



RAKENNUSPALOJEN AINEELLISTEN VAHINKOJEN RIIPPUVUUS TOIMINTAVALMIUSAJASTA VUOSINA 2011 - 2015

Taina Hakala



Sisällys

1 Johdanto	3
2 Aineisto ja menetelmät.....	5
2.1 Käytetyt tiedot ja niihin liittyvät puutteet	5
2.2 Menetelmät	6
3 Tulokset.....	10
3.1 Vahinkoarvojen määäämät luokat	10
3.2 Pistekaaviot ja korrelaatiot.....	14
3.3 Vahingot aikaluokittain.....	21
4 Johtopäätökset.....	36
Lähteet.....	38

1 Johdanto

Tämän työn tarkoituksena on tutkia rakennuspaloissa syntyneiden aineellisten vahinkojen tyypillisiä määriä, sekä selvittää niiden riippuvuutta toimintavalmiusajasta. Toimintavalmiusajalla tarkoitetaan tässä ensimmäisen yksikön toimintavalmiusaikaa, eli siitä, miten kauan palokunnalta on mennyt aikaa palopaikalle saapumiseen. Aineellisina vahinkoina käsitellään rakennus-, irtaimisto- ja pinta-alavahinkoja.

Tutkimusaineistona on käytetty onnettomuustietokanta PRONTO:n tietoja riskiluokkien 1 ja 2 ruuduissa vuosina 2011-2015 tapahtuneiden rakennuspalojen toimintavalmiusajoista ja vahinkojen määrästä. Absoluuttisen vahinkoarvon lisäksi tutkittiin myös suhteellista vahinkoarvoa, joka määriteltiin jakamalla absoluuttinen vahinkoarvo vastaavalla uhattuna olleella omaisuuden tai pinta-alan arvolla. Suhteellisten vahinkoarvojen tarkoituksena on yhteismitallistaa arvoltaan hyvin erilaisten rakennusten tarkastelua suhteessa toimintavalmiusaikaan.

Rajoittamalla tarkastelu riskiluokkien 1 ja 2 ruuduissa tapahtuneisiin rakennuspaloihin pyritään siihen, että palon syttymisen ja sen havaitsemisen (ts. hätänumeroon soittamisen) välinen aika on suhteellisen lyhyt. Tällöin ensimmäisen yksikön toimintavalmiusajan voidaan olettaa vastaavan melko hyvin aikaa, joka kuluu palon syttymisestä sammutustöiden alkamiseen.

Raportin alussa kuvaillaan erisuuruisten vahinkojen yleisyyttä jakamalla tapaukset luokkiin vahinkoarvojen perusteella ja esittämällä tapausten määrä jokaisessa luokassa. Vahinkojen suuruuden ja toimintavalmiusajan välistä yhteyttä tutkitaan ensin hajontakaavioiden ja korrelaatioiden avulla. Tämän jälkeen jaetaan aineisto luokkiin toimintavalmiusajan mukaan ja tutkitaan vahinkokeskiarvojen ja -mediaanien vaihtelua luokasta toiseen. Luokkajaottelu tehdään sekä kahden minuutin luokkiin, että jakamalla aineisto kahteen luokkaan useammasta eri jakopisteestä.

Aiemmin vastaavanlaisia asioita on tutkittu mm. Helsingin ja Pirkanmaan pelastuslaitosten sekä VTT:n yhteistyöhankkeessa Toimintavalmiuden vaikuttavuus asuntopaloissa (Kling, Tillander & Hakkarainen 2014). Tässä tutkimuksessa muodostettiin arvio vakavien henkilövahinkojen ajalliselle kertymiselle asuntopaloissa sekä omaisuusvahinkojen laajuuden riippuvuudelle palokunnan saapumishetkestä, sekä rakennettiin operaatioaikamalli pelastustoiminnan ajalliselle etenemiselle. Tarkastelun kohteena olivat PRONTO:on kirjatut vuosina 2009 - 2012 tapahtuneet asuntopalot ja omaisuusvahinkoja tutkittiin vahinkopinta-alan mukaisesti. (Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2015, 15).



Tässä aiemmassa tutkimuksessa havaittiin mm. että operaatioajan systemaattinen kasvattaminen vähentää niiden tapausten määrää, joissa tuhoutunut pinta-ala on pieni ja kasvattaa niiden tapausten määrää, joissa se on suuri (Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2015, 18). Pääpaino oli kuitenkin mallinnusmenetelmän kehittämisessä, ja menetelmän avulla tehdyt määrälliset arviot vahinkojen määristä ovat mallinnustuloksia, joihin tulee suhtautua kriittisesti (Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2015, 15).

Kiitokset Pekka Itkoselle kommentteista, joiden avulla työhön tuli lisäulottuvuutta ja selkeyttä.

Jyväskylässä 5.12.2016

Taina Hakala

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Käytetyt tiedot ja niihin liittyvät puutteet

Tietolähteenä käytettiin onnettomuustietokanta PRONTO:a, josta haettiin koko Suomen alueella vuosina 2011-2015 riskiluokkien 1 ja 2 ruuduissa tapahtuneiden rakennuspalojen tiedot. Selvityksen kannalta oleelliset tiedot jokaisen tapauksen kohdalla ovat (suluissa on ilmoitettu mittayksikkö)

- Ensimmäisenä kohteessa olleen yksikön toimintavalmiusaika (s)
- Rakennusvahingot (€)
- Irtaimistovahingot (€)
- Vahingon pinta-ala (m²)
- Uhatun rakennuksen tai sen osan arvo (€)
- Uhatun irtaimiston arvo (€)
- Palon uhkaaman alueen pinta-ala (m²)

Näistä tiedoista laskettiin lisäksi rakennus- ja irtaimistoarvojen summia vastaavat suuret:

- Rakennusvahingot + Irtaimistovahingot (€)
- Uhatun rakennuksen + irtaimiston arvo (€)

Tarkastelun kohteeksi otettiin lopulta rakennuspalojen absoluuttiset vahingot:

- Rakennusvahingot (€)
- Irtaimistovahingot (€)
- Rakennusvahingot + Irtaimistovahingot (€)
- Vahingon pinta-ala (m²)

sekä näitä vastaavat suhteelliset vahingot, jotka laskettiin jakamalla tapauksittain kunkin vahinkosuureen arvo vastaavalla uhattuna olleella arvolla:

- Rakennus: vahingot / uhattu
- Irtaimisto: vahingot / uhattu
- Rakennus + irtaimisto: vahingot / uhattu
- Pinta-ala: vahingot / uhattu

Työn kestäessä havaittiin käytetyissä tiedoissa tiettyjä ongelmia ja puutteita.

Rakennus-, irtaimisto- ja pinta-alavahinkojen tiedoissa oli muutamia tapauksia, joissa tiedot puuttuivat. Laskettaessa keskiarvot näistä sarakkeista, jätetään puuttuvat tiedot huomiotta. Sen sijaan laskettaessa rakennus- ja irtaimistovahinkojen summia, määritellään tyhjien solujen arvoiksi nolla, ja edelleen laskettaessa summien keskiarvot, tulevat alun perin tyhjät solut huomioiduksi nolla-arvoisina. Tämä tarkoittaa sitä, että absoluuttisten vahinkojen kaavioissa käytetty rakennus- ja irtaimistovahinkojen summien keskiarvo on pienempi kuin mitä vastaava keskiarvojen summa olisi. Vahinkoarvojen tapauksessa puuttuvia tietoja oli kuitenkin niin vähän, että näiden eri tavoin laskettujen rakennus + irtaimistovahinkojen arvojen ero on mitättömän pieni (promilleluokkaa). Uhattujen arvojen osalta puuttuvia tietoja oli selvästi enemmän ja tässä tapauksessa eri tavoin lasketut uhatun

rakennuksen + irtaimiston arvon tulokset poikkesivat toisistaan melko paljon (15 prosentin luokkaa). Tällä ei kuitenkaan ole merkitystä, sillä uhattujen arvojen keskiarvoja ei sellaisenaan käytetä missään.

Suhteellisia vahinkoja (vahingot / uhattu) laskettaessa on menetelty siten, että kaikissa tapauksissa, joissa absoluuttinen vahinkoarvo on nolla, on myös suhteellinen vahinko määritelty nollassa (siis myös silloin kun uhattu arvo ei ole tiedossa). Myös niissä muutamassa tapauksessa joissa vahinkoarvo ja uhattu arvo eivät kumpikaan ole tiedossa, on suhteellinen vahinko määritelty nollassa. Suhteellisia vahinkoja esittävät tulokset ovat siis tällä tavoin määritettyjen tapauskohtaisten suhteellisten vahinkojen aikaluokkakohtaisia keskiarvoja tai mediaaneja.

Suhteellisten vahinkojen (vahingot / uhattuna ollut arvo) pitäisi aina olla nollan ja ykkösen välissä, mutta aineistossa oli vielä esikäsittelyn jälkeenkin muutamia tapauksia, joissa suhteelliset arvot olivat ykköistä suurempia. Tällaiset virheet voivat johtua esim. näppäilyvirheistä onnettomuusselostuksia täytettäessä. Suhteellisten vahinkojen laskut tehtiin korjatulla aineistolla, johon poimittiin koko aineistosta vain ne rivit joissa kaikki suhteelliset arvot ovat korkeintaan ykkösiä. Tämän korjatun otoksen koko oli 4734 tapausta, kun alkuperäisessä otoksessa tapauksia oli 4758. Absoluuttisten vahinkojen osalta käytettiin koko alkuperäistä aineistoa, lukuun ottamatta luvun 3.3 kuvaa 6, jossa testattiin yhden poikkeuksellisen tapauksen poisjättämisen vaikutusta keskiarvokaavioihin. On huomattava, että mikäli suhteellisten vahinkojen tarkastelusta poistettavat havainnot todella johtuvat näppäilyvirheistä, on myös absoluuttisten vahinkojen aineistossa mukana virheellisesti syötettyjä vahinkoarvoja.

Vahinkoarvoluokittain tehty jaottelu (luku 3.1) paljasti erikoisia piirteitä erityisesti suhteellisten pinta-alavahinkoarvojen jakautumisessa. Tässä huomattavan suuressa osassa tapauksista vahinkojen oli arvioitu olevan 90 – 100% (ks. kuva 2). Syynä voivat olla epämääräisyydet uhatun pinta-alan tulkinnassa.

2.2 Menetelmät

Aluksi luvussa 3.1 kuvaillaan aineistoa tutkimalla vahinkoarvojen jakautumista eri suuruusluokkiin. Tätä varten valitaan vahinkojen jakautumisen perusteella sopivat vahinkoarvoluokat, jaetaan aineiston tapaukset näihin luokkiin ja esitetään pylväsiagrammissa kuhunkin vahinkoarvoluokkaan kuuluvien tapausten lukumäärä. Näin saadaan tietoa siitä minkä suuruiset vahingot ovat rakennuspaloissa tyypillisiä.

Vahinkojen riippuvuutta toimintavalmiusajasta selvitetään luvussa 3.2 tutkimalla jokaisen vahinkotyyppin osalta vahinkoarvojen ja toimintavalmiusajan välistä pistekaavioita ja laskemalla vastaavat korrelaatio- ja järjestyskorrelaatiokertoimet sekä niiden p-arvot.

Tavallinen korrelaatiokerroin (nk. Pearsonin korrelaatiokerroin) on numeerinen mitta kahden satunnaismuuttujan väliselle lineaariselle riippuvuudelle. Korrelaatiokerroin on välillä $[-1, 1]$ oleva luku ja muuttujien välinen lineaarinen riippuvuus on sitä vahvempaa mitä kauempana nollasta kerroin on. Korrelaation oleminen lähellä nollaa ei tarkoita sitä, etteivätkö muuttujat voisi riippua toisistaan jollain tavoin, mutta se ilmentää ettei riippuvuus ole ainakaan lineaarista. (Wikipedia: Korrelaatio)

Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin on tavallinen korrelaatio sovellettuna muuttujien lukuarvojen sijaan niiden järjestyslukuihin otoksessa. Tämä suure kertoo, kuinka vahva monotoninen riippuvuus muuttujien välillä on, täysin monotonisen riippuvuuden tarkoittaessa sitä, että toisen muuttujan kasvaessa toinen aina joko vähenee tai kasvaa koko otoksessa. Tämä korrelaatiotyyppi ei reagoi niin herkästi poikkeaviin arvoihin kuin tavallinen korrelaatio. Myös Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin on välillä $[-1, 1]$ oleva luku ja muuttujien välinen monotoninen riippuvuus on sitä vahvempaa mitä kauempana nollasta kerroin on. (Wikipedia: Spearman's rank correlation coefficient)

Korrelaatiokertoimet lasketaan otoksesta (tässä siis tutkittavina olevista rakennuspalotapauksista) ja niitä voidaan yleistää perusjoukkoon (kaikkien rakennuspalojen joukkoon), mikäli korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä. Korrelaation merkitsevyys testataan laskemalla otoskoosta ja korrelaatiokerroimesta riippuvat p-arvot. 2-suuntaista p-arvoa käytetään testatessa onko korrelaatio nollasta poikkeava, ja 1-suuntaista p-arvoa käytetään testatessa pelkästään korrelaation positiivisuutta tai pelkästään korrelaation negatiivisuutta. (Akin menetelmäblogi: Korrelaatio ja sen merkitsevyys)

P-arvo kuvaa sitä kuinka todennäköistä on saada havaitun suuruinen tai vielä kauempana nollasta oleva korrelaatiokertoimen arvo ilman että korrelaatiota on perusjoukossa. Siis mitä pienempi p-arvo, sitä vahvempia ovat todisteet sen puolesta, että otoksesta havaittu korrelaatio voidaan yleistää perusjoukkoon. Yleensä alle 0,05 (5 %) suuruista p-arvoa pidetään riittävänä näyttönä perusjoukossa esiintyvän korrelaation puolesta. (Akin menetelmäblogi: Korrelaatio ja sen merkitsevyys)

Korrelaation havainnollistamiseksi merkittiin rakennuspalotapaukset pistekaavioiksi koordinaatioon, jossa vaaka-akselilla on toimintavalmiusaika ja pystyakselilla vahinkoarvot. Lisäksi laskettiin kunkin sarjaparin (toimintavalmiusaika, vahingot) korrelaatio- ja järjestyskorrelaatiokerroin sekä vastaavat p-arvot. Korrelaatiokertoimen laskussa käytettiin Excel 2010:n valmista korrelaatio-funktiota. Spearmanin järjestyskorrelaatiot on laskettu käyttäen Excelin rank- ja korrelaatio-funktioita. Kummassakin tapauksessa p-arvot laskettiin lähteestä ”Akin menetelmäblogi: Korrelaatio ja sen merkitsevyys” löytyvän valmiin excel-taulukon avulla. (Akin menetelmäblogi: Korrelaatio ja sen merkitsevyys; Akin menetelmäblogi: Spearmanin järjestyskorrelaatio)

Luvussa 3.3 vahinkoarvojen ja toimintavalmiusajan välistä riippuvuutta tutkitaan jakamalla aineisto luokkiin toimintavalmiusajan mukaan. Jokaisen aikaluokan kohdalla esitetään sekä absoluuttisten että suhteellisten vahinkojen osalta seuraavat tiedot:

- luokan koko
- keskiarvo
- mediaani
- otoskeskihajonta
- keskiarvon keskivirhe

Keskiarvojen ja mediaanien vaihtelua eri luokkien välillä havainnollistetaan pylväskaavioiden avulla.

Aineiston jako toimintavalmiusajan mukaisiin aikaluokkiin tehdään kahdella eri tasolla: ensin jakamalla aineisto useaan kahden minuutin luokkaan ja sitten jakamalla se kahteen luokkaan jakopistettä vaihdellen. Ensimmäisen jakotavan ideana on selvittää, miten vahinkoarvot muuttuvat toimintavalmiusajan kasvaessa vähitellen. Ongelmaksi tässä tavassa voi muodostua joidenkin luokkien pienuus, jolloin yksittäiset tapaukset vaikuttavat keskiarvoon ja suurentavat keskiarvon keskivirhettä. Jälkimmäisen jakotavan avulla luokat saadaan suuremmiksi ja tuloksena on tietoa pitkän ja lyhyen toimintavalmiusajan tapausten mahdollisesti erilaisista vahinkoarvoista.

Jaettaessa aineisto kahden minuutin luokkiin, esitetään yli kymmenen minuutin toimintavalmiusajan tapaukset omassa luokassaan. Lisäksi esitetään vertailun vuoksi ensimmäisten kuuden minuutin tapaukset sekä kaikki tapaukset yhdistettyinä omina luokkinaan. Luokat ja niiden nimet ovat siis seuraavat:

- kahden minuutin luokat: 0-120, 121-240, 241-360, 361-480, 481-600
- yli 10 minuutin luokka: 601-
- ensimmäisten 6 minuutin yhdistetty luokka: 0-360
- koko aineiston yhdistetty luokka: kaikki

Jaettaessa aineisto kahteen osaan käytetään jakopisteinä 360, 480 tai 600 sekuntia. Näiden jakotapojen tulokset esitetään samassa taulukossa / kaaviossa ja luokkien nimet ovat:

- ensimmäisten 6 minuutin luokka: 0 – 360
- yli 6 minuutin luokka: 361 –
- ensimmäisten 8 minuutin luokka: 0 – 480
- yli 8 minuutin luokka: 481 –
- ensimmäisten 10 minuutin luokka: 0 – 600
- yli 10 minuutin luokka: 601 -

Kaikkien suureiden (siis absoluuttiset ja suhteelliset versiot rakennusvahingoista, irtaimistovahingoista, rakennus + irtaimistovahingoista ja vahingon pinta-alasta) toimintavalmiusajaluokkien keskiarvojen virhearviot on määritetty keskiarvon keskivirheinä. Keskiarvon keskivirhe on keskiarvon

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{N}$$

ja otoskeskihajonnan

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

avulla määritelty suure

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{N}},$$

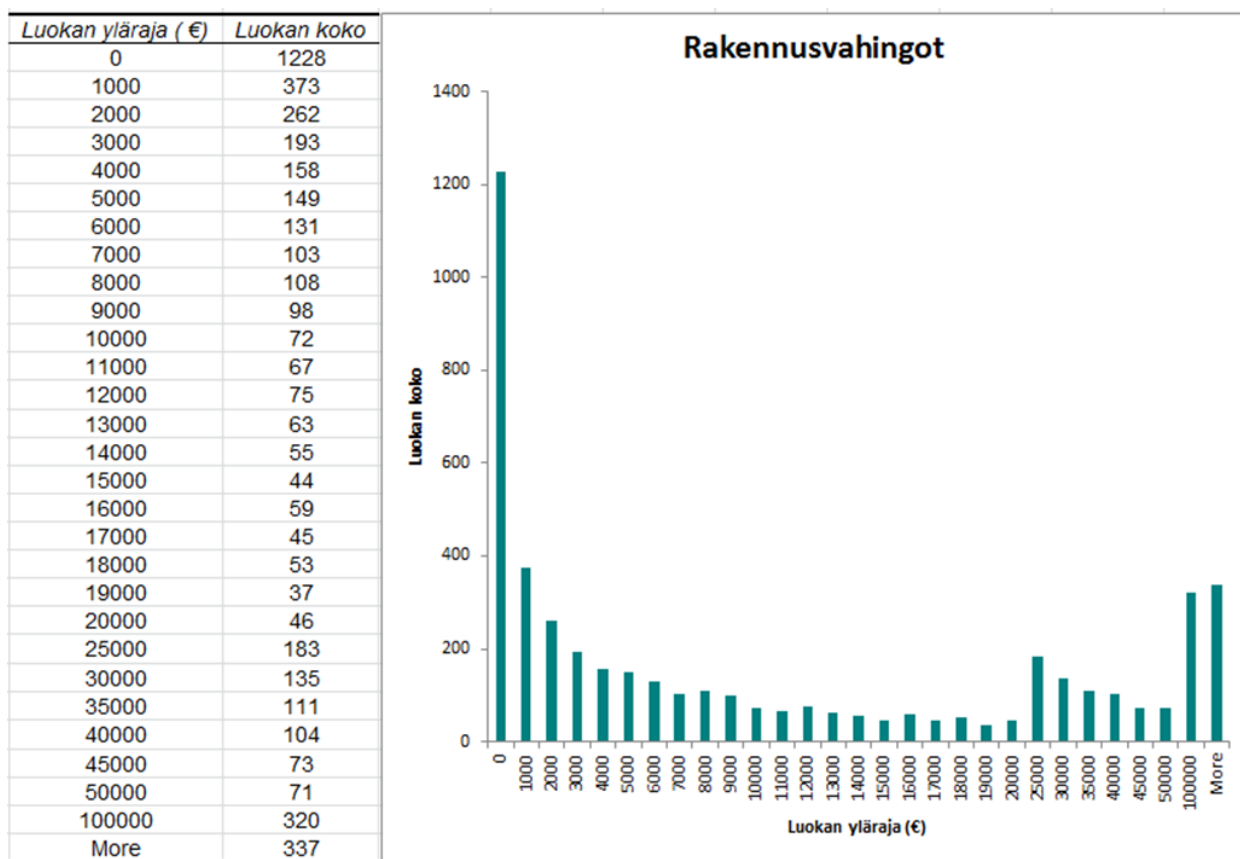
missä N on otoskoko ja i tarkasteltavaan luokkaan kuuluvien palotapausten juokseva indeksi.

3 Tulokset

3.1 Vahinkoarvojen määäämät luokat

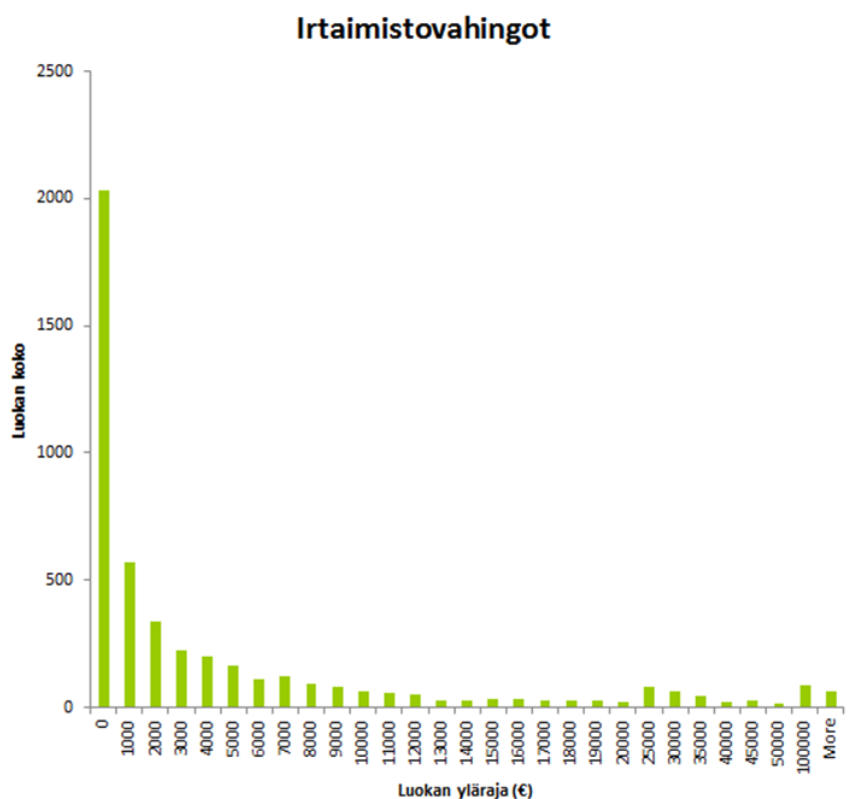
Absoluuttisten vahinkoarvojen luokat

Vahinkoarvoluokat ja niiden koot absoluuttisten vahinkojen osalta on esitetty kuvissa 1.1, ... ,1.4 sekä taulukoina että kaavioina:



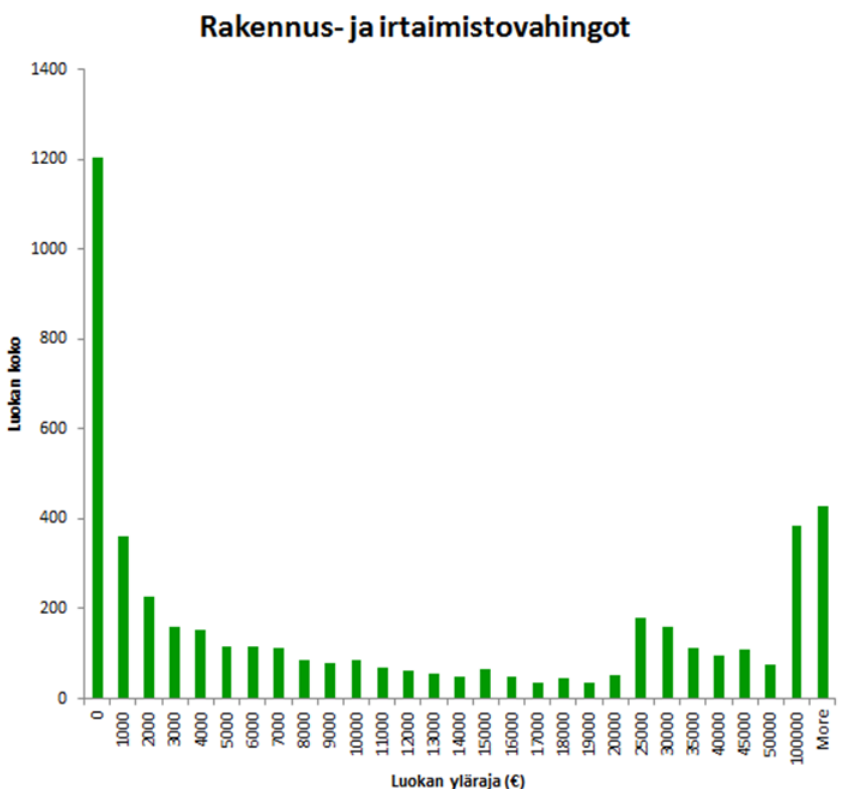
Kuva 1.1: Absoluuttisten rakennusvahinkoarvojen luokat

Luokan yläraja (€)	Luokan koko
0	2032
1000	570
2000	340
3000	227
4000	200
5000	165
6000	113
7000	121
8000	94
9000	80
10000	62
11000	56
12000	53
13000	26
14000	30
15000	35
16000	36
17000	25
18000	27
19000	30
20000	24
25000	81
30000	63
35000	43
40000	22
45000	28
50000	17
100000	89
More	64

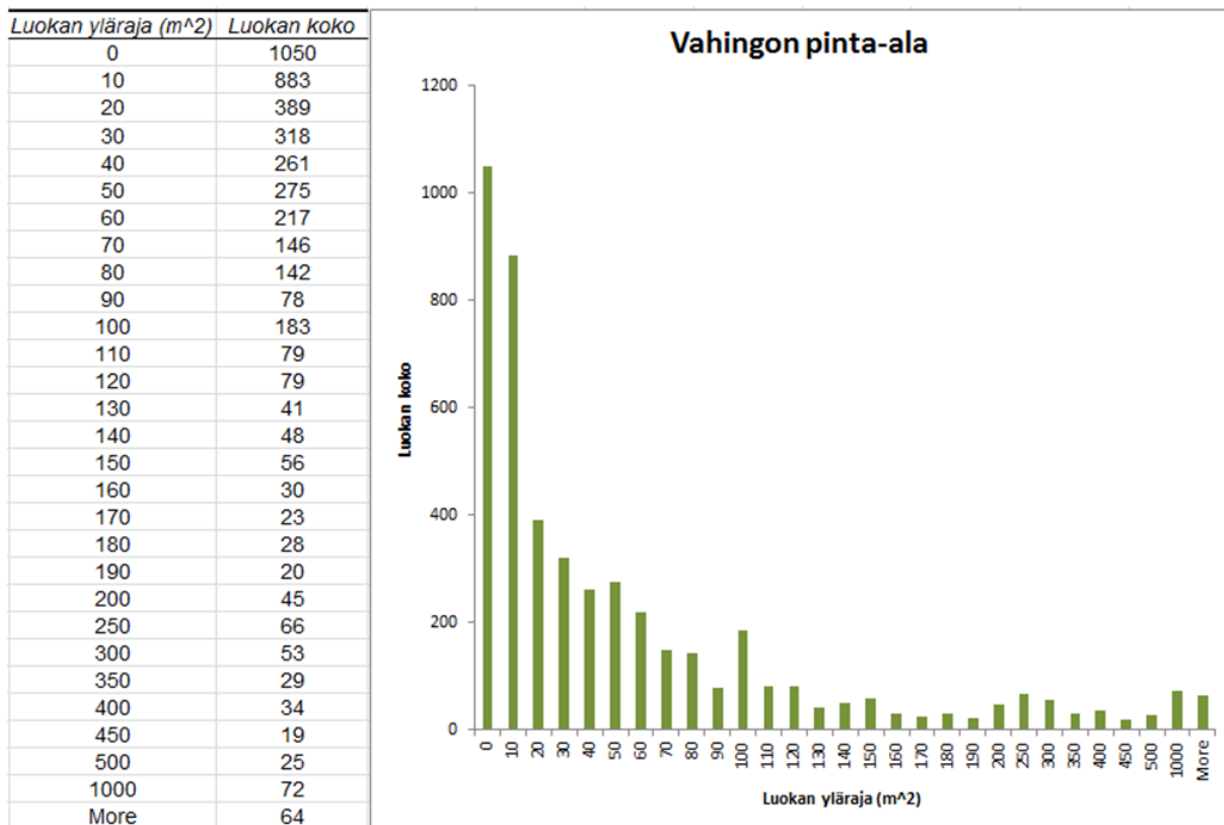


Kuva 1.2: Absoluuttisten irtaimistovahinkoarvojen luokat

Luokan yläraja (€)	Luokan koko
0	1203
1000	362
2000	227
3000	160
4000	153
5000	115
6000	115
7000	111
8000	86
9000	80
10000	86
11000	68
12000	63
13000	55
14000	50
15000	64
16000	49
17000	35
18000	46
19000	34
20000	53
25000	180
30000	159
35000	113
40000	96
45000	109
50000	75
100000	383
More	428



Kuva 1.3: Absoluuttisten rakennus- ja irtaimistovahinkoarvojen luokat

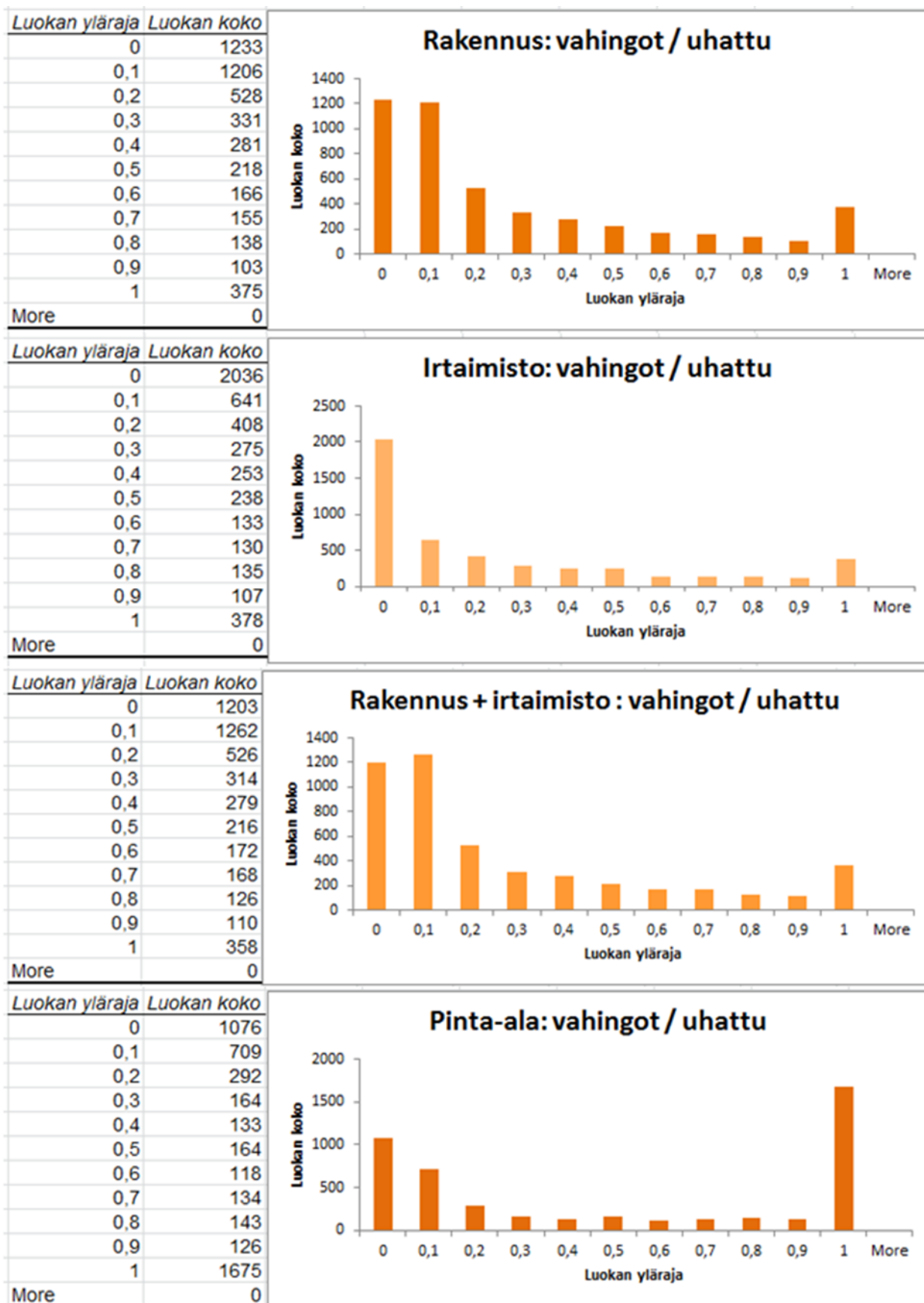


Kuva 1.4: Pinta-alan absoluuttisten vahinkoarvojen luokat

Kaavioista nähdään, että kaikkien tutkittavien vahinkosuureiden tapauksessa nollavahinkojen tapaukset muodostavat suuren osan aineistosta ja tapausten määrä laskee melko tasaisesti vahinkoarvon kasvaessa. Vahinkoarvojen suuren vaihtelun vuoksi luokkien rajoja ei voida tässä asettaa kokonaan tasavälein, vaan loppupään luokat ovat rajoiltaan laajempia, ja luokkakokojen muutoskohtiin tulee selviä hyppäyksiä ylöspäin. Luokkakokojen muutokset huomioiden näyttäisi kuitenkin sille, että tasavälein jaetut luokat pienenevät melko säännöllisesti vahinkoarvon noustessa.

Suhteellisten vahinkoarvojen luokat

Vahinkoarvoluokat ja niiden koot suhteellisten vahinkojen osalta on esitetty kuvassa 2 sekä taulukoina että kaavioina:



Kuva 2: Suhteellisten vahinkoarvojen luokat

Suhteellisten vahinkojen tapauksessa vahinkoarvot ovat nollan ja ykkösen välillä, jolloin luokkarajat voidaan luontevasti asettaa tasavälein (esim. kymmenesosat kuten tässä).

Suhteellisissakin vahingoissa merkittävä osa tapauksista on rakennus- ja irtaimistovahinkojen osalta nollavahinkotapauksia (luokka ”0” suuri). Pääsääntöisesti luokan koko pienenee vastaavan suhteellisen vahinkoarvon kasvaessa, mutta suhteellista vahinkoa 90-100% edustava luokka on hieman edeltäjiään suurempi. Viimeisen luokan suuri koko johtuu mahdollisesti siitä, että vahinkojen näytössä hyvin mittavilta on luonnollisesti helpompaa tulkita vahingot täydellisiksi (suhteellinen arvo 1) kuin eritellä vähäisten säästyneiden rakenteiden arvoa.

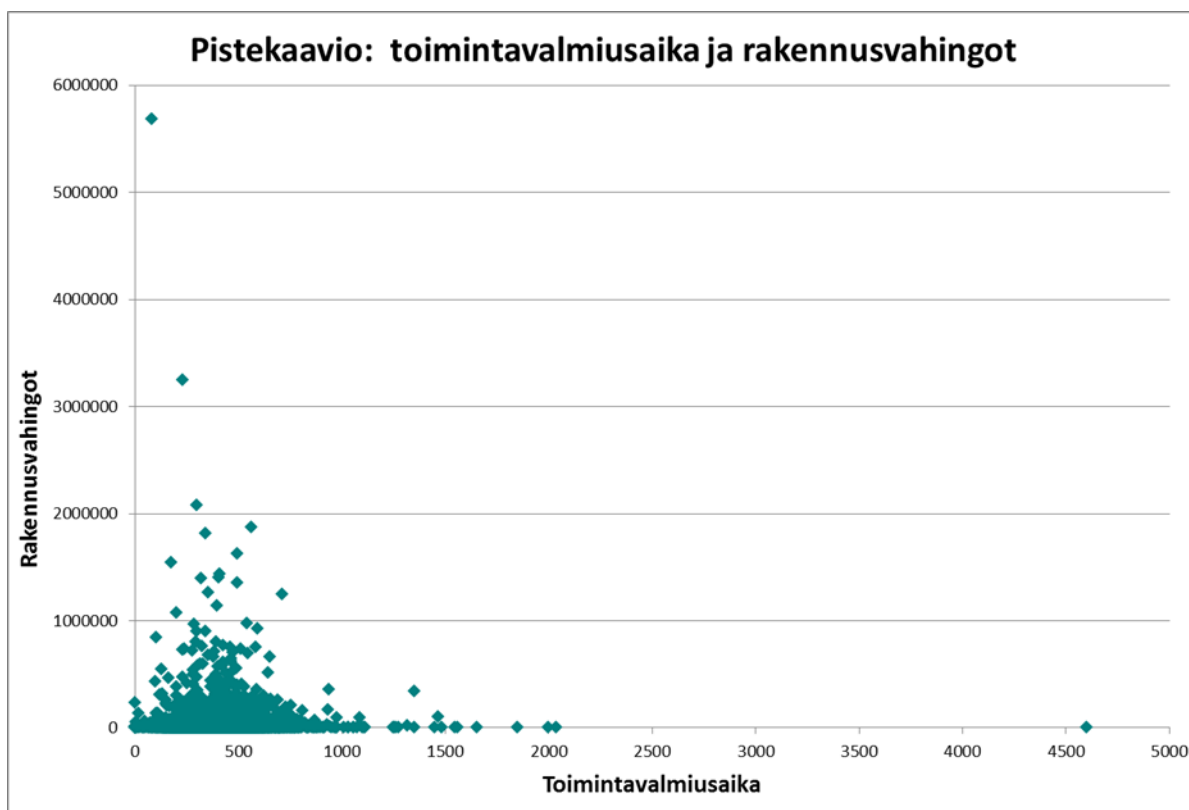
Pinta-alan osalta suhteellisten vahinkojen kaavio poikkeaa selvästi muista, sillä siinä vahingon on katsottu olevan 90-100% uhattuna olleesta pinta-alasta huomattavan suuressa osassa tapauksista. Tämä vaikuttaa erikoiselta siinä mielessä, että jos pinta-alan tuho on täydellistä, niin voisi kuvitella myös rakennus- ja irtaimistovahinkojen olevan täydellisiä. Näin ei nyt kuitenkaan näytä olevan, koska suhteellisten rakennus- ja irtaimistovahinkojen tapauksessa täydellinen tuho on ollut selvästi harvinaisempaa.

Eräs mahdollinen syy saattaisi olla uhattuna olleen pinta-alan arviointiperuste, eli mahdollisesti uhatuksi alaksi on tulkittu vain syttymishuoneen pinta-ala, kun taas rakennus- ja irtaimistovahinkojen tapauksessa uhattuna olleet arvot saatetaan käsittää laajemmiksi. Vaihtoehtoisesti syynä voisi olla se, että palon syttymishuoneen lattia voi mennä ehkä usein kokonaisuudessaan korjauskelvottomaksi, vaikka rakennus- ja irtaimistoarvoja huoneesta jonkin verran säilyisikin.

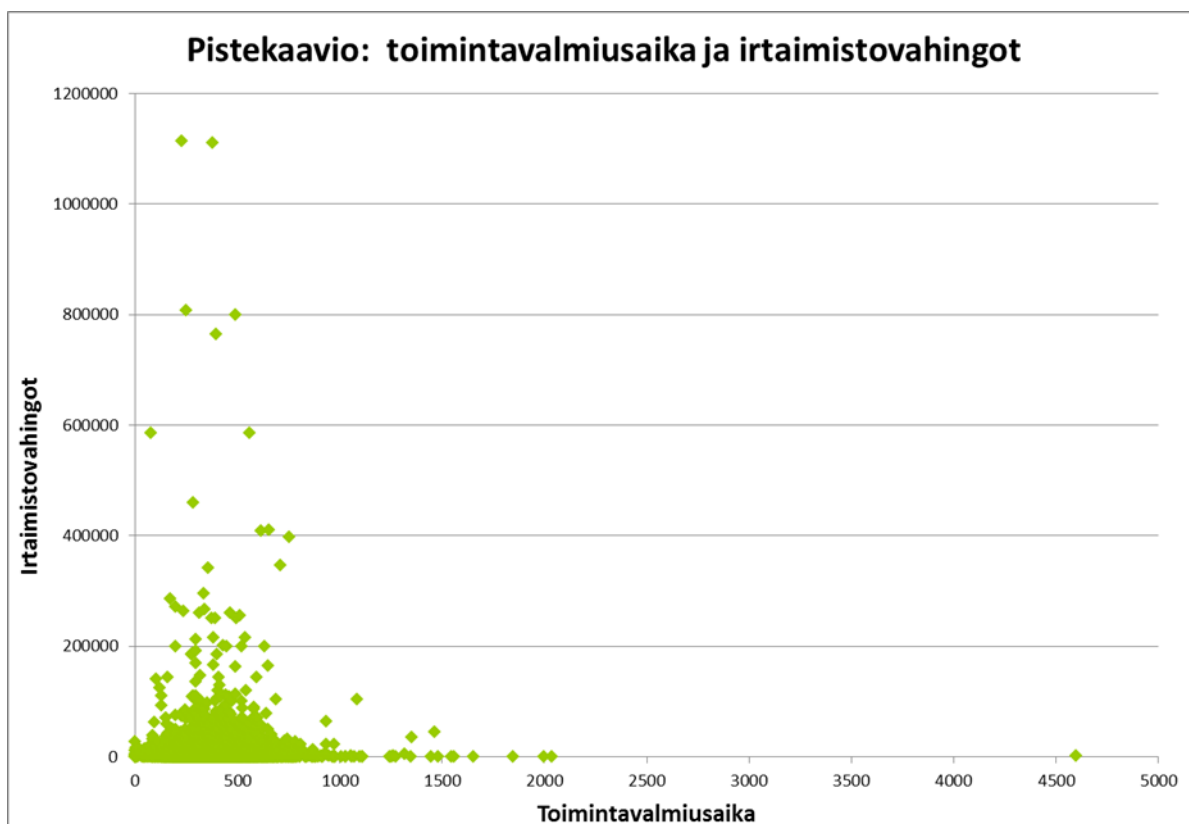
3.2 Pistekaaviot ja korrelaatiot

Absoluuttisten vahinkojen pistekaaviot ja korrelaatiot

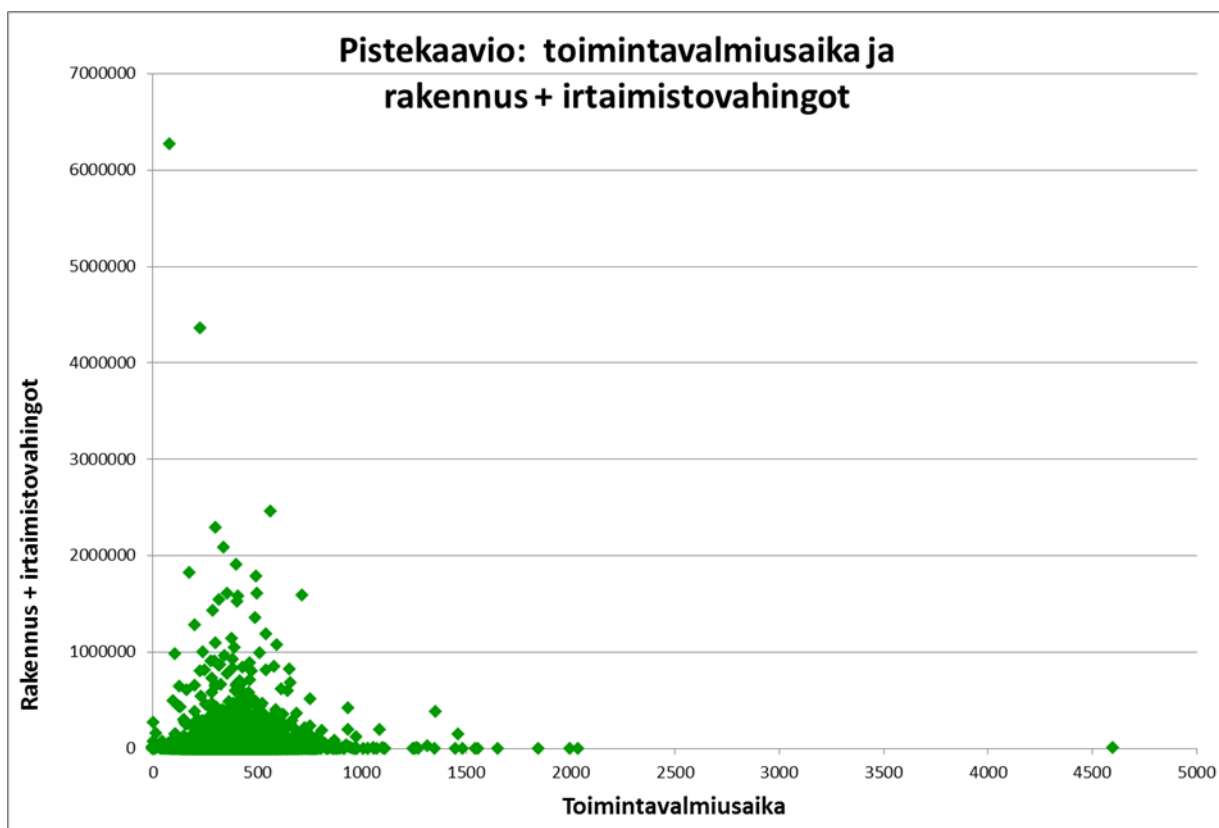
Absoluuttisten vahinkojen osalta pistekaaviot ovat kuvien 3.1, ... , 3.4 mukaiset.



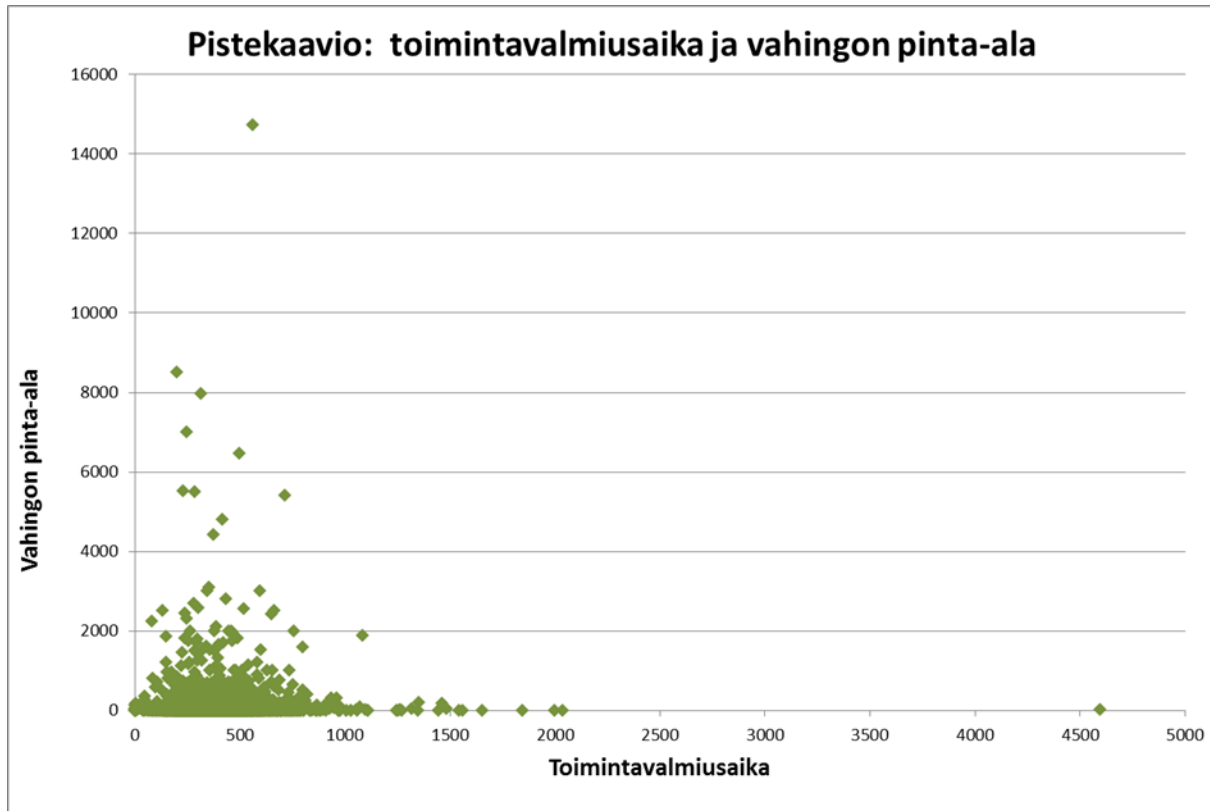
Kuva 3.1: Toimintavalmiusajan ja rakennusvahinkojen pistekaavio



Kuva 3.2: Toimintavalmiusajan ja irtaimistovahinkojen pistekaavio



Kuva 3.3: Toimintavalmiusajan ja rakennus + irtaimistovahinkojen pistekaavio



Kuva 3.4: Toimintavalmiusajan ja vahinkopinta-alan pistekaavio

Kuvista 3.1, ... , 3.4 ei ole selkeästi nähtävissä minkäänlaista korrelaatiota toimintavalmiusajan ja vahinkojen välillä.

Kuvassa 3.1 näkyy erityisen selvästi toimintavalmiusajan 80 s kohdalla oleva poikkeuksellisen suuri vahinkoarvo. Luvun 3.3 kohdassa ” Absoluuttiset vahingot kahden minuutin aikaluokittain ” havaitaan, että tämän yksittäisen miljoonavahinkotapauksen takia ensimmäisen aikaluokan ”0 – 120” absoluuttisten rakennusvahinkojen keskiarvo on huomattavasti korkeampi kuin muilla luokilla (ks. kuva 5). Kyseisen kohdan keskiarvojen pylväskaaviot piirretään vertailun vuoksi myös muokatulla aineistolla, josta tämä poikkeuksellinen yksittäistapaus on poistettu, ja havaitaan kaavion muodossa merkittävä muutos (ks. kuva 6).

Absoluuttisten vahinkosuureiden korrelaatiokertoimet toimintavalmiusajan kanssa sekä vastaavat p-arvot on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1: Absoluuttisten vahinkosuureiden korrelaatiokertoimet toimintavalmiusajan kanssa ja vastaavat p-arvot

	korrelaatiokerroin	p-arvo (2-suunt)	p-arvo (1-suunt)
Rakennusvahingot	-0,00852	0,55704	0,27852
Irtaimistovahingot	0,00261	0,85724	0,42862
Rakennus- ja irtaimistovahingot	-0,00636	0,66104	0,33052
Vahingon pinta-ala	0,00476	0,74251	0,37126

Taulukosta 1 havaitaan, että absoluuttisten vahinkojen ja toimintavalmiusajan väliset korrelaatiokertoimet ovat hyvin lähellä nollaa, eli otoksen vahingot eivät juuri korreloi toimintavalmiusajan kanssa. Myös p-arvot ovat suuria, joten otoksessa havaittua mahdollista korrelaatiota ei voitaisi yleistää rakennuspaloihin laajemmin. Korrelaation puuttuminen ei kuitenkaan sulje pois sitä, etteikö absoluuttisten vahinkojen ja toimintavalmiusajan välillä voisi olla jotain epälineaarista riippuvuutta.

Absoluuttisten vahinkosuureiden Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimet toimintavalmiusajan kanssa sekä vastaavat p-arvot ovat taulukon 2 mukaiset.

Taulukko 2: Absoluuttisten vahinkosuureiden Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimet toimintavalmiusajan kanssa ja vastaavat p-arvot

	Spearmanin järjestyskorrelaatio	p-arvo (2-suunt)	p-arvo (1-suunt)
Rakennusvahingot	0,06371	0,00001	0,00001
Irtaimistovahingot	0,06005	0,00003	0,00002
Rakennus- ja irtaimistovahingot	0,06176	0,00002	0,00001
Vahingon pinta-ala	0,05238	0,00030	0,00015

Taulukosta 2 havaitaan, että absoluuttisten vahinkoarvojen ja toimintavalmiusajan väliset Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimet ovat selvästi suurempia kuin tavalliset korrelaatiokertoimet, ja li-

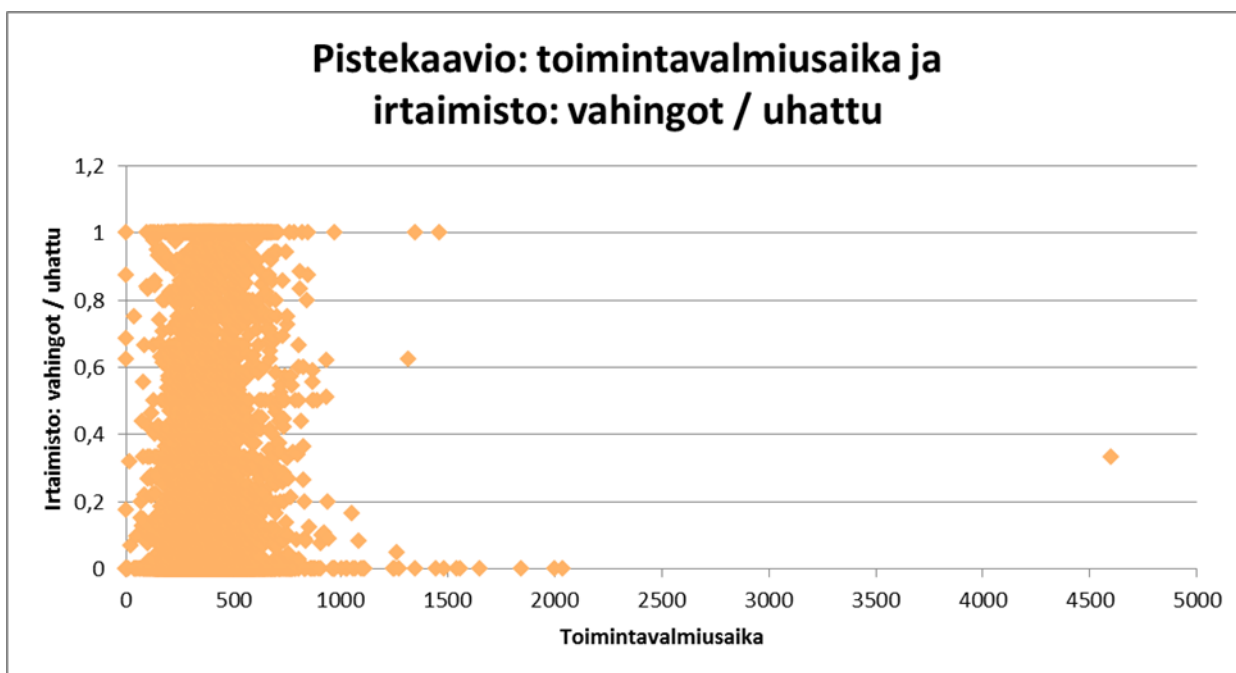
säksi kaikki positiivisia. Tämä tarkoittaa, että vahinkoarvoilla on taipumusta kasvaa toimintavalmiusajan mukana, mutta kerrointen pienuudesta johtuen tämä riippuvuus on hyvin lievää. p-arvot ovat tässä hyvin pieniä, mikä tarkoittaa, että otoksessa havaittu lievä korrelaatio voidaan yleistää rakennuspaloihin laajemmin.

Suhteellisten vahinkojen pistekaaviot ja korrelaatiot

Suhteellisten vahinkojen osalta pistekaaviot ovat kuvien 4.1, ... , 4.4 mukaiset.



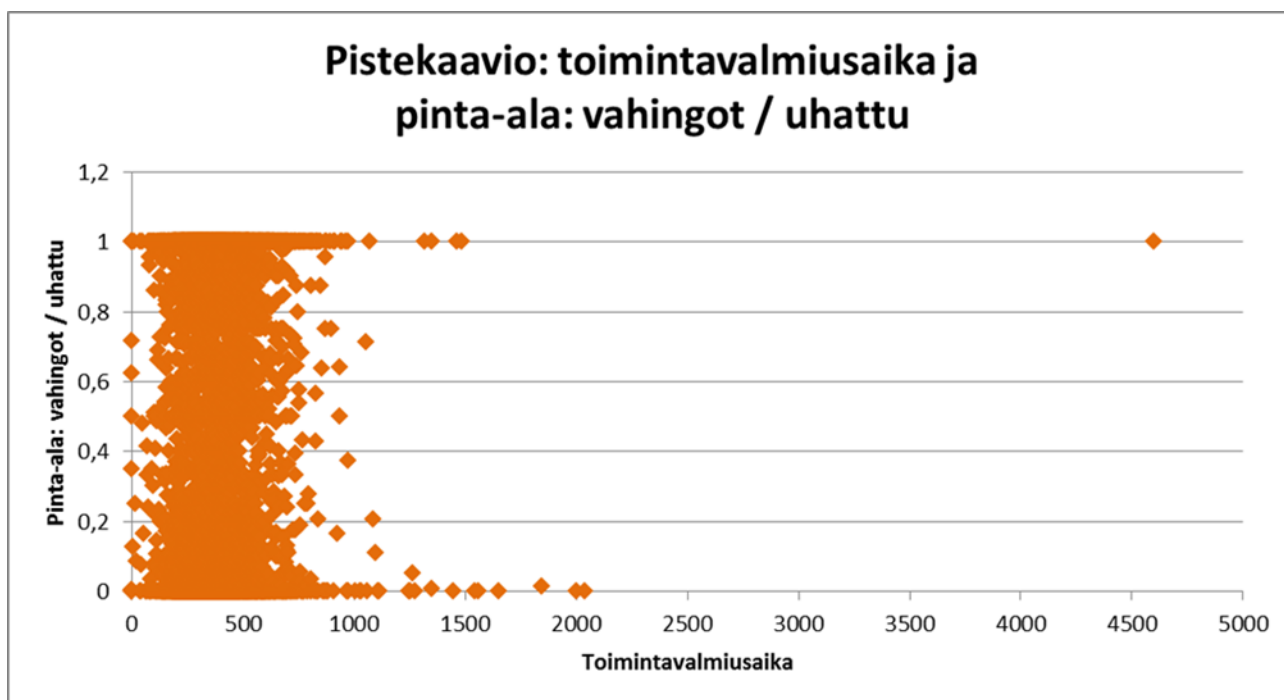
Kuva 4.1: Toimintavalmiusajan ja suhteellisten rakennusvahinkojen pistekaavio



Kuva 4.2: Toimintavalmiusajan ja suhteellisten irtaimistovahinkojen pistekaavio



Kuva 4.3: Toimintavalmiusajan ja suhteellisten rakennus + irtaimistovahinkojen pistekaavio



Kuva 4.4: Toimintavalmiusajan ja suhteellisten pinta-alavahinkojen pistekaavio

Myöskään suhteellisten vahinkojen tapauksessa korrelointi toimintavalmiusajan kanssa ei ole aina-
kaan kuvien 4.1, ... 4.4 perusteella mitenkään selvästi havaittavissa,

Suhteellisten vahinkosuureiden korrelaatiokertoimet toimintavalmiusajan kanssa sekä vastaavat p-
arvot on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3: Suhteellisten vahinkosuureiden korrelaatiokertoimet toimintavalmiusajan kanssa ja vastaavat p-arvot

	korrelaatiokerroin	p-arvo (2-suunt)	p-arvo (1-suunt)
Rakennus: vahingot / uhattu	0,05483	0,00016	0,00008
Irtaimisto: vahingot / uhattu	0,05453	0,00017	0,00009
Rakennus + irtaimisto: vahingot / uhattu	0,05576	0,00012	0,00006
Pinta-ala: vahingot / uhattu	0,02465	0,08990	0,04495

Taulukon 3 mukaan suhteellisten vahinkojen ja toimintavalmiusajan väliset korrelaatiot ovat kaikki
positiivisia ja lisäksi kertaluokkaa suurempia kuin absoluuttisten vahinkojen tapauksessa (taulukko
1). Korrelaatiot ovat kuitenkin hyvin pieniä, joten suhteellisten vahinkoarvojen ja toimintavalmius-
ajan lineaarinen riippuvuus on heikkoa. Rakennus- ja irtaimistovahinkojen kohdalla p-arvot ovat
sen verran pieniä, että suhteellisten vahinkojen ja toimintavalmiusajan välisen korrelaation voisi
yleistää otoksen perusteella rakennuspaloihin yleisemminkin. Vahinkopinta-alan kohdalla 2-suun-
tainen p-arvo on liian suuri otoksen tulosten yleistämiseen.

Suhteellisten vahinkosuureiden Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimet toimintavalmiusajan
kanssa sekä vastaavat p-arvot ovat taulukon 4 mukaiset.

Taulukko 4: Suhteellisten vahinkosuureiden Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimet toimintavalmiusajan kanssa ja vastaavat p-arvot

	Spearmanin järjestyskorrelaatio	p-arvo (2-suunt)	p-arvo (1-suunt)
Rakennusvahingot	0,06258	0,00002	0,00001
Irtaimistovahingot	0,06669	0,00000	0,00000
Rakennus- ja irtaimistovahingot	0,06126	0,00002	0,00001
Vahingon pinta-ala	0,03283	0,02387	0,01194

Taulukosta 4 havaitaan, että suhteellisten vahinkojen tapauksessa Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimet toimintavalmiusajan kanssa ovat hieman suurempia kuin tavalliset korrelaatiokertoimet (taulukko 3) ja jälleen kaikki positiivisia. Nämä kertoimet ovat myös suurempia kuin absoluuttisten vahinkojen vastaavat (taulukko 2), joten suhteelliset vahingot näyttäisivät kasvavan toimintavalmiusajan mukana hieman vahvemmin. p-arvot ovat pieniä, joten otoksessa havaittu lievä monotoni-
nen korrelaatio voidaan yleistää rakennuspaloihin laajemmin.

3.3 Vahingot aikaluokittain

Tulokset käsitellään absoluuttisten ja suhteellisten vahinkojen osalta erikseen, sillä absoluuttisten vahinkojen tarkastelussa käytetään koko aineistoa ja suhteellisten vahinkojen tarkastelussa vain sitä aineiston osaa, josta on poistettu varmuudella virheelliset (eli ykköstä suuremmat) arvot.

Aluksi esitetään tulokset taulukkona, jossa kaikki tiedot ovat samassa. Sen jälkeen havainnollistetaan jokaisen vahinkoarvosuureen osalta vahinkojen aikaluokkariippuvuutta esittämällä tulokset pylväskaavioina. Keskiarvot (ka) ja mediaanit (md) esitetään erillisissä kaavioissa ja keskiarvojen kaavioihin on lisätty virhepalkkeina keskiarvon keskivirheet kuvaamaan arvion tarkkuutta jokaisessa luokassa.

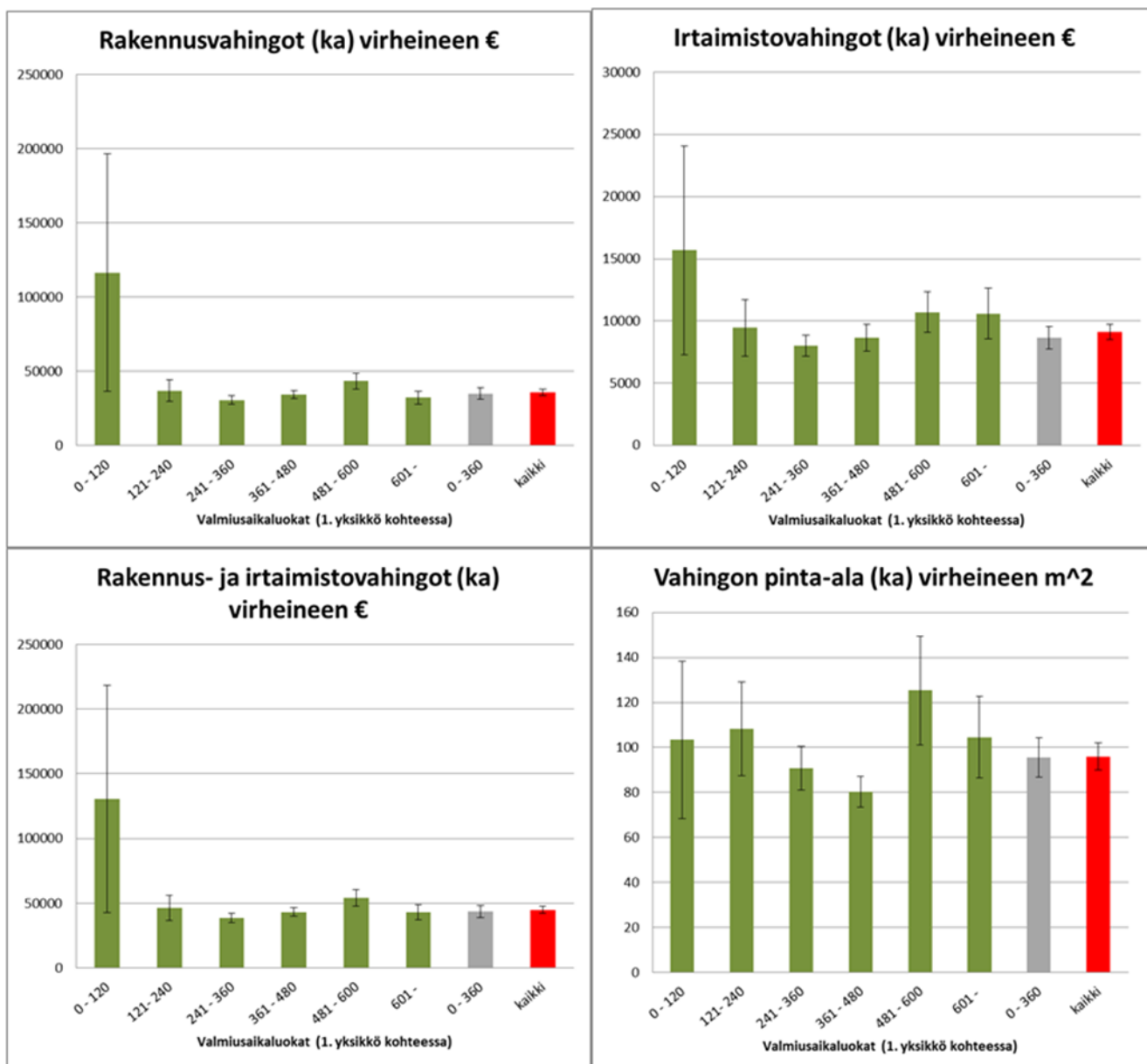
Absoluuttiset vahingot kahden minuutin aikaluokittain

Kahden minuutin luokkajaan tuloksena saadut absoluuttisten vahinkojen tiedot on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5 Absoluuttiset vahingot kahden minuutin aikaluokittain

Valmiusaikaluokka (1. yksikkö kohteessa)	0 - 120	121- 240	241 - 360	361 - 480	481 - 600	601 -	0 - 360	kaikki
Otoskoko	72	552	1526	1486	709	413	2150	4758
Rakennusvahingot (ka) €	116581	36981	30615	34368	43372	32424	35091	35865
Irtaimistovahingot (ka) €	15682	9451	8028	8644	10711	10599	8646	9122
Rakennusvahingot + Irtaimistovahingot (ka) €	130425,7	46348	38617	43012	53931	43023	43677	44940
Vahingon pinta-ala (ka) m2	103	108	91	80	125	105	96	96
Rakennusvahingot (md) €	5000	3600	4800	5355	7600	5940	4300	5120
Irtaimistovahingot (md) €	1000	500	1000	1000	1500	1000	1000	1000
Rakennusvahingot + Irtaimistovahingot (md) €	5745	4000	5875	6710	9000	7200	5320	6440
Vahingon pinta-ala (md) m2	20	20	22	22,5	33	30	20	24
Rakennusvahingot (kh) €	679986,5	173763,2	114723,7	102412,8	137788,9	88837,84	180006,5	146375,6
Irtaimistovahingot (kh) €	71290	53714	33090	40744	43531	41512	41048	41369
Rakennusvahingot + Irtaimistovahingot (kh) €	745598,1	225368,4	137422	128393	171747,5	118910	212280,1	176444
Vahingon pinta-ala (kh) m2	297	488	380	259	640	368	408	411
Rakennusvahingot, ka-virhe €	80137	7396	2937	2657	5175	4371	3882	2122
Irtaimistovahingot, ka-virhe €	8402	2286	847	1057	1635	2043	885	600
Rakennusvahingot + Irtaimistovahingot, ka-virhe €	87870	9592	3518	3331	6450	5851	4578	2558
Vahingon pinta-ala, ka-virhe m2	35	21	10	7	24	18	9	6

Taulukon 5 tiedoista poimitut absoluuttisten vahinkojen keskiarvot virhepalkkeineen on esitetty kuvassa 5. (Kaavioissa on vaaka-akselilla erillisten 2 min luokkien lisäksi omat palkit luokille ”0-360” ja ”kaikki”, jolloin vahinkojen aikariippuvuutta tarkasteltaessa pitää huomioida, etteivät kaksi viimeistä pylvästä kuulu samaan sarjaan.)



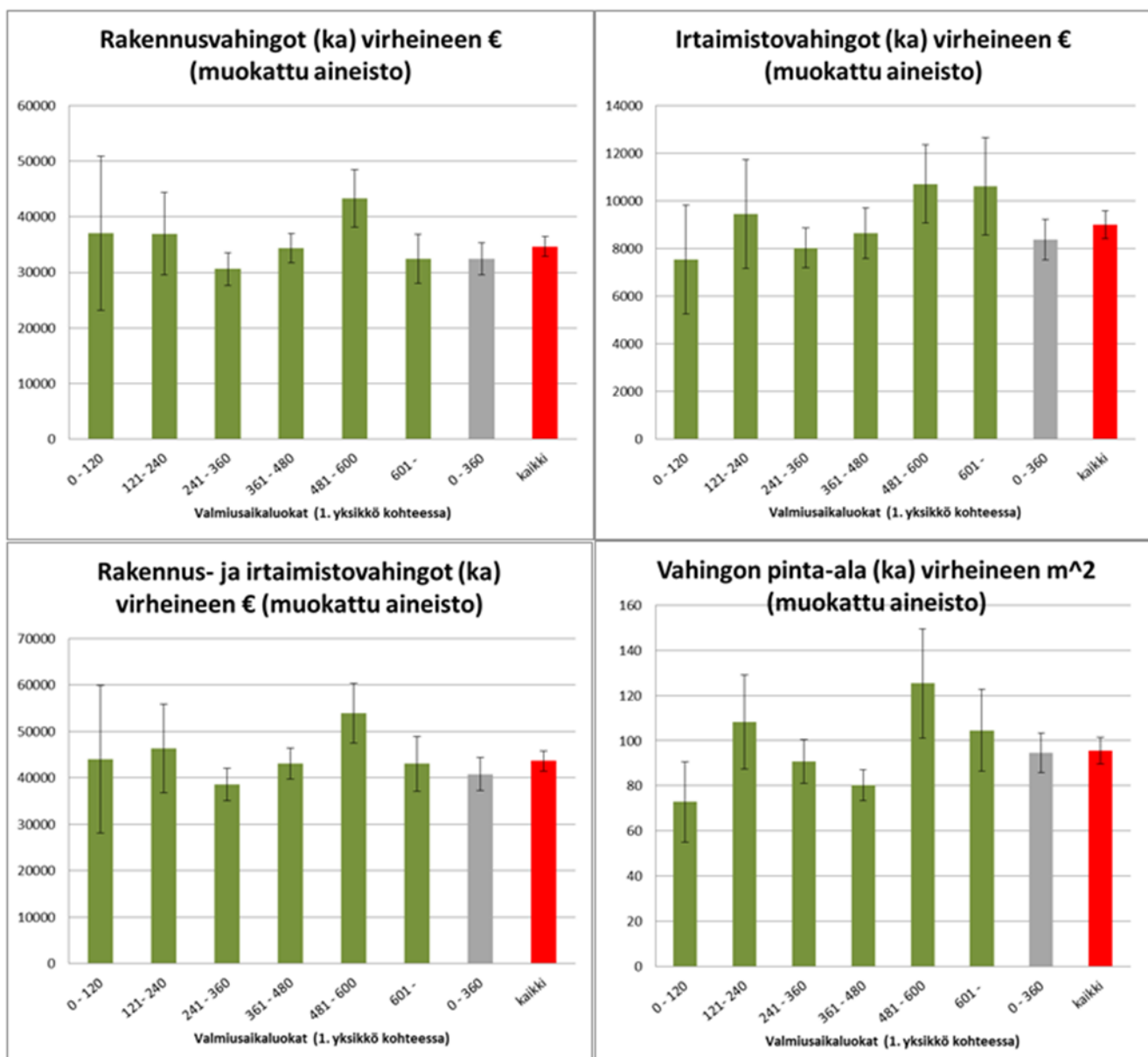
Kuva 5: Absoluuttisten vahinkojen 2 minuutin aikaluokkien keskiarvojen kaaviot virhepalkkeineen (keskiarvon keskivirhe)

Nähdään, että absoluuttisten vahinkojen keskiarvojen tapauksessa ensimmäisessä aikaluokassa ”0-120” erityisesti rakennusvahinkojen määrä on keskiarvoltaan poikkeuksellisen suuri. Toisaalta tämän luokan virhemarginaalit ovat suuren hajonnan ja pienehkön otoksen takia suuret, jolloin keskiarvo ei ole kovin luotettava. Rakennusvahinkojen suuri keskiarvo ensimmäisessä aikaluokassa periytyy suoraan rakennus- ja irtaimistovahinkojen summalle, mutta myös irtaimistovahinkojen osalta ensimmäisen luokan keskiarvo ja virhemarginaali ovat jonkin verran muiden luokkien arvoja suurempia. Vahingon pinta-alan suhteen aikaluokat sen sijaan ovat melko tasavertaisia keskenään.

Edellä luvussa 3.3 (kuva 3.1) nähtiin, että ensimmäiseen aikaluokkaan ”0 – 120” kuuluu poikkeuksellisen suuret rakennusvahingot aiheuttanut yksittäistapaus, jonka vaikutus keskiarvoon on pienen otokseen johdosta hyvin dramaattinen. Kyseinen miljoonavahinkotapaus on keskellä yötä syttynyt

tehdaspalo (Hausjärvi 2011), joten on mahdollista, että palo on havaittu melko myöhään syttymisen jälkeen. Tällöin toimintavalmiusaika ei välttämättä vastaa syttymishetken ja palokunnan saapumisen välistä aikaa samalla tavoin kuin useimmissa muissa 1- ja 2 –riskiluokan ruuduissa sattuneissa rakennuspaloissa voisi olettaa.

Tämän merkittävän suuret vahingot aiheuttaneen yksityistapauksen vaikutusta absoluuttisten vahinkojen aikaluokkakakeskiarvojen suhteisiin tutkittiin tekemällä vastaavat kaaviot myös poistamalla aineistosta kyseinen tapaus; näin käsiteltyä aineistoa kutsutaan tässä muokatuksi aineistoksi. Tulokset on esitetty kuvassa 6, josta nähdään, että esimerkiksi rakennusvahinkojen osalta ensimmäisen aikaluokan ”0-120” vahinkoarvo putoaa n. 70% aiemmasta arvostaan, ja samalla keskiarvon keskivirhe pienenee huomattavasti. (Mediaanit eivät yhden tuloksen poistamisesta juuri muutu, joten niitä ei ole esitetty erikseen.)

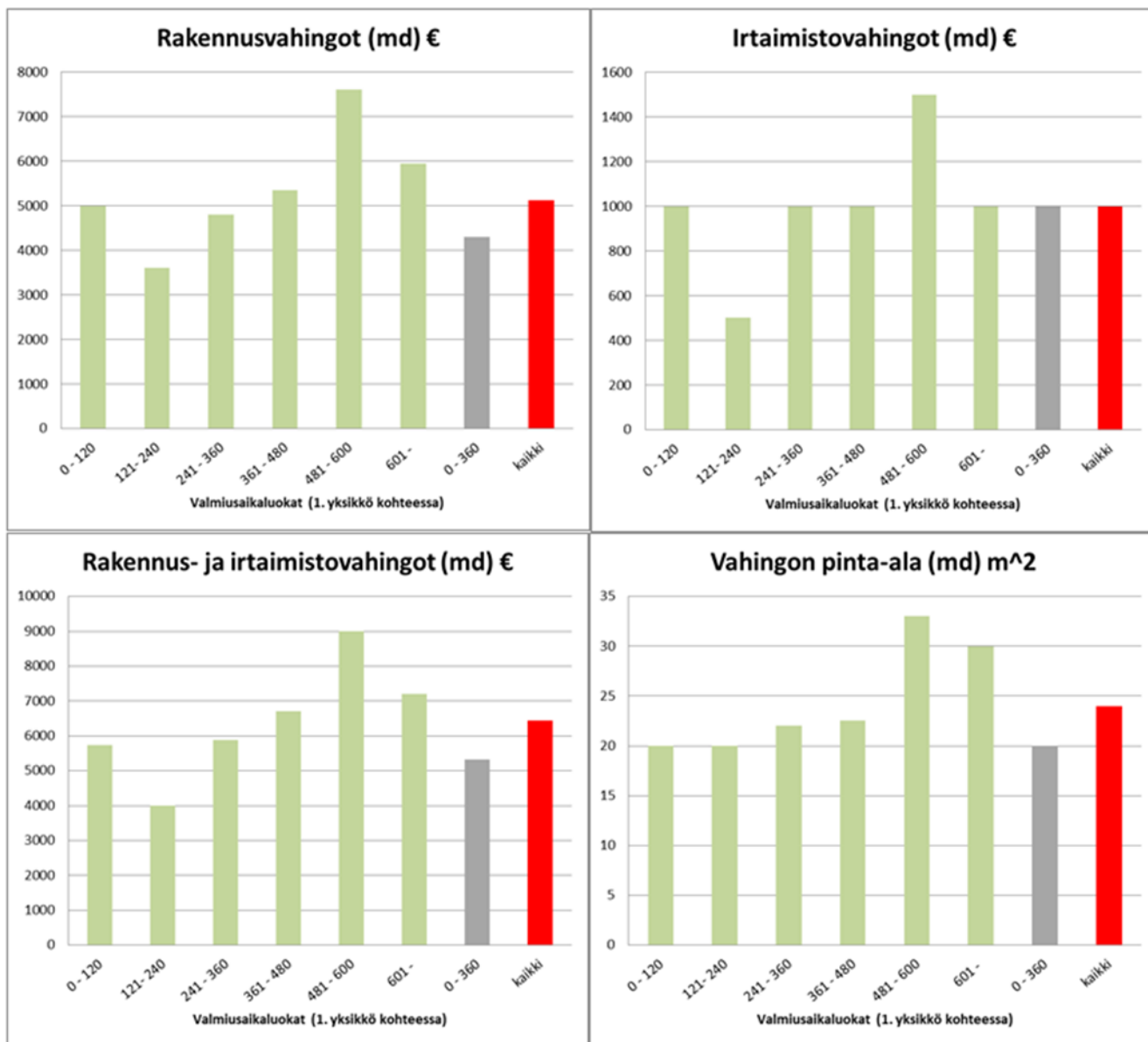


Kuva 6: Muokatusta aineistosta (luokasta "0-120" poistettu yksi rakennusvahingoiltaan selvästi muita suurempi tapaus) laskettujen absoluuttisten vahinkojen 2 minuutin aikaluokkien keskiarvojen kaaviot virhepalkkeineen

Aineiston muokkaamiseen yksittäisiä tapauksia poistamalla pitää kuitenkin suhtautua varauksella, ettei tule vääristäneeksi tuloksia ennako-odotustensa mukaisiksi. Tästä syystä muissa tarkasteluissa käytetään jatkossa alkuperäistä aineistoa, josta ei ole poistettu poikkeavia yksittäistapauksia.

Kummankaan kuvissa 5 ja 6 esitetyn kaaviosarjan perusteella ei selkeästi voida havaita absoluuttisten vahinkojen keskiarvojen kasvua aikaluokan mukana. Pienestä absoluuttisten vahinkojen määrän kasvusta toimintavalmiusajan mukana voi tosin kertoa se, että luokan "0-360" arvo on jokaisen suureen kohdalla hieman pienempi kuin koko aineistoa kuvaavan luokan "kaikki" arvo. Paremmin tämä lyhyiden ja pitkien toimintavalmiusaikojen välinen ero vahinkojen määrässä tulee esille kohdassa "Absoluuttiset vahingot: jako kahteen luokkaan", jossa vertailtavat aikaluokat ovat kokonaan erillisiä.

Taulukon 5 tiedoista poimitut absoluuttisten vahinkojen mediaanit on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7: Absoluuttisten vahinkojen 2 minuutin aikaluokkien mediaanien kaaviot

Absoluuttisten rakennus- ja irtaimistovahinkojen mediaanit ovat lukuarvoltaan n. kymmenesosan luokkaa vastaaviin keskiarvoihin verrattuna, mikä tarkoittaa sitä, että aineiston suurin massa on selvästi keskiarvoa matalammalla tasolla. Näiden vahinkojen jakaumat ovat siis huomattavan vinoja, johtuen siitä, että yksittäiset suurten vahinkojen tapaukset nostavat aikaluokkien vahinkokeskiarvoa voimakkaasti. Myös vahinkopinta-alan tapauksessa mediaanit ovat keskiarvoja selvästi pienempiä, mutta ero ei ole aivan niin suuri.

Mediaanien kautta tarkasteltuna absoluuttisissa rakennus- ja irtaimistovahingoissa ensimmäinen aikaluokka ei erotu vahingoiltaan erityisen suurena, mutta jostain syystä toisessa aikaluokassa ”121-240” vahingot ovat erityisen pieniä ja aikaluokassa ”481-600” erityisen suuria.

Mediaanien osalta rakennus- ja irtaimistovahingot näyttävät noudattavan aaltomaista käyrää, mutta vahingon pinta-ala kasvaa lähes monotonisesti aikaluokan funktiona.

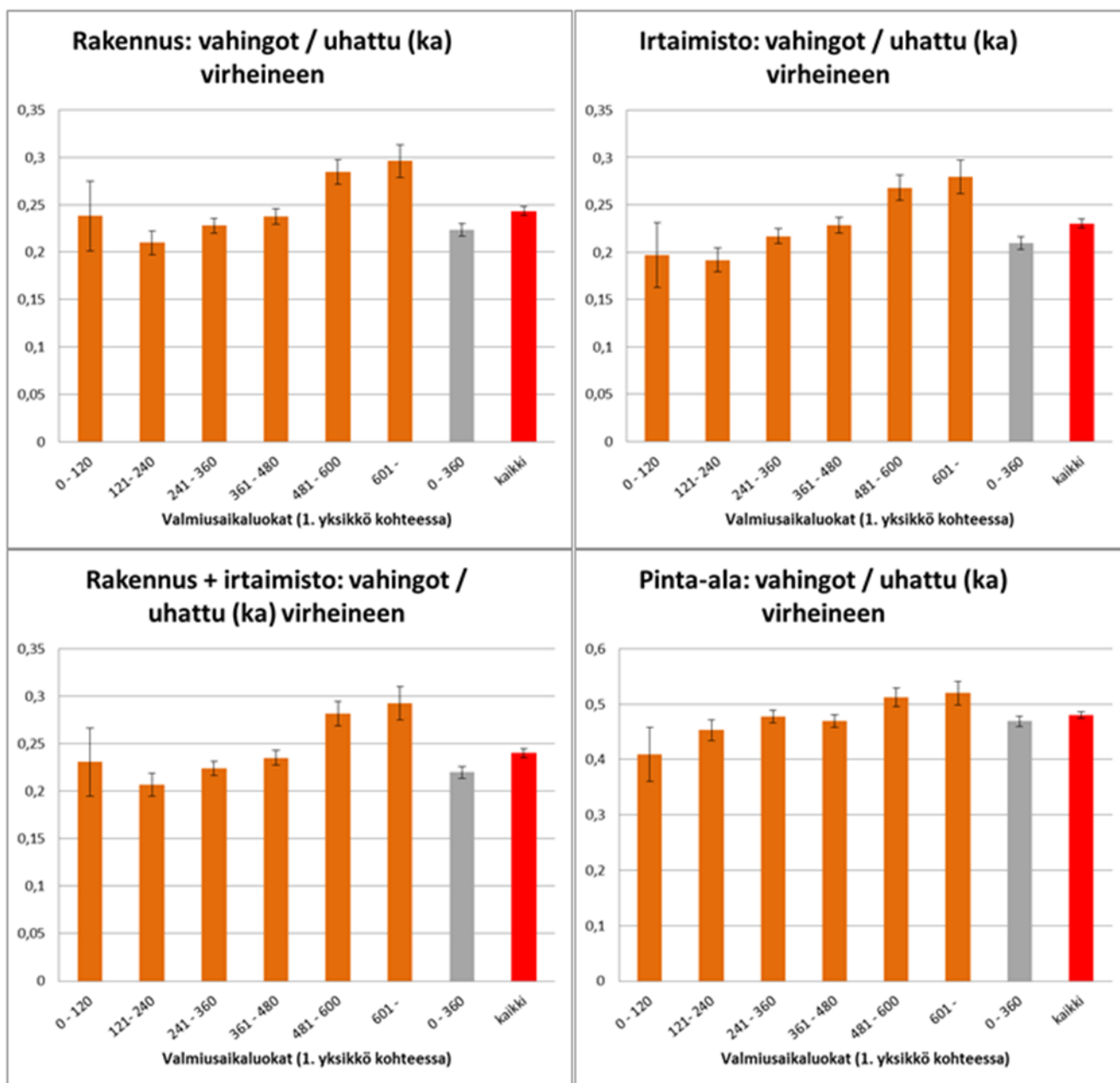
Suhteelliset vahingot kahden minuutin aikaluokittain

Kahden minuutin luokkajaon tuloksena saadut suhteellisten vahinkojen tiedot on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6: Suhteelliset vahingot kahden minuutin aikaluokittain

Valmiusaikaluokka (1. yksikkö kohteessa)	0 - 120	121 - 240	241 - 360	361 - 480	481 - 600	601 -	0 - 360	kaikki
Otoskoko	72	550	1519	1476	707	410	2141	4734
Rakennus: vahingot / uhattu (ka)	0,238	0,210	0,228	0,238	0,285	0,296	0,224	0,243
Irtaimisto: vahingot / uhattu (ka)	0,197	0,191	0,217	0,228	0,268	0,279	0,210	0,230
Rakennus + irtaimisto: vahingot / uhattu (ka)	0,231	0,207	0,224	0,235	0,282	0,293	0,220	0,240
Pinta-ala: vahingot / uhattu (ka)	0,409	0,453	0,478	0,469	0,512	0,520	0,469	0,480
Rakennus: vahingot / uhattu (md)	0,097	0,071	0,081	0,090	0,122	0,115	0,078	0,090
Irtaimisto: vahingot / uhattu (md)	0,047	0,005	0,042	0,049	0,077	0,083	0,033	0,050
Rakennus + irtaimisto: vahingot / uhattu (md)	0,096	0,075	0,081	0,087	0,108	0,111	0,079	0,088
Pinta-ala: vahingot / uhattu (md)	0,277	0,277	0,400	0,366	0,526	0,574	0,346	0,400
Rakennus: vahingot / uhattu (kh)	0,312	0,296	0,297	0,307	0,343	0,353	0,297	0,313
Irtaimisto: vahingot / uhattu (kh)	0,292	0,295	0,307	0,318	0,349	0,356	0,304	0,321
Rakennus + irtaimisto: vahingot / uhattu (kh)	0,303	0,291	0,294	0,305	0,341	0,351	0,293	0,311
Pinta-ala: vahingot / uhattu (kh)	0,415	0,441	0,441	0,433	0,438	0,444	0,441	0,439
Rakennus: vahingot / uhattu, ka-virhe	0,037	0,013	0,008	0,008	0,013	0,017	0,006	0,005
Irtaimisto: vahingot / uhattu, ka-virhe	0,034	0,013	0,008	0,008	0,013	0,018	0,007	0,005
Rakennus + irtaimisto: vahingot / uhattu, ka-virhe	0,036	0,012	0,008	0,008	0,013	0,017	0,006	0,005
Pinta-ala: vahingot / uhattu, ka-virhe	0,049	0,019	0,011	0,011	0,016	0,022	0,010	0,006

Taulukon 6 tiedoista poimitut suhteellisten vahinkojen keskiarvot virhepalkkeineen on esitetty kuvassa 8.

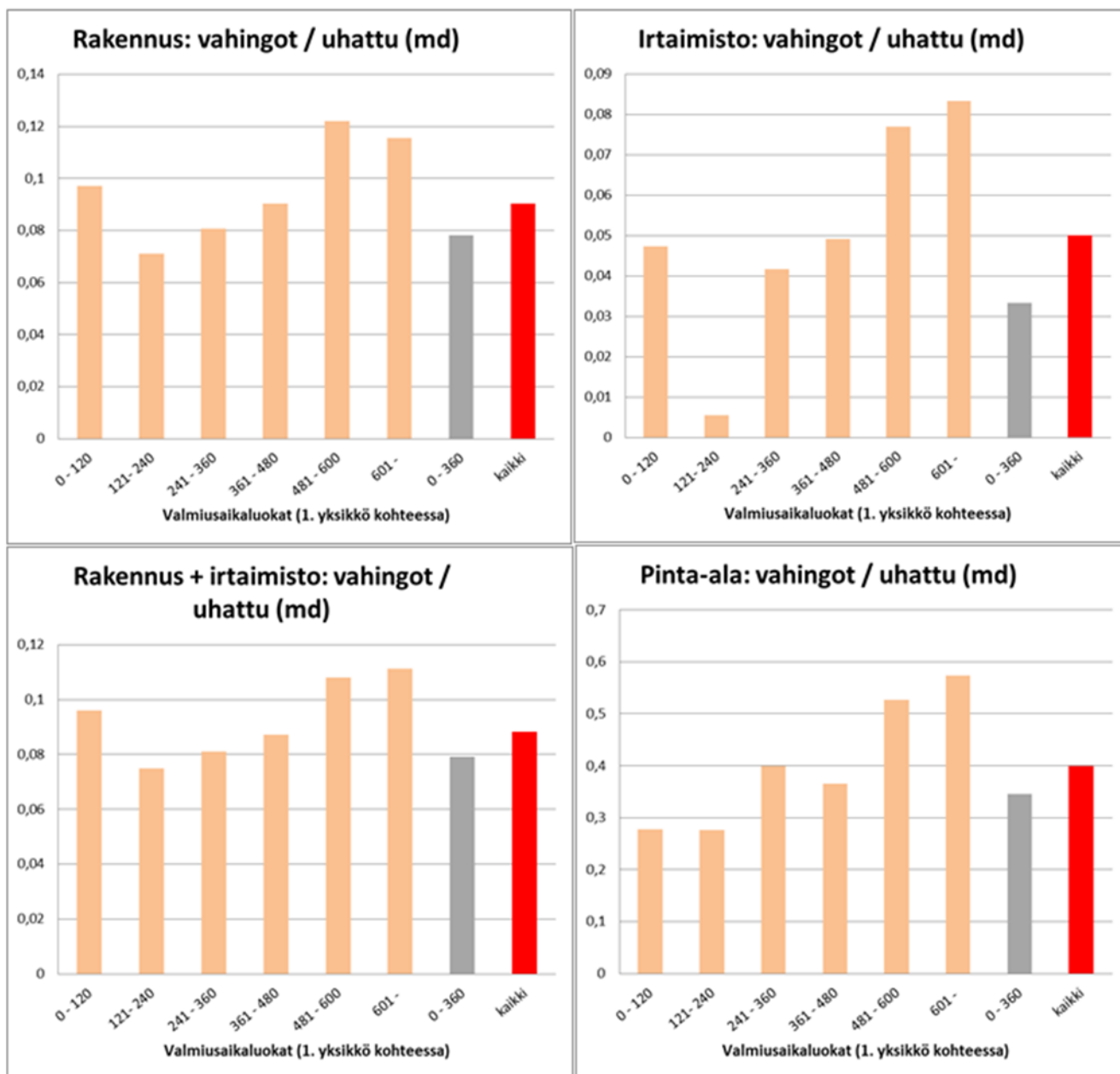


Kuva 8: Suhteellisten vahinkojen 2 minuutin aikaluokkien keskiarvojen kaaviot virhepalkkeineen (keskiarvon keskivirhe)

Suhteellisten vahinkojen tapauksessa rakennus- ja irtaimistovahinkojen keskiarvo kasvaa monotonisesti aikaluokan mukana, lukuun ottamatta ensimmäistä aikaluokkaa ”0-120”, jossa arvo on hieman seuraajaansa suurempi ja toisaalta virhemarginaalitkin ovat suurehkot. Myös pinta-alan keskiarvon kasvu aikaluokan mukana on monotonista pientä poikkeusta (luokka ”361-480”) lukuun ottamatta.

Aikaluokan ”0-360” suhteellisten vahinkojen arvo on nytkin aina pienempi kuin koko aineiston (luokka ”kaikki”) arvo. Erotus näyttäisi tässä tilanteessa olevan selkeämpi kuin absoluuttisten vahinkojen tapauksessa, mikä voi viitata suhteellisten vahinkojen määrän ja toimintavalmiusajan väliin tiiviimpään yhteyteen.

Taulukon 6 tiedoista poimitut suhteellisten vahinkojen mediaanit on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9: Suhteellisten vahinkojen 2 minuutin aikaluokkien mediaanien kaaviot

Suhteellistenkin vahinkojen mediaanien lukuarvot ovat keskiarvoja pienempiä, mutta ero on selvästi pienempi kuin absoluuttisten arvojen tapauksessa. Rakennus- ja irtaimistovahinkojen tapauksessa mediaanit ovat reilun viidenneksen keskiarvoista ja pinta-alan tapauksessa suhdeluku on yli 80 %. Siis suhteellisten vahinkojen osalta keskiarvo on selvästi lähempänä vahinkoarvojen suurta massaa kuin absoluuttisten vahinkojen tapauksessa.

Suhteellisten vahinkojen mediaanit tuntuvat rakennus- ja irtaimistovahinkojen tapauksessa noudattavan samankaltaista aaltomaista käyrää kuin absoluuttisten virheiden tapauksessa. Myös vahingon pinta-alan mediaani kasvaa jälleen lähes monotonisesti aikaluokan mukana.

Suhteellisten vahinkojen mediaanien tapauksessa aikaluokan ”0-360” arvo on aina selvästi koko aineiston arvoa pienempi, mikä voi viitata vahinkojen ja toimintavalmiusajan väliseen yhteyteen.

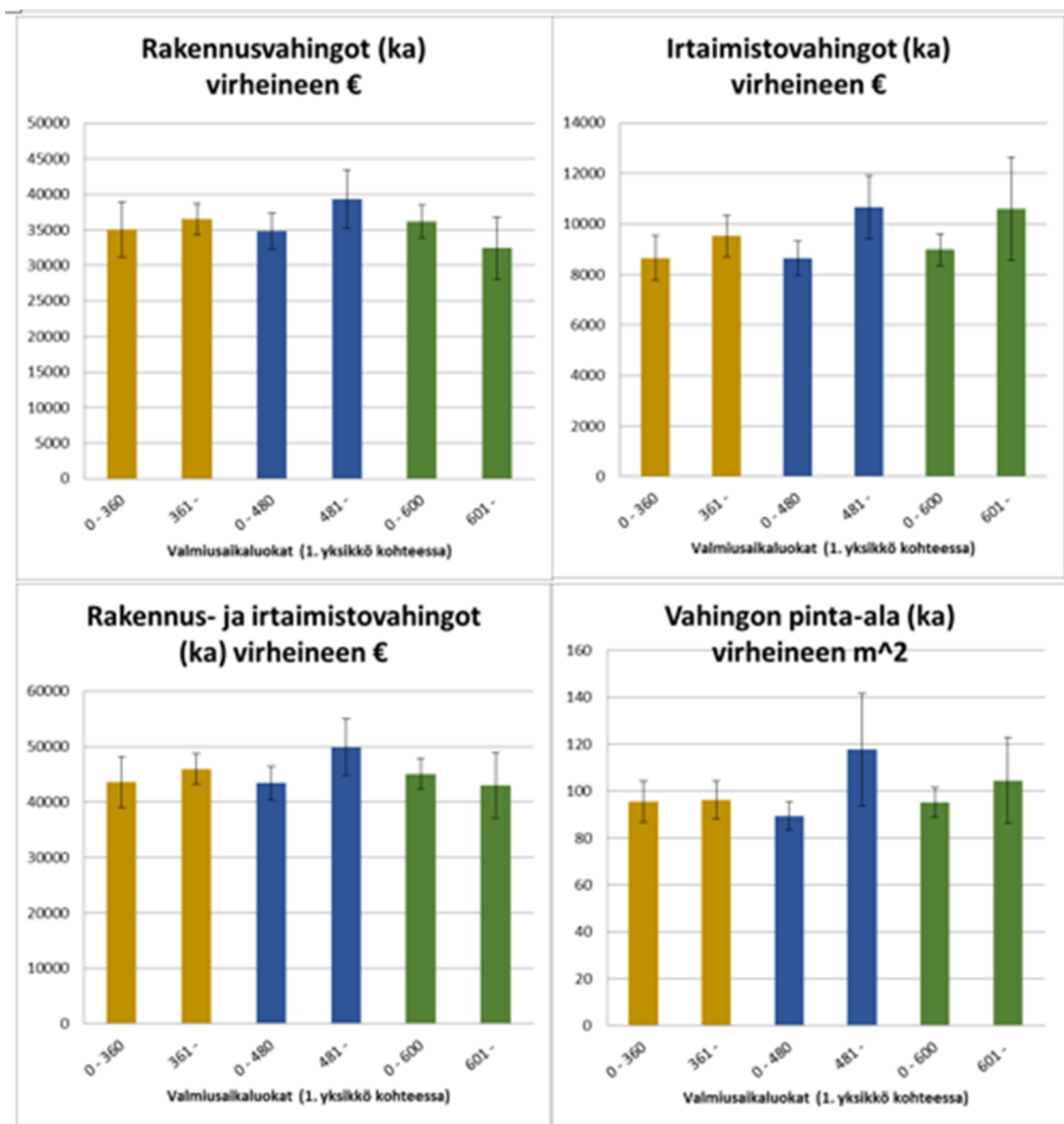
Absoluuttiset vahingot: jako kahteen luokkaan

Toimintavalmiusajan ja vahinkoarvojen välistä riippuvuutta tutkittiin myös jakamalla aineisto kahtia ja vertaamalla lyhyen ja pitkän toimintavalmiusajan tapausten ominaisuuksia. Jakopisteenä käytettiin kuutta, kahdeksaa ja kymmentä minuuttia. Tulokset absoluuttisten vahinkojen tapauksessa on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7: Absoluuttiset vahingot: jako kahteen luokkaan

Valmiusaikaluokka (1. yksikkö kohteessa)	0 - 360	361 -	0 - 480	481 -	0 - 600	601 -
Otoskoko	2150	2608	3636	1122	4345	413
Rakennusvahingot (ka) €	35091	36503	34796	39335	36193	32424
Irtaimistovahingot (ka) €	8646	9514	8645	10669	8982	10599
Rakennusvahingot + Irtaimistovahingot (ka) €	43677	45982	43405	49916	45123	43023
Vahingon pinta-ala (ka) m ²	96	96	89	118	95	105
Rakennusvahingot (md) €	4300	5865	4760	7000	5040	5940
Irtaimistovahingot (md) €	1000	1000	1000	1750	1000	1000
Rakennusvahingot + Irtaimistovahingot (md) €	5320	7230	5930	9030	6280	7200
Vahingon pinta-ala (md) m ²	20	25	20	30	24	30
Rakennusvahingot (kh) €	180006,5	111314	153080,6	137562,8	150713,6	88838
Irtaimistovahingot (kh) €	41048	41635	40918	41584	41357	41512
Rakennusvahingot + Irtaimistovahingot (kh) €	212280,1	140210	182689,9	171666,2	180972,2	118910
Vahingon pinta-ala (kh) m ²	408	414	355	807	415	368
Rakennusvahingot, ka-virhe €	3882	2180	2539	4107	2286	4371
Irtaimistovahingot, ka-virhe €	885	815	679	1241	627	2043
Rakennusvahingot + Irtaimistovahingot, ka-virhe €	4578	2746	3030	5125	2745	5851
Vahingon pinta-ala, ka-virhe m ²	9	8	6	24	6	18

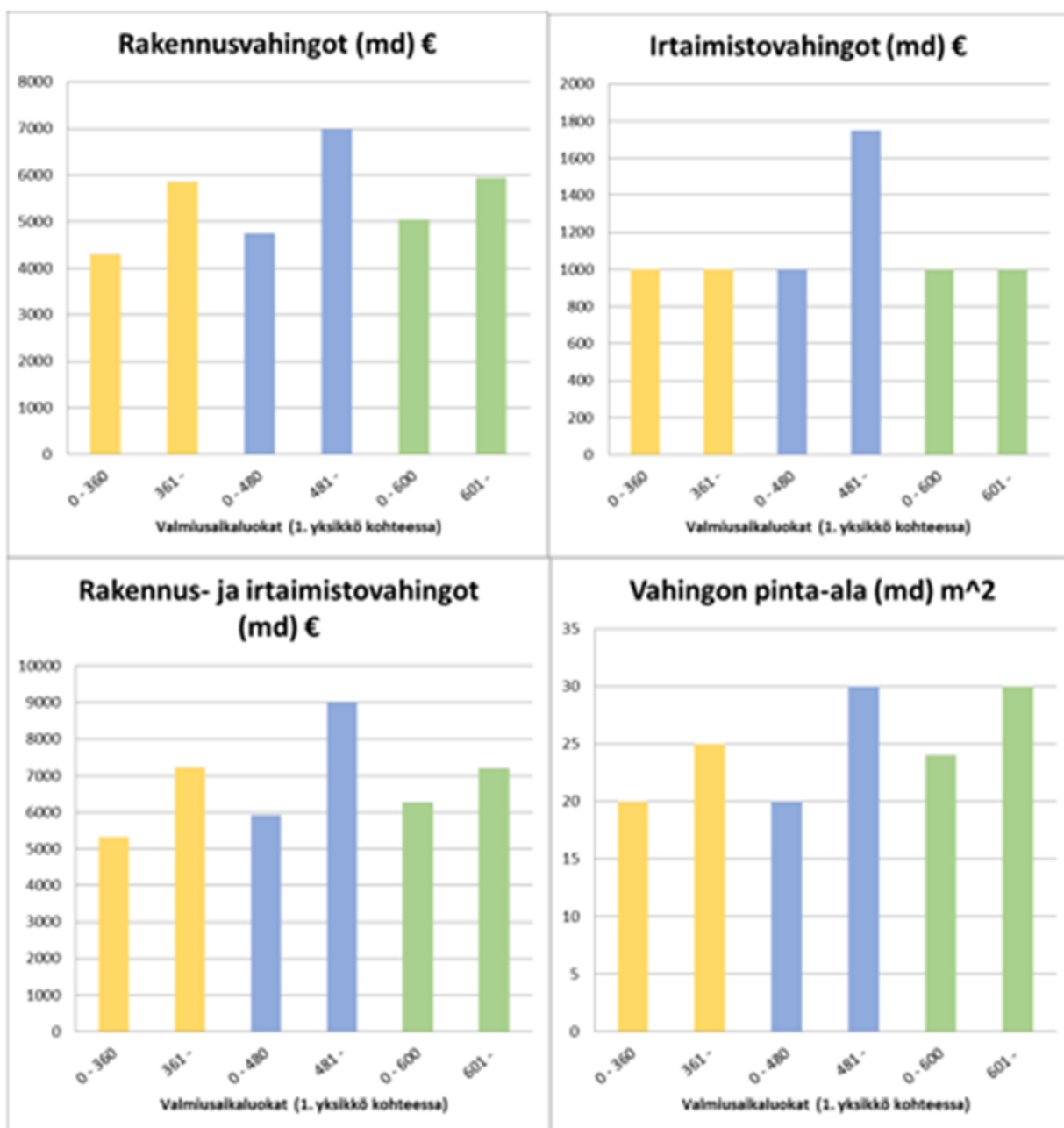
Taulukon 7 tiedoista poimitut absoluuttisten vahinkojen keskiarvot virhepalkkeineen on esitetty kuvassa 10.



Kuva 10: Absoluuttisten vahinkojen keskiarvojen kaaviot virhepalkkeineen (keskiarvon keskivirhe), kun aineisto jaettu kahteen luokkaan

Kuvassa 10 on huomionarvoista se, että jaettaessa tapaukset toimintavalmiusajan 480 s kohdalta, ovat jälkimmäisen aikaluokan vahinkokeskiarvot selkeästi korkeampia kuin ensimmäisen. Jaettaessa tapaukset 360 s kohdalta, ovat jälkimmäisen luokan keskiarvot hieman korkeampia tai samoja kuin ensimmäisen luokan. Sen sijaan tehtäessä jako 600 s kohdalla, on rakennusvahingoissa (ja tämän johdosta myös rakennus- ja irtaimistovahinkojen summassa) jälkimmäisen luokan keskiarvo selvästi pienempi kuin ensimmäisen luokan. Tässä on tosin huomattava, että luokka ”601 –” on kooltaan melko pieni ja keskiarvon keskivirhe siten suuri, jolloin poikkeuksellisen pieni rakennusvahinkoarvo voi olla sattumaakin.

Taulukon 7 tiedoista poimitut absoluuttisten vahinkojen mediaanit on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11: Absoluuttisten vahinkojen mediaanien kaaviot, kun aineisto jaettu kahteen luokkaan

Kuvan 11 mukaan mediaanien osalta rakennus- ja pinta-alavahingot ovat jokaisen jakopisteen tapauksessa selvästi suurempia jälkimmäisessä luokassa. Irtaimistovahinkojen kohdalla tämä ilmiö esiintyy selkeänä vain jakopisteen ollessa 480 s, kun taas muissa jakotavoissa ensimmäisen ja jälkimmäisen aikaluokan tulokset ovat samat.

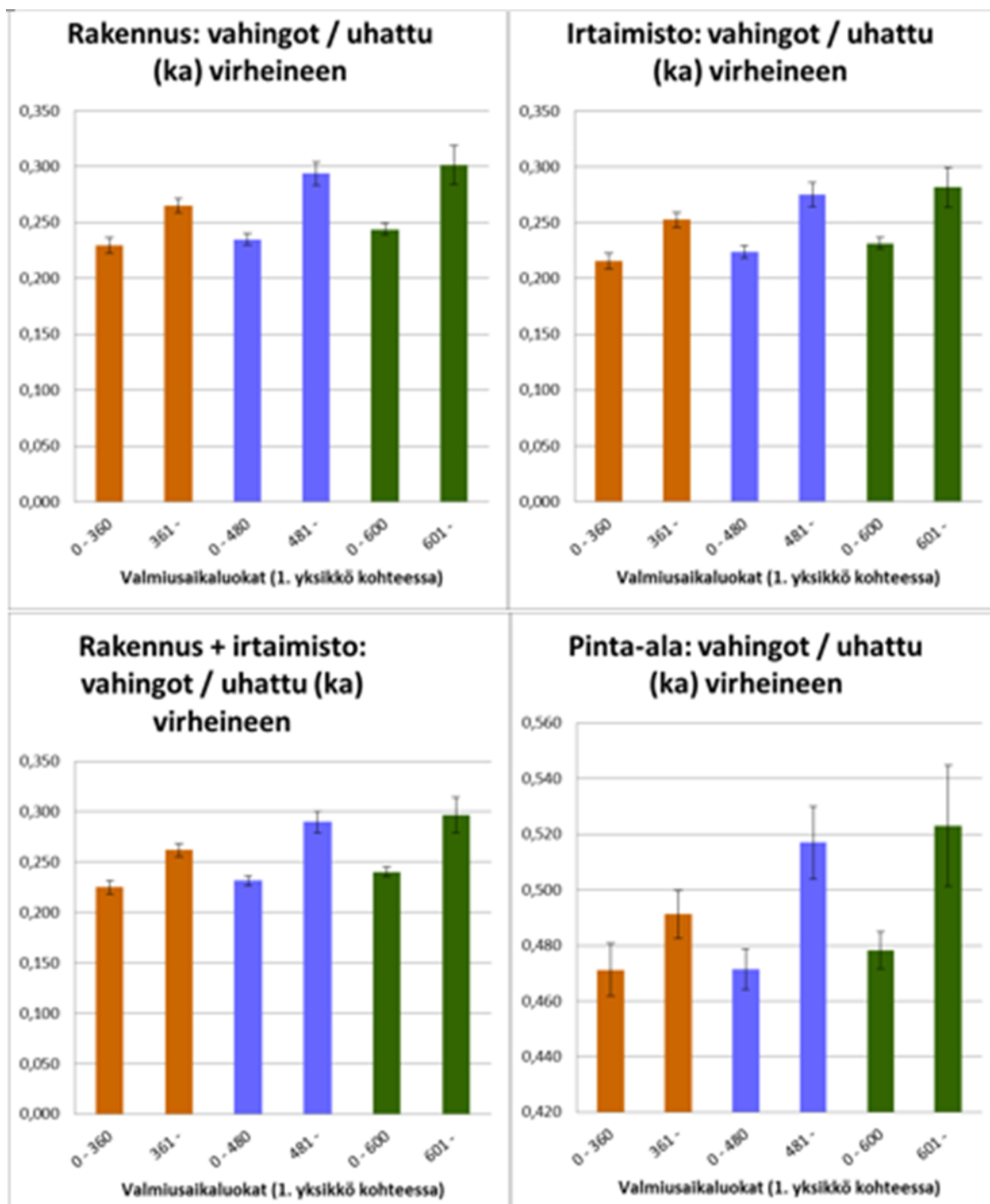
Suhteelliset vahingot: jako kahteen luokkaan

Kahteen luokkaan jakamalla saadut tulokset suhteellisten vahinkojen tapauksessa on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8: Suhteelliset vahingot: jako kahteen luokkaan

Valmiusaikaluokka (1. yksikkö kohteessa)	0 - 360	361 -	0 - 480	481 -	0 - 600	601 -
Otoskoko	2141	2593	3617	1117	4324	410
Rakennus: vahingot / uhattu (ka)	0,224	0,260	0,229	0,289	0,238	0,296
Irtaimisto: vahingot / uhattu (ka)	0,210	0,247	0,217	0,272	0,226	0,279
Rakennus + irtaimisto: vahingot / uhattu (ka)	0,220	0,257	0,226	0,286	0,235	0,293
Pinta-ala: vahingot / uhattu (ka)	0,469	0,489	0,469	0,515	0,476	0,520
Rakennus: vahingot / uhattu (md)	0,078	0,102	0,083	0,120	0,088	0,115
Irtaimisto: vahingot / uhattu (md)	0,033	0,063	0,042	0,083	0,048	0,083
Rakennus + irtaimisto: vahingot / uhattu (md)	0,079	0,100	0,082	0,110	0,087	0,111
Pinta-ala: vahingot / uhattu (md)	0,346	0,450	0,353	0,547	0,397	0,574
Rakennus: vahingot / uhattu (kh)	0,297	0,325	0,301	0,346	0,309	0,353
Irtaimisto: vahingot / uhattu (kh)	0,304	0,333	0,310	0,351	0,317	0,356
Rakennus + irtaimisto: vahingot / uhattu (kh)	0,293	0,323	0,298	0,345	0,306	0,351
Pinta-ala: vahingot / uhattu (kh)	0,441	0,437	0,438	0,440	0,438	0,444
Rakennus: vahingot / uhattu, ka-virhe	0,006	0,006	0,005	0,010	0,005	0,017
Irtaimisto: vahingot / uhattu, ka-virhe	0,007	0,007	0,005	0,011	0,005	0,018
Rakennus + irtaimisto: vahingot / uhattu, ka-virhe	0,006	0,006	0,005	0,010	0,005	0,017
Pinta-ala: vahingot / uhattu, ka-virhe	0,010	0,009	0,007	0,013	0,007	0,022

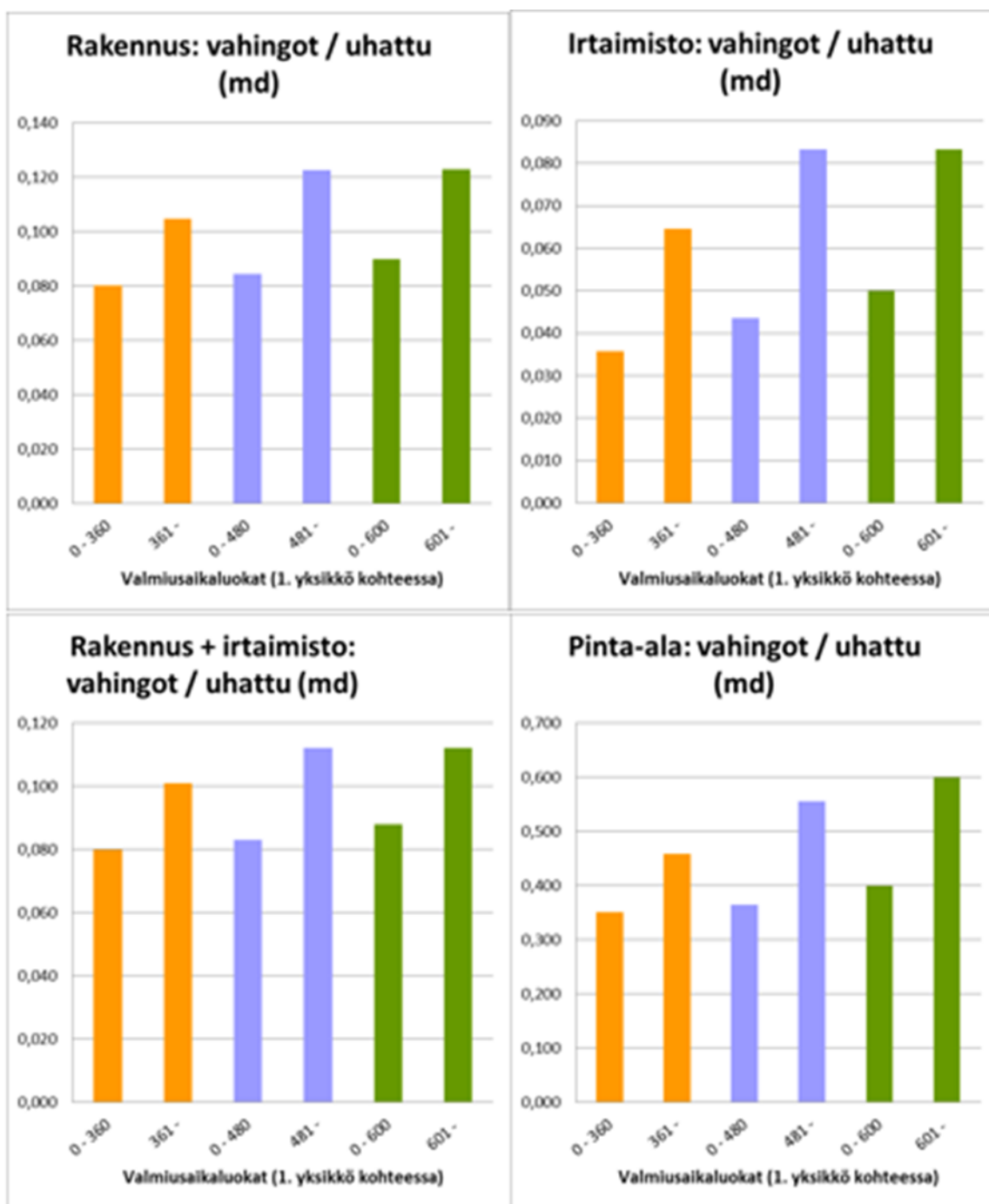
Taulukon 8 tiedoista poimitut suhteellisten vahinkojen keskiarvot virhepalkkeineen on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12: Suhteellisten vahinkojen keskiarvojen kaaviot virhepalkkeineen (keskiarvon keskivirhe), kun aineisto jaettu kahteen luokkaan

Kuvan 12 mukaan ensimmäisen toimintavalmiusaikaluokan suhteelliset vahingot ovat keskiarvoltaan selvästi pienempiä kuin jälkimmäisen, riippumatta siitä onko kahtiajako tehty 6, 8 vai 10 minuutin kohdalla.

Taulukon 8 tiedoista poimitut suhteellisten vahinkojen mediaanit on esitetty kuvassa 13.



Kuva 13: Suhteellisten vahinkojen mediaanien kaaviot, kun aineisto jaettu kahteen luokkaan

Kuva 13 osoittaa, että myös suhteellisten vahinkojen mediaanit ovat ensimmäisessä toimintavalmiusaikaluokassa selvästi pienempiä kuin jälkimmäisestä, jakopisteestä riippumatta.

4 Johtopäätökset

Tietoa erisuuruisten vahinkoarvojen yleisyydestä saatiin muodostamalla vahinkoarvorajoihin perustuvia luokkia ja laskemalla kuhunkin vahinkoarvoluokkaan kuuluvien tapausten lukumäärä. Sekä absoluuttisten että suhteellisten vahinkojen tapauksessa nollavahinkojen luokka on melko suuri. Menetelmä toimii paremmin suhteellisten vahinkojen tapauksessa, jolloin voidaan käyttää tasavälistä jakoa ja saada luokkien erot esille luotettavammin. Erityisesti suhteellisten pinta-alavahinkojen osalta lähes täydellinen tuho oli huomattavan yleistä, mikä saattaa liittyä uhattuna olleen arvon erilaiseen tulkintaan pinta-alojen tapauksessa, tai sitten korjaustyön käytäntöön (koko lattia uusittava, vaikka vain osa olisi palanut).

Työn päätarkoituksena oli tutkia riippuvatko rakennuspalojen vahingot toimintavalmiusajasta. Luovussa 3.2 esitetyistä pistekaavioista ei suoraan ollut näkyvissä minkäänlaista korrelaatiota toimintavalmiusajan ja vahinkojen suuruuden välillä. Laskelmat osoittivat, että absoluuttisten vahinkojen tapauksessa lineaarista riippuvuutta toimintavalmiusaikoihin ei juuri ole, mutta suhteellisten vahinkojen tapauksessa löytyi pientä lineaarista riippuvuutta, joka olisi myös yleistettävissä tutkitusta otoksesta kaikkiin rakennuspaloihin. Tutkittaessa järjestyskorrelaation avulla yleisempää, monotonista riippuvuutta havaittiin, että nämä korrelaatiot ovat hieman lineaarisia korrelaatioita suurempia, ja myös yleistettävissä otoksen perusteella laajemmin.

Tutkittaessa vahinkoja kahden minuutin aikaluokittain havaittiin, että absoluuttisten vahinkojen keskiarvo ei näytä riippuvan merkittävästi toimintavalmiusajasta. Yksittäinen poikkeuksellisen mittausten vahinkojen tapaus nosti ensimmäisen 2 minuutin aikaluokan absoluuttisia vahinkokeskiarvoja merkittävästi, ja sen poistaminen aineistosta teki 2 minuutin aikaluokkien vahinkoarvoista tasaisempia. Selvää absoluuttisten vahinkojen kasvua aikaluokan mukana ei tällä muokatullakaan aineistolla saatu esille.

Suhteellisten vahinkojen tapauksessa analyysi kahden minuutin aikaluokittain sen sijaan osoitti vahinkojen keskiarvon kasvavan toimintavalmiusajan mukana lähes monotonisesti.

Tutkittaessa vahinkojen 2 minuutin aikaluokittain laskettuja mediaaneja havaittiin niiden noudattavan sekä absoluuttisten että suhteellisten vahinkojen tapauksessa rakennus- ja irtaimistovahinkojen osalta samantyyppistä aaltomaista käyrää. Pinta-alavahinkojen osalta sen sijaan molempien vahinkotyyppien mediaanit näyttävät kasvavan lähes monotonisesti.

Jaettaessa aineisto toimintavalmiusajan mukaan kahtia (6, 8 tai 10 minuutin kohdalta), havaittiin, että suhteelliset vahingot ovat sekä keskiarvojen että mediaanien osalta pienempiä ensimmäisessä luokassa. Absoluuttisten vahinkojen tapauksessa tämä ei täysin toteutunut.

Sekä absoluuttisten että suhteellisten vahinkojen osalta aikaluokkien keskiarvot olivat mediaaneja suurempia. Absoluuttisten vahinkojen tapauksessa erotus oli suuri, mikä viittaa hyvin vinoon jakamaan eli muutamat suurten vahinkojen tapaukset nostavat keskiarvoa voimakkaasti. Suhteellisten

vahinkojen tapauksessa keskiarvon ja mediaanin ero oli selvästi pienempi eli jakauma vähemmän vino.

Eräs mahdollinen syy rakennus- ja irtaimistovahinkojen tapauksessa absoluuttisten vahinkojen keskiarvojen korkeuteen ensimmäisissä aikaluokissa voisi olla se, että arvokkaat teollisuus- yms. kohteet ehkä pyritään sijoittamaan ja suunnittelemaan siten, että pelastustoimi pääsee hätätapauksessa paikalle mahdollisimman nopeasti. Tällöin nopeasti saavutettavien alueiden rakennuskanta saattaa olla arvokkaampaa ja suurten absoluuttisten palovahinkojen syntyminen nopeampaa kuin hitaammin saavutettavilla alueilla. Suhteellisten vahinkojen tarkastelussa sen sijaan tulee huomioida myös rakennusten ja irtaimiston alkuperäinen arvo, jolloin vahinkoarvot eivät riipu eri alueiden erilaisista ominaisuuksista, vaan ainoastaan siitä miten suuri osa alkuperäisestä arvosta on tuhoutunut.

Tässä mielessä suhteellisia vahinkoja voitaisiin ehkä pitää parempana vahinkojen mittarina kuin absoluuttisia vahinkoja. Toisaalta voisi myös ajatella, että absoluuttisten vahinkojen riippumattomuus toimintavalmiusajasta osoittaa pelastustoimen järkevää organisointia siinä mielessä, että nopeimmin päästään juuri niille alueille joilla uhatut arvot ovat suurimpia. Jos suurimmat vahingot esiintyisivät pitkien toimintavalmiusaikojen tehtävissä, toisi se erityisiä paineita toimintavalmiusaikojen lyhentämiseen. Nämä ovat kuitenkin vain arvailuja, ja tarkemman tiedon saamiseksi tulisikin tehdä jatkotutkimuksia.

Kaikkiaan tuloksista voidaan todeta, että rakennuspalojen suhteelliset vahingot näyttävät kasvavan toimintavalmiusajan mukana, mutta kovin merkittävää tämä kasvu ei ole. Absoluuttisten vahinkojen riippuvuus toimintavalmiusajasta näyttää epävarmalta.



Lähteet

Akin menetelmäblogi: Spearmanin järjestyskorrelaatio. Osoitteessa <https://tilas-toapu.wordpress.com/2015/03/07/spearmanin-jarjestyskorrelaatio/>. Viitattu 2.12.2016

Akin menetelmäblogi: Korrelaatio ja sen merkitsevyys. Osoitteessa <https://tilas-toapu.wordpress.com/2011/11/01/10-korrelaatio-ja-sen-merkitsevyys/>. Viitattu 9.8.2016.

Kling, T., Tillander, K. & Hakkarainen, T. 2014. Toimintavalmiuden vaikuttavuus asuntopaloissa. Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen julkaisuja.

Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2015. Riskianalyysityöryhmän raportti 2012–2014. Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston julkaisu 2/2015

Wikipedia: Korrelaatio. Osoitteessa <https://fi.wikipedia.org/wiki/Korrelaatio>. Viitattu 9.8.2016

Wikipedia: Spearman's rank correlation coefficient. Osoitteessa https://en.wikipedia.org/wiki/Spearman's_rank_correlation_coefficient. Viitattu 2.12.2016