vähentynyt jo pitkän aikaa. Siten myös tupakkatuotteiden sytyttämien tulipalojen määrä on laskussa (kuva 3). Poltetut savukkeet, piipputupakka tai näiden sytytysvälineet voivat kaikki sytyttää tulipaloja huolimattomasti hävitettyinä. Tilastossa tulitikkujen ja muiden tulentekovälineiden aiheuttamat 685 tapausta ovat oma ryhmänsä (liite 1). Suurta osaa sytytysvälineistä on oletettavasti käytetty tupakkatuotteiden tai toisaalta kynttilöiden, tuikkujen, soihtujen ja roihujen sytyttämiseen. Nämäkin ovat aiheuttaneet tilaston mukaan 519 rakennuspaloa (liite 1). Kynttilöiden ja vastaavien käytöstä seuraavat tulipalot kuuluvat vahvasti niihin syihin, joissa huolellisuus ja varovaisuus ovat avainasemassa paloturvallisuudessa. Sytyttimet ovat turvallisempia kuin tulitikut, sillä niitä ei hävitetä. Pois heitetyt tulitikut voivat sytyttää jotain ympäristössään nopeastikin, mutta esimerkiksi tupakantumpeilla näin tuskin tapahtuu, vaan ne todennäköisesti jäävät kytemään joksikin aikaa, jolloin palo syttyy vasta myöhemmin. Tämä lisää riskiä sille, että palo jää huomaamatta tupakoijan poistuessa paikalta. (Todd 2008, 103-104)



Kuva 3 Tupakkatuotteiden ja sytytysvälineiden aiheuttaminen palojen kehitys Suomessa (Pronto)

Tupakoinnin rajoittaminen osoitetuille paikoille, joista löytyy kunnollinen tuhkakuppi, on varmasti suurena syynä tähän liittyvien tulipalojen vähentyminen. Huomion arvoista kuitenkin on, että jos tupakointia on liiaksi rajoitettu ja lähin sallittu paikka kaukana, voi joillekin tulla kiusaus polttaa salaa. Pahimmassa tapauksessa palo jää silloin kytemään hankalasti havaittavaan paikkaan. (Todd 2008, 104)

Edellä käytiin läpi tarkkoja syitä tulipalon syttymiselle ja keinoja näiden riskien pienentämiseksi. 57 % kuvan 2 paloista johtuu kuitenkin muista syistä, jotka löytyvät lueteltuna liitteessä 1. Yhdistävä tekijä monilla syillä on, että niiden yhteydessä tuli tai kuumuus on ollut tarkoituksellista; esimerkiksi ”nuotio, grilli” ja ”kipinä tai kekäle tulisijasta”. Etenkin yleinen huolellisuus ja valvonta, jotka esiteltiin tahallisten palojen yhteydessä, soveltuvat monen muunkin palon syyn välttämiseen. Hälytysjärjestelmät, alkusammutus ja koulutus tehoavat kuitenkin palon syystä riippumatta.

Hälytysjärjestelmät

Keskeinen paloturvallisuuden keino on erilaiset havainnointi ja hälytys laitteistot. Niiden tarkoituksena on nopea reagointi syttyneeseen liekkiin ennen kuin se ehtii laajeta varsinaiseksi tulipaloksi, ja siten ne voidaan laskea ennaltaehkäisyksi. Nämä järjestelmät eivät itsessään tee

mitään syttyneelle liekille, mutta ne voivat olla kytköksissä tai osana sammutusjärjestelmiä. Nopea tulen havaitsemisen ja alkusammutus ovatkin yhdistelmä, jolla tulipalojen aiheuttamat vahingot saadaan pysymään pieninä. (American Society of Plumbing Engineers 2016, 23)

Hälytys järjestelmiä on kahdenlaisia, manuaalisia, joissa ihminen käynnistää hälytyksen huomattuaan tulen, ja erinäisiin tekniikoihin perustuvia automaattisia hälyttimiä. Jälkimmäiset havaitsevat syttymisen merkkejä, ja ne voidaan jakaa neljään kategoriaan: lämmön, savun tai kaasun, liekin ja vedenvirtauksen havaitsemiseen. Viimeinen näistä on kytköksissä sprinkleri järjestelmään, joka käynnistyy manuaalisesti tai toiseen menetelmään perustuen. Automaattisten hälyttimien edut ovat ilmeisiä ihmisen toimintaa tarvitseviin verrattuna, mutta haittapuolena ovat väärät hälytykset. Etenkin automaattisesti pelastuslaitoksen hälyttävät järjestelmät aiheuttavat paljon työtä ja siten kustannuksia. (Pronto; American Society of Plumbing Engineers 2016, 25)

American Society of Plumbing Engineers (2016, 25) mukaan seuraavat tekijät vaikuttavat päätökseen automaattisen hälytysjärjestelmän asentamiseksi: kohteen tärkeys, tulipalon todennäköisyys ja leviämismahdollisuus, asukkaiden määrä, sammutusmahdollisuudet ja kustannukset. Tavanomaisten asunnoista löytyvien hälyttimien ollessa kuitenkin halpoja, olisi tätä arviointia syytä soveltaa vain paikallisesti tai pelastuslaitoksen hälyttävän systeemin välillä.

Alkusammutus

Kun tulipalo havaitaan ajoissa, tulee se sammuttaa jollakin tavalla. Tyypillisiä rakennuksesta löytyviä alkusammutusvälineitä ovat sammutuspeitteet, kannettavat sammuttimet ja pikapalopostit. Näistä on hyötyä vain, jos mahdolliset käyttäjät, asukkaat tai työntekijät, osaavat käyttää niitä oikein. (Todd 2008, 225 & 234)

Sammutuspeitteet ovat yksinkertainen ja halpa tapa sammuttaa tietynlaisia kohteita, kuten henkilön päällä olevia vaatteita tai ruoanlaitossa syttyviä paloja, etenkin rasvapaloja. Siksi sammutuspeitteitä yleensä säilytetäänkin keittiössä tai paikoissa, joissa käsitellään syttyviä nesteitä. Sammutuspeitteet ovat yleensä päällystettyä lasikuitua ja niiden säilytuspussit ovat

seinällä nopeaa saatavuutta varten. Niiden toiminta perustuu palon tukahduttamiseen, eli estetään liekiltä hapen saaminen, mikä pysäyttää palamisreaktion. (Todd 2008, 233)

Käsiammuttimia on useita eri tyyppisiä. Ne sisältävät joko vettä, vaahtoa, sammutusjauhetta tai hiilidioksidia riippuen käyttökohteesta (Todd 2008, 227). American Society of Plumbing Engineers (2016, 115) mukaan ne luokitellaan kirjaimin A-D, sekä K:

- A. Tyypillisten polttoaineiden, kuten puun, tekstiilin ja paperin sammuttamiseen käytetään vettä tai kuivia kemikaaleja, eli jauhetta.
- B. Palavien nesteiden tai kaasujen sammuttamiseen käytetään happea syrjäyttäviä ja palokaasujen vapautumista estäviä aineita.
- C. Sähköpaloihin käytetään aineita, jotka eivät johda sähköä.
- D. Syttyvien metallien, kuten titaanin tai magnesiumin, sammuttamiseen käytetään aineita, jotka eivät reagoi kyseisen metallin kanssa.
- K. Ruoanlaittoon liittyvissä rasvapaloissa käytetään kuivia tai nestemäisiä kemikaaleja

Vesisammuttimet, luokka A, ovat yleisimpiä ja niitä käytetään tavallisimpien materiaalien paloihin. Muiden palojen sammuttamiseen vesi ei sovellu. Vesi siis sitoo lämpöä ja jäädyttää paloa. Vaahtosammuttimet perustuvat liekin tukahduttamiseen, mutta eivät sovellu kovin hyvin neste tai sähköpaloihin. Jauhesammuttimet soveltuvat A ja B, tai pelkästään B-luokan paloihin. Ne ovat usein monikäyttöisiä ja soveltuvat myös sähköpalojen sammuttamiseen. Jauheen heikkous on, että se ei estä uudelleen syttymistä. Hiilidioksidiin perustuvat sammuttimet syrjäyttävät happea, mutta toimivat heikosti verrattuna muihin samankokoisiin sammuttimiin. Suurin hyöty niistä on sähköpaloissa. (Todd 2008, 227-229)

Paloletkut ovat usein kytköksissä talon normaaliin vedenjakeluun, mutta korkeissa rakennuksissa niihin saatetaan tarvita erillinen pumppu. Niiden etu käsiammuttimiin nähden on ehtymätön sammutusaine. Toisaalta tämä voi kannustaa siviilikäyttäjää pysymään palavassa rakennuksessa liian pitkään. Oven raosta kulkeva letku taas voi estää palo-ovea toimimasta kunnolla (Todd 2008, 225-226 & 233)

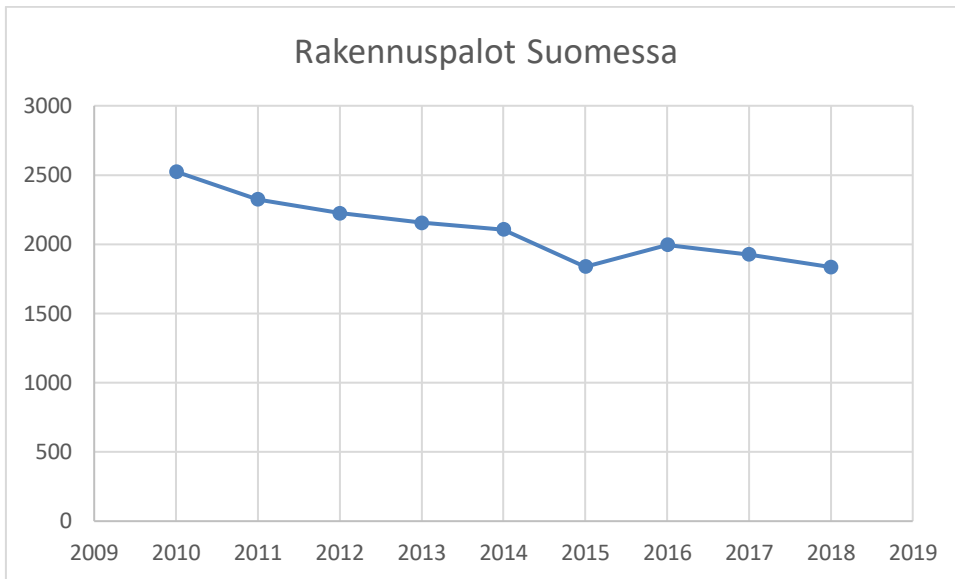
Sprinkleri järjestelmä on huomattavasti edellisiä mittavampi ja kalliimpi alkusammutuksen keino. Palo havaitaan joko automaattisesti tai manuaalisesti ja tämä laukaisee vesisuihkun tyypillisesti kattoon, mutta myös mahdollisesti muualle, kuten seinään asennetuista pisteistä (Riskienhallintapäällikkö 17.10.2019). Tällaisen järjestelmän tarpeellisuus ja suunnittelu riippuu useasta kohteeseen liittyvästä tekijästä. Rakennuksen käyttötarkoitus, käytetyt materiaalit ja pohjapiirros ovat hyvä lähtökohta. Tärkeää on miettiä, millaisia palovaaroja kohteessa on ja kuinka todennäköistä olisi tulen nopea leviäminen. (American Society of Plumbing engineers 2016, 47-48)

Alkusammutus on keskeisessä asemassa paloista aiheutuvien vahinkojen minimoimisessa. Tilastoissa tätä voi olla vaikea nähdä, sillä niihin päätyy usein vain pelastuslaitoksen tietoon tulleet tapaukset. On syytä olettaa, että suuri osa tapauksia, joissa on selvitty alkusammutuksella, ei tule paloviranomaisten tietoon. (Todd 2008, 226)

Koulutus ja tiedottaminen

Koulutuksella parannetaan ihmisten valmiutta toimia tulipalotilanteessa ja toisaalta välttämään toimintaa, joka turhaan aiheuttaa paloriskin. Prontoista löytyy tiedot pelastuslaitosten järjestämistä tilaisuuksista ja kampanjoista, joilla on tiedotettu tai koulutettu eri tahoja. Ennaltaehkäisyyn kannalta yleinen tietoisuus paloturvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä voidaan olettaa olevan keskeisessä asemassa.

Oletuksen pitäessä paikkaansa tilastosta tulisi löytyä sille näyttöä. Tietoa pelastuslaitosten järjestämistä tiedotustilaisuuksista on kerätty samalla luokittelutavalla vuodesta 2010 lähtien (liite 2). Näitä tietoja voidaan vertailla samoina vuosina 2010-2018 sattuneisiin rakennuspaloihin. Tiedotustilaisuuksiin kuuluvat valistuskampanjat, messut ja muut yleisötilaisuudet, turvallisuusneuvonta, turvallisuuskoulutus ja mediaviestintä (Pronto). Kuvasta 4 nähdään Suomen rakennuspalojen vuosittaisen määrän.



Kuva 4 Rakennuspalot Suomessa 2010-2018 (Pronto)

Kuvassa 5 on esitettyä samoina vuosina 2010-2018 tiedotukseen käytetty työaika tunteina. Visuaalisesti arvioiden usealla tiedotukseen liittyvällä tekijällä, kuten tilaisuuksien määrällä, on yhteys palojen vuosittaisen määrän tai näiden muutoksen kanssa. Erityisesti turvallisuusviestintä tiedoista käytetyllä kokonaistyöajalla vaikuttaa olevan yhtenevyyttä kuvan 4 kuvaajan kanssa.



Kuva 5: Turvallisuusviestintätilaisuuksiin käytetty työaika Suomessa 2010-2018 (Pronto)

Kuvaajien välisestä yhteydestä ei voi olla täysin varma. Jotakin vaikutusta tiedottamiseen käytetyllä työajalla ja paloturvallisuudella kuitenkin vaikuttaisi olevan. Tiedotusmateriaalien huolellinen suunnittelu voi parantaa niiden toimivuutta, ja jos koulutettavia kouluttajaa kohden on vähemmän, on koulutus yksilöivämpää ja siten tehokkaampaa. Jos yhtenevyydet eivät ole sattumaa, näyttäisi tiedotuksen vaikutukset ilmenevän samana vuonna. Tämän voisi johtua siitä, että ihmisten tietoisuus paloturvallisuudesta on korkeimmillaan lyhyen aikaa koulutuksen tai kampanjan jäljiltä. On myös ymmärrettävää, että vaikutukset ovat merkittäviä vain tiettyyn pisteeseen asti; osa tulipaloista on kuitenkin ihmisten hallitsemattomissa.

Pelastustoimen valvontatehtävä

Luontainen ja tärkeä osa paloturvallisuutta on sen valvonta, joka erityisesti on pelastustoimen ja siten pelastuslaitosten tehtävä. *”Pelastuslaitoksen on alueellaan valvottava 2 ja 3 luvun säännösten noudattamista. Valvonnan suorittamiseksi pelastuslaitoksen on tehtävä palotarkastuksia ja muita valvontatehtävän edellyttämiä toimenpiteitä.”* Luvut 2 ja 3 määrittävät keskeisen toiminnan onnettomuuksien suhteen. Palotarkastuksia käsitellään lisää luvussa 4.4. (Pelastuslaki 2011)

Yksittäisten palotarkastusten ja valvontatehtävien lisäksi vaaditaan laajempi suunnitelma näiden riittävästä toteutumisesta toiminnan alueella: *”Pelastuslaitoksen on laadittava valvontasuunnitelma valvontatehtävän toteuttamisesta. Valvonnan on perustuttava riskien arviointiin, ja sen tulee olla laadukasta, säännöllistä ja tehokasta. Valvontasuunnitelmassa on määritettävä suoritettavat palotarkastukset ja muut valvontatoimenpiteet sekä kuvattava, miten valvontasuunnitelman toteutumista arvioidaan. Pelastuslaitosten tulee laatia suunnitelma valvontatoiminnan toteuttamiseksi alueellaan. Sen tulee perustua alueen riskeihin ja oltava säännöllistä, laadukasta ja tehokasta.”* (Pelastuslaki 2011)

2.3 Yhteenveto palojen syistä ja niiden torjunnasta

Seuraavassa yhteenveto ennaltaehkäisyn keinoista tyypillisten tulipalojen yhteydessä. Etenkin sähkövikojen ja tahallaan sytytettyjen tulipalojen ennaltaehkäisyn toimenpiteistä huomataan, että ne parantavat samalla muutakin kuin pelkkää paloturvallisuutta, esimerkiksi alueelle

tunkeutuvan henkilön päämääränä voi olla jokin muu haitallinen teko kuin tuhopoltto. Näihin toimenpiteisiin panostaminen on siis kannattavampaa, mikäli ennaltaehkäisyyn voidaan panostaa vain rajallisesti.

1. Sähköviat:

- a) asennukset ammattilaisen tekemät
- b) asennukset sääntöjen mukaiset
- c) ylikuormituksen ja oikosulun esto (sulake)
- d) maadoitus
- e) laitteiden oikea käyttö ja huolto

2. Tahallaan sytytetyt palot

- a) useita syitä: ideologia, kauna, petos
- b) estetään asiaton pääsy
- c) kulunvalvonta
- d) kiinteistönhuolto, ei roskakasoja tai palavia aineita näkyvillä.
- e) yleinen valppaus

3. Tupakkatuotteet ja tulentekovälineet

- a) laskeneet merkittävästi säännösten vaikutuksesta
- b) pois viskattu tulitikku voi sytyttää palon nopeasti
- c) Kytemään jäävät tupakat erityisen riskialttiita
- d) liian tarkat ja rajoittavat säännöt nostavat riskiä salaa polttamiselle; tuli voi syttyä vaikeasti havaittavassa paikassa

4. Yleisiä ennaltaehkäisyn seikkoja

- a) useimpien palojen syiden takana ainakin osittain ihmisen toiminta; huolimattomuus tai tietämättömyys
- b) koulutuksella ja tiedottamisella näihin voidaan vaikuttaa
- c) Kun tuli kuitenkin pääsee syttymään, hälyttimet ja alkusammutus estävät rakennuspalon

3 KESKISUUREN PALON VAHINGOT

3.1 Kustannusten ja vahinkojen jaottelu

Jotta pystytään määrittämään pohja kustannusarviolle, tulee vahingot jaotella eri luokkiin. Selkeimpiä palon aiheuttamia kustannuksia ovat suorat omaisuusvahingot ja muita yleisiä vahinkoluokkia ovat henkilö-, ympäristö- ja keskeytysvahingot (Projektipäällikkö, 2.5.2019; Riskienhallintapäällikkö, 2.5.2019). Seuraavaksi käsitellään vahinkojen mittaamiseen tarvittavia mittareita.

Omaisuusvahingot

Omaisuusvahingot koostuvat tilojen ja irtaimiston vahingoista. Näille voidaan määrittää rahallinen arvo, mutta menetettyyn omaisuuteen liittyvää tunnearvoa ei voida mitata rahassa. Tiloilla tarkoitetaan rakennusta, sen pintoja ja kiinteitä varusteita. Irtaimistoon kuuluu mm. varasto, tarvikkeet ja koneet. Asuinrakennuksessa tyypillinen irtaimisto on siis huonekalut ja irtto-omaisuus. Tulipalosta voi seurata omaisuusvahinkoja myös tarkastelun kohteen ulkopuolisille tahoille, kuten naapureille palon leviämisen seurauksena. (Society of Fire Protection Engineers 2006, 19)

Rahalliset omaisuusvahinkojen mittarit perustuvat tyypillisesti kokonaisarvoon. Korjauksia tekemällä voidaan keskittyä osaan vahingoista, kuten vakuutuksesta saatavien korvaukset ylittäviin kustannuksiin. Rahallisten vahinkojen mittareina voidaan käyttää muun muassa seuraavia (Society of Fire Protection Engineers 2006, 19):

- Tulipaloissa menetetyn omaisuuden rahallinen arvo
- Menetetyn omaisuuden korvaamisen aiheuttamat rahalliset kustannukset
- Menetykset prosentteina vakuutetusta arvosta
- Menetykset suhteutettuna pahimpaan menetykseen, josta yritys selviää

Mittarina voidaan käyttää myös vahingoittunutta aluetta, kun tiedetään tilan yksikön keskimääräinen arvo, ja suurimmat vahingot, josta liiketoiminta selviää. Tilan yksikköjä voi

olla esim. vahingoittunut alue tai vahingoittuneet huoneet, kerrokset tai rakennukset. Tällainen mittaaminen voisi olla erityisen hyödyllistä homogeenisessä varastossa. (Society of Fire Protection Engineers 2006, 19)

Keskeytysvahingot

Keskeytyskustannuksia aiheuttaa prosessin, rakennuksen tai laitoksen toiminnan keskeytyessä tulipalotilanteen vuoksi. Näiden määrittämiseksi on tärkeää ymmärtää kokonaiskuva kyseisen organisaation toiminnasta. Jos yrityksen toiminta voidaan järjestää nopeasti muualla tai kompensoida menetyksiä tekemällä jotain muuta, jäävät nämä kustannukset verrattain pieniksi. Vastaavasti, jos teollisuusyrityksen ainoan tuotantolinjan tuotanto keskeytyy, vahinkoa kertyy nopeasti. (Society of Fire Protection Engineers 2006, 20)

Pelkkien keskeytyneiden aikojen mittaamista hyödyllisempää on näiden taloudellisten vaikutusten hahmottaminen. Mittarit voivat olla esimerkiksi seuraavanlaisia (Society of Fire Protection Engineers 2006, 20):

- Keskeytysten kesto
- Keskeytyksen vertaaminen ennalta määriteltyyn pisimpään selvittävään keskeytykseen tai vakuutettuun arvoon
- Korjaamis- tai korvausaika
- Menetetyn liiketoiminnan rahallinen arvo

Tekijöitä, jotka vaikuttavat keskeytyskustannuksiin, ovat Society of Fire Protection Engineers:n (2008, 20) mukaan seuraavat:

- Tilojen ja tuotantolaitteiden arvo, johon vaikuttaa arvostustapa, korvaamiskustannukset ja -aika
- Varastojen arvo
- Vaikutukset toimitusketjuihin
- Vaikutus yrityskuvaan
- Vuokrat

Edelliset ovat myös suorien omaisuusvahinkojen kannalta olennaisia. Arvostustavalla on merkittävä vaikutus varaston, tilojen ja muun omaisuuden arvoon. Valmiin tuotteen arvostus voi perustua esimerkiksi valmistuskustannuksiin tai myyntiarvoon.

Vaikutuksia toimitusketjuihin ja yrityskuvaan ei myöskään voi vähätellä, vaikka näiden määrittäminen voi olla haastavaa. Olosuhteet, joissa tulipalo on päässyt tapahtumaan, voivat vaikuttaa etenkin yrityskuvaan. Jos onnettomuus voidaan selvästi laittaa huolimattomuuden ja huonon varautumisen piikkiin, ovat vaikutukset huonommat, kuin paloturvallisuuden ollessa kunnollinen.

Ympäristövaikutukset

Paloturvallisuuden yhteydessä ympäristövahinkoja voi seurata itse tulipalosta, mutta toisaalta pelastustoimen vuoksi. Sammutustyö voi aiheuttaa ympäristöongelmia käytetyistä materiaaleista ja menetelmistä johtuen. Paloturvallisuuteen liittyy myös valmistusta, kuljettamista ja varastointia, mikä voi aiheuttaa ympäristövaikutuksia. On siis tärkeää rajata, minkälaisia vaikutuksia tarkastellaan. Vaikutuksia mitataan usein väliaineen kuten ilman, veden tai maan saastumisella, eläin- ja kasvilajien vaarantamisena tai vaikutuksina ekosysteemeihin, jotka eivät saa muuttua. (Society of Fire Protection Engineers 2006, 20)

Mahdollisia kustannuksia aiheuttavia tekijöitä ovat siten esimerkiksi seuraavat (Society of Fire Protection Engineers 2006, 20):

- Vaarallisia aineita kulkeutuu luontoon tulipalon aikana tai seurauksena
- Päätyykö sammutusaineiden tai -toiminnan seurauksena aineita, kuten saastunutta sammutusvettä luontoon
- Kulkeeko savun mukana vaarallisia yhdisteitä, jotka aiheuttavat ympäristöhaittoja
- Saastuneen ympäristön puhdistuskustannukset
- Saastuneen ympäristön laajuus ja puhdistukseen kuluva aika
- Vaikutuksista kärsivien kasvi- tai eläinpopulaatioiden koko

Ympäristövaikutukset voivat tapahtua pitkänkin matkan päästä tulipalopaikalta, mikä pitää huomioida vaikutuksia arvioidessa. Vaikutukset voivat myös levitä niin laajoiksi, että tarkat arviot ovat mahdottomia. Silloin tulee keskittyä kustannuksiin, jotka aiheutuvat saastuneen alueen puhdistamisesta. Toisaalta ympäristövaikutukset voivat näkyä vasta pitkän ajan kuluttua odottamattomilla tavoilla, jolloin niiden arviointi voi olla lähes mahdotonta. (Society of Fire Protection Engineers 2006, 21)

Henkilövahingot

Ihmishengelle on vaikeaa ja jopa kyseenalaista määrittää hintaa. Tarvittavan hoidon ja kuntoutuksen kustannukset voidaan selvittää, mutta tämän lisäksi vahinkoja ovat esimerkiksi heikentynyt elämänlaatu, kärsimys, työkyvyn menettäminen ja vaikutukset ihmissuhteisiin. (Society of Fire Protection Engineers, 60)

Mahdollisten henkilövahinkojen arvioimiseksi tulee määrittää ketkä ovat vaarassa tulipalon sattuessa, tyypillisesti siis tarkasteltavan rakennuksen tai viereisten rakennusten asukkaat tai työntekijät. Luonnollisesti paloa sammuttava henkilöstö on myös suuressa vaarassa. (Society of Fire Protection Engineers, 17)

Keskeinen mittari henkilövahingoille on kuitenkin kuolemien määrä tai tämä suhteutettuna esimerkiksi miljoonaan kansalaiseen (Society of Fire Protection Engineers, 17). Taulukossa 1 on Suomessa tapahtuneet palokuolemat vuosilta 2009-2010 (Pronto). Näissä tutkinta on saatu päätökseen, ja kuolemat on eroteltu sen mukaan, ovatko ne olleet välittömiä vai viivästyneitä. Vuoden 2015 jälkeen tietoa ei ole kysytty. Kuolemien määrä vaikuttaa olevan laskussa. Vuosista 2009-2014 voidaan päätellä, että suurin osa kuolemista tapahtuu palon yhteydessä, sillä hoitoon ehtineet saadaan usein pelastettua.

Taulukko 1 Palokuolemat vuosilta 2009-2018 (tapaukset, jossa tutkinta on saatu päätökseen)
(Pronto)

Kuolonhetki suhteessa tulipaloon	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Yhteensä
Viivästynyt (30 vrk)	9	3	7	4	5	10	1	0	0	1	40
Välitön	38	28	21	29	18	17	0	0	0	0	151
Tietoa ei ole kirjattu	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tietoa ei ole kysytty	12	6	4	2	5	5	37	26	20	23	140
Yhteensä	59	38	32	35	28	32	38	26	20	24	332

3.2 Omaisuusvahinkojen tarkastelu Haahtela-indeksillä

Haahtela indeksi on Prontoon integroitu vahinkolaskuri. Raportin täyttäjät ilmoittaa eriteltyt vahingot neliöinä (m²) ja laskee hinta-arvion, joka perustuu Haahtela-kehitys Oy:n luomaan järjestelmään. Vahinkolaskuri arvioi euromääräiset omaisuusvahingot perustuen ilmoituksen ajankohtaan, tapahtumakuntaan, kokonais- ja vahingoittuneeseen alaan, vahinkojen laatuun ja rakennustyyppiin. Se huomioi välittömästi palosta, mutta myös pelastustoiminnasta seuraavat vahingot. Jos saatavilla on tarkempaa tietoa, laskettuja arvoja voidaan korvata näillä. (Pronto 2013, 157; Laine 2016, 75)

Keskeistä arvion tekemisessä on, että sen tekijä arvioi, minkä kokoinen alue on vahingoittunut ja kuinka pahasti (liite 3). Arvio ottaa huomioon myös sammutus- ja pelastustoimen aiheuttamat vahingot. Asunnon ikä ja kunto tähän nähden, sekä kunta vaikuttavat myös tulokseen.

Prontossa käytetty omaisuuden arvioitimenetelmä ei huomioi esimerkiksi ympäristö- tai keskeytyskustannuksia. Siksi on järkevää arvioida sen kattavuutta vain omaisuusvahingoissa. Toiminta-ajatus kustannusten laskemisessa neliöiden mukaan olettaa, että Suomessa asuntojen irtaimiston arvo jakautuu tasaisesti, eikä siinä keskimäärin ole suurta vaihtelua kohteiden välillä. Tämä lähestymistapa sopii tulipalojen suuntaa antavaan kustannusten mallintamiseen, mutta yksittäisten tulipalojen tapauksissa se ei ole realistinen.

Arviointi perustuu laatijansa näkemykseen, jolloin ne eivät välttämättä ole vertailukelpoisia (Projektipäällikkö, 22.8.2019). Eri luokille asunnon kunnossa ennen paloa on sanallinen kuvaus (Pronto 2013, 159). Vahingoittumisasteet taas kuvataan prosenttiluvulla (liite 3). Etenkin jälkimmäinen antaa paljon tulkinnanvaraa. Lisäksi osittain vahingoittunutta irtaimistoa, kuten huonekaluja ei välttämättä voida korjata, eikä ole kohtuullista olettaa, että sitä käytetään tällaisessa kunnossa. Siksi kustannuksen arvioinnissa voisi olla hyödyllisempää keskittyä omaisuuden paloa edeltäneen nykyarvon sijaan korvauskustannuksiin. Omaisuusvahinkojen jaotteluksi riittäisi näin ajateltuna voidaanko asia korjata vai pitääkö korvata.

3.3 Tulipalon kustannusrakenne

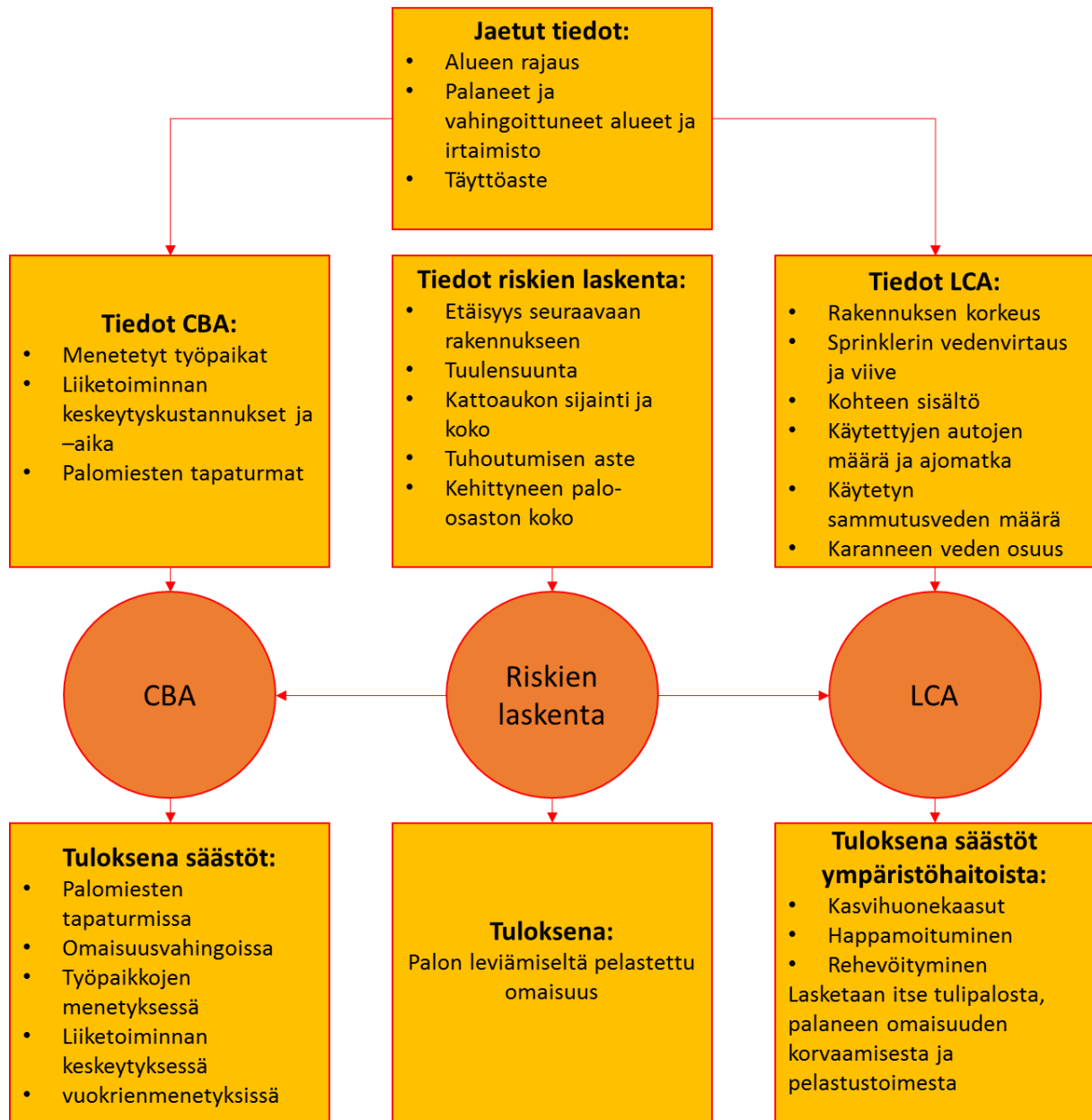
Rakennuspalojen vahinkojen arvottamistavalla on paljon merkitystä niiden suuruuteen. Melkein puhtaasti rahallisia vahinkoja ovat siis omaisuuden ja liiketoiminnan vahingot, mutta näihin voi liittyä esimerkiksi tunnearvoa. Omaisuusvahingot jakautuvat tiloihin ja irtaimistoon, joista molempia tulisi arvottaa ensisijaisesti korjaamis- tai korvaamiskustannusten mukaisesti. Liiketoiminnan vahinkoihin kuuluvat keskeytymisen kustannukset, sekä toimitusketjujen ja imagon heikkenemiseen liittyvät kustannukset. Vaikeammin rahassa mitattavissa ovat henkilö- ja ympäristövahingot. Näiden osia, kuten hoito- tai puhdistuskustannuksia voidaan mitata rahassa. Lisäksi rakennuspalon sammuttaminen voidaan laskea sen aiheuttamiin kustannuksiin. Sammutukseen käytetään paljon resursseja kuten työaika ja sammutusaineita.

Enveco-työkalu

Kirjassa Development of an Environmental and Economic Assessment Tool (Enveco Tool) for Fire Events (Amon 2016) luodaan malli tulipalon aiheuttamille taloudellisille ja ympäristövahingoille. Työkalu on kehitetty pelastuslaitoksille mittaamaan näiden työn arvoa yhteiskunnalle käyttäen verrattain yksinkertaisia menetelmiä (Amon 2016, v). Kirjassa esitetty mallin prototyyppi kuvaa yksinomaan yksikerroksisten varastojen paloa ja jättää huomiotta esimerkiksi siviilien henkivahingot. (Amon 2016, 8)

Kuvassa 6 on esitetty Enveco-työkalun toimintaperiaatte. Se vaatii erilaisia tietoja, joista osa on yhteisiä ja osa erikseen kohdistettuja sen kolmelle eri ydinprosessille. Nämä ovat kustannus-

hyöty -analyysi, CBA (Cost-benefit analysis), riskien laskennallinen arvio sekä elinkaariarviointi, LCA (Life cycle assesment). Riskien laskennallista arviota tarkastellaan myöhemmin luvussa 4. Mallin tarkoituksena on verrata tilanteita, joissa palokunta puuttuu tai ei puutu paloon (Amon 2016, 102-103). Mallin tapa laskea palosta aiheutuvia vahinkoja ja kustannuksia on kuitenkin kattava.



Kuva 6 Enveco-työkalun periaate (Amon 2016, 10)

Aluksi työkaluun tarvitaan yleisiä tietoja kohteesta, kuten sen rajaus ja palanut tai vahingoittunut alue ja irtaimisto. Kustannus-hyöty -analyysiin kerätään liiketoimintaan liittyviä tietoja, kuten keskeytyskustannukset ja menetetyt työpaikat. Lisäksi palomiesten tapaturmiin käytetään tätä analyysia. Elinkaarilaskelmalla selvitetään ensisijaisesti ympäristövaikutuksia, joten se käyttää tietoina erilaisia palosta ja sammutustyöstä seuraavia päästöjä. Riskienlaskennassa tehdään tarkkoja todennäköisyyslaskelmia tulipalojen leviämisestä ja sen aiheuttamista vahingoista. Vastauksena analyyseistä saadaan miten pelastustoiminta vaikuttaa näihin kategorioihin; kuinka paljon pienemmäksi vahingot jäävät. Toisaalta malli ottaa huomioon pelastustoiminnan aiheuttamat ongelmat, esimerkiksi ympäristöön päätyvän sammutusveden. (Amon 2016, 10-28)

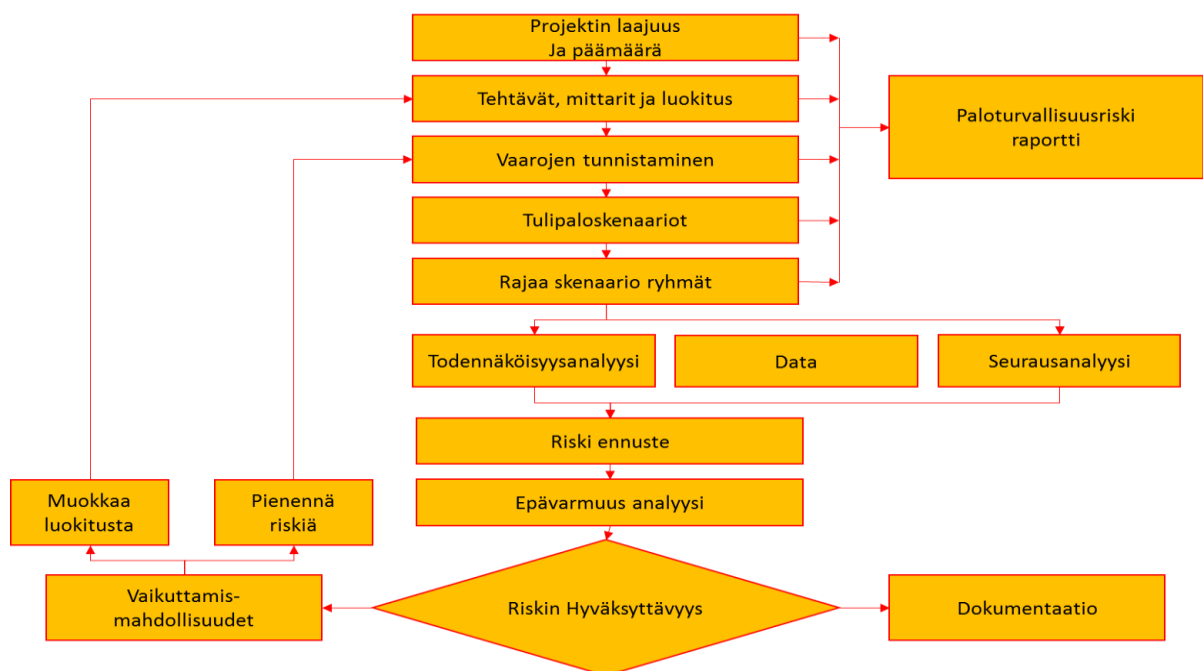
Pidemmälle kehitettynä Enveco, tai vastaava malli olisi varmasti hyödyksi pelastuslaitoksille. Parhaimmillaan se pystyisi tarkasti kuvaamaan erilaisten rakennuspalojen, tai jopa kaikkien mahdollisten tulipalojen, vahinkoja ja toisaalta pelastustoiminnan seurauksia.

4 ENNALTAEHKÄISYN KUSTANNUKSET VS TULIPALON KUSTANNUKSET

4.1 Riskienhallinta

Valinnat ennaltaehkäisyyn ja mahdollisten pelastustehtävien välillä ovat riskienhallintaa. Yleistettynä riskienhallinnan tarkoituksena on löytää odotusarvoltaan paras vaihtoehto epävarmassa ympäristössä. Liiketoiminnassa tämä tarkoittaa useimmin kustannustehokkuutta. Pelastustoimen määritelmästä seuraa, että on tärkeää huomioida myös muut kuin rahalliset vahingot (Pelastuslaki 2011).

Tulipalojen kontekstissa tarkastellaan uskottavia tulipalloskenaarioita, näiden syttymisen todennäköisyyksiä ja seurausten vakavuutta. Riskianalyysin pohjalta tehdään päätöksiä näihin varautumiseksi. Tarkoitus on pienentää haitallisten seurausten todennäköisyyttä ja toisaalta varautua siihen, että ne tapahtuvat. Kuvassa 7 on esitetty riskienhallinta prosessi. Malli on tarkoitettu kokonaisvaltaiseen paloturvallisuuden riskienhallintaan organisaatiolle. (Society of Fire Protection Engineers, 2006, 7&11)



Kuva 7 Tulipaloriskien arviointi (mukaillen Society of Fire Protection Engineers 2006, 11)

Laajuus ja päämäärä

Riskienhallinta tulee aloittaa määrittämällä haluttu päämäärä. Päämäärän tulee olla selkeä, esimerkiksi henkilövahinkojen vähentäminen, kulttuuriperinnön suojaamisen tai ennaltaehkäisyn kustannustehokkuuden parantaminen. (Society of Fire Protection Engineers, 2006, 13)

Seuraavaksi tarkastelun kohteelle päätetään fyysiset ja ajalliset rajat. Fyysiset rajat ovat tarkasteltavan tilan koko ja mahdollisten seurausten alue. Tilaa rajaavat esimerkiksi rakennuksen ulkoseinät tai pienempi tila rakennuksen sisällä, johon tarkkailtava toiminta sijoittuu. Ajalliset rajoitteet ovat moninaisia, sillä riskit ovat erilaisia rakennusvaiheessa olevassa talossa kuin valmiissa tai liikkeen aukioloaikojen mukaan. Todellisuudessa uhat ja vaikutukset eivät rajaudu päätösten mukaisesti, mutta ne tarvitaan analysoinnin mahdollistamiseksi. (Society of Fire Protection Engineers, 2006, 13-14)

Tarkastelu on rajattu keskisuuriin rakennuspaloihin, mikä määrittää fyysisiksi rajoitteiksi koko rakennuksen ja sen välittömän ympäristön. Toisaalta ympäristövahinkoja ei tule jättää huomioimatta, sillä nämä voivat vaikuttaa laajemmalla alueella. Ongelmallisempi on ajallinen rajaus, sillä tulipalon riski riippuu aikavälistä ja ennaltaehkäisyn menetelmät voivat olla kertamenoja (sammutuspeite) tai jaksottaisia kuluja (palkattu turvallisuusvastaava). Monet keinoista muistuttavat myös sijoituksia, sillä aluksi tarvitaan suurempi erä ja toistuvasti pienempiä summia ylläpitoon. Tarkasteltavan ajan tulee siis riippua siitä, mihin näistä kategorioista yksittäinen keino kuuluu. Tarvittaessa voidaan myös laskea kuinka pitkällä aikavälillä se tulisi kannattavaksi. Hyväksyttävä riski tarkoittaa tilannetta, jossa mahdollinen tulipalo sammutetaan pelastusoperaatiolla.

Tehtävät, mittarit ja luokitus

Päämäärä jaetaan selkeämmiksi tehtäviksi ja niille määritetään mittareita ja luokituksia riskien hyväksyttävyydestä. Tehtävät, tai tavoitteet, ovat siis yksityiskohtaisempia kuvauksia siitä, miten päämäärää toteutuu. (Society of Fire Protection Engineers 2006, 17)

Kustannustehokkuudessa selkeä ja lukuarvoinen mittari on kustannukset. Tehtävä on etsiä niille optimaalinen taso. Kun tarkastellaan pelkkiä rahallisia vahinkoja, on tämä se piste, jossa kustannukset ovat pienimmillään. Esimerkiksi henkilövahinkojen ollessa todennäköisiä voi luokittelu kuitenkin olla jokin muu. Rakennetaan seuraavaksi rahallisten kustannusten odotusarvolle perustuva kannattavuuden mittari.

Riskin merkittävyyttä voidaan arvioida laskennallisesti. Riski mittaa haitallisen tapahtuman vakavuutta ja todennäköisyyttä, jolloin kaavana sen mittaamiselle voidaan käyttää:

$$R = p * V \quad (1),$$

jossa

p = tapahtuman todennäköisyys

V = tapahtuman vakavuus

Yksikkönä käytetään valuuttaa, esimerkiksi euroa €. Yksinkertaisessa tilanteessa, jossa ennaltaehkäisy joko estää onnettomuuden tai ei vaikuta ollenkaan, kannattavuus K voitaisiin laskea:

$$K = p * V - E - p * p' * V \quad (2),$$

jossa

E = ennaltaehkäisyn hinta

p' = todennäköisyys sille, ettei ennaltaehkäisy toimi

Jos tulos on positiivinen, on ennaltaehkäisyn menetelmä taloudellisesti kannattava. Näin käy, kun mahdollisen tulipalon kustannukset ovat suuret verrattuna varmoihin ennaltaehkäisyn kustannuksiin. Menetelmät, jotka vain rajoittavat tulipalon seurauksia ovat myös yleisiä. Silloin kaava on muotoa:

$$K = p * V - E - (1 - p') * V' - p * p' * V \quad (3),$$

jossa

V' = vahingot ennaltaehkäisyn toimiessa

Myös monimutkaisempia kaavoja voitaisiin esittää, kun esimerkiksi otetaan aikasidonnaisuus huomioon. Kun mittari kannattavuudelle on luotu, tarvitsee sille kehittää luokitus. Kuten jo aiemmin esitettiin, pelkät rahalliset vahingot huomioituna etsitään odotusarvoltaan halvin vaihtoehto. Tällöin kannattavuus K halutaan mahdollisimman suureksi ja ennaltaehkäisyn toimimattomuus p' mahdollisimman pieneksi, joka tarkoittaa ennaltaehkäisyn olevan luotettavaa.

Tulipaloskenaarioiden rakentaminen

Paloturvallisuuden suunnittelussa käytetään kahta toisistaan poikkeavaa käsitettä; palouhkaa ja paloriskiä. Ensimmäinen tarkoittaa palosta aiheutuvaa vahinkoa, mutta ei huomioi todennäköisyyttä. Riskin määritelmässä todennäköisyys on keskeisessä asemassa. Tämä jaottelu on hyödyllinen paloturvallisuuden arvioinnissa. (Todd 2008, 77)

Tulipaloskenaario on mahdollisiin tapahtumiin perustuva kuvaus tulipalotilanteesta ja sen etenemisestä aikajärjestyksessä. Se havainnoi kyseisen tulipalon ominaisuudet erottaen sen muista tulipaloista. Tapahtumat ilmaistaan usein ihmisten tai turvalaitteiston toimimisella tai epäonnistumisella. (Society of Fire Protection Engineers 2006, 33)

Seuraaviin kysymyksiin vastaamalla voidaan rakentaa skenaario mahdollisesta tulipalosta (Society of Fire Protection Engineers 2006, 33 & 35):

- a. Mikä on alkuperäinen lämmön lähde, syttyvä polttoaine, syttymispaikka ja sen sijainti muuhun varhaiseen polttoaineeseen nähden? Kaikkia näistä voi myös olla useita.
- b. Onko tulipalossa kytemisvaihe ja kuinka kauan se kestää? Kyteminen ja liekehtiminen ovat tulen tiloja, joista jälkimmäinen on paljon tuhoisampi.
- c. Onko ollut vaihetta, jossa vain ensin syttynyt kohde on palanut pienellä liekillä?
- d. Leviääkö tuli seuraavaan polttoaineeseen ja leviävätkö liekit huomattavasti tasoa, kuten seinää pitkin?

- e. Eteneekö tuli leimahduspisteeseen tai kokonaisvaltaiseksi alkuperäisessä palosastossa, huoneessa tai muussa rajatussa tilassa? Leviääkö se seuraaviin vastaaviin tiloihin? Leviääkö tulipalo useampaan kerrokseen? Entä rakennuksen ulkopuolelle?
- f. Hiipuuko tulipalo itsestään vai sammutetaanko se?
- g. Miten passiiviset paloturvallisuuslaitteistot ja aktiiviset sammutussysteemit toimivat tilanteessa? Tämä osittain vastaa myös ylläpitoa, tarkastusta ja vahvistusta. Tapahtuuko näissä osittainen tai täydellinen epäonnistuminen?
- h. Muuttuvatko tulesta riippumattomat ympäristön olosuhteet?
- i. Mitkä muut tekijät, erityisesti ihmistoiminta esim. evakuoinnin tai sammutuksen muodossa, vaikuttavat skenaarioon? Missä on henkilöitä palon alkaessa ja miten heidän ominaisuutensa vaikuttavat tilanteeseen? Koulutus on tärkeässä asemassa tiedoissa, taidoissa ja asenteessa.
- j. Mikä on palon lopputulos; kuinka laajoja ja vakavia vahinkoja se aiheuttaa?

Tällä tavoin jaoteltuna tarkkoja skenaarioita voidaan luoda käytännössä loputtomasti. Siksi on syytä jaotella skenaariot hallittavissa oleviin ryhmiin. Ryhmät muodostuvat samankaltaisista skenaarioista, joita edustamaan luodaan esimerkkiskenaario. Skenaariot on hyvä jakaa ryhmiin myös todennäköisyyksien tai skenaarioiden ilmenemisyleisyyksien löytämiseksi. (Society of Fire Protection Engineers 2006, 37 & 38)

Todennäköisyyksien arviointi

Jotta riskien hallinnasta saataisiin kvantitatiivista, tulee tulipalolle määrittää todennäköisyys. Todennäköisyyden laskennassa voidaan hyödyntää historiallista tietoa, analysointia ja malleja. Data tapahtuneista tulipaloista toimii lähtökohtana. Historiallisen tiedon etuna on, että siinä ovat mukana ovat kaikki palon syntyyn vaikuttavat tekijät, jopa ne, joita ei malleissa osata ottaa huomioon. Todennäköisyyksien arviointiin on useita työkaluja, kuten Delphi tai Monte Carlo menet. (Society of Fire Protection Engineers 2006, 54)

Keskeinen tarvittava todennäköisyys on syttymisen todennäköisyys. Ennaltaehkäisyn kannattavuuden mittaria varten tarvitaan oikean suuruusluokan todennäköisyyskerroin. Rakennuspalojen vuosittainen keskiarvo tilastossa on 2 143,9 (liite 1). Tilastokeskuksen (2019)

mukaan vuonna 2018 Suomessa oli 1 530 474 rakennusta. Pelkästään näiden tietojen mukaan voidaan rakennuspalon todennäköisyydeksi yksittäisessä rakennuksessa vuoden aikana laskea 0,14 %.

Tämä todennäköisyys vaihtelee varmasti paljon rakennustyypin ja käytön mukaan. Luvun pohjalta voidaan kuitenkin nähdä, että palon vuosittainen todennäköisyys on tuhannesosien luokassa. Toisin sanoen, jos 20 rakennusta on olemassa 50 vuotta sattuisi yhdessä näissä rakennuspallo.

Riskiennuste, epävarmuusanalyysi ja riskin hyväksyttävyyys

Riski määriteltiin siis tapahtuman todennäköisyyden ja vakavuuden tulona. Kokonaisriski skenaariossa saadaan siis määritettyä summaamalla kaikki siihen mahdollisesti kuuluvat vahingot kerrottuna vastaavilla todennäköisyyksillä (Society of Fire Protection Engineers 2006, 64).

Epävarmuusanalyysin tarkoituksena on arvioida riskilaskelmissa tapahtuvia virheitä ja varautua niihin. Näihin löytyy useita syitä. Erityisesti data ja sen laskeminen on altis virheille ja näitä voidaan arvioida laskennallisesti. (Society of Fire Protection Engineers 2006, 71)

4.2 Case asuntopalo Etelä-Karjalassa

Etelä-Karjalassa sattui helmikuussa 2019 ihmishengen vaatinut onnettomuus. Onnettomuusselosteen mukaan kuuro ja sokea 74-vuotias asukas oli laittanut kahvikannun mikroaaltouuniin. Kannun kansi ja kahva syttyivät palamaan, jolloin asukas otti sen pois mikrosta. Hänen vaatteensa syttyivät myös tuleen ja paloivat päälle. Omainen löysi pahasti palaneen asukkaan. Oletettavasti sama omainen teki hätäilmoituksen puhelimella. Häntä ohjeistettiin tarkastamaan, ettei mitään jäänyt kytemään sisälle asuntoon. Iäkäs asukas kuoli vuorokauden kuluttua tapaturmasta. Vakavan henkilövahingon vuoksi tapauksesta ilmoitettiin poliisille (Pronto, C6M0-1W9QR-1G)

Tuli syttyi 60 neliöisen rivitalokaksion keittiössä eikä laajentunut varsinaiseksi rakennuspaloksi sillä palokuorma loppui. Hälytys tehtiin, kun onnettomuus oli jo sattunut, joten pelastuslaitoksen tehtäväksi jäi kohteen tarkastaminen. Asukas oli yksin, eikä alkusammutukseen toimintakykyisiä ollut. Kohteessa ei myöskään ollut palovaroitinta, tai muita paloturvallisuusjärjestelmiä, vaikka katossa oli paikka palovaroittimelle. Tästä ei olisi kuitenkaan ollut hyötyä kuurosokealle asukkaalle. Rakennusselosteessa ehdotetaan, että onnettomuus olisi voitu estää poistamalla kodinkoneet, joilla asukkaan kaltainen henkilö voi aiheuttaa vahingon tai palovaaran. (Pronto, C6M0-1W9QR-1G)

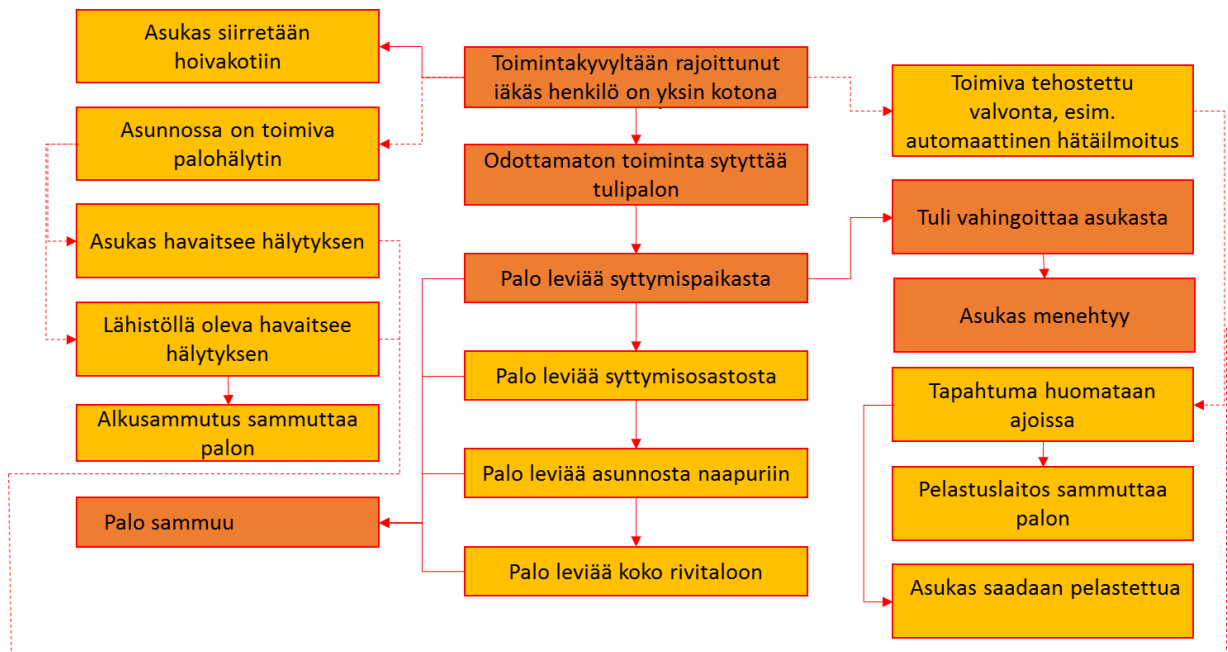
Tapaus on valitettava, mutta arvokasta tietoa antava tapaus ennaltaehkäisyn aiheeseen. Riittävä ennaltaehkäisy olisi hyvin todennäköisesti estänyt onnettomuuden. Vanha ja toimintakyvyltään pahasti rajoittunut henkilö oli valvomatta asuinrakennuksessa. Tämä voi synnyttää täysin odottamattomia tulipalon syttymisriskejä, kun paloherkkiä laitteita unohdetaan päälle tai käytetään väärin (Riskienhallintapäällikkö, 2.5.2019). Jos iäkkäiden ihmisten halutaan asuvan kotonaan mahdollisimman pitkään, tulee tarkastella valvonta- ja hälytysjärjestelmien vaikutusta turvallisuuteen. Vaikka asukas ei itse kuulisi tai pystyisi reagoimaan palovaroittimeen, joku välittömässä ympäristössä saattaisi. Automaattiset hälytykset hätäkeskukseen voivat aiheuttaa paljon vääriä hälytyksiä, mutta riskiryhmillä tämä voisi kuitenkin olla kannattavaa.

Tapauksen vahingot olisivat voineet olla vielä paljon suuremmat. Kohde oli yksikerroksinen rivitalo, jonka kokonaisala oli 489 neliötä. Onnettomuus huomattiin vasta tulen sammuttua, kun omainen löysi asukkaan. Palo olisi siis voinut levitä paljon laajemmalle alueelle, esimerkiksi koko rivitaloon.

Luodaan skenaariorakenne kyseiselle asuntopalolle. Yhden tapahtumien kulun sijaan tehdään puumalli, joista nähdään miten ennaltaehkäisyn alkusammutuksen keinojen toiminta tai toimimattomuus sekä pelastuslaitoksen eroava työ olisivat vaikuttaneet tapahtumien kulkuun.

Kuvassa 8 on mallinnettuna asuntopalon skenaariorakenne karkealla tasolla arvioiden tapahtumien vaikutusta vahinkoihin ja sitä kautta kustannuksiin. Oranssiksi värjätyt ruudut vastaavat todellisia tapahtumia, katkoviiva kertoo turvalaitteiden mahdollisesta vaikutuksesta ja täysiviiva vaihtoehtoisia seurauksia. Negaatioita ei ole merkitty, sillä jos asunnossa olisi

toimimaton palohälytys, se ei vaikuttaisi tapahtumien kulkuun merkittävästi. Hälytyksen havaitsemiseksi ei lasketa sen kuulemistä ja huomiotta jättämistä, vaan aktiivisen toiminnan aloittamista sen suhteen.



Kuva 8: Asuntopalon skenaariorakenne (Pronto)

Alkutilanteessa toimintakyvyltään monella tavalla rajoittunut asukas asuu joko yksin, tai on ainakin ajoittain yksin kotona. Aukkaan muutto hoivakotiin parantaisi tämän turvallisuutta huomattavasti ja päättäisi tämän skenaarion. Asunnossa ei ollut minkäänlaista palohälytintä käytössä, mutta paikallinen hälytys tai automaattinen hätäilmoitus olisivat voineet vaikuttaa tapahtumien kulkuun. Automaattisella hätäilmoituksella olisi avun saapuminen ollut nopeaa. Aukkaan kuurosokeuden vuoksi hän tuskin olisi huomannut hälytystä itse, tai reagoida siihen oikealla tavalla. Asunnon lähistöllä ollut olisi voinut huomata hälytyksen, mutta on myös huomattava mahdollisuus, ettei tilanteeseen olisi puututtu. Tilanteen vakavuutta ei olisi pysynyt havaitsemaan ulkona, joten hälytys olisi luultavasti väärä. Jos ohikulkija olisi päättänyt puuttua tilanteeseen, hänen olisi pitänyt mahdollisesti murtautua asuntoon. Sisällä hän olisi voinut yrittää alkusammutusta. Todennäköisin vaste, hätänumeroon soittaminen, nopeuttaisi kuitenkin avunsaamista. Jos tapahtuma olisi huomattu esimerkiksi näillä tavoilla, pelastuslaitos olisi todennäköisesti onnistunut sammuttamaan mahdollisen palon ja asukas olisi pelastunut.

Palo siis syttyi asukkaan odottamattomasta toiminnasta, mikroaaltouunin väärästä käytöstä. Mikroaaltouunissa syttyneestä kahvikannusta palo levisi asukkaan vaatteisiin. Palo sammui itsestään, mutta asukas vahingoittui pahasti ja kuoli viiveellä. Palo olisi voinut levitä keittiöstä koko asuntoon, naapuriin ja mahdollisesti koko rakennukseen. Uhkana oli siis toteutuneen lisäksi paljon suuremmat vahingot, kuten mahdollisesti muita rivitalon asukkaita. Palo olisi myös päässyt kehittymään syttymispaikkansa vuoksi voimakkaaksi ennen kuin se olisi huomattu.

Todennäköisyyttä vastaavan kaltaiselle tapaukselle on vaikeaa määrittää, mutta mahdollisuus sille, että esimerkiksi dementoituneen iäkkään asukkaan toiminta aiheuttaa palovaaran, on huomattava. Uhattuna ollut omaisuus ja asukkaat huomioiden, suuremmat panostukset ennaltaehkäisyyn olisivat olleet kohdallaan.

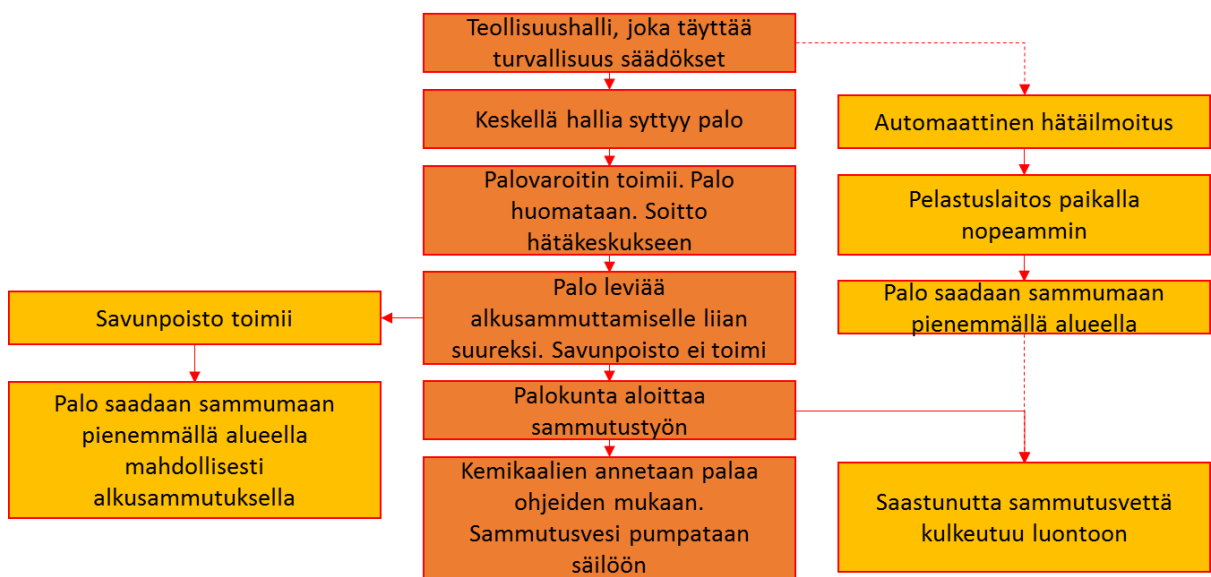
4.3 Case teollisuushallipalo Etelä-Karjalassa

Ympäristövaikutukset voivat tulipalojen yhteydessä olla erittäin vakavia. Etelä-Karjalassa 2016 huhtikuussa sattuneessa teollisuusvaraston palossa oli uhkana, että kemikaaleja olisi kulkeutunut luontoon. Häätälmoitus tehtiin matkapuhelimella alkuillasta. Kun pelastustoimi saapui paikalle, oli palo lähtenyt jo leviämään ja rakennuksen keskiosa oli tulussa. Savukaasut olivat levinneet koko rakennukseen. Aloitetusta sisäsammutuksesta luovuttiin palon voiman, rakenteiden pettämisen ja kohteen paineastioiden aiheuttaman vaaran vuoksi. Sammutukseen ja suojaamiseen käytettiin miehittämättömiä vesitykkeitä. Onnettomuus tapahtui pohjavesialueella, mikä asetti omat erityisvaatimuksensa. Veden käyttöä rajoitettiin ympäristövahinkojen minimoimiseksi. Toiminnanharjoittajan ohjeet huomioiden kemikaalien annettiin palaa. (Pronto, 1600153458)

Kohde oli 1372 neliöinen, 7 metriä korkea yksikerroksinen teollisuusvarasto. Palo syttyi sen sisällä 50 neliöisessä tuotantotilassa, josta se levisi koko halliin. Ulkoseinien arvioidaan hidastaneen paloa ja ne säilyivät lähes vauriotta. Kohteessa oli toimiva palovaroitinjärjestelmä, josta oli apua palon havaitsemisessa. Savunpoistoa varten kohteessa oli avattavat tai rikottavat luukut, mutta näitä ei saatu toimimaan. Palo pääsi leviämään liian suureksi siihen varautumiseen nähden. (Pronto, 1600153458)

Tapaus on hyödyllinen tarkastelun kohde, sillä siinä oli suuri uhka ympäristövahingoille. Kohde täytti paloturvallisuus säädökset; rakennuksella oli pelastussuunnitelma, säädösten mukaiset poistumistiet ja alkusammutusvälineitä. Viimeisin palotarkastus oli tehty lokakuussa 2015. Voidaankin pohtia olisiko ennaltaehkäisyn lisäämisellä pienennetty vahinkoa tai välttytty siltä kokonaan. Rakennuselosteessa ehdotetaan, että kyseisen kaltaisessa tuotantotilassa kannattaisi olla automaattinen paloilmoitinjärjestelmä.

Kuvassa 9 on skenaariorakenne teollisuushallin palosta. Oranssit laatikot vastaavat taas oikeaa tapahtumien kulkua. Katkoviivalla kuvataan ennaltaehkäisyn keinojen mahdollista vaikutusta ja täysiviiva vaihtoehtoisia tapahtumia. Negaatioita ei merkitä. Tarkkailun tarkoituksena on verrata tapahtumien suuruusluokkaa ja tätä varten ei vaadita yksityiskohtaista tarkkuutta.



Kuva 9 teollisuushallipalon skenaariomalli (Pronto)

Kyseinen teollisuushalli täytti paloturvallisuussäädökset. Palo syttyi tuntemattomasta syystä, joten tämän ennaltaehkäisyyyn ei voida ottaa kantaa. Automaattisella hätäilmoituksella pelastuslaitoksen vaste olisi ollut nopeampi ja palo olisi mahdollisesti saatu sammutettua pienemmällä alueella. Toimiva savunpoisto olisi myös hidastanut palon leviämistä. Molemmissa tapauksissa palon alkusammutusta olisi myös voitu yrittää. Sammutustyöhön

liittyvä suuri riski oli ympäristövahingot. Jos jätevesi olisi sekoittunut alueen pohjaveteen, olisivat seuraukset voineet olla vakavia ja pitkäkestoisia.

4.4 Ennaltaehkäisyn kustannustehokkuuden arviointi

Tarkoituksena on karkeasti selvittää rakennuspalon aiheuttamia kustannuksia sekä ennaltaehkäisyn keinoja ja arvioida jälkimmäisten kannattavuutta. Yksi hyödyllinen menetelmä, jolla palosta aiheutuvien taloudellisten vahinkojen epävarmuutta voidaan arvioida, on kustannusten epäselvyydestä riippuva muuttuja, jolla ne kerrotaan. Tämä on hyödyllinen myös ottamaan huomioon, että täydellisen estämisen ja tapaturman kustannusten ollessa täsmälleen samat, on ensimmäinen parempi vaihtoehto.

Seuraavat laskelmat ovat vain suuntaa-antavia ja sisältävät paljon oletuksia. Niistä pystytään kuitenkin saamaan käsitys siitä, minkä suuruiset sijoitukset verrattuna uhattuna olevaan omaisuuteen olisivat järkeviä.

Luodaan esimerkkitapaus, jossa omakotitalon omistaja pohtii minkä verran olisi järkevää sijoittaa tulipalojen ennaltaehkäisyyn. Käytetään kaavaa 3, josta saadaan:

$$E = p * V - p * p' * V - K \quad (4),$$

johon sijoitetaan seuraavat arvot:

$p = 0,0014$ on palon riski vuodessa (4.1, Todennäköisyyksien arviointi)

$V = 400\,000$ euroa, talon ja irtaimiston kokonaisarvo.

$K \geq 0$,

$p' = 0,2$; Oletetaan, että 80 prosentin varmuudella tulipalo, joka sattuisi ilman ennaltaehkäisyä, ei tapahdukaan.

Sijoitetaan arvot kaavaan 4:

$$0,0014 * 400\,000 \text{ €} - 0,0014 * 0,2 * 400\,000 \text{ €} - 0 \text{ €} = 448 \text{ €}$$

Niin ollen omistajan olisi kohtuullista käyttää ainakin 448 € vuodessa paloturvallisuuteen ja ennaltaehkäisyyn. Toisaalta oletus 80 prosentin toimintavarmuus on keinoista riippuen korkea arvio. Vahinkojen eteen taas voisi lisätä epävarmuuskertoimen, mikä nostaisi käytettävää rahasummaa.

Ennaltaehkäisyn kannattavuudelle keskeiseksi nousevat siis niiden kustannusten suhde riskin kokoon ja keinon luotettavuus. Todellisuudessa varsinkin ennaltaehkäisyn toimivuutta on hankala arvioida. Jos ennaltaehkäisyllä saadaan merkittävästi pienennettyä tulipalon todennäköisyyttä, voisi ainakin tuhannesosa uhatun omaisuuden arvosta olla kohtuullinen määrä tähän panostamiseen.

Ennaltaehkäisyn keinot ovat hyvin erityyppisiä ja siten myös kustannukset vaihtelevat suuresti. Kuten luvussa 2.2 todettiin, monet ennaltaehkäisynkeinoista ovat luonteeltaan hyvin rakenteellisia ja yrityksiä tarkastellessa niiden yleiseen hallintoon ja toimintatapoihin kytköksissä. Myöskään yleisen huolellisuuden merkitystä ei voi vähätellä. Siksi näiden keinojen parantaminen riippuu esimerkiksi turvallisuuden ja kiinteistöhuollon nykytilasta. Paloturvallisuusohjeen uusiminen yrityksessä, jonka henkilöstöön kuuluu turvallisuusvastaava, ei välttämättä maksa juurikaan, Tämän vaikutusta tulipalon syttymistodennäköisyyteen on kuitenkin hankalaa arvioida.

Yritysten näkökulmasta selkeä rakenteellisten menetelmien kustannus on siihen erikoistuneiden työntekijöiden palkka. Esimerkiksi arvio turvallisuusasiantuntijan vuosikustannuksista on 58,8 tuhatta euroa sisältäen henkilösivukustannukset kuukausipalkan ollessa 3 266 euroa (Palkkadata.fi 2019).

Myös pelastuslaitosten toiminta pelastustoiminnan ulkopuolella lasketaan tähän kategoriaan. Pelastuslaitoksen näkökulmasta kustannukset muodostuvat suurelta osin henkilöstön palkkaamisesta. Palomiehen palkkaan pohjautuen vuosikustannukset työntekijää tiedotuksen tai koulutuksen parissa kohden on 51,6 tuhatta euroa (Palkkadata 2019). Tämän lisäksi käytetyt materiaalit ja työmatkat kustantavat. Yrityksen tai yksityisten henkilöiden näkökulmasta kustannukset syntyvät pelastuslaitoksen laskutuksesta. Esimerkiksi koulutus, joka ei kuulu

turvallisuusviestintä suunnitelmaan, maksaa 80 euroa tunnilta (Etelä-Karjalan Pelastuslaitos 2016, 4).

Toisaalta on keinoja, jotka perustuvat yksittäisiin ja pienehköihin laitteisiin, kuten palohälyttimet tai kannettavat sammuttimet. Näihin liittyy myös ajoittain toistuvia tarkastuksia, joiden suorittamisesta seuraa myös kustannuksia. Sammutuspeitteiden, Palohälyttimien ja käsisammuttimien hinnat ovat kymmenien ja sadan euron suuruusluokassa. Esimerkiksi Etelä-Karjalan pelastuslaitoksen alueella säännölliset palotarkastukset ovat asunnoille ilmaisia tietyin ehdoin. Ylimääräiset tarkastukset taas maksavat 52 euroa kerralta. Muille tarkastuksen kohteille ne maksavat 104€. (Etelä-Karjalan pelastuslaitos 2016, 6-7)

Jotkin paloturvallisuuteen ja ennaltaehkäisyyn liittyvät keinot ovat hyvinkin laajoja. Niissä kyse ei ole usein vain näistä vaan niitä ajatellaan sivuroolissa. Hyvä esimerkki tällaisista menetelmistä on modernisointiremontti. Syitä vanhan rakennuksen kunnostukseen on useita, mutta samalla on järkevää suunnitella muutokset myös turvallisuuden kannalta. Remonttien kustannukset vaihtelevat valtavasti tarkoituksensa ja kohteen koon vuoksi. Tyypilliset suuruusluokat ovat kymmenissä ja sadoissa tuhansissa. Paloturvallisuus huomioidaan jo rakennuksen alkuperäisessä suunnittelussa.

Myös monimutkaisemmat paloturvallisuussysteemit kuuluvat tähän luokkaan. Sprinklerit, valvontakamerat tai automaattisesti palokunnan hälyttävä systeemi eivät ole tyypillisiä varusteluita yksityisissä asuinrakennuksissa, mutta erinäisissä laitoksissa näitä todennäköisemmin käytetään.

Esimerkin omakotitaloon olisi järkevää hankkia useita hälyttimiä ja alkusammutuskalustoa, kuten sammutuspeite keittiöön ja käsisammutin. Myös pienet remontit asunnon nykykunnosta riippuen voisivat olla kannattavia niiden vaikuttaessa useita vuosia. Palotarkastuksen voisi tehdä ainakin kerran vuodessa. Rakenteelliset menetelmät koskevat lähinnä yrityksiä, ja asuinrakennuksissa tämä vastaa lähinnä maalaisjärjen käyttöä. Mahdollisuuksien mukaan kannattaa osallistua paloturvallisuuskoulutuksiin ja sellaisen järjestämisestä voitaisiin myös maksaa. Kymmentuhansien sijoitukset vain ennaltaehkäisyn vuoksi eivät kuitenkaan kyseiselle taloudelle olisi järkeviä.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tulipaloista, etenkin rakennuspaloista, seuraa monenlaisia vahinkoja. Mahdollisuus mitata näitä menetyksiä rahallisina arvoina vaihtelee suuresti. Omaisuuteen ja liiketoimintaan liittyvistä vahingoista saadaan arvioitua kustannuksia, kun taas ympäristö- tai henkilövahinkoja on hankala muuttaa kustannuksiksi.

Taulukko 2 toimii viitekehyksenä tulipalojen vahinkojen hahmottamiseksi. Omaisuusvahingot jakautuvat tila- ja irtaimistovahinkoihin. Näitä on hyödyllistä mitata korjaus- ja korvauskuluina. Liiketoiminnalle taas voi olla tuhoisaa keskeytyminen ja vaikutukset yrityksen maineeseen ja toimitusketjuihin. Ympäristövahingoissa kustannuksia aiheutuu alueen puhdistamisesta saasteista. Henkilövahingoissa voidaan kustannuksina mitata hoitoa, kuntouttamista ja vaikutuksia työllistymiseen. Enveco-työkalun tapainen malli olisi kattava tapa mitata palon ja pelastustoiminnan seurauksia.

Taulukko 2 Tulipalon kustannukset

Omaisuuksuvahingot - Rahallisia, mahdollisesti tunnearvoa	Keskeytysvahingot - Yrityksillä, rahallisia	Ympäristövahingot - Vain osittain rahalla mitattavissa	Henkilövahingot - Vaikeasti rahassa mitattavissa
Tilat: - Yrityksellä toimitila, tuotantotila, tehdashalli tai varasto - Yksilöllä koti, vapaa-ajanasunto tai muu kiinteistö Irtaimisto: - Yrityksellä tuotantolaitteet, tilojen varusteet tai toimistolaitteet - Yksilöllä huonekalut, kodinkoneet ym. koti-irtaimisto	Huomioitava vahinkoja määrittäessä: - Korjaamis- tai korvausaika - Menetetyn liiketoiminnan rahallinen arvo - Vaikutukset toimitusketjuihin - Vaikutus yrityskuvaan	Huomioitava: - Saastuneen ympäristön puhdistuskustannukset - Vaikutuksista kärsivien kasvi- tai eläinpopulaatioiden koko - Vaarallisia aineiden kulkeutuminen luontoon tulipalon aikana tai sammutustyön yhteydessä - Vaikutukset voivat näkyä vasta pitkän ajan kuluttua - Vaikutukset voivat näkyä kaukana palopaikasta	Huomioitava: - Välikön hoito - Kuntoutus - Vaikutus työllistymiseen - Heikentynyt elämänlaatu - Vaikutus ihmissuhteisiin - Vaikutus psyykkiseen terveyteen - Kuolematapaukset
Korjattavissa: - Voidaan kunnostaa ja jatkaa käyttöä Korvattava: - Esinettä tai tilaa ei saa enää käyttökelpoiseksi (uusittava)	Vaikutus: - Pienet jos yritys voi nopeasti jatkaa toimintaansa muualla tai tehdä jotakin kompensoidakseen menetyksiä - Suuret jos ainoa tuotantolinja pysähtyy		

Pelastuslaitosten nykyisin käyttämä vahinkojen arviointi perustuu Haahtela-indeksiin. Tämä perustuu tilojen ja irtaimiston arvon määrittämiseen riippuen alueesta, iästä ja kunnossa. Malli koskee pelkästään omaisuusvahinkoja ja olisi hyödyllistä ottaa muutkin kustannukset huomioon. Ajatus määrittää omaisuuden keskimääräinen arvo tilan yksikköä kohti sopii karkeaan arviontiin, muttei anna tarkkaa kuvaa yksittäisen palon kaikista kustannuksista.

Ennaltaehkäisyyn kuulu paljon erilaisia toimenpiteitä, joiden suuruusluokat ja siten kustannukset vaihtelevat paljon. Myöskään niiden toimivuutta ei ole helppo arvioida, sillä tulipaloja sattuu onneksi muutenkin vain harvoin. Monet menetelmät ovat hallinnollisia ja rakenteellisia, johon etenkin yrityksissä kuuluu turvallisuussuunnitelmien ja käytäntöjen luomista ja ylläpitoa. Myös koulutus ja tiedottaminen kuuluvat tähän ryhmään. Vaikutukset riippuvat siitä, millä tavalla kyseiset asiat ovat hoidettu tällä hetkellä ja kuinka paljon on parannettavaa. Hälyttimet ja alkusammutusvälineet ovat verrattain pieniä hankintoja. Hälytysten ja alkusammutuksen ansiosta kaikki syttyneet tulipalot eivät laajene rakennuspaloiksi. Ennaltaehkäisyä ovat myös vanhojen rakennusten sähköremontit.

Ennaltaehkäisyn kustannukset ovat yleensä paljon mahdollista rakennuspaloa pienemmät. Tilastojen valossa tulipalon todennäköisyys on pieni, jolloin sen aiheuttamat kustannukset jäävät suurella todennäköisyydellä toteutumatta, kun taas ennaltaehkäisyn kustannukset toteutuvat varmasti. Siten kallis varautuminen on pelkästään kustannusten näkökulmasta kannattavaa vain mahdollisten vahinkojen ollessa hyvin korkeita.

LÄHTEET

- Amon, F. 2016. Development of an Environmental and Economic Assessment Tool (Enveco Tool) for Fire Events. New York, NY: Springer New York. 85 s.
- Fire protection systems. 2016. Third edition. Rosemont, IL: American Society of Plumbing Engineers. 306 s.
- Etelä-Karjalan pelastuslaitos 2016. Palvelumaksut
- Laine, Tuomas 2016. Pelop- Kustannus-vaikuttavuusanalyysin mahdollisuudet pelastustoimen palvelujen optimoinnissa. Opinnäytetyö. Tampereen yliopisto, Tampere 96 s.
- Madden, M. J. 2006. Engineering guide: Fire risk assessment. Bethesda, MD: Society of Fire Protection Engineers. 115 s.
- Palkkadata.fi 2019. Palkat työtehtävittäin [verkkosivu] saatavilla:
<https://www.palkkadata.fi/salaryinfo> [viitattu 24.8.2019]
- Pelastuslaki (2011) 29.4.2011/379
- Projektipäällikkö 2019. Etelä-Karjalan pelastuslaitos. Haastattelu 2.5.2019
- Projektipäällikkö 2019. Etelä-Karjalan pelastuslaitos. Haastattelu. 22.8.2019
- Riskienhallintapäällikkö 2019. Etelä-Karjalan pelastuslaitos. Haastattelu 2.5.2019
- Riskienhallintapäällikkö 2019. Etelä-Karjalan pelastuslaitos. Haastattelu 18.10.2019
- Pronto 2013: Dynaaminen koulutuskansio RAKENNUSPALO [internetaineisto] saatavilla:
https://www.pelastusopisto.fi/wp-content/uploads/2017/02/46315_d_rakennuspalo.pdf

Sisäministeriö 2016. Pelastustoimen strategia 2016 [verkkosivu] saatavilla:

<https://intermin.fi/pelastustoimi/pelastustoimen-strategia>

[viitattu 18.10.2019]

Sisäministeriö 2017. Sisäisen turvallisuuden strategia 2017 [verkkosivu] saatavilla:

<https://intermin.fi/sisaisen-turvallisuuden-strategia>

[viitattu 18.10.2019]

Sisäministeriö 2019. Pelastustoimen onnettomuuksien ehkäisyn toimintaohjelman laadintahanke [verkkosivu] saatavilla:

<https://intermin.fi/hankkeet/hankesivu?tunnus=SM006:00/2019>

[viitattu 18.10.2019]

Suomen pelastuslaitosten tietojärjestelmä Pronto

Tilastokeskus 2019. Rakennuskanta 2018 [verkkosivu] saatavilla:

http://www.stat.fi/til/rakke/2018/rakke_2018_2019-05-21_kat_002_fi.html

[viitattu 25.8.2019]

Todd, Colin S 2008. Comprehensive Guide to Fire Safety. London, BSI Standards Ltd 358 s.

Turvallisuuskomitea 2017. Yhteiskunnan turvallisuusstrategia [verkkosivu] saatavilla:

<https://turvallisuuskomitea.fi/yhteiskunnan-turvallisuusstrategia-2017/>

[viitattu 18.10.2019]

LIITTEET

Liite 1 Suomessa syttyneet rakennuspalot ja arvio niiden sytymissyystä (luokitus 2009) vuosina 2009-2018 (Pronto)

Vuosi	Valvomaton ruoanvalmistus	Muu ruoanvalmistus	Tahallaan sytynyt palo	Lasten tulien käsittely	Kuolotus	Tulityö	Rostkien poltto	Nuotio, grilli	Tulitikki, muu tulentekevälline
2009	0	3	5	0	0	0	0	0	3
2010	0	0	4	1	0	0	1	0	2
2011	0	1	11	2	0	3	1	1	2
2012	0	1	4	1	0	4	0	1	0
2013	0	11	2	2	0	3	0	0	0
2014	2	2	5	1	1	0	1	0	1
2015	0	0	8	0	0	2	0	0	1
2016	1	0	10	1	0	3	0	1	3
2017	2	0	7	3	0	1	1	0	0
2018	1	0	5	1	0	5	0	0	0
Yhteensä	6	7	70	12	1	22	4	3	13
Vuosi	Koneen tai laitteen väärä käyttö	Sähkölaitteen tai -asennuksen vika, häiriö tai huollon laiminlyönti	Koneen tai laitteen vika, häiriö tai huollon laiminlyönti	Kuuma tai heikkuva esine tai tuhka	Nokkipalo	Kipinä tai keikäle tulisiijasta tai hormista	Vaurio tulisijassa tai hormissa	Riittämätön suojaetäisyys	Tuotantoprosessin häiriö
2009	1	13	6	3	3	5	2	7	2
2010	1	13	9	5	0	5	4	6	1
2011	2	5	3	1	1	2	2	5	3
2012	1	9	10	6	2	1	3	5	1
2013	1	12	4	2	0	2	1	4	2
2014	0	15	7	2	0	1	5	5	0
2015	1	12	3	6	0	3	1	5	1
2016	2	9	5	1	0	2	2	3	0
2017	1	8	3	1	0	1	3	2	0
2018	2	10	9	3	0	2	2	1	1
Yhteensä	12	106	59	30	6	24	25	43	11
Vuosi	Savuke tai muu tupakka-aine	Ilotulite, pyrotekniset tuotteet	Kynttilä, tuike, soihku, roihu	Kipinä koneesta tai laitteesta	Mekaaninen kipinä, iskukipinä	Hankauslämpö	Itsestytyä	Räjähdytys	Salama
2009	7	1	1	3	1	1	2	0	3
2010	3	0	2	1	0	4	0	0	5
2011	3	0	2	2	0	1	1	0	5
2012	6	0	3	0	0	1	2	1	2
2013	3	0	0	1	1	1	2	1	3
2014	6	0	1	0	1	0	1	0	3
2015	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	2	0	0	0	0	0	0	0	1
2017	4	0	4	1	0	1	1	1	0
2018	3	0	1	0	0	1	0	0	2
Yhteensä	40	1	14	8	4	10	9	3	24
Vuosi	Muu luonnonsyy	Uudelleensytyminen	Muu syy	Ei voida arvioida	Tietoa ei ole kirjattu	Yhteensä			
2009	0	2	3	8	0	85			
2010	0	2	4	8	0	82			
2011	0	1	6	6	2	74			
2012	0	4	5	4	0	78			
2013	0	0	2	6	0	65			
2014	0	1	9	8	0	78			
2015	0	1	3	4	0	54			
2016	0	2	5	7	0	60			
2017	0	0	3	3	0	51			
2018	0	2	2	0	0	53			
Yhteensä	0	15	42	54	2	680			

Liite 2 Turvallisuusviestintä Suomessa 2010-2018 (Pronto)

Vuosi	Väkiluku	Tilaisuuksien lukumäärä	Osaajien lukumäärä	Osaajien väkivuusta (%)	Turvallisuusviestintätilaisuuksien kesto yhteensä (tt:mm)
2010	5323693	12339	801172	15	34312:49
2011	5347269	12185	810958	15	31429:34
2012	5372913	12124	897099	17	23953:25
2013	5398173	11705	894765	17	21793:18
2014	5424697	11219	857785	16	19816:10
2015	5446508	11095	885305	16	18423:52
2016	5462529	10949	849574	16	17661:10
2017	5474083	11592	920469	17	23140:18
2018	5483641	11044	874819	16	21107:30
Yhteensä	48733506	104252	7791946	16	211638:06
Vuosi	Tilaisuuksien kesto / osallistujien keskimäärin (tt:mm)	Turvallisuusviestintätilaisuuksiin osallistuttu aika yhteensä (tt:mm)	Tilaisuuteen osallistuttu aika / väkiluku (tt:mm)	Turvallisuusviestintätilaisuuksien käytetty työaika yhteensä (tt:mm)	Turvallisuusviestintätilaisuuksien kesto yhteensä (tt:mm)
2010	0:03	27490467954:28	5163:48:00	53106:29	0:01
2011	0:02	25488058524:52	4766:33:00	62113:37	0:01
2012	0:02	21488586138:15	3999:26:00	67796:11	0:01
2013	0:01	19499882074:30	3612:19:00	70520:00	0:01
2014	0:01	16998010524:10	3133:27:00	72305:59	0:01
2015	0:01	16310741279:20	2994:43:00	83377:54	0:01
2016	0:01	15004468009:40	2746:48:00	76279:49	0:01
2017	0:02	21299928800:42	3891:03:00	84489:35	0:01
2018	0:01	18465242042:30	3367:20:00	109828:11	0:01
Yhteensä	0:02	164907264742:36	0:00	679817:45	0:01

Liite 3 Vahinkojen laskemiskaavio Haahtela-indeksiä hyödyntäen (Pronto 2 Rakennuspalo 154)

Arvio omaisuusvahingoista (sis. alv. 22%)

Vahinkojen laskenta: Talonrakennuksen Kustannustieto™ © Haahtela-kehitys Oy

Rakennuksen ikä (v):	Oliko rakennus ikäistään vastaavassa kunnossa?:
	<input type="radio"/> Kyllä <input checked="" type="radio"/> Ei
	Rakennuksen kunto:
	<input type="text"/>

	Palon uhkaaman alueen pinta-ala (m2)	Laatijan arvio (euroa)		Laskettu arvio (euroa)	
		Uhatun rakennuksen tai sen osan arvo	Uhatun irtaimiston arvo	Uhatun rakennuksen tai sen osan arvo	Uhatun irtaimiston arvo
Palon uhkaaman alueen laajuus	<input type="text"/>				
Uhatut arvot yhteensä		0		0	

Vahinko (suluissa vahinkoprosentti)	Vahingon pinta-ala (m2)	Laatijan arvio (euroa)		Laskettu arvio (euroa)	
		Rakennusvahingot	Irtaimistovahingot	Rakennusvahingot	Irtaimistovahingot
PALON AIHEUTTAMAT VAHINGOT					
Perusteellisia vahinkoja (palanut kokonaan) (100%):					
Erittäin vakavia palon aiheuttamia vahinkoja (80-85%):					
Vakavia kuumuuden ja palon aiheuttamia vahinkoja (55-60%):					
Kohtuullisia noen ja kuumuuden aiheuttamia vahinkoja (30-35%):					
Vähäisiä savun ja noen aiheuttamia vahinkoja (15-20%):					
Erittäin vähäisiä savun ja noen aiheuttamia vahinkoja (5-10%):					
Tuhoutumis-%:		0		0	
SAMMUTUS- JA PELASTUSTOIMINNASTA AIHEUTUNEET VAHINGOT (palon aiheuttamien vahinkojen lisäksi)					
Vakavia pelastustoiminnan tai sammutusveden aih. vahinkoja (50%):					
Kohtuullisia pelastustoiminnan tai sammutusveden aih. vahinkoja (20%):					
Vähäisiä pelastustoiminnan tai sammutusveden aih. vahinkoja (5%):					
Vahingot yhteensä:		0		0	

Laske || Piilota 0-rivit

Sanallinen selvitys omaisuusvahingoista: