

PELASTUSTOIMEN MÄÄRÄISET MITTARIT

Kati Tillander, Timo Korhonen & Olavi Keski-Rahkonen
VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
PL 1803, 02044 VTT

TIIVISTELMÄ

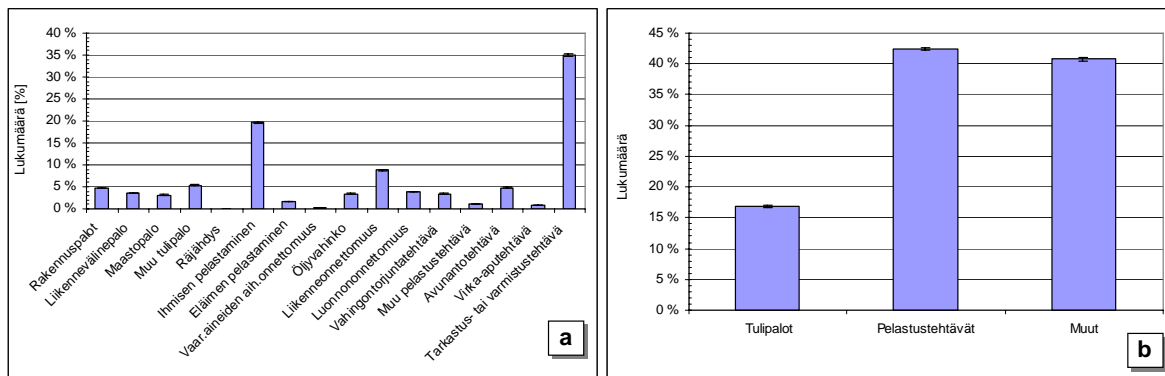
Tutkimuksessa on kerätty pelastustoimen mittareiksi tunnistettuja tietoja tilastotietokannoista sekä jalostettu niitä helposti luettavaan muotoon. Pelastustoimen lähtöjä koskeva aineisto perustuu Sisäministeriön ylläpitämän, koko maan kattavan onnettomuustietokanta Pronton tilastotietoihin vuodelta 2000 sekä asukasluvut ja kerrosalatiiedot Tilastokeskuksen aineistoon. Tutkimuksessa on myös alustavasti kartoitettu millaisia uusia mittareita tarvittaisiin, jotta pelastustoimen olennaisia piirteitä voitaisiin verrata eri aikoina ja eri alueilla toisiinsa sekä mahdollisesti myös kansainvälisesti.

JOHDANTO

Tutkimus [1] oli osa Sisäasiainministeriön pelastusosaston käynnistämää tutkimusohjelmaa "Pelastustoimen kehittämishankkeen seurantatutkimus", jossa tavoitteena oli arvioida määräisin ja laatumittarein pelastustoimen uuden alueellisen järjestelmän vaikutuksia pelastustoimen suoritustasoon. Tarkasteltaviksi mittareiksi valittiin hälytysten lukumäärät, järjestelmän kuormitus, taloudelliset vahingot sekä lähtö-, toimintavalmius- ja toiminta-aikajakaumat. Tässä tutkimuksessa selvitettiin tilanne vuonna 2000 ennen aluejakouudistusta, johon tilannetta muutoksen jälkeen on tarkoitus myöhemmin vertailla. Palokuolemien osalta tarkasteltiin pitempää jaksoa, sillä yhden vuoden aineisto ei anna siitä riittävää kuvaa. Kartoitus pyrittiin tekemään pelastusalueetasolla, mutta tietyillä alueilla väestöpohjan pienuus ja siitä aiheutuva suuri tilastollinen hajonta vaati pelastusalueiden yhdistämisen suuremmiksi alueiksi.

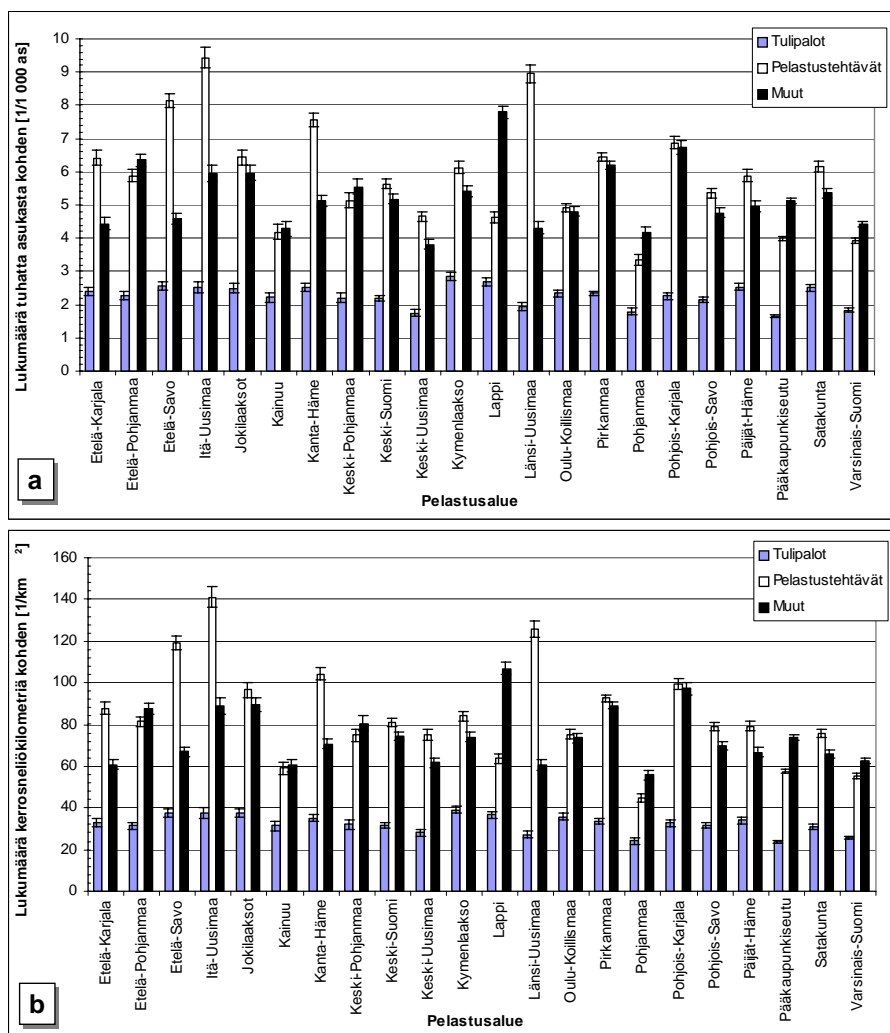
HÄLYTYSLÄHTÖJEN MÄÄRÄT

Kaikista palo- ja pelastustoimen tehtävistä 17 % oli tulipaloja, 42 % pelastustehtäviä ja 41 % muita tehtäviä. Hälytysten jakaantuminen eri tehtäviin on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Palo- ja pelastustoimen tehtävien prosentuaaliset lukumäärät vuonna 2000 koko maassa.

Hälytysten lukumäärissä asukasta tai kerrosalaa kohden ei ollut suuria eroja eri alueiden välillä (kuva 2).



Kuva 2. a) Palo- ja pelastustoimen tehtävien lukumäärä asukasta sekä b) kerrosalaa kohden vuonna 2000.

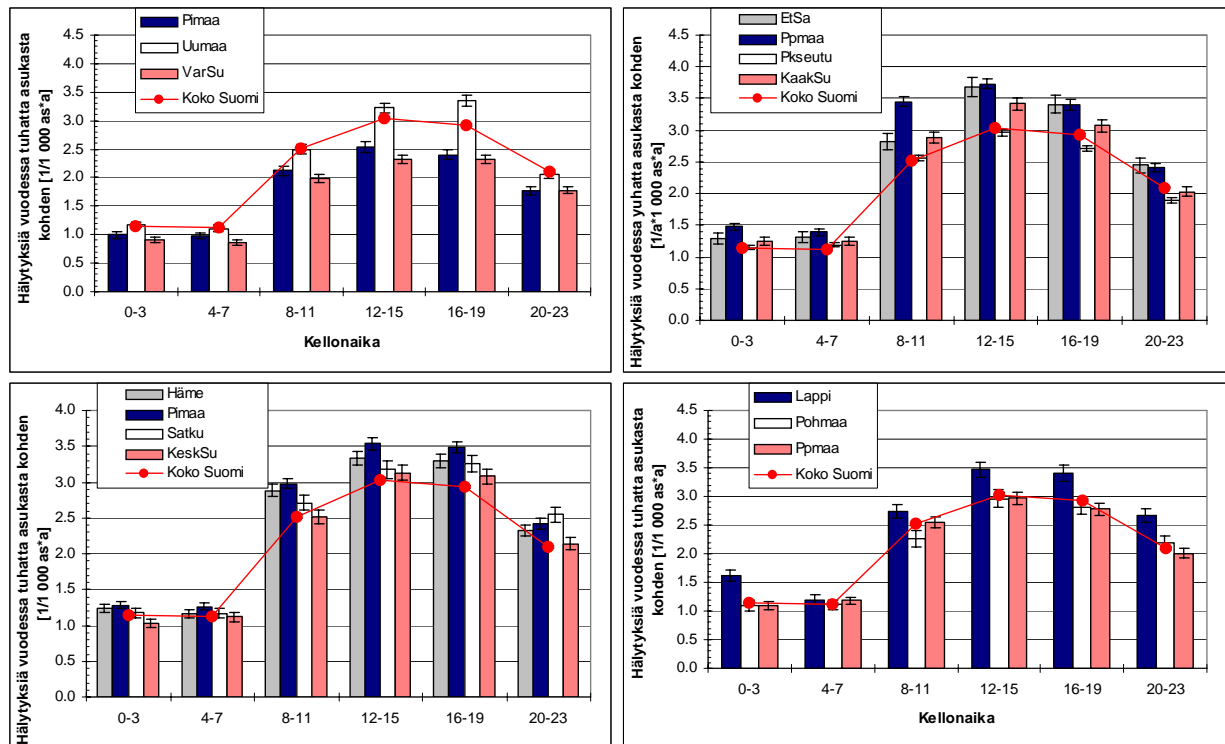
Koko maassa vuonna 2000 esiintyi 13 kpl hälytysluonteista tehtävää tuhatta asukasta ja 180 kpl kerrosneliökilometriä kohden. Tuhatta asukasta kohden koko maassa syttyi 2 tulipaloa sekä esiintyi 5 pelastustehtävää. Kerrosneliökilometriä kohden tulipaloja oli 30 kpl ja pelastustehtäviä 80 kpl.

Määrällisesti tehtäviä oli eniten pääkaupunkiseudulla. Tulipalojen lukumäärät tuhatta asukasta kohden olivat samalla tasolla kaikilla alueilla. Pelastustehtävien hajonta oli hieman suurempaa. Matalimmat arvot olivat Pohjanmaalla ja Varsinais-Suomessa ja korkeimmat Itä- ja Länsi-Uusimaalla. Kerrosneliötä kohden vähiten tulipaloja syttyi pääkaupunkiseudulla ja Pohjanmaalla ja pelastustehtäviä esiintyi vähiten Pohjanmaalla ja Varsinais-Suomessa. Tuli-

palojen lukumäärä kerrosneliötä kohden oli suurin Kymenlaaksossa ja Itä-Uusimaalla. Pelastustehtävien lukumäärä kerrosneliötä kohden oli suurin Itä- ja Länsi-Uusimaalla.

Eniten tehtäviä esiintyi kesäaikaan, kun puolestaan hiljaisinta tehtävien suhteen oli tammi-maaliskuussa. Viikonpäivien välisiä eroja ei havaittu.

Tutkitun aineiston perusteella tehtävien vuorokaudenaikajakauma noudatti karkeasti ottaen ihmisten elämänrytmiä siten, että tehtävien lukumäärä oli selvästi suurempi päiväsaikaan ja matalampi yöaikaan (kuva 3). Aikajakaumissa ei havaittu eroja eri tarkastelualueiden välillä.



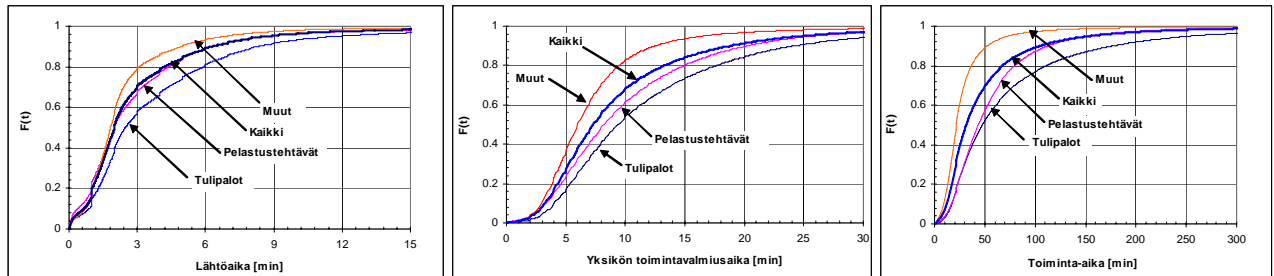
Kuva 3. Palo- ja pelastustoimen tehtävien lukumäärä asukasta kohden jaoteltuna vuorokaudenajan mukaisesti eri alueilla vuonna 2000.

LÄHTÖ-, TOIMINTAVALMIUS- JA TOIMINTA-AJAT

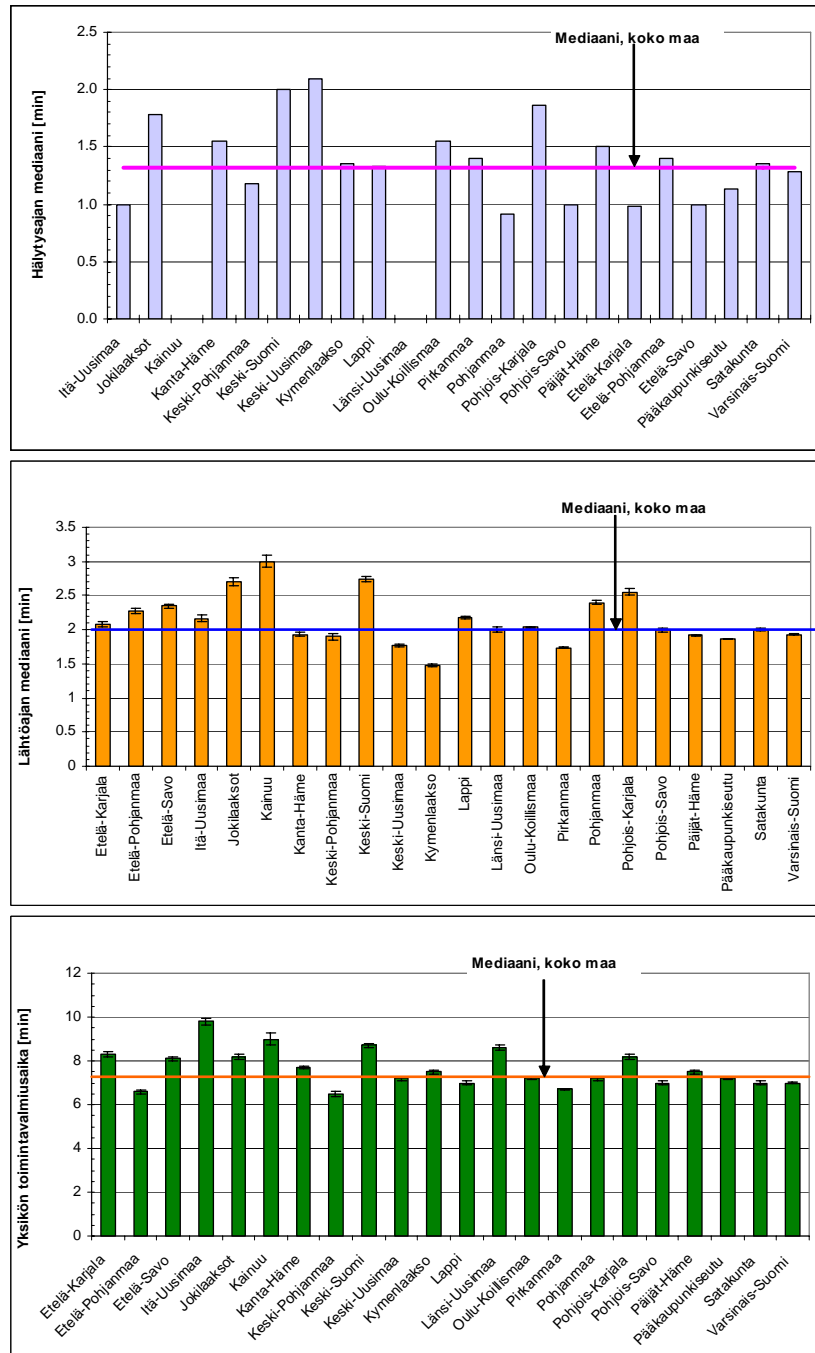
Kun tarkasteltiin hälytyksiin osallistuneiden yksiköiden lähtö-, toimintavalmius- ja toiminta-aikajakaumia (kuva 4), havaittiin kaikissa selviä eroja eri tehtävätyyppien välillä. Huomattavin ero oli tulipalojen toiminta-ajoissa, jotka olivat selvästi muita tehtävätyyppejä pidempiä.

Hälytys-, lähtö- sekä toimintavalmiusaikojen mediaanit on esitetty pylväinä kuvassa 5. Hälytysajan alueelliset eroavaisuudet johtunevat kirjaustapojen vaihtelusta ja muutamilla alueilla suuri osa havainnoista oli kirjattu nolliksi. Suurin osuus nollakirjauksia oli Länsi-Uudellamaalla (yli 50 %) sekä Kainuussa (yli 80 %), jonka vuoksi nämä pylväät eivät tule näkyviin kuvassa 5. Koska aineistossa virheellisten havaintojen osuus on kasautunut tietyille alueille, eivät hälytysaikoja koskevat tulokset ole suoraan vertailukelpoisia.

Lähtö- ja toimintavalmiusajoissa oli havaittavissa pieniä alueellisia eroavaisuuksia, mutta koska eri lähtövalmiusasteen palokuntien yksiköitä ei voitu erottaa toisistaan luotettavasti, niiden vaikutusta alueellisiin eroihin ei voitu selvittää koko maan tasolla tarkemmin.



Kuva 4. Eri tehtävien lähtö, toimintavalmius- sekä toiminta-aikojen kertymäkuvaajat koko maassa vuonna 2000.



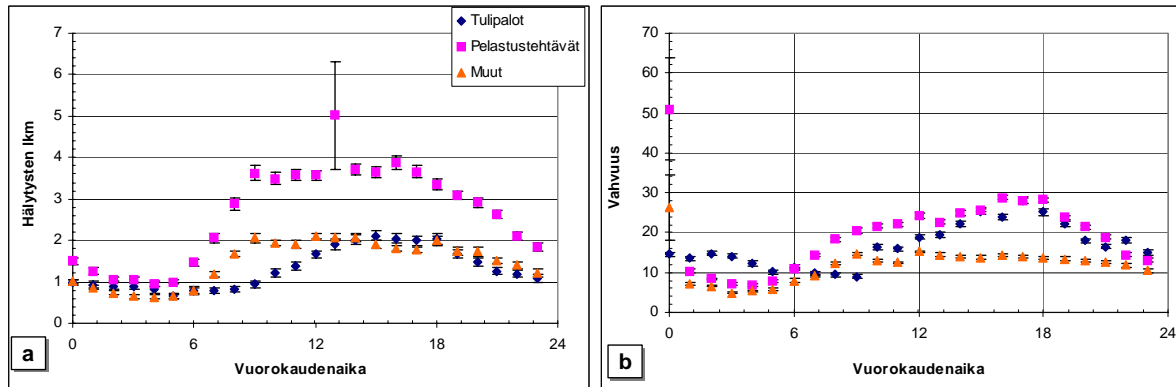
Kuva 5. Hälytys-, lähtö- sekä toimintavalmiusaikojen mediaanit eri pelastusalueilla vuonna 2000.

SAATAVUUS

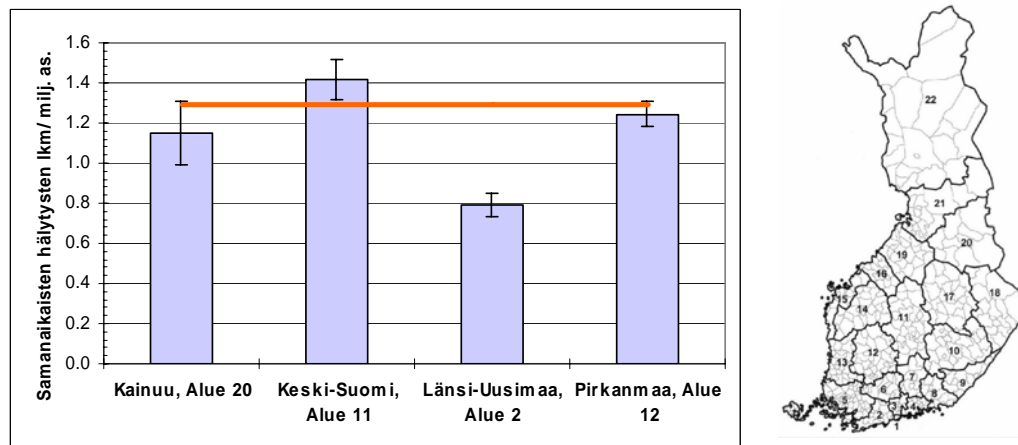
Pelastustoimen kuormitusta tarkasteltiin Littlen [2] tuloksen avulla vuorokauden eri tunteina. Littlen tuloksella voidaan kuvata esimerkiksi satunnaisella ajan hetkellä käynnissä olevien hälytysten, varattuina olevien yksiköiden tai henkilöiden lukumääriä. Kuvassa 6 esitetty tulos osoitti, että aamupäivän jälkeen pelastustointa kuormittavat eniten pelastustehtävät, jotka va-

raavat suhteellisesti eniten yksiköitä käyttöönsä päiväsaikaan. Yöaikaan ajoneuvo- sekä miehistövahvuutta sitovat eniten tulipalot.

Samanaikaisten hälytysten lukumäärä miljoonaa asukasta kohden neljällä esimerkkialueella (Kainuu, Keski-Suomi, Länsi-Uusimaa ja Pirkanmaa) on esitetty kuvassa 7. Vaakasuora viiva kuvaa koko maan arvoa.



Kuva 6. Littlen tulos eri suureille.



Kuva 7. Littlen tulos esimerkkialueilla.

VAHINGOT

Taloudellisia vahinkoja tarkasteltaessa rajoituttiin käsittelemään vain rakennuspaloja. Kokonaisvahingosta 26 % oli irtaimistovahinkoja, 54 % rakennusten vahinkoja sekä 20 % keskeytysvahinkoja. Vahingot olivat likimain samalla tasolla koko maassa.

Toimintavalmiusajan vaikutusta taloudelliseen vahinkoon tarkasteltiin tuhoutumisprosentin (vahinko/uhattu omaisuus) kautta. Kokonaisvahingon kertymäkuvaaja toimintavalmiusajan funktiona on esitetty kuvassa 8a). Havaintoihin (pisteet) on sovitettu funktio (viiva)

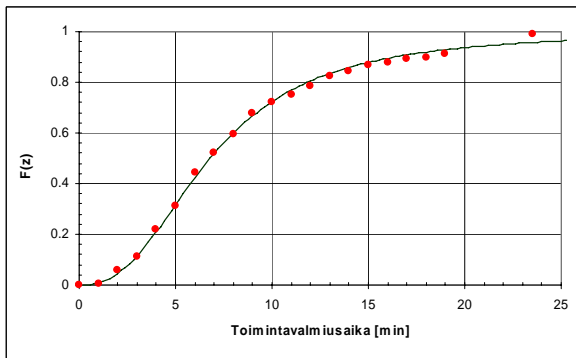
$$F(t) = \frac{I}{1 + \left(\frac{\tau}{t}\right)^n} \quad (1),$$

missä: $n = 2.5$ ja $\tau = 6.8$ min.

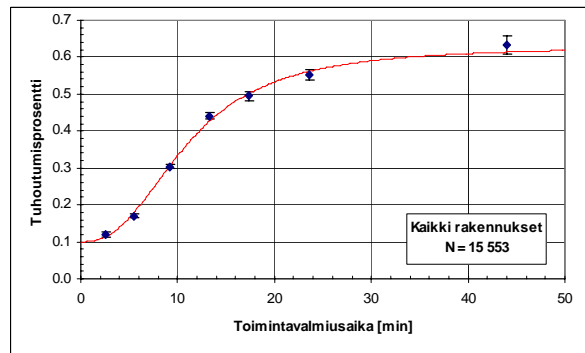
Kuvassa 8b) on esitetty tuhoutumisaste toimintavalmiusajan funktiona. Kuten kuvasta 8b) nähdään, havaintoihin tarvittiin sovite, joka on nollassa poikkeava toimintavalmiusajalla $t = 0$. Tämän vuoksi yhtälöä (1) muokattiin hieman ja havaintoihin sovitettiin funktio

$$F(t) = c_0 + \frac{c_1}{1 + \left(\frac{\tau}{t}\right)^n} \quad (2),$$

missä $c_0 = 0.10$, $c_1 = 0.53$, $n = 2.5$ ja $\tau = 11.0$ min.



a)

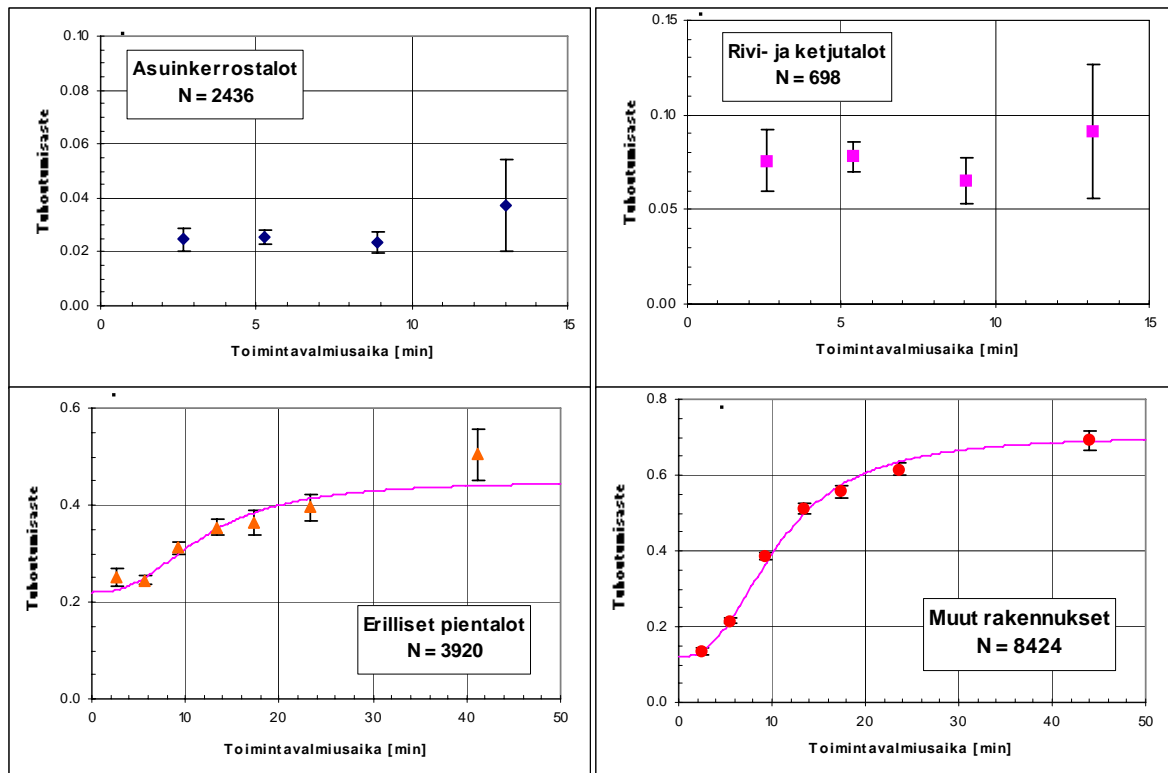


b)

Kuva 8. a) Kokonaisvahingon kertymä toimintavalmiusajan funktiona (pisteet) sekä yhtälössä (1) esitetty sovite. b) Tuhoutumisaste toimintavalmiusajan funktiona (pisteet) ja yhtälössä (2) esitetty sovite. Mukana vuodet 1996-2001.

Osoittautui, että tuhoutumisprosentti kasvaa toimintavalmiusajan funktiona. Ongelmia tuottaa tässä kuitenkin uhatun omaisuuden määritelmä, josta hyvänä esimerkkinä ovat kerrostalot, joissa uhatuksi omaisuudeksi lasketaan koko rakennuksen arvo, vaikka tulipalo olisikin rajoittunut vain yhteen asuntoon. Parempi uhatun omaisuuden mitta olisikin tulipalon todellisuudessa uhkaamien palo-osastojen yhteenlaskettu uhattu omaisuus. Tämä tieto Prontosta kuitenkin puuttuu.

Kuvassa 9 rakennustyytit on eroteltu asuinkerrostaloihin, rivi- ja ketjutaloihin sekä erillisiin pientaloihin. Neljännessä ryhmässä ovat mukana kaikki muut rakennukset asuinrakennuksia lukuun ottamatta.



Kuva 9. Tuhoutumisasteiden keskiarvot toimintavalmiusajan funktiona eri rakennustyypeissä.

Kuten kuvasta 9 nähdään, tuhoutumisaste ei muutu toimintavalmiusajan funktiona asuinkerros- ja rivi- ja ketjutaloissa. Tuhoutumisaste ei näissä rakennuksissa sovellu kuvaamaan vahinkojen laajuutta, sillä nämä rakennukset koostuvat useista palo-osastoista ja ovat kooltaan erittäin suuria, jolloin niiden koko uhattu omaisuus on todellisuudessa erittäin harvoin uhattuna. Erilliset pientalot ovat yleisesti ottaen kuitenkin edellisistä poikkeavasti kokonaan yhtä palo-osastoa, jolloin tuhoutumisaste antaa paremman kuvan vahinkojen laajuudesta. Kuten kuvasta 9 nähdään, erillisissä pientaloissa tuhoutumisaste kasvaa toimintavalmiusajan funktiona. Samoin tapahtuu ryhmässä, jossa on mukana kaikki muut rakennukset asuinrakennuksia lukuun ottamatta.

PALOKUOLEMAT

Ilmeni, että palokuolemien kokonaismäärä on vähennyt hitaasti 80-luvun alusta, mutta määrä on edelleen korkea muihin maihin verrattuna. Jotta päästäisiin lähemmäksi palokuolemien suuren määrän sekä erityisesti suomalaisten miesten korkean palokuolematodennäköisyyden takana oleviin syihin, olisi tarpeellista tehdä vertailevia tutkimuksia samankaltaisesta riskikäyttäytymisestä paloa muistuttavissa tilanteissa kuten liikenneonnettomuuksista, tapaturmista, itsemurhista ja väkivaltarikollisuudesta sekä erilaisista sosiaalisista olosuhteista. Palokuolemien tilastollista tarkastelua vaikeuttaa kuitenkin havaintojen pieni määrä, jonka vuoksi vuosittaiset satunnaisvaihtelut ovat suuria.

PUUTTUVAT MITTARIT

Operatiivisen toiminnan vielä puuttuvista mittareista ehdotettiin panostusta realistisen ajoaikasimulaattorin kehittämiseksi, millä voitaisiin pienin kustannuksin katsoa erilaisia operatiivisen valmiuden peruskysymyksiä ennen kuin mennään raskaampiin organisatorisiin kokeiluihin. Lopuksi ehdotettiin yleistä monikomponenttista palotoimen tason mittaria kansantaloudellisista näkökohdista katsoen, josta tässä työssä on määritetty kahden komponentin arvo ja tietyiltä aikaväleiltä: palokuolemista ja taloudellisista vahingoista. Jälkimmäinen kuva jää hiukan hämäräksi, koska kalleimman komponentin, rakenteellisen palonehkäisyn, hintaa ei ole Suomesta määritetty.

YHTEENVETO

Palo- ja pelastustoimen hälytyslähtöjen lukumäärät sekä vahinkotiedot vuodelta 2000 poimitiin onnettomuustietokanta Prontosta. Aineistosta tehtiin yhteenvetoja, joihin tilannetta voidaan myöhemmin verrata ja punnita pelastustoimen uuden alueellisen järjestelmän vaikutuksia.

Kaikista palo- ja pelastustoimen tehtävistä vuonna 2000 17 % oli tulipaloja ja 42 % pelastustehtäviä. Alueista eniten tehtäviä oli pääkaupunkiseudulla, jonne sijoittui 16 % koko maan hälytyksistä. Jotta alueiden tulokset olisivat vertailukelpoisia, lukumäärät määritettiin tuhatta asukasta sekä kerrosneliometriä kohden. Tulipalojen lukumäärissä tuhatta asukasta ja kerrosneliometriä kohden ei ollut suurta hajontaa eri alueiden välillä.

Tehtävien lukumäärä oli keskiarvoa suurempi kesäkuukausina välillä touko-heinäkuu ja puolestaan pienempi tammi-maaliskuussa. Joukosta poikkesi selvästi toukokuun erityisen suuri tulipalojen lukumäärä. Kasvu selittyi suurella maastopalojen lukumäärällä. Viikonpäivien väliset erot olivat melko pieniä. Vuorokaudenaikajakauma noudatti karkeasti ottaen ihmisten elämänrytmiä siten, että tehtävien lukumäärä on selvästi suurempi päiväsaikaan ja matalampi yöaikaan. Tulipalojen lukumäärä lähtee nousemaan klo 8 jälkeen ja on vuorokautista keskiarvoa korkeampi välillä 12 – 22, kunnes laskee yöajaksi matalammalle tasolle. Tämä heijastelee ihmisten oleskelua asuintiloissa. Pelastustehtävien lukumäärä ylittää keskiarvon jo klo 8 jälkeen ja pysyy keskiarvoa korkeammalla klo 22 asti. Tämä käyttäytyminen puolestaan heijastelee erityisesti elinkeinoelämän aktiiviteettia. Aikajakaumien käyttäytyminen oli samankaltaista koko maassa.

Kokonaisvahingon kertymäfunktion perusteella alueelliset erot olivat melko pieniä. Vahingon keskiarvo oli kaikilla alueilla virherajojen puitteissa samalla tasolla.

Hälytyksiin osallistuneiden yksiköiden hälytys-, lähtö-, toimintavalmius- ja toiminta-aikoja tarkasteltiin eri jaoilla. Hälytysajoissa oli nähtävissä jonkin verran alueellisia eroavaisuuksia, tosin ajan kirjauksessa saattaa olla eroavaisuuksia eri puolilla maata, sillä yli 10 % havainnoista oli nolliä Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla, Etelä- ja Pohjois-Savossa, Itä-Uudellamaalla sekä yli 50 % Länsi-Uudellamaalla ja jopa yli 80 % Kainuussa. Kahdessa jälkimmäisessä tilastoidut hälytysajat osoittautuivat keskimääräistä pitemmiksi. Koska aineistossa virheellisten havaintojen osuus oli kasautunut tietyille alueille, eivät tulokset olleet vertailukelpoisia. Lähtöajoissa oli pieniä eroja tehtävä- ja lähtötyyppien välillä. Myös alueellisia eroja havaittiin, mutta koska sopimuspalokuntien yksiköitä ei voitu erottaa muusta joukosta on huomattava, että tietyillä alueilla sillä saattaa olla vaikutusta lähtöaikoihin. Tehtävä- ja lähtötyyppien väli-

siä eroja nousi esiin myös toimintavalmiusajoissa. Myös pieniä alueellisia eroja oli havaittavissa. Vuorokaudenajalla, viikonpäivällä tai vuodenajalla ei havaittu olevan vaikutusta toimintavalmiusaikaan. Eri tehtävätyyppisiin osallistuneiden yksiköiden toiminta-ajat osoittautuivat tulipaloissa selvästi muita ryhmiä pitemmiksi.

Toimintavalmiusajan vaikutusta taloudelliseen vahinkoon tarkasteltiin tuhoutumisprosentin kautta. Osoittautui, että tuhoutumisprosentti kasvaa toimintavalmiusajan funktiona. Ongelmia tuottaa kuitenkin uhatun omaisuuden määritelmä, josta hyvänä esimerkkinä ovat kerrostalot, joissa uhatuksi omaisuudeksi lasketaan koko rakennuksen arvo, vaikka tulipalo olisikin rajoittunut vain yhteen asuntoon. Parempi uhatun omaisuuden mitta olisikin tulipalon todellisuudessa uhkaamien palo-osastojen yhteenlaskettu uhattu omaisuus, jotta ilmiötä voitaisiin tarkastella lähemmin. Tämä tieto Prontosta kuitenkin puuttuu.

Pelastustoimen kuormitusta tarkasteltiin Littlen tuloksen avulla vuorokauden eri tunteina. Littlen tuloksella voidaan kuvata esimerkiksi satunnaisella ajan hetkellä käynnissä olevien hälytysten, varattuina olevien yksiköiden tai henkilöiden lukumääriä. Tulos osoitti, että aamupäivän jälkeen pelastustointa kuormittavat eniten pelastustehtävät, jotka varaavat suhteellisesti eniten yksiköitä käyttöönsä päiväsaikaan. Yöaikaan ajoneuvo- sekä miehistövahvuutta sitovat eniten tulipalot.

KIITOKSET

Kiitokset tutkimuksen rahoittaneelle Palosuojelurahastolle.

LÄHDELUETTELO

1. Tillander, Kati; Korhonen, Timo; Keski-Rahkonen, Olavi. 2005. Pelastustoimen määräiset seurantamittarit. Espoo, VTT. 123 s. + liitt. 5 s. VTT Working Papers; 19, ISBN 951-38-6570-3, <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2005/W19.pdf>
2. Little, J.D.C. 1961. A proof of the queuing formula $L = \lambda W$, Operations Research 9, 383 - 387.