



PELASTUSOPISTO

KATSAUS PALO- JA PELASTUSALAN KANSAINVÄLISEEN TUTKIMUKSEEN JA KOULUTUKSEEN

Hietaniemi Jukka
VTT

Kokki Esa
Pelastusopisto

Pelastusopiston julkaisu
B-sarja: Tutkimusraportit
1/2006

ISBN-13: 978-952-5515-21-3 (pdf)
ISBN-10: 952-5515-21-4 (pdf)

ISSN 1795-9160

Hietaniemi Jukka, Kokki Esa

Katsaus palo- ja pelastusalan kansainväliseen tutkimukseen ja koulutukseen

Tutkimusraportti, 105 sivua

TIIVISTELMÄ

Hankkeessa selvitettiin palo- ja pelastusalan tutkimusta ja koulutusta eri puolilla maailmaa. Hankkeessa käsiteltiin Euroopan, Pohjois-Amerikan ja Tyynen meren alueiden osaamiskeskusten toimintaa, mitä ja millaista alan tutkimusta ja koulutusta missäkin tehdään. Selvityksestä rajattiin Etelä-Amerikan ja Afrikan maat tarkastelun ulkopuolelle. Lisäksi Aasian maista keskityttiin vain Japaniin ja Kiinaan.

Selvitys perustui kirjallisuuteen, henkilökohtaisiin kontakteihin, Internet-hakuihin ja sähköpostikirjeisiin. Koska tutkimuskenttä on erittäin laaja ja hajanainen ja toisaalta selvitykseen käytettävissä olevat resurssit varsin rajalliset, selvityksen aineisto ei vastaa tieteellisesti määritettyä otosta. Se kattaa lähinnä ne laitokset ja keskuksia, jotka ovat joko erityisen merkittäviä kansainvälisesti tai ovat muuten maailmalla näkyviä.

Palotutkimusta ja siihen liittyvää koulutusta luotaavassa osassa selvitettiin seuraavia seikkoja:

- Millaisin rahallisin ja henkilöresurssein laitos tutkimusta tekee?
- Mitkä ovat tutkimuksen painotusalueet?
- Mihin suuntaan tutkimusta ollaan suuntaamassa - mitkä kyseessä olevan aiheen laitosessa nähdään palotutkimuksen haasteita ja mahdollisuuksina?
- Jos kyseessä on oppilaitos, millaista koulutusta se antaa?

Pelastustoimen osalta selvityksessä keskityttiin seuraaviin 13 aihealueeseen:

- yhteiskunnallinen kehitys ja pelastustoimen organisoituminen sen osana
- onnettomuuksien ennaltaehkäisy

- pelastustoimen menetelmät
- tulipalo
- vaaralliset aineet ja ympäristöriskit
- muut onnettomuudet
- yksilön työkyky ja tehtävien kuormittavuus
- informaatiotekniikan hyödyntäminen
- opetusmenetelmät ja koulutuksen arviointi
- poikkeusoloihin varautuminen
- ihmisten käyttäytyminen onnettomuustilanteissa
- väestönsuojelu
- siviilikriisinhallinta.

Pelastustoimen menetelmät kuuluivat jokaisen 12 tarkastellun maan tärkeimpiin koulutus- tai tutkimusaiheisiin. Myös yhteiskunnallisen kehityksen vaikutus pelastustoimeen, onnettomuuksien ennaltaehkäisy, tulipalot, vaaralliset aineet ja ympäristöriskit, muut onnettomuudet sekä poikkeusoloihin varautuminen olivat merkittäviä aiheita monissa maissa.

Iso-Britanniassa ja Yhdysvalloissa lähes kaikki aiheet kuuluivat merkittäviin koulutus- tai tutkimusaiheisiin. Myös Puolassa, Ruotsissa ja Australiassa oli monipuolista koulutusta tai tutkimusta. Yksittäisistä koulutus- ja tutkimuskeskuksista erottuivat muista Hollannin Netherlands Institute for Fire Service and Disaster Management (Nibra), Ison-Britannian Fire Service College, Puolan Main School of Fire Service (SGSP) ja Ruotsin Swedish Rescue Services Agency (SRSA).

Avainsanat: palotutkimus, pelastustoimi, tutkimus, koulutus, osaamiskeskus

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	9
2	TULIPALOJEN AIHEUTTAMISTA VAHINGOISTA.....	11
3	VÄESTÖNSUOJELUN JA PELASTUSALAN RISKINARVIOINTI EU:SSA 13	
4	KATSAUS PALOTUTKIMUKSEEN JA ALAN KOULUTUKSEEN ERI MAISSA	16
4.1	BELGIA.....	16
4.1.1	Ghent University	16
4.1.2	University of Liège	16
4.2	ESPANJA.....	16
4.3	HOLLANTI	17
4.4	ISO-BRITANNIA	18
4.4.1	Arup	18
4.4.2	BRE Fire	18
4.4.3	Chiltern International Fire Ltd	20
4.4.4	Health and Safety Laboratory	20
4.4.5	Warringtonfire.....	21
4.4.6	Iso-Britannian yliopistoja.....	21
4.5	ITALIA	27
4.6	ITÄVALTA	27
4.7	KREIKKA.....	28
4.8	NORJA	28
4.8.1	NTNU.....	28
4.8.2	SINTEF NBL AS	28
4.9	PORTUGALI	29
4.10	PUOLA.....	29
4.11	RANSKA	29
4.11.1	Centre Scientifique et Technique Du Batiment (CSTB).....	29
4.11.2	Centre Technique Industriel de la Construction Métallique, CTICM.....	30

4.11.3	SNPE Materiaux Energetiques, SME	31
4.11.4	INERIS.....	31
4.12	RUOTSI.....	32
4.12.1	Lundin yliopisto	32
4.12.2	SP Brandteknik	34
4.12.3	Ruotsalaisia paloalan konsulttiyrityksiä.....	35
4.13	SAKSA.....	35
4.13.1	Bundesanstalt für Material Forschung Und Prüfung (BAM).....	35
4.13.2	Bauen mit Stahl E.V.....	36
4.13.3	Hannoverin yliopisto.....	36
4.13.4	Institute of the Fire Department of Saxony-Anhalt (IdF LSA).....	36
4.13.5	Karlsruhen yliopisto	36
4.13.6	Leipzigin yliopisto	37
4.13.7	TUM: Lehrstuhl für Holzkunde und Holztechnik.....	37
4.13.8	MPA Stuttgart	37
4.13.9	MPA Braunschweig	38
4.13.10	MFPA Leipzig GmbH.....	38
4.14	SVEITSI	39
4.14.1	EHT Zürich	39
4.14.2	Swiss Federal Laboratories for Materials Testing And Research (EMPA) 39	
4.14.3	Sicherheitsinstitut (Swiss Safety Institute)	40
4.15	TANSKA	40
4.15.1	Danish Institute of Fire and Security Technology (DIFT).....	40
4.15.2	Technical University of Denmark.....	41
4.16	YHDYSVALLAT.....	42
4.16.1	NIST Building and Fire Research Laboratory (BFRL).....	42
4.16.2	FM Global	46
4.16.3	Underwriters Laboratories Inc. (UL)	47
4.16.4	USDA FOREST SERVICE: Forest Product Laboratory	48
4.16.5	US Federal Aviation Administration (FAA), Fire Safety Branch.....	49
4.16.6	US Naval Research Laboratory.....	50
4.16.7	Yhdysvaltalaisia yliopistoja	52
4.16.8	Yhdysvaltalaisia palokonsultointiyrityksiä	60

4.17	KANADA	61
4.17.1	Carleton University	61
4.17.2	FORINTEK	62
4.17.3	NCR-IRC	62
4.17.4	University of Waterloo Fire Research Lab	63
4.18	JAPANI	64
4.18.1	Building Research Institute	64
4.18.2	Center Of Advanced Fire Safety Science And Technology For Building 64	
4.18.3	National Research Institute of Fire and Disaster (NRIFD).....	66
4.18.4	Japanilaisia yliopistoja	67
4.19	KIINA	68
4.20	AUSTRALIA	69
4.20.1	CSIRO	69
4.20.2	Victoria University.....	69
4.20.3	Maastopalotutkimus	70
4.21	UUSI-SEELANTI.....	71
4.21.1	BRANZ Ltd.....	71
4.21.2	University of Canterbury.....	74

5 KATSAUS PELASTUSTOIMEN TUTKIMUKSEEN JA KOULUTUKSEEN ERI MAISSA 76

5.1	HOLLANTI	76
5.2	ISO-BRITANNIA	77
5.3	PUOLA.....	78
5.4	RANSKA	79
5.5	RUOTSI.....	80
5.6	SAKSA	81
5.7	UNKARI.....	82
5.8	JAPANI	83
5.9	AUSTRALIA	83
5.9.1	Pelastustoimi	83
5.9.2	Valistus.....	84
5.10	UUSI-SEELANTI.....	84

5.10.1	Täydennyskoulutus	84
5.10.2	Tutkimus	84
5.11	KANADA	85
5.11.1	Manitoba Emergency Services College	85
5.11.2	Seneca College of Applied Arts & Technology.....	86
5.11.3	Northern College.....	86
5.11.4	Canadian Emergency Preparedness College.....	87
5.12	YHDYSVALLAT.....	87
5.12.1	National Fire Academy	87
5.12.2	Emergency Management Institute.....	90
5.12.3	U.S. Fire Administration.....	91
6	YHTEENVETO	92
6.1	PALOTUTKIMUS JA SIIHEN LIITTYVÄ OPETUS	92
6.1.1	Toiminnan rahallinen volyymi	92
6.1.2	Tutkimuksen sisältö ja sen kehittämistrendit	93
6.1.3	Opetustilanne Euroopassa	95
6.1.4	Yliopistotasosten palotekniikan opetuksen sisältö.....	96
6.2	PELASTUSTOIMI JA SEN KOULUTUS.....	97
6.2.1	Merkittävimmät pelastustoimen koulutus- ja tutkimusaiheet	97
6.2.2	Monipuolisinta koulutusta antavat ja tutkimusta tekevät maat.....	98
6.2.3	Monipuolisimmat osaamiskeskukset	98
7	POHDINTA	100
	LÄHDELUETTELO	102

1 JOHDANTO

Hankkeessa selvitettiin palo- ja pelastusalan tutkimusta ja koulutusta eri puolilla maailmaa. Hankkeessa selvitettiin Euroopan, Pohjois-Amerikan ja Tyynen meren alueiden osaamiskeskusten toimintaa, mitä ja millaista alan tutkimusta ja koulutusta missäkin tehdään. Selvityksestä rajattiin Etelä-Amerikan ja Afrikan maat tarkastelun ulkopuolelle. Lisäksi Aasian maista keskityttiin vain Japaniin ja Kiinaan.

Selvitys perustui kirjallisuuteen, henkilökohtaisiin kontakteihin, Internet-hakuihin ja sähköpostikirjeisiin. Koska tutkimuskenttä on erittäin laaja ja hajanainen ja toisaalta selvitykseen käytettävissä olevat resurssit varsin rajalliset, selvityksen aineisto ei vastaa tieteellisesti määritellyä otosta. Se kattaa lähinnä ne laitokset, jotka ovat joko erityisen merkittäviä kansainvälisesti tai ovat muuten maailmalla näkyviä. Kaikkea Internet-hauissa löydettyä aineistoa ei käytetty hyödyksi, vaan esimerkiksi venäjän-, japanin- ja kiinankieliset Internet-sivut jätettiin tarkastelun ulkopuolelle. Lisäksi esimerkiksi kiinalaisten keskusten tai kansainvälisesti tunnetun venäläisen EMERCOM:n englanninkielisiä Internet-sivuja ei löytynyt. Sähköpostia lähetettiin European Fire Service Colleges' Association - EFSCA:n yhteyshenkilöille, yhteensä 44 henkilölle 24 maahan. Sähköpostiviestinnässä ilmeni joitain ongelmia muun muassa väärin sähköpostiosoitteiden vuoksi. Toisaalta joihinkin oikeisiin osoitteisiin lähetetyt viestit eivät menneet perille. Sähköpostissa kysyttiin opiston mielestä sen tutkimuksen ja koulutuksen tärkeimpiä painopistealueita nykyisin ja tulevaisuudessa. Sähköpostiin vastasivat vain Ranskan, Ruotsin, Saksan ja Unkarin opistojen edustajat. Internet-sivujen sisältämän tiedon taso vaihteli maittain, opistoittain ja laitoksittain. Usein myös sähköpostien sisältö ei ollut yhtä yksityiskohtaista kuin Internet-sivuilla.

Palotutkimusta ja siihen liittyvää koulutusta luotaavassa osassa (luku 4) selvitettiin - sikäli kuin tietolähteet sen sallivat - seuraavia seikkoja:

- Millaisin rahallisin ja henkilöresurssein laitos tutkimusta tekee?
- Mitkä ovat tutkimuksen painotusalueet?
- Mihin suuntaan tutkimusta ollaan suuntaamassa - mitkä aiheet kyseessä olevan laitoksessa nähdään palotutkimuksen haasteita ja mahdollisuuksina?

- Jos kyseessä on oppilaitos, millaista koulutusta se antaa - mahdollisesti aivan oppikurssien tasolle vietyinä?

Taustaksi palotutkimuksen resursoinnille on luvussa 2 esitetty palojen aiheuttamien henkilö- ja omaisuusvahinkojen tilastotietoja.

Pelastustoimen osalta selvityksessä keskityttiin seuraaviin 13 aihealueeseen:

- yhteiskunnallinen kehitys ja pelastustoimen organisoituminen sen osana
- onnettomuuksien ennaltaehkäisy
- pelastustoimen menetelmät
- tulipalo
- vaaralliset aineet ja ympäristöriskit
- muut onnettomuudet
- yksilön työkyky ja tehtävien kuormittavuus
- informaatiotekniikan hyödyntäminen
- opetusmenetelmät ja koulutuksen arviointi
- poikkeusoloihin varautuminen
- ihmisten käyttäytyminen onnettomuustilanteissa
- väestönsuojelu
- siviilikriisinhallinta.

Tulokset esitetään luvussa 5. Aihealueet on valittu sisäasiainministeriön tutkimusstrategian tutkimusaiheiden ja Pelastusopiston opetusaiheiden perusteella. Taustaksi palo- ja pelastustoimen kartoitukselle tarkastellaan luvussa 3 vuonna 1999 valmistuneen EU:n maiden väestönsuojelun ja pelastusalan riskinarvioinnin selvityksen tuloksia.

Tuloksien yhteenveto esitetään luvussa 6 ja niitä koskevaa pohdintaa on luvussa 7.

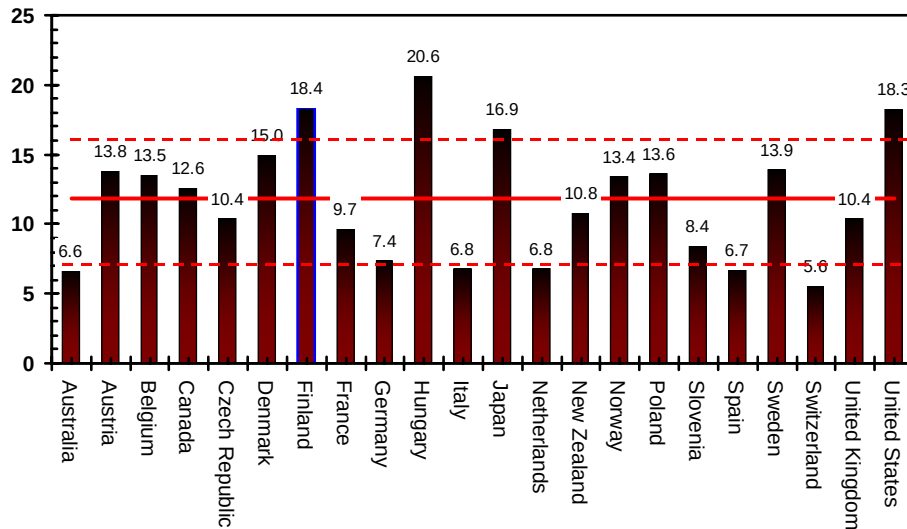
2 TULIPALOJEN AIHEUTTAMISTA VAHINGOISTA

Tulipalot aiheuttavat suuria vahinkoja ihmisille ja omaisuudelle. Taulukossa 1 esitetään World Fire Statistics -lähteen [1] tilastotietoja tulipalojen seuraamusten suuruudesta eri maissa.

Taulukko 1. Tilastotietoja tulipalojen seuraamusten suuruudesta [1].

	suorat vahingot % BKT:sta	epäsuorat vahingot % BKT:sta	palo- kunnat % BKT:sta	vakuut- taminen % BKT:sta	rakennusten suojaus % BKT:sta	YHTEENSÄ % BKT:sta	PALO- KUOLEMAT 1 000 000 ASUKASTA KOHDEN
Australia	0.160						6.6
Belgia	0.240		0.140	0.230	0.290		13.5
Espanja	0.120			0.050			6.7
Hollanti	0.180	0.027	0.150	0.040	0.300	0.697	6.8
Iso-Britannia	0.140	0.009	0.210	0.070	0.200	0.629	10.4
Italia	0.180	0.014		0.040	0.320		6.8
Itävalta	0.260	0.016	0.110	0.140			13.8
Japani	0.100	0.016	0.330	0.100	0.170	0.716	16.9
Kanada	0.170	0.022	0.350	0.060	0.250	0.852	12.6
Norja	0.280	0.003	0.090	0.080	0.360	0.813	13.4
Puola	0.110		0.190				13.6
Ranska	0.180	0.019		0.080	0.150		9.7
Ruotsi	0.200	0.007	0.140	0.070	0.140	0.557	13.9
Saksa	0.170	0.023		0.060			7.4
Slovenia	0.100	0.024	0.050	0.060	0.170	0.404	8.4
Suomi	0.150	0.009	0.150	0.030			18.4
Sveitsi	0.230	0.095			0.290		5.6
Tanska	0.200	0.029	0.080	0.090	0.520	0.919	15.0
Tsekki	0.100	0.009	0.320		0.170		10.4
Unkari	0.120	0.029		0.010	0.420		20.6
USA	0.220	0.024	0.240	0.060	0.390	0.934	18.3
Uusi Seelanti	0.170		0.130	0.190	0.170		10.8
keskiarvo =	0.17	0.022	0.18	0.08	0.27	0.72	11.8
hajonta =	0.05	0.020	0.09	0.06	0.11	0.18	4.4

Vuotuinen kuolonuhrien määrä vaihtelee paljon eri maissa (Kuva 1): joissain Euroopan maissa, kuten Sveitsissä, Espanjassa, Hollannissa, Italiassa ja Saksassa, paloissa menehtyy vuosittain noin 6 - 7 henkeä miljoonaa asukasta kohden, on vastaava luku toisissa maissa, kuten Japanissa, Yhdysvalloissa, Suomessa ja Unkarissa, 20 henkeä miljoonaa asukasta kohden. Keskimääräinen arvo on 12 henkeä miljoonaa asukasta kohden.



Kuva 1. Vuotuinen palokuolemien määrä 1 000 000 asukasta kohden [1]. Yhtenäinen viiva esittää keskimääräistä tasoa (12 uhria/vuosi/miljoona asukasta) ja katkoviivat esittävät kesimääräisestä tasosta yhden keskihajonnan päässä olevaa tasoa.

Tulipalojen aiheuttamat suorat taloudelliset vahingot vaihtelevat noin 0.1 – 0.3 % bruttokansantuotteesta (BKT). Välillisten (epäsuorien) vahinkojen suuruus on Taulukon 2 tietojen mukaan keskimäärin noin 0.02 % BKT:sta eli noin 10 % suorista vahingoista. VTT:n tekemän Suomen palotilastojen analysoinnin [2] mukaan keskeytysvahinkojen suhde suoriin vahinkoihin voi kuitenkin olla korkeampi, noin 25 - 30 %. Taulukossa 2 tarkastellaan, miten suuriksi tulipalojen taloudelliset vahingot absoluuttisella tasolla nousevat. Tarkastelukohteena on EU ennen sen laajenemista (niin sanottua EU15): tällä alueella vuotuiset palovahingot nousevat noin 15 - 20 miljardiin euroon¹. Tämä on summa, joka vuosittain häviää "savuna ilmaan". Tätä summaa voidaan verrata esimerkiksi EU:n tutkimukseen panostamaan rahasummaan, joka aiotaan 7. puiteohjelmassa kasvattaa noin tasolle 10 miljoonaa euroa/vuosi, mikä on siis noin vain puolet tulipalovahinkojen vuotuisesta määrästä.

¹ Uusien EU-maiden yhteenlaskettu BKT on noin 10 % EU15-maiden yhteenlasketusta BKT:sta; tähän perustuen myös niissä syntyvien taloudellisten palovahinkojen voidaan karkealla tasolla arvioida olevan noin 1/10 EU15-maita vastaavasta summasta.

Taulukko 2. Tulipalojen taloudellisten seuraamusten suuruus EU:ssa (tilanne ennen laajenemista: populaatio- ja BKT-tiedot perustuvat EUROSTATin tietoihin).

EU15	populaatio	BKT per asukas euro	BKT milj. euroa	suorat vahingot % BKT:sta	suorat vahingot milj. euroa	epäsuorat vahingot % BKT:sta	epäsuorat vahingot milj. euroa
Itävalta	8 163 782	27 151	221 655	0.260	576	0.016	35
Belgia	10 443 012	26 745	279 302	0.240	670		
Tanska	5 411 596	27 331	147 906	0.200	296	0.029	43
Suomi	5 246 920	25 461	133 592	0.150	200	0.009	12
Ranska	60 619 718	24 560	1 488 808	0.180	2 680	0.019	283
Saksa	82 726 188	24 334	2 013 099	0.170	3 422	0.023	463
Kreikka	11 212 468	18 364	205 900				
Irlanti	4 027 303	31 297	126 042				
Italia	58 608 565	23 298	1 365 463	0.180	2 458	0.014	191
Luxemburg	455 581	49 480	22 542				
Hollanti	16 322 583	27 804	453 840	0.180	817	0.027	123
Portugali	10 463 170	17 012	177 995				
Espanja	43 435 136	21 811	947 359	0.120	1 137		
Ruotsi	9 043 990	26 092	235 975	0.200	472	0.007	17
Iso-Britannia	59 889 407	26 362	1 578 826	0.140	2 210	0.009	142
yht.	460 270 935		9 398 304		14 939		1 309

3 VÄESTÖNSUOJELUN JA PELASTUSALAN RISKINARVIOINTI EU:SSA

Vuonna 1997 Euroopan unionin väestönsuojelun puiteohjelmassa asetettiin työryhmä selvittämään Euroopan unionin maiden riskinarviointia väestönsuojelun alalla ja pelastusalalla. Raportti valmistui vuonna 1999. Raportin laati Suomen ympäristökeskuksen tutkija Harriet Lonka [3]. Selvityksessä kysyttiin maiden asiantuntijoilta kysymyksiä, joista yksi kuului: ”Voitteko tunnistaa ja listata 5 - 10 yleisintä ja tärkeintä onnettomuustyyppiä, suuronnettomuustyyppiä tai katastrofia, jotka pitäisi ottaa huomioon riskinarvioinnissa?”. On huomattava, että vastaukset kuvastavat vain maiden yksittäisten asiantuntijoiden kantaa. Vastaukset on esitetty taulukossa 3.

Kysymykseen vastasivat 13 maan asiantuntijat: Itävalta, Belgia, Tanska, Suomi, Ranska, Saksa, Kreikka, Irlanti, Luxemburg, Hollanti, Norja, Portugali ja Iso-Britannia. Yleisimpinä ja tärkeimpinä onnettomuustyyppinä pidettiin tieliikenneonnettomuuksia (10 maata 13:sta), tulipaloja (9/13), nestepäästöjä (9/13), teollisuuspäästöjä (9/13), rautatieliikennettä (8/13), kaasupäästöjä (8/13), tulvia (8/13) ja räjähdyksiä (7/13). Tieliikenneonnettomuudet puuttuivat Itävallan, Luxemburgin ja Portugalin listoilta. Tulipaloa eivät olleet listanneet Ranska, Kreikka, Luxemburg eikä Iso-Britannia.

Yleisimpinä ja tärkeimpinä pidettiin niin sanottuja jokapäiväistä toimintaa uhkaavia onnettomuuksia. Luxemburgissa mitään tähän ryhmään kuuluvia onnettomuuksia ei pidetty merkittävinä uhkina. Lisäksi Ranskassa ainoastaan tieliikenneonnettomuudet pääsivät listalle.

Myös niin sanottuja ympäristöonnettomuuksia ja erikoisesti terveyteen vaikuttavien myrkyllisten päästöjen onnettomuuksia pidettiin tärkeimpinä. Ainoastaan Ranskassa ja Kreikassa näitä ei pidetty tärkeinä uhkina. Tanskassa (nestepäästö) ja Irlannissa (teollisuus päästö) listasivat vain yhden tärkeän ympäristöonnettomuustyyppin, muiden maiden listatessa useampia.

Luonnononnettomuuksista vain tulvat erottuivat koko maanosan tasolla merkittäväksi koetuksi uhkaksi. Belgia, Tanska ja Portugali eivät pitäneet luonnononnettomuuksia riskinarviointiin huomioon otettavina uhkina. Myös Suomi (vain metsäpalot listalla), Irlanti (poikkeukselliset sääolot) ja Iso-Britannia (tulvat) pitivät luonnononnettomuuksia vähäisinä uhkina.

Viime vuosina tapahtuneiden onnettomuuksien perusteella tulokset vaikuttavat joiltain osin erikoisilta. Esimerkiksi Portugali ja Ranska eivät ilmaisseet huolta metsäpaloista, vaikka uutisoinnin perusteella ongelmat ovat jokakesäisiä. Myös tunnelionnettomuuksien poisjäänti niin sanottua Alppimaiden listoilta herättää kysymyksiä.

Taulukko 3. Maittain tunnistetut yleisimmät ja tärkeimmät onnettomuustyytit.

Maa	AU	BE	DK	FI	FR	GE	GR	IR	LU	NL	NO	PT	UK
Vaara													
Tulipalo	X	X	X	X		X		X		X	X	X	
Räjähdy	X	X	X	X		X				X		X	
Vaarallisten aineiden kuljetus	X	X		X		X					X		
Tieliikenne		X	X	X	X	X	X	X		X	X		X
Rautatieliikenne		X	X	X		X		X		X	X		X
Lentoliikenne		X				X		X		X			X
Meriliikenne							X	X		X			
Kaasupäästö	X	X		X		X				X	X	X	X
Nestepäästö		X	X	X		X			X	X	X	X	X
Teollisuuspäästö	X	X		X		X		X	X		X	X	X
Vedensaastuminen	X									X			
Ydinonnettomuus										X			X
Tulva	X				X	X	X		X	X	X		X
Lumivyöry	X				X				X				
Pyörremyrsky					X								
Maanvyörymä	X				X						X		
Maanjäristys	X				X		X			X			
Tulivuoren purkaus					X		X						
Metsäpalo				X		X	X						
Poikkeukselliset sääolot						X	X	X		X			
Tunnelionnettomuus											X		

Maiden lyhenteet: AU= Itävalta, BE= Belgia, DK= Tanska, FI= Suomi, FR= Ranska, GE= Saksa, GR= Kreikka, IR= Irlanti, LU= Luxemburg, NL= Hollanti, NO= Norja, PT= Portugali, UK= Iso-Britannia.

4 KATSAUS PALOTUTKIMUKSEEN JA ALAN KOULUTUKSEEN ERI MAISSA

4.1 Belgia

4.1.1 Ghent University

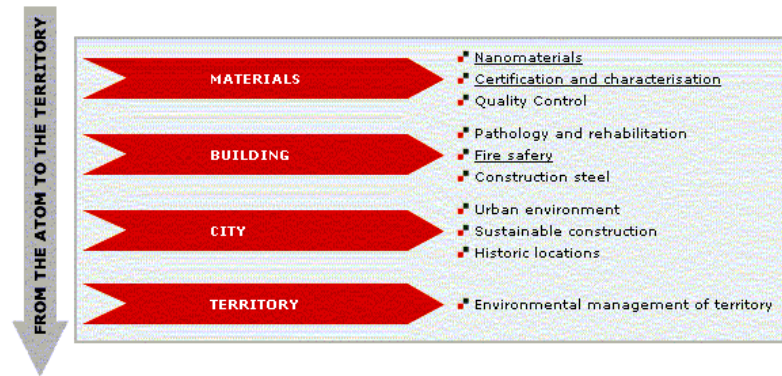
Ghentin yliopiston osastolla Department of Flow, Heat and Combustion Mechanics toimii Palotekniikan laboratorio, jonka tutkimusaloina ovat turbulentti palaminen sekä palon ja savun leviämisen simulointi [4]. Palotestauksen alalla Palotekniikan laboratorio on perustanut yhdessä Warringtonfiren kanssa yhtiön nimeltä Warringtonfiregent. Ope-
tusta paloalalla annetaan Master-tasoisessa ohjelmassa Combustion, Fire & Fire-Safety.

4.1.2 University of Liège

Liègen yliopiston osastolla Mechanics of materials and Structures toimii Group Concrete and Timber Constructions, and Fire Resistance, jonka vetäjinä toimivat prof. J. Dotreppe ja J. M. Franssen. Tämä ryhmä on tullut maailmankuuluksi lähinnä palon-
kestävyyden laskennallisesta tutkimuksesta, mutta se tekee myös palon mallintamista ja palotestausta (palotestausorganisaatio on Dept. of Mechanical Behaviour of Materials & Structures, Fire Research Department). Paloalan opetus liittyy yleiseen rakennustekniikan opetukseen.

4.2 Espanja

Espanjalaisen Labein-tutkimuslaitoksen tutkimusalueella Construction and Territorial Development toimii paloturvallisuustekniikan (Fire Safety Engineering) tutkimusryhmä (Kuva 2), joka nimensä mukaisesti on keskittynyt paloturvallisuustekniikkaan ja sen soveltamiseen toiminnallisessa paloturvallisuussuunnittelussa [5].



Kuva 2. Labein-tutkimuslaitoksen tutkimusaktiviteetit tutkimusalueella Construction and Territorial Development.

4.3 Hollanti

Hollannissa toimiva TNO Building and Construction Research, Centre for Fire Research on yksi TNO Building and Construction Research -osaston kahdeksasta jaoksesta [6].

TNO Building and Construction Research tähtää korkealaatuisen rakennetun ympäristön luomiseen tutkimuksen ja innovaatioiden kautta. Avainsanoja ovat monikäyttöisyys, laatu, viihtyisyys ja huollon ja ylläpidon tarpeiden vähentäminen toisin sanoen kestävän kasvun (sustainability) periaatteista lähtevä toiminta. Kehitys- ja innovaatiotoiminnan kohteita ovat konseptit, systeemit, tuotteet ja materiaalit. Teknologioittain jaoteltuna TNO Buildings and Construction keskittyy seuraaviin kuuteen teemoihin

- Safety and Risks
- Sustainable Development
- Health and Wellbeing
- Building Processes and ICT
- Building Systems
- Maintenance and Management.

Centre for Fire Research -jaoksen toiminta keskittyy teemaan Safety and Risks. Tämän teeman tavoitteena on rationaalisten turvallisuuden arviointimenetelmien käyttäminen

rakennetun ympäristön turvallisuuden kehittämiseksi niin suunnittelussa, rakentamisessa kuin ylläpidossakin. Esimerkkinä tällaisesta toiminnasta mainitaan tunneleiden ja maanalaisten tilojen paloturvallisuus. Riskeihin liittyvä toiminta suuntautuu muun muassa monimutkaisten rakennussysteemien, vesihuollon, siltojen, ynnä muiden sellaisten turvallisuuteen.

Centre for Fire Research -jaos tarjoaa testauspalveluita, jotka liittyvät materiaalien ja tuotteiden palotekniseen käyttäytymiseen (reaction-to-fire) ja palonkestoon (fire resistance). Palonkeston arviointiin TNO käyttää myös laskennallisia työkaluja, lähinnä FE-analyysi -ohjelmaa DIANA.

4.4 Iso-Britannia

4.4.1 Arup

Arup on monialainen monikansallinen yritys, jonka sijoittaminen Iso-Britannia-otsikon alle on kuitenkin perusteltua siksi, että Ove Arup perusti sen Lontooseen 1946 ja että Arupin suurin osakas, Arup Group, toimii Lontoosta käsin [7, 8].

Arupilla työskentelee yli 7000 ihmistä, ja sen liikevaihto on 716 miljoonaa US\$.

Palotekniikka (Fire engineering) on yksi Arupin toiminta-alueista (kaikkiaan 70 eriteltyä toiminta-aluetta), jonka parissa työskentelee 120 ihmistä Euroopassa, Amerikassa, Aasiassa ja Australiassa. Vertaamalla palotekniikan osuutta Arupin kokonaishenkilöstömäärää voidaan palotekniikan osuudeksi Arupin liikevaihdosta arvioida noin 12 miljoonaa US\$.

4.4.2 BRE Fire

BRE Fire on osa BRE:tä, jonka toiminta-ajatus (mission) on paremman maailman rakentaminen ja visio noudattelee kestävän kehityksen periaatteita. BRE:llä on

650 asiantuntijaa. BRE Fire tavoittelee maailmanluokan ratkaisujen tuottamista paloturvallisuusongelmiin [9]. Sen toiminta-alueet kattavat palokonsultoinnin, -tutkimuksen ja -testauksen².

BRE:n rahoituksesta noin 35 % tulee julkiselta sektorilta, lähinnä eri ministeriöiltä ja muilta valtion hallinnon tahoilta [10]. Yksi tärkeä tutkimuksen tilaajataho valtionhallinnossa on Office of the Deputy Prime Minister (ODPM) [11], jonka alaan kuuluvat muun muassa rakennusmääräykset sekä palo- ja pelastustoimi³.

BRE:n palotekniikkaan liittyvien toimintojen kokonaisvolyymi on noin 11 miljoonaa punttaa vuodessa (n. 16 miljoonaa euroa per vuosi), joka jakautuu seuraavasti:

- sertifiointiin liittyvä testaus 4 miljoonaa punttaa
- toiminnallinen testaus 3.5 miljoonaa punttaa
- tutkimus 3.5 miljoonaa punttaa.

Tulevaisuuden haasteina BRE:llä nähdään muun muassa seuraavat tekijät [10]:

- riittävän suuren panostuksen saaminen valittuihin toimintoihin (kriittinen massa)
- tuottavuuden ja tehokkuuden parantaminen
- erottuminen muista
- riskipitoisten toimintojen synnyttäminen ja tukeminen
- työpaikkojen siirtyminen pois Iso-Britanniasta.

Uutena toimintamuotona BRE:llä on kumppanuuksien muodostaminen alalla toimivien yliopistojen kanssa, katso esimerkiksi Edinburghin yliopiston palotutkimus ja -opetus, kohta 4.4.6.4.

² Tarkempi luettelo BRE Fire:n toimialueista on seuraavanlainen [9]: Fire consultancy, Fire testing, Fire safety, Passive fire protection, Fire detection systems, Fire investigations, Fire risk assessment, Fire suppression, Fire research

³ ODPM:n toimialat 2005: Building Regulations, Civil Resilience, Fire and Rescue, Homelessness, Housing, Local Government, Neighbourhood Renewal, Planning, Regions, Social Exclusion, Sustainable Communities, Urban Policy.

4.4.3 Chiltern International Fire Ltd

Chiltern International Fire Ltd on Englannissa toimiva yritys, jonka toimialoja ovat

- tuotetestaus mukaan lukien palotestaus (Product testing: fire, security, thermal, endurance, strength)
- rakennusten testaus ja katselmukset mukaan lukien paloasiat (Building testing and surveys: airtightness, fire performance)
- paloturvallisuustekniikka (Fire safety engineering: non-prescriptive fire solutions for construction)
- palotutkimus (Fire research: fire performance of products and construction, fire behaviour)
- palokonsultointi (Fire consultancy: product assessments, safety audits, site surveys).

4.4.4 Health and Safety Laboratory

Health and Safety Laboratory (HSL) on brittihallituksen työturvallisuuselimen Health and Safety Executive alainen organisaatio, jolla on 350 työntekijää [12]. HSL:n toiminta-alueeseen kuuluu muun muassa tulipalot ja räjähdykset sekä prosessien turvallisuus (Fire, Explosion & Process Safety), jonka alakohtina ovat muun muassa

- räjähdysaineet ja vastaavat (Explosive, flammable, explosible and energetic materials)
- kaas- ja pölyräjähdykset (Gas and dust explosions)
- palokäyttäytyminen (Fire behaviour)
- syttymislähteet ja eksotermiset reaktiot (Ignition sources & Exothermic reactions)
- tulipalojen, räjähdysten ja suurien päästöjen mallintaminen (Computer modelling of fire, explosions and large scale releases)
- tulipalojen ja räjähdysten ehkäisyjärjestelmät (Fire and explosion protection systems).

4.4.5 Warringtonfire

Warringtonfire on Iso-Britanniassa toimiva yksityinen paloturvallisuusorganisaatio, jolla on tytäryhtiöitä Belgiassa (Gentissä), Italiassa (Warrington LAPI Fire), Aasiassa, Australiassa, Lähi-idässä ja Pohjois-Amerikassa. Sillä on kaikkiaan yli 150 työntekijää.

Warringtonfire tuottaa paloturvallisuuspalveluita aina paloturvallisuusstrategioiden luomisesta tuotteiden palotekniseen testaukseen. Sen toimialat ovat paloturvallisuustekniikka (fire safety engineering), rakenteellinen palontorjunta structural fire protection, savun hallinta, paloturvallisuusjärjestelmät, liikkeenjohdolliset toimenpiteet (management procedures), paloriskien arviointi (fire risk assessment), poistumisstrategiat, tutkimus ja testaus sekä palonsyöntutkinta ja suunnitelmien tarkistuspalvelu.

4.4.6 Iso-Britannian yliopistoja

4.4.6.1 Glasgow Caledonian University

Glasgow Caledonian University (GCU) -yliopistossa toimii School of the Built and Natural Environment -osasto, jonka yksi kolmesta tutkimusteemoista on Building Performance. Tämä tutkimusteema jakautuu kahteen osa-alueeseen, Building Physics and Building Materials ja Fire Risk Engineering. Fire Risk Engineering -tutkimusryhmä keskittyy monimutkaisten ja/tai innovatiivisten rakennusten palon mallintamiseen ja toiminnallisen paloturvallisuussuunnitteluun [13].

Palotekniikan opetusta GCU:ssa annetaan Bachelor-tasoisena Bachelor of Science in Fire Risk Engineering -ohjelmassa, jonka tavoitteena on kouluttaa opiskelijat ymmärtämään, kehittämään ja arvioimaan palontorjunta- ja -hallintajärjestelmiä. Ohjelman sisältö esitetään taulukossa 4.

Taulukko 4. GCU:n Bachelor of Science in Fire Risk Engineering -ohjelman sisältö.

YEAR 1	YEAR 2	YEAR 3	YEAR 4
Core modules • applied mathematics • building performance 1 • construction materials • design and regulation 1 • engineering principles a • engineering principles b • fire analysis • fire engineering maths • professional orientation & practice Options • construction techn. 1 • electronic and electrical principles • engineering science	Core modules • building performance 2 • construction techn. 2 • evacuation systems design • structural fire protection	Core modules • design and regulation 2 • dynamic systems design 1 • fire dynamics • fire safety data analysis • managed project learning • professional placement learning • statutory control 1 Options • engineering science • fire studies	Core modules • dissertation • dynamic systems design 2 • fire engineering design • fire risk assessment

4.4.6.2 University of Bolton

Boltonin yliopistossa toimii Bolton Fire Materials Laboratories, jonka noin 10-henkinen tutkimusryhmä kehittää ja soveltaa palosuojattuja materiaaleja, etenkin muovituotteita [14].

Boltonin yliopistossa tehtävä palotekniikan opetus keskittyy materiaalitieteiden Master-tason opetukseen, jossa yhtenä valittava aiheena on Advanced Materials (Fire Retardancy). Tämä ohjelma kestää yhden vuoden, ja se sisältää seuraavia aiheita:

- palokäyttäytymisen perusteet (Fundamentals of Fire Behaviour)
- materiaalit ja palonsuojausaineet (Materials and Fire Retardants)
- materiaalien palaminen (Materials' Burning Behaviour)
- kehittyneiden materiaalien tutkimusmenetelmät (Research Methods in Advanced Materials)
- tutkimushanke liittyen kehittyneiden materiaalien tutkimusmenetelmiin Research Project in Advanced Materials.

4.4.6.3 University of Central Lancashire

University of Central Lancashire (UCLAN) -yliopistossa toimii yksikkö Centre for Research in Fire and Explosion Studies, jonka tutkimus suuntautuu state-of-the-art – tutkimukseen, joka liittyy palamiseen (combustion) sekä räjähdysten ja reaktiivisten virtausten CFD-mallintamiseen ja näiden soveltamiseen turvallisuustekniikan (safety engineering) teknisten ja ympäristöön liittyvien ongelmien ratkaisemiseen. Tutkimus-alueet ovat 1) palaminen ja räjähdys, 2) palotekniikka, paloturvallisuussuunnittelu sekä uhkien analysointi ja kvantifiointi, 3) paloturvallisuuslainsäädäntö ja 4) ympäristöstävälinen (sustainable) energiankäyttö.

Taulukko 5. UCLAN-yliopiston paloteknisten ja -hallinnollisten koulutusohjelmien sisältö.

LEVEL 1 • Introduction to Combustion and Fire • Engineering Design Practice • Thermofluids and Energy Transfer • ICT and CAD • Construction and Physical Technology • Law and Management • Mathematics. • Optional modules: • Mathematics • Manufacturing Engineering • Chemistry	LEVEL 2 Engineering route: • Fluid Dynamics of Fire • Fires and Built Environment • Management of Occupational Health and Safety • Fire Protection 1 • Computer Aided Engineering • Design Project 2 • Mathematics, • Optional modules: • Accidents and Catastrophes • Fire Chemistry Management route: • Fires and Built Environment • Accidents and Catastrophes • Management of Occupational Health and Safety • Fire Protection 1 • Design Project 2 • Finance and HRM. • Optional modules: • Fire Chemistry • Electrical Supply and Control Systems • Workplace Module.	LEVEL 3 Engineering route: • Enclosure Fire Dynamics • Dissertation • Fire Protection 2 • Project Management • Design Project • Optional Modules: • Environmental and Safety Law • Risk and Modelling • Mathematics Management route: • Managing the Fire Service • Dissertation • Disasters and Emergency Planning • Project Management • Design Project 3 • Optional modules: • Environmental and Safety Law • Fire Protection Strategies and Prescriptive Solutions • Project simulation Exercise
MASTER's LEVEL Enclosure Fire Dynamics, Project Management, Fire Protection 1, Risk Assessment, Environmental & Safety Law, Project Management, Quality Management Systems, Health and Safety Management, Sustainable Buildings, Accidents & Catastrophes 2, Aspects of Environment and Safety Law, Risk Assessment & Management, Fire Engineering Solutions and Service Management & Incident Command		

Batchelor-tasoisien opetuksessa on valittavana tekninen lähestymistapa (Fire Engineering/Safety) tai hallintoon suuntautuva lähestymistapa (Fire Safety Management). Mas-

ter-tasoista opetusta annetaan paloturvallisuustekniikassa (Fire Safety Engineering). Koulutusohjelmien sisältö esitetään taulukossa 5.

4.4.6.4 University of Edinburgh

Edinburghin yliopistossa tehdään palotutkimusta yhdessä BRE:n kanssa BRE Centre of Fire Safety Engineering -yksikössä [15]. Se antaa Bachelor- ja Master-tasoista opetusta opetusohjelmassa Structural and Fire Safety Engineering. Tämän ohjelman sisältöä esitetään taulukossa 6.

Taulukko 6. Edinburghin yliopistossa annettavan paloteknisen opetuksen sisältöä.

YEAR 1	YEAR 2	YEAR 3	YEARS 4 & 5
General engineering, civil engineering and mathematics	Theory of structures, fluid mechanics and water resources, geotechnical engineering, analytical and numerical methods, computer graphics and surveying	“Introduction to Fire Safety Engineering” that builds upon the material learned in earlier years and begins to apply it to a diverse range of design-oriented problems with students working both individually and in groups across the full range of civil engineering disciplines	Core material: structural engineering, basics of fire science and fire dynamics, and “Fire Safety Engineering I”. Options: e.g., nondestructive testing, geotechnical engineering, and construction management.
Kursseja: Fire Safety Engineering (3), Fire Science & Fire Dynamics (4) Current Methods in Fire Safety Engineering (4) Advanced Fire Safety Engineering Project (4) Numerical Techniques in Fire Safety Engineering (5) Quantitative Methods in Fire Safety Engineering (5) Fire Dynamics Laboratory (5)			

4.4.6.5 University of Greenwich

Greenwichin yliopistossa Lontoossa toimii prof. Ed Galean johtama Fire Safety Engineering Group (FSEG), joka on erikoistunut poistumislaskentaan ja ihmisten käyttäytymisen mallintamiseen sekä palon kehittymisen mallintamiseen [16]. FSEG:n kehittämiä ohjelmia ovat poistumislaskentaohjelma EXODUS ja palonkehittymisen CFD-laskentaohjelma SMARTFIRE. Syksyllä 2005 ryhmässä toimi 32 tutkijaa, joista 15 kuului vakinaiseen henkilökuntaan ja 17 oli jatko-opiskelijoita.

Greenwichin yliopistossa annetaan paloturvallisuustekniikkaan liittyvää Master-tason opetusta tulipalon ja poistumisen mallintamistekniikoissa (Fire and Evacuation Modelling Technology). Tämä koostuu seuraavista osa-alueista:

- tulipalon dynamiikka ja sen mallintaminen (Fire Dynamics and Fire Modelling (FDFM), 30 credits)
- ihmisen käyttäytyminen ja poistumisen mallintaminen (Human Behaviour and Evacuation Modelling (HBEM), 30 credits)
- palotekniikan matematiikkaa (Maths for Fire Engineering, 15 credits)
- tutkimushankkeen metodologia (Research Project Methodology, 15 credits)
- ihmiset ja tulipalo (People and Fire (PF), 15 credits)
- spatiaalinen orientoituminen ja reitin löytäminen (Spatial Orientation and Way Finding (SOWF), 15 credits)
- Tutkimushanke ((RP), 60 credits).

4.4.6.6 University of Leeds

Leedsin yliopiston tiedekunnassa Faculty of Engineering School of Process, Environmental and Materials Engineering -osaston alaisuudessa toimii tulipalojen ja räjähdysten tutkimusryhmä (Fire and Explosions Group).

Opetusta annetaan Bachelor/Master-tasoisessa Fire and Explosion -ohjelmassa, joka antaa opiskelijalle insinööritieteiden perustiedot sekä valmistaa heidät paloturvallisuussuunnitteluun (Fire Safety Design), paloturvallisuus- ja palonehkäisytekniikkaan (Fire Safety & Protection Engineering) sekä palonsyyn tutkimukseen (Fire Investigation).

4.4.6.7 University of Manchester

Manchesterin yliopistossa toimii professori Colin Baileyn johtama 8-henkinen rakenteellisen paloturvallisuuden tutkimusryhmä (Structures and Fire Research Group), joka keskittyy tutkimuksessaan seuraaviin aiheisiin:

- materiaalien, rakennejärjestelmien ja kokonaisten rakennuksien toiminta tulipalossa
- riskit
- rakenteiden dynaaminen toiminta
- kevyet teräsrakenteet (Light gauge steel construction)
- lattiajärjestelmien toiminta äärimmäisissä olosuhteissa (esimerkiksi kalvoefekti)
- uusien innovatiivisten komposiittimateriaalien toiminta
- historialliset rakenteet.

Manchesterin yliopistossa palotekniikan opetus liittyy rakenteiden (lähinnä teräs, betoni ja teräs-betoni -liittorakenteet) suunnittelun opetukseen.

4.4.6.8 University of Sheffield

Sheffieldin yliopiston osaston Department of Civil and Structural Engineering rakenteiden tekniikan tutkimusryhmän (Structural Engineering Research Group) osana toimii palotekniikan tutkimusryhmä, joka on keskittynyt teräs- ja teräs-betoni-liittorakenteiden palonkestävyyden tutkimiseen [17]. Ryhmässä on noin 15 tutkijaa, ja sen tunnetuin työkalu on FE-analyysiohjelma Vulcan. Palotekniikan opetus Sheffieldin yliopistossa muodostaa osan rakenteiden mekaniikan opetusta (esimerkiksi terässuunnitteluun liittyvä kurssi Structural Analysis and Design for Fire).

4.4.6.9 University of Ulster

Ulsterin yliopistossa Pohjois-Irlannissa toimii Fire Safety Engineering Research & Technology Centre (FireSERT) -instituutti [18]. FireSERTin toiminta-ajatuksena on turvallisemman yhteiskunnan luominen edesauttamalla palotutkimuksen perustuvia paloturvallisuusmenettelytapoja ja edistämällä kustannustehokkaita toiminnallisen paloturvallisuustekniikan sovelluksia. Sen tekemä tutkimus keskittyy seuraaviin alueisiin:

- tulipalon dynamiikka (fire dynamics)
- rakenteellinen palotekniikka (structural fire engineering)
- tulipalon mallintaminen (fire modelling)

- ihmisten käyttäytyminen tulipalossa (human behaviour in fire).

FireSERT antaa Master-tasoista opetusta paloturvallisuustekniikassa (Fire Safety Engineering). Tämä koulutus koostuu seuraavista osa-alueista:

- lämmönsiirto ja fluidien terminen käyttäytyminen (Heat Transfer and Thermofluids)
- tulipalon dynamiikka ja rakenteellinen toiminta (Fire Dynamics and Structural Performance)
- palotekniikan laboratoriotyöt (Fire Engineering Laboratory Explorations)
- tulipalon kemia (Fire Chemistry),
- aktiivisen palontorjunnan järjestelmät (Active Fire Protection Systems)
- kvantitatiivinen riskianalyysi (Quantitative Risk Analysis)
- paloturvallisuustekniikkaan perustuva suunnittelu (Fire Safety Engineering Design).

4.5 Italia

Italian kansallisen tutkimusneuvoston NCR (Consiglio Nazionale delle Ricerche/ National Research Council) alaisuudessa toimii 105 tutkimusinstituuttia (CNR Research Institutes), joista yksi on Construction technologies institute (ITC) [19]. ITC:ssä toimii runsaat 120 henkeä ja sen vuosibudjetti on 9 miljoonaa euroa [20]. 50 % ITC:n rahoituksesta tulee valtiolta. ITC on julkaisut tutkimuksia palontorjuntatekniikan alalta, ja se kuuluu kansainväliseen palolaboratorioiden yhteenliittymään FORUM.

4.6 Itävalta

Innsbruckin yliopistossa toimii puualan lahjoitusprofessuuri (Stiftungslehrstuhl für Holzbau, Holzmischbau und Holzverbundwerkstoffe), jonka alaisuudessa opetetaan palotekniikkaa (Hon. Prof. Dipl. Ing. Dr. techn. Hans Hartlin kurssi Verhalten von Holzkonstruktionen Unter Brandeinwirkung).

4.7 Kreikka

Thessalonikissa sijaitsevan Aristotle University -yliopiston Civil Engineering -osaston rakennetekniikan (Structural Engineering) -jaoksen yksi tutkimusalue on palontorjuntatekniikka (Fire Safety Engineering), etenkin sovellettuna historiallisten rakennusten palosuojeluun.

4.8 Norja

4.8.1 NTNU

Trondheimissa sijaitsevassa yliopistossa Norwegian University of Science and Technology (NTNU) toimii tutkimusryhmä Building and Material Technology Group, jonka yksi toimiala on paloturvallisuustekniikka (Fire Safety Engineering). Sillä on noin 10 hengen vakinainen henkilökunta ja lähes 10 jatko-opiskelijaa. Palotekniikan tutkimus keskittyy materiaalien, etenkin puun, palo-ominaisuuksien tutkimukseen. Koulutusta annetaan osana rakennusinsinöörin koulutusta 7.5 pisteen laajuisessa palotekniikan (Brannteknikk) koulutusjaksossa.

4.8.2 SINTEF NBL AS

SINTEF on Norjan suurin tutkimuslaitos, jonka henkilöstömäärä oli vuoden 2005 alussa noin 1800. Työntekijöistä suuri osa on tutkijoita, joista 38 % on tohtoreita. Sen liikevaihto oli vuonna 2004 NOK 1700 miljoonaa Norjan kruunua eli noin 210 miljoonaa euroa, josta teollisuuden tai julkisyhteisöjen toimeksiannot muodostavat yli 90 %. Valtion suora rahoitus on 3 %. SINTEF NBL AS on SINTEFissä toimiva palolaboratorio, jossa toimii 30 henkeä [21]. Henkilömäärän suhteella skaalaten SINTEF NBL:n liikevaihdoksi voidaan arvioida noin 3.5 miljoonaa euroa. Sen tutkimuspalvelut käsittävät seuraavat alueet:

- paloturvallisuustekniikka (Fire Safety Engineering)
- tunnelien paloturvallisuus (Tunnel Fire Safety)

- tilastotutkimukset ja -selvitykset (Statistical Studies and Surveys)
- palonsyöntutkinta (Fire Investigations)
- laboratoriopalvelut (muun muassa ad hoc -kokeet) (Laboratory Services).

4.9 Portugali

Lissabonissa sijaitsevan LNEC-laboratorion (National Laboratory for Civil Engineering/Laboratório Nacional de Engenharia Civil) rakennusosaston (Buildings department) yksi tutkimusalue on palontorjunta (Fire protection, acoustics, thermal comfort and lighting).

4.10 Puola

Varsovassa ja Katowicessa sijaitsevassa Rakennustekniikan tutkimuslaitoksessa ITB (Instytut Techniki Budowlanej/Building Research Institute) toimii palotutkimuksen osasto (Department of Fire Research), jossa on kaksi divisioonaa, palonkeston ja savun hallinnan divisioona (The Division of Fire Resistance and Smoke Control) sekä palon kehittymisen ja materiaalien testauksen divisioona (The Division of Fire Development and Material Testing) [22]. Sen tutkimuksellinen panos painottuu palon CFD-mallintamiseen aiheina muun muassa palokeston laskennallinen arviointi, savun leviämisen sekä savunpoistosysteemien mallintaminen sekä poistumislaskenta. Mallintamista sovelluskohteita ovat muun muassa monimutkaiset ja/tai suuret rakennukset, tunnelit ja maanalaiset tilat.

4.11 Ranska

4.11.1 Centre Scientifique et Technique Du Batiment (CSTB)

CSTB-tutkimuslaitoksessa toimii turvallisuuden, rakenteiden ja tulipalojen tutkimusosasto (Sécurité, Structures, Feu/Safety, Structures, and Fire Performance) [23]. Tämän osaston toiminta suuntautuu seuraaviin aiheisiin:

- Palotestaus (Fire Tests):
 - o materiaalien palokäyttäytyminen (reaction of materials to fire)
 - o rakennustuotteiden ja sähkömekaanisten laitteiden palonkesto (fire resistance of construction components and electromechanical equipment)
 - o paloturvallisuuslaitteiden toiminta (fitness for use of fire safety systems)
- paloturvallisuustekniikka (Fire Safety Engineering)
 - o palon ja savun leviämisen mallintaminen (physical modelling of the spreading of fire and smoke)
 - o rakenteiden toiminta palossa (behaviour of structures and construction components in the event of fire)
 - o paloturvallisuuden arviointi (specific studies and appraisals / site assessments · advanced safety analyses)
- palomääräysten tutkimus (Fire Regulation Studies)
 - o säädösten tutkimus (research and studies relating to regulations)
 - o palokäyttäytymisen vaihtoehtoisia testaustapoja (alternative tests for fire reaction)
 - o palavien rakenneosien käyttäytyminen (behaviour of combustible parts of structures).

CSTB:ssä työskentelee kaikkiaan 720 henkeä, joista 350 on insinöörejä ja tutkijoita. Sen liikevaihto on 61 miljoonaa euroa, josta 29 % on julkista rahoitusta (State-funded research and development). Sécurité, Structures, Feu -osastolla työntekijöitä on 75 eli noin kymmenesosa koko CSTB:n henkilöstöstä; tämän perusteella voidaan kyseessä olevan osaston liikevaihdoksi arvioida noin 6 miljoonaa euroa.

4.11.2 Centre Technique Industriel de la Construction Métallique, CTICM

CTICM-tutkimuslaitoksen toiminta käsittää metallirakenteiden ja muista materiaaleista tehtyjen rakenteiden tutkimus- ja kehitystyötä. Siten sen palotekninen toiminta keskittyy rakenteiden palonkeston laskennalliseen ja kokeelliseen arviointiin sekä myös näihin liittyvään palon mallintamiseen [24]. Sen liikevaihto on 9 miljoonaa euroa ja sen palve-

luksessa on kokonaisuudessaan 100 henkeä, joista 60 on tutkijoita tai insinöörejä. CTICM:n paloon liittyvät toiminnot (Activités Incendie et Essais) ovat

- koeasema (La Station d'Essais)
- palotutkimuspalvelut (Le Service Recherche Incendie)
- palotekniikan palvelut (Le Service Ingénierie Incendie)
- säädöksiin ja normeihin liittyvä työ (La réglementation et la normalisation).

Niiden parissa työskentelee noin 25 henkeä; näin CTICM:n palotekniikkaan liittyvien toimintojen liikevaihdoksi voidaan arvioida 2,3 miljoonaa euroa.

4.11.3 SNPE Matériaux Energetiques, SME

SNPE Matériaux Energetiques -tutkimuslaitos (SME) on yksi maailman suurimpia räjähteiden ja muiden niiden kaltaisten tuotteiden kehittäjä ja tuottaja [25]. Sen palveluksessa on yhteensä yli 2000 henkilöä, ja sen kokonaisliikevaihto on 260 miljoonaa euroa.

Yksi SME:n tutkimus- ja kehitysyksikön CBR:n (Le Bouchet Research Center) toimialoista on rakentamisessa ja raideteollisuudessa käytettävien materiaalien paloteknisen käyttäytymisen tutkimus (characterisation of the fire behaviour of materials for the building and railway industries). Toinen palotekniseen tutkimukseen liittyvä SME:n yksikkö on sen materiaalitutkimusyksikkö (Materials & Pyrotechs), jonka alaisuudessa toimii SME:n palotestauslaboratorio (Fire Testing Laboratory).

4.11.4 INERIS

INERIS on julkisen sektorin tutkimuslaitos, joka toimii Ranskan ympäristö- ja kestävän kehityksen ministeriön alaisuudessa. Se pyrkii arvioimaan ja estämään teollisuuden onnettomuuksiin ja pitkäaikaisiin ympäristövaikutuksiin liittyvää ihmisille ja ympäristölle koituvaa riskiä [26]. Sillä on runsaat 500 työntekijää, ja sen vuosibudjetti on noin 50 miljoonaa euroa. INERISin palotekninen tutkimus suuntautuu teollisuuden tulipalojen tutkimukseen, johon se käyttää muun muassa mallinnuksen keinoja.

4.12 Ruotsi

4.12.1 Lundin yliopisto

Lundin yliopistossa toimii paloturvallisuustekniikan osasto (Department of Fire Safety Engineering), jolla työskentelee vakinaisesti runsaat 20 henkilöä [27]. Osaston tutkimuksen vuosibudjetti on 6 miljoonaa Ruotsin kruunua eli noin 0.6 miljoonaa euroa. Päärahoittajat ovat BRANDFORSK, Räddningsverket, NUTEK (verket för näringslivsutveckling), the Foundation of Strategic Research ja EU. Sen pää tutkimusalueita ovat

- riskiperustainen paloturvallisuustekninen suunnittelu (Risk-based fire engineering design)
- riski- ja haavoittuvuusanalyysi (Risk- and vulnerability analysis)
- tulipalojen mallintaminen (Modelling of fires)
- sammutusaineiden tutkimus (Extinguishing media)
- teollisuuden riskit (Industrial risks)
- pelastustoimen tutkimus (Rescue services).

Osasto on viime vuosina suunnannut toimintojaan yhä enemmän yleisen riskienhallinnan suuntaan. Tästä konkreettisenä esimerkkinä on riskianalyysin ja -hallinnan keskuksen (Lund University Centre on Risk Analysis and management, LUCRAM) perustaminen muutama vuosi sitten [28].

Osasto on antanut BSc-tasoista palotorjuntainsinöörin opetusta (Bachelors Programme in Fire Protection Engineering) vuodesta 1986 lähtien. Nykyään ohjelmaan otetaan vuosittain 50 opiskelijaa. Vuodesta 2001 lähtien osastolla on toiminut riskienhallinnan MSc-ohjelma (Master of Risk Management and Safety Engineering), johon otetaan vuosittain 30 opiskelijaa. Tällä hetkellä Ruotsissa toimii 380 palotorjuntainsinööriä, joista yli 50 % toimii pelastuslaitoksissa, noin 25 % konsultteina (siten ollen runsaat 90 henkeä) ja loput eri tehtävissä teollisuudessa. Näiden opetusohjelmien sisältö esitetään taulukoissa 7 ja 8.

Taulukko 7. Lundin yliopistossa annettavan palontorjuntatekniikan opetuksen sisältö.

The Fire Protection Engineering Programme							
Eng. communication			Elective course	Passive systems	Active systems	Fire safety evaluation	Elective course
Economics	Mechanics		Fire chemistry	Extinguishing agents	Risk management 1	Risk-based physical planning	
Physics	Chemistry		Heat transfer	Working environment			Project
Mathematics Analysis 1	Mathematics Analysis 3		Thermodynamics	Construction	Fire dynamics	Geo-technology	
Mathematics Lin. algebra	Mathematics Analysis 2		Statistics	Building materials	Building engineering	Public org. & administration	Risk management 2
1st year			2nd year		3rd year		4th year

Taulukko 8. Lundin yliopistossa annettavan riskien hallintatekniikan opetuksen sisältö.

Courses

	Autumn semester		Spring semester	
Year 3			Statistical methods for safety analysis	Business administration
			Risk analysis methods	
Year 4	Safety, health and environmental law	Economic models for risk management	Risk management process	Elective courses
	People, technology, organization and RM	Elective courses	Elective courses	
Year 5	Master's thesis			

4.12.2 SP Brandteknik

Ruotsalaisen testaus- ja tutkimuslaitoksen SP (Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut) Boråsissa sijaitsevassa palotekniikan laboratoriossa työskentelee noin 50 henkeä. Koko SP:ssä työskentelee 760 henkilöä, ja sen liikevaihto on 70 miljoonaa euroa; tästä voidaan arvioida palolaboratorion liikevaihdoksi noin. 4.5 miljoonaa euroa. Sen toiminnot voidaan jakaa neljään alueeseen:

- palonkeston testaus (Fire Resistance)
- palokäyttäytymisen testaus (Reaction-to-Fire)
- palonehkäisy (Fire Protection)
- tutkimus ja kehitys (Research and Development).

Tutkimus ja kehitys muodostavat noin 40 % palolaboratorion toiminnoista. Tutkimusaloja ovat muun muassa

- rakennustekniikka (building technology)
- virtausmekaniikka (fluid mechanics)
- lämmönsiirtoanalyysi (heat transfer analysis)
- kemiallinen analyysi (chemical analysis)
- numeerinen mallinnus (numerical modelling)
- ympäristöasiat (environmental considerations)
- toksikologia (toxicology).

Viimeaikaisia tutkimuksen fokusalueita ovat

- kaapelipalot (cable fires)
- palokaasujen kemiallinen analyysi (chemical analysis of fire gases)
- CFD mallinnus (CFD modelling)
- sammutusjärjestelmät (extinguishing systems)
- palonsyöntutkinta (fire investigation)
- liekin leviäminen (flame spread)
- LCA ja riskianalyysi (LCA and risk analysis)
- materiaalien tutkimus (material evaluation)

- ajoneuvopalot (vehicle fires).

Tutkimusta rahoittavat Ruotsin ja muiden maiden teollisuus sekä tutkimusneuvostot ja -rahastot, esimerkiksi Ruotsin ympäristönsuojelutoimisto (SNV), Räddningsverket (SRV) ja BRANDFORSK sekä EU.

4.12.3 Ruotsalaisia paloalan konsulttiyrityksiä

Bengt Dahlgren AB on suuri insinööritoimisto, jolla toimii myös palotekniikan konsulttina. Brandgruppen on Tukholmassa toimiva palontorjuntainsinööritoimisto. Säkerhetspartner AB Tukholmassa toimiva noin 10 hengen palotekniikan konsulttitoimisto. Brandkonsulten AB on Tukholmassa ja Linköpingissä toimiva 17 hengen palotekniikan konsulttiyritys. Fire Safety Design AB on Malmössa sijaitseva noin 10 hengen palotekniikan konsulttiyritys.

4.13 Saksa

4.13.1 Bundesanstalt für Material Forschung Und Prüfung (BAM)

Pääasiallisesti Berliinissä toimivan tutkimuslaitoksen Bundesanstalt für Material Forschung Und Prüfung (BAM) osastolla VII (Abteilung/Department VII: Bauwerkssicherheit/Safety of Structures) toimii erikoisryhmä VII.2 (Fachgruppe VII.2: Ingenieurbau), jonka yksi tehtävä liittyy paloinsinööritoimintaan (Brandingenieurwesen/fire engineering) [29]. Sen toimialoja ovat rakennemateriaalien ja -osien palokäyttäytyminen (Behaviour of building materials and components exposed to fire) ja palonkeston arviointi (kantokyky) (Assessment of the load carrying capacity of building structures exposed to fire).

Kokonaisuudessaan BAM:ssa työskentelee 1629 henkilöä yhteensä 33 divisioonassa. Sen vuotuinen valtiolta tuleva rahoitus on 94 miljoonaa euroa, joista noin 12 miljoonaa euroa muodostaa BAMin tutkimusbudjetin.

4.13.2 Bauen mit Stahl E.V.

Bauen mit Stahl E.V. on Düsseldorfissa toimiva ei-kaupallinen teräsrakentamisen tiedotusta ja suunnitteluapua tarjoava organisaatio [30]. Yksi sen toimialoista on teräsrakentamiseen liittyvistä paloturvallisuusasioista tiedottaminen.

4.13.3 Hannoverin yliopisto

Hannoverin yliopistossa toimii 11-henkinen teräsrakenteiden laitos (Institute for Steel Construction, vetäjä Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann), jonka palotekninen tutkimus liittyy teräs- ja teräs-betoniliittorakenteiden paloturvallisuuteen (Structural Fire Safety) [31]. Palotekniikan opetus liittyy yleiseen rakennustekniikan opetukseen (esimerkiksi kurssi Structural fire design for Steel and Composite Structures).

4.13.4 Institute of the Fire Department of Saxony-Anhalt (IdF LSA)

Magdeburgissa toimii IdF LSA-tutkimuslaitos, jossa työskentelee noin 20 henkeä (vetäjänä Prof. Dr. rer. nat. habil. Reinhard Grabski) [32]. Laitos on juuri saanut uuden koehallin, jonka kustannukset olivat noin 5 miljoonaa euroa. Hinnasta noin puolet koostui savukaasujen puhdistusjärjestelmästä [33]. Sen tutkimustyö keskittyy suoraan palokuntien tarpeita palvelemaan tutkimukseen aiheinaan muun muassa

- palontorjunta
- ympäristökysymykset etenkin suurissa onnettomuuksissa (näitä varten on erityinen tutkimusauto ilman haitallisten aineiden pitoisuuksien määrittämiseen)
- sammutusaineet.

Näiden aihepiirien lisäksi laitos suuntaa toimintojaan yhä enenevässä määrin tulipalojen ja onnettomuuksien tietokonesimulaatioiden käyttöön ja kehittämiseen.

4.13.5 Karlsruhen yliopisto

Karlsruhen yliopistossa toimii noin 15 hengen palontorjuntatekniikan tutkimusasema (Forschungsstelle für Brandschutztechnik (FFB)). Se tutkii palon alkamista, leviämistä, palontorjuntaa ja -sammuttamista ja materiaalien ja tuotteiden palokäyttäytymistä. Sillä

on käytössään yli 5000 m³:n koehalli, jossa on mahdollisuus mitata savun ja lämmön tuottoa (hapenkulutuskalorimetriaa käyttäen).

4.13.6 Leipzigin yliopisto

Leipzigin yliopistossa annetaan palotekniikan opetusta, joka liittyy sekä teräs- että puurakentamisen muuhun opetukseen.

4.13.7 TUM: Lehrstuhl für Holzkunde und Holztechnik

Münchenin teknisessä korkeakoulussa (Technische Universität München, TUM [34]) toimii puutekniikan oppituoli (Lehrstuhl für Holzkunde und Holztechnik), jonka yksi osasto on tulipalo (Brand). Professorina toimii Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, jonka tutkimusaloihin kuuluu puurakenteiden paloturvallisuuden (Entwicklung des Brandschutzes) kehittäminen. Oppituoli keskittyy toiminnassaan materiaalien (luonnollisesti etenkin puun) palokäyttäytymisen tutkimukseen ja testaukseen. Sen palotekninen opetus liittyy yleiseen puutieteiden opetukseen.

4.13.8 MPA Stuttgart

Stuttgartin yliopistossa toimii materiaalien koestuslaitos (Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart, MPA Stuttgart, Otto-Graf-Institut (FMPA)), jonka yksi erikoisala (Fachbereich) on rakennusaineet ja palosuojaus (Baustoffe und Brandschutz). Yksi tämän erikoisalan osastoista on palosuojaus (Brandschutz), jonka toiminta jakaantuu kahteen aiheeseen:

- rakennusmateriaalien palokäyttäytyminen (Brandverhalten von Baustoffen)
- rakenneosien palonkesto (Feuerwiderstand von Bauteilen).

MPA Stuttgartin tutkimus- ja kehitystyön painotusalueita ovat muun muassa

- työ uusien harmonisoitujen eurotestimenetelmien luokkien ja DIN-menetelmiin perustuvien luokkien vastaavuuksien selvittämiseksi

- pinnoitteiden, katteiden, eristysaineiden, jne. palokäyttäytymisen tutkimus
- pienen liekin testin tutkimus
- korkealujuusbetonin tutkimus.

4.13.9 MPA Braunschweig

Braunschweigin teknisen korkeakoulun rakennusosastolla (Fachbereich Bauingenieurwesen/Civil Engineering) toimii rakennemateriaalien, rakennusten ja palosuojauksen laitos (Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, iBMB). Sen oppiaine on Brandschutz und Grundlagen des Massivbaus (prof. D. Hosser), joka palotutkimuksessa keskittyy palon ja savun leviämisen teoreettiseen ja kokeelliseen tutkimukseen. Hosser on julkaissut oppikirjan Ingenieurmethoden des Brandschutzes.

Opetusta tarjotaan syventymiskohteessa Brand- und Katastrophenschutz. Sen oppiaineita esitetään taulukossa 9.

Taulukko 9. Braunschweigin teknisen korkeakoulun palotekniikan opetusaineita.

Pakolliset aineet: - Brandschutz bestehender Gebäude - Abwehrender und anlagentechnischer Brandschutz - Vorbeugender baulicher Brandschutz - Ingenieurmethoden im Brandschutz - Zuverlässigkeitstheorie	Valinnaiset aineet: - Vorbeugender Katastrophenschutz - Experimentelle Vorführungen im Brandschutz - Praktikum zum Brandschutzingenieurwesen - Praktikum zur Zuverlässigkeitstheorie - Seminar für Brand- und Katastrophenschutz - Praktikum CAD im Massivbau
Suosittelavia aineita: - Sicherheit und Gesundheitsschutz im Bauwesen I - Sicherheit und Gesundheitsschutz im Bauwesen II - Technische Gebäudeaustattung I - Technische Gebäudeaustattung II - Technische Gebäudeaustattung III - Ausbautechnische Entwurfsbearbeitung	

4.13.10 MFPA Leipzig GmbH

MFPA Leipzig GmbH koostaa rakennusmateriaaleja, rakenneosia ja rakenteita, myöntää hyväksymisiä ja tekee tutkimus- ja kehitystyötä Leipzigin yliopiston kanssa (toimitusjohtaja Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter) [35]. Yksi sen toimialoista on rakenteellinen palontorjunta (vetäjänä Dipl.-Ing. I. Kotthoff). Tämä toimiala keskittyy seuraaviin aiheisiin

- rakennusmateriaalien palokäyttäytyminen (Brandverhalten von Baustoffen)
- rakenneosien palokäyttäytyminen (Brandverhalten von Bauteilen)
- todellista paloa kuvaavat kokeet ja muu tutkimus (Originalbrände).

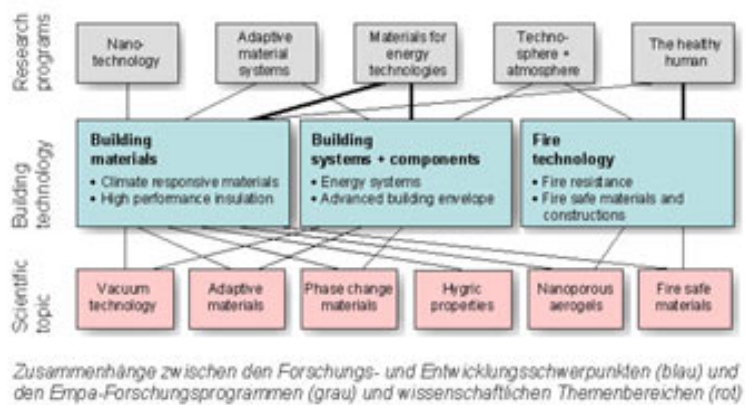
4.14 Sveitsi

4.14.1 EHT Zürich

Zürichin teknisen korkeakoulun teräs-, puu- ja liittorakenteiden oppituolissa (Professor für Stahl-, Holz- und Verbundbau, prof. Mario Fontana) on noin 10-henkinen ryhmä, joka tekee rakenteiden palonkestoon liittyvää tutkimusta sekä myös tähän aiheeseen läheisesti liittyvää palon ja riskien mallintamista [36]. Paloalan opetus annetaan integroituna rakennustekniikan kursseihin.

4.14.2 Swiss Federal Laboratories for Materials Testing And Research (EMPA)

Sveitsin kansallinen materiaalien testaus- ja tutkimuslaboratorio (Swiss Federal Laboratories for Materials Testing And Research, EMPA) toimii Sveitsin kansallisen teknologian instituutin (Swiss Federal Institutes of Technology in Zurich, ETH Zurich) yhteydessä [37]. Yksi EMPA:n 6 laboratoriosta on rakennusten materiaalien ja järjestelmien laboratorio (Materialien für Bau- und Ingenieurwesen/Materials and Systems for Civil Engineering), jossa toimii rakennusfysiikan osasto (Abteilung Bauphysik). Sen toimialoihin kuuluu palotekniikka (Kuva 3). Palotekniikan alalla EMPA tekee kokeellista ja numeerista tutkimustyötä kehittääkseen paloa paremmin kestäviä materiaaleja ja tuotteita.



Kuva 3. EMPA-laboratorion palotekniikan toimialan liittyminen.

4.14.3 Sicherheitsinstitut (Swiss Safety Institute)

Yksi Baselissa sijaitsevan Sveitsin turvallisuusinstituutin [38] toimiala on palon ja räjähdysten torjunta (Fire and explosion protection). Toimintoihin kuuluvat muun muassa

- palontorjuntasuunnitelmat (Fire protection plans)
- paloriskien arviointi (Fire risk assessments)
- palon mallinnus (Fire modelling)
- räjähdysvaarojen arviointi (Explosion hazards assessment).

4.15 Tanska

4.15.1 Danish Institute of Fire and Security Technology (DIFT)

Tanskalainen palo- ja turvallisuustekniikan instituutti (The Danish Institute of Fire and Security Technology, DIFT) on yksityinen teknologian palveluyritys, jonka toiminnalla on Tanskan tiede-, teknologia ja innovaatioministeriön hyväksyntä.

DIFTin toimialat ovat

- Testaus

- materiaalien ja tuotteiden palokäyttäytyminen (Reaction to Fire)
- palonkesto (Fire resistance)
- sammuttaminen (Fire extinguishing)
- luokitus (Classification)
- Konsultointi
 - rakennusten palontorjunta (Fire Prevention in building and construction)
 - palon simulointi (Fire simulation)
 - palontorjuntajärjestelmät (Fire prevention systems)
- Tarkastustoiminta
 - turvallisuusohjeet (Safety instructions)
 - palontorjuntajärjestelmien tarkastus (Inspection of fire protection systems)
 - riskianalyysit (Risk analyses)
 - pelastussuunnitelmat (Emergency plans)
- Palonsyöntutkinta
- Sertifiointi
 - yleinen sertifiointi (Certification general)
 - tuotteiden sertifiointi (Certification of Products)
 - henkilöiden sertifiointi (Certification of Persons)
 - palontorjuntajärjestelmien asentajat (Installers of the fire protection systems)
 - valvonta (Control)
- Tutkimus ja koulutus
 - tutkimus ja kehitys (Research and development)
 - koulutus ja julkaisutoiminta (Training and publishing).

4.15.2 Technical University of Denmark

Tanskan teknillisen korkeakoulun rakennusosastolla (Department of Civil Engineering) on MSc-tasoinen palotekniikan koulutusohjelma [39].

4.16 Yhdysvallat

4.16.1 NIST Building and Fire Research Laboratory (BFRL)

Yhdysvaltalaisessa tutkimusinstituutissa National Institute of Standards and Technology (NIST) toimivassa Building and Fire Research Laboratory (BFRL) -laboratoriossa työskentelee 155 tutkijaa ja avustavaa henkilöä (kuva 4). Sen vuosibudjetti vuonna 2003 oli 44 miljoonaa dollaria. Sen palotutkimusdivisioonassa (Fire Research) työskentelee 86 henkeä, minkä perusteella NISTin palotutkimuksen volyymiksi voidaan arvioida noin 24 miljoonaa dollaria.



Kuva 4. NISTin BFRL-laitoksen organisaatio.

Palotutkimusdivisioonan osastot ovat

- sammutustekniikka (Fire Fighting Technology)
- tulipaloihin liittyvä mittaustekniikka (Fire Metrology)
- analyysit ja ennustaminen (Analysis & Prediction)
- integroitu toimivuuden arviointi (Integrated Performance Assessment)
- materiaalit ja tuotteet (Materials & Products)
- suuren mittakaavan palokoehalli (Large Fire Facility).

NISTin tutkimuksen strategiset linjat on asetettu kahdessa ohjelmassa:

- palovahinkojen vähentämisohjelma (Fire Loss Reduction Program), jonka tavoitteena on ihmisten, tuotteiden ja muiden kohteiden tekniikkaan perustuvan paloturvallisuuden mahdollistaminen sekä palokuntien toiminnan tehostaminen
- kotimaan turvallisuusohjelma (Homeland Security Program), jonka tavoitteena on kehittää tekniset perusteet standardeille, teknologioille ja toimintatavoille, joita tarvitaan rakennusten ja henkilöiden turvallisuuden kustannustehokkaaseen parantamiseen mukaan lukien evakuointi, toiminta hätätilanteissa ja vaarojen vähentäminen.

4.16.1.1 NISTin palovahinkojen vähentämisohjelma

Palovahinkojen vähentämisohjelmassa tutkimusalueet ovat

- kehittyneet palokuntien teknologiat (Advanced Fire Service Technologies)
- tulipaloon liittyvät standardit, säädökset ja testaus (Fire Standards, Codes and Testing)
- palon leviämisen riskin vähentäminen (Reduced Risk of Fire Spread)
- tulipalojen perustutkimus (Fundamental Fire Science).

Kehittyneet palokuntien teknologiat -tutkimusalueessa tehtävä tutkimus keskittyy seuraaviin aiheisiin:

- lämpökuvausteknologioiden toiminnan tutkimus (Research to assess the performance of different thermal imaging technologies)
- rakennuksen ja pelastajien tiedonvaihdon tutkimus ensivasteen päätöksenteon tukemiseksi (Research on the exchange of information from buildings and other sources to first responder decision support systems during emergencies)
- pelastajien vaatetuksen lämmönsiirron tutkimus (Research to advance the heat transfer model for fire fighter protective clothing under wet and dry conditions)

- tiedonsiirron parantaminen tutkimuksesta pelastustoimelle (BFRL & FEMA produce a web-based newsletter, FIRE.GOV directed at the fire service reader to provide contacts for on-going research)
- palon mallintaminen sammutustoimien perusteiden ymmärtämiseksi ja tehokkaaksi simuloimiseksi (Research in fire modeling, understanding of the dynamics of fire fighting, provides the basis for effective firefighting simulations)
- aluepalotutkimus (Research in community fire modeling to assess the rate of house-to-house fire spread).

Tulipaloon liittyvien standardien, säädöksien ja testauksen alalla tehdään seuraavaa:

- NIST pitää yllä ja kehittää hyvin instrumentoituja laboratoriotiloja tutkimustulosten oikeellisuuden todentamiseksi todellisessa mittakaavassa (well-instrumented laboratory facilities to demonstrate that the research results are meaningful under realistic full-scale conditions).
- NIST osallistuu kattavasti paloalan kansainväliseen yhteistyöhön (a comprehensive network of international fire research information, and repository for BFRL data, to inform researchers, practicing engineers, the fire service, and code-making and regulatory bodies).
- NIST osallistuu kansallisiin rakennus- ja palonormien kehitystyöhön (intimate relationships with building and fire codes and standards organizations established through committee work and leadership assignments).

Palon leviämisen riskin vähentäminen -tutkimusalueella pyritään lieskahdukseen kehittyvien palojen kustannustehokkaaseen vähentämiseen

- kehittämällä uusia palokäyttäytymiseltään parempia materiaaleja, jotka silti ovat toimivia muilta ominaisuuksiltaan eivätkä aiheuta ympäristöongelmia (new/improved materials whose fire resistance does not negatively impact performance, cost, or the environment)
- kehittämällä luotettavia ja turvallisia palon aikaisessa vaiheessa toimivia ilmaisu- ja sammutustekniikoita (early and certain fire and environment sensing and automatic fire suppression technologies compatible with occupants and the environment).

Tulipalojen perustutkimuksen alalla NIST kehittää

- mittaustekniikoita (measurement techniques)
- palon mallintamista (fire modeling)
- mallintamista tukevaa koetoimintaa (experimentation in support of either sub-grid scale model development or for facilitating tests at full scale).

Kuvassa 5 esitetään NISTin palovahinkojen vähentämishjelman eri tutkimusalueilla tehtäviä tutkimushankkeita.

• **Advanced Fire Service Technologies, projects**

- Fire Fighter Protective Clothing -- Internet Decision Tools for Fire Fighters' Equipment
- Cost Effectiveness Analysis of Residential Sprinkler Systems
- Thermal Imaging Technology
- Tactical Decision Aids for First Responders
- Fire Safety and Preparedness
- Fire Fighter Protective Clothing -- Heat Transfer Model
- Virtual Fire Fighter Trainer
- Fire Fighter Protective Clothing -- Carbon-Nanotubes Materials
- Performance Measurements for Explosive and Flammable Vapor Detectors

• **Fire Standards, Codes and Testing, projects**

- Codes and Standards Support
- Large Fire Laboratory Operations
- Fire Research Information Service/ BFRL Digital Library

• **Reduced Risk of Fire Spread, projects**

- Ignition by Embers
- Feasibility of Novel Fire Suppression Units for Residential Use
- Community Fire Spread
- Early, Fault-Free Detection
- Fire Growth and Spread on Thermoplastic Objects
- Bench-Scale High Throughput Optimization of FR Polymer Nanocomposites
- Polyurethane Foam Flammability

• **Fundamental Fire Science, projects**

- Heat Release Rate In Large-Scale Fire Measurements
- Use of Total Heat Flux Gauges
- Gas Velocity Measurements in the Large Fire Lab
- New Measurement of Soot Volume Fraction in Fires
- Fire Growth and Spread on Real Objects
- Predictive Methods
- Visibility Limits in Smoky Environments
- Assessment of the Universality of Cone Calorimeter Experimental Data to Sub-Grid Fire Growth and Spread Models

Kuva 5. NISTin palovahinkojen vähentämishjelman eri tutkimusalueilla tehtäviä tutkimushankkeita.

4.16.1.2 NISTin kotimaan turvallisuusohjelma

Kotimaan turvallisuusohjelmassa keskitytään kahteen aiheeseen (kuva 6):

- uhattujen rakennusten turvallisuuden tutkimus ja kehittäminen (Research and Development for the Safety of Threatened Buildings)
- WTC-katastrofin tutkimus (Investigation of the World Trade Center Disaster).

Uhattujen rakennusten turvallisuuden tutkimuksessa ja kehittämisessä keskitytään

- ohjeistuksen ja työkalujen kehittämiseen ja levittämiseen (develop and disseminate guidance and tools)
- rakennusten haavoittuvuuden arviointi ja vähentäminen (assess and reduce building vulnerabilities)
- teknisten perusteiden luominen kustannustehokkaille muutoksille kansallisissa toimintatavoissa ja standardeissa (produce the technical basis for cost-effective changes in national practices and standards).

WTC-katastrofin tutkimuksessa pyritään selvittämään,

- miten WTC 1 ja 2 romahtivat lentokoneiden iskun ja sitä seuranneiden tulipalojen jälkeen sekä miten WTC 7 romahti
- miksi kuolonuhrien ja loukkaantuneiden määrä oli niin korkea tai matala paikan mukaan ottaen huomioon kaikki tekniset näkökohdat sekä ihmisten käyttäytymisen ja pelastustoimet
- mitä menetelmiä ja toimintatapoja käytettiin rakennusten WTC 1, 2 ja 7 suunnittelussa, rakentamisessa, käytössä ja ylläpidossa sekä identifioida mahdollisimman tarkkaan ne rakennus- ja palomääräysten osa-alueet, jotka vielä ovat käytössä ja joita tulisi muuttaa.

• **Research and Development for the Safety of Threatened Buildings, projects**

- Increasing Structural Integrity
- Enhancing Fire Resistance
- Improving Emergency Egress and Access
- Developing Building and Emergency Equipment Standards and Guidelines

• **Investigation of the World Trade Center Disaster, projects**

- Analysis of Building and Fire Codes and Practices
- Baseline Structural Performance and Aircraft Impact Damage Analysis
- Mechanical and Metallurgical Analysis of Structural Steel
- Investigation of Active Fire Protection Systems
- Reconstruction of Thermal and Tenability Environment
- Structural Fire Response and Collapse Analysis
- Occupant Behavior, Egress, and Emergency Communications
- Fire Service Technologies and Guidelines

Kuva 6. NISTin kotimaan turvallisuusohjelmassa eri tutkimusalueilla tehtäviä tutkimushankkeita.

4.16.2 FM Global

FM Global on yksi maailman suurimmista kaupallisten ja teollisten yrityksen vakuuttajista ja riskin hallintapalveluiden tarjoajista. Se keskittyy toiminnassaan pääosin omaisuusriskien hallintaan. FM Globalilla on yli 50 toimistoa eri puolilla maailmaa. Sillä on

runsaat 4700 työntekijää, joista teknistä henkilökuntaa on yli 1500. Sen vakuutuksenottajien ylijäämä on noin 4 miljardia USA dollaria.

Palotutkimuksessa FM Globalin tutkimuksen fokusalueet ovat

- mittaaminen ja mallintaminen
- palontorjunta sprinkleri- tai vesisumulaitteistoilla sekä savun hallinta
- riski- ja luotettavuusanalyysi
- rakenteiden ja materiaalien tutkimus.

FM Globalilla on oma tutkimuskeskus, jossa toimii palotekniikan laboratorio. Tässä laboratoriossa tehtäviä hankkeiden aiheita ovat muun muassa

- vesisumu (Water Mist)
- sprinklertekniikkaa (Sprinkler Technology)
- materiaalien syttyvyys ja palavuus (Materials Flammability)
- reaktiivisuus/räjähdykset (Reactivity/Explosion Research)
- materiaalien vaurioituminen (Materials Damage)
- puhtaiden tilojen materiaalien tutkimus (Cleanroom Materials Research)
- teollisten riskien arviointi (Industrial Risk Assessment)
- järjestelmien luotettavuus-, saatavuus- ja kunnossapidettävyysskysymykset (Reliability, Availability and Maintainability of Systems)
- integroitu riskien arviointi ohjelma (Integrated Risk Assessment Program)
- rakenteiden tutkimus (Structures Research).

FM Globalin palotekniikan laboratorion tutkimushallin pinta-ala on 10 033 m², mikä tekee siitä alan suurimman tutkimushallin.

4.16.3 Underwriters Laboratories Inc. (UL)

Underwriters Laboratories Inc. (UL) on riippumaton testaus- ja sertifiointilaitos, jonka tarkoituksena ei ole taloudellisen voiton tuottaminen. UL toimii maailmanlaajuisesti, ja sillä on kokonaisuudessaan 5722 työntekijää (vuonna 2004).

Vaikka UL on pääasiassa testaus- ja sertifiointilaitos, se tekee myös palotutkimusta palotorjuntadivisioonassaan (Fire Protection Division); palotutkimus on yksi tämän divisioonan 4 toiminta-alueesta.

UL:n palotorjuntadivisioonan tutkimustiimi tuottaa ja toimittaa vakuutusyhtiöille, viranomaisille, tuotteiden valmistajille ja rakennusosalalle räätälöityjä palokoestuspalveluita, jotka liittyvät muun muassa seuraaviin aiheisiin:

- sprinklerien toimintaan liittyvien suureiden mittaus (Actual Delivered Density (ADD) & Required Delivered Density (RDD) & Phase Doppler Particle Analyzer (PDPA))
- analytiikan palveluita (Analytical Services)
- paloteknisiä mittauksia (Cone Calorimeter, FTIR Gas Analyzer, Furnishing Testing, Ignition, Smoke and Fire Effluent Testing, IMO Testing for Interior Finishes)
- palon mallintaminen.

4.16.4 USDA FOREST SERVICE: Forest Product Laboratory

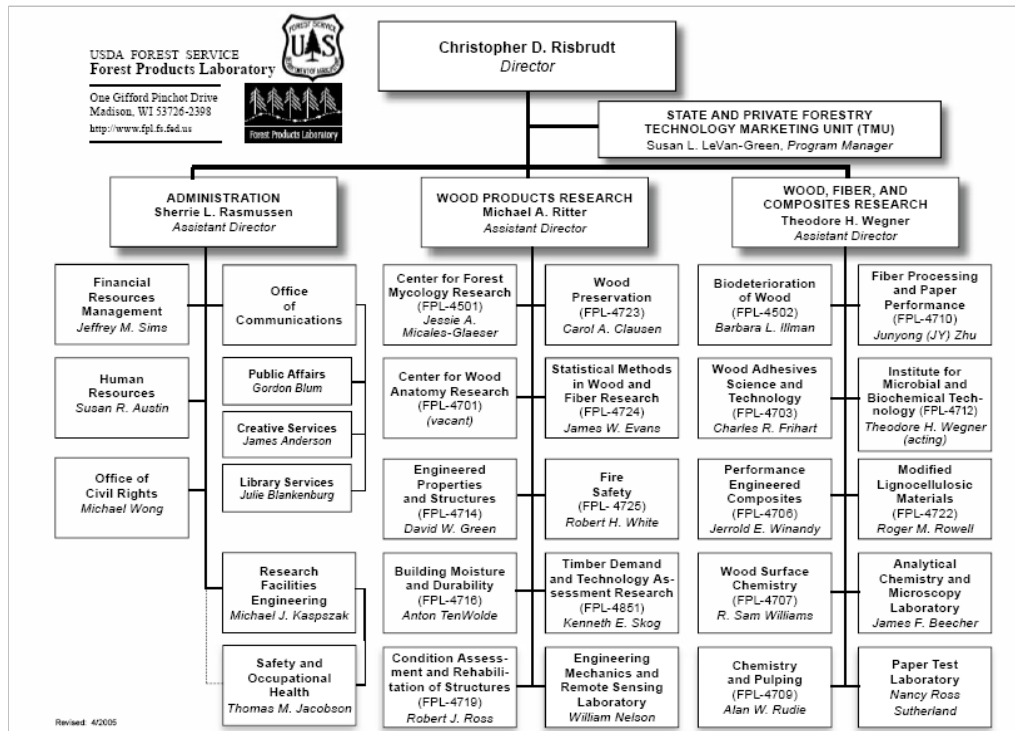
USDA:n puutuotelaboratoriossa (Forest Products Laboratory, FPL) toimii 5 tutkijna paloturvallisuusryhmä (Kuva 7), joka keskittyy seuraaviin aiheisiin:

- mittaustiedon ja mallien tuottaminen puutuotteiden toiminnallista paloturvallisuussuunnittelua varten
- rakenteellisissa sovelluksissa käytettävien teknisten puutuotteiden paloturvallisuuden dokumentointi ja optimointi
- puurakenteiden ja -rakennusten paloturvallisuuden parantaminen maastopalo-vaaran suhteen.

FPL kehittää ja siirtää teollisuuteen tietoa, joka koskee muun muassa seuraavia aiheita:

- palon kehittyminen (Fire Growth)
- palonkesto (Fire Endurance)

- puutuotteiden palosuojaus (Fire-Retardant-Treated Wood)
- palosuojattujen puutuotteiden pitkäaikaiskestävyys (Degrade of FRT Wood)
- maastopalot (Wildland-Urban Interface).



Kuva 7. USDA FPL -organisaatio.

4.16.5 US Federal Aviation Administration (FAA), Fire Safety Branch

Yhdysvaltojen lentohallinnon (FAA) paloturvallisuusjaosto hallinnoi ja tukee tutkimus-ohjelmia, joissa parannetaan liikelentokoneiden paloturvallisuutta. Tutkimus käsittää kaksi aihepiiriä:

- matkustamon paloturvallisuus
- paloa kestävät materiaalit.

Matkustamon paloturvallisuusohjelma on lyhyen aikajänteen ohjelma, jolla pyritään vastaamaan spesifisiin lentokoneiden paloturvallisuusongelmiin, kun taas paloa kestävät materiaalit -ohjelmassa tavoitteellaan pitkällä tähtäimellä erittäin hyvin paloa kestävien materiaalien kehittämistä.

Matkustamon paloturvallisuus -ohjelmassa tehtävät hankkeet ovat seuraavat:

- halonien korvaaminen (Halon Replacement).
- säädösten tukeminen ja onnettomuustutkinta (Regulatory Support/Accident Investigation)
- rungon kestävyys läpipalamista vastaan (Fuselage Burnthrough Resistance)
- savu- ja paloilmamaisimet (Smoke/Fire Detectors)
- hapen ja typen kalvoerottelutekniikka (Oxygen/Nitrogen Gas Separation Membrane Technology)
- matkustamon vesisammutusjärjestelmä (Cabin Water Spray)
- suurten kuljetusten paloturvallisuus (Large Transport Fire Safety) matkustamon turvallisuus (Cabin Safety).

4.16.6 US Naval Research Laboratory

Yhdysvaltojen laivaston teknologiakeskus (The Navy Technology Center For Safety & Survivability) tekee varsin paljon paloalan tutkimusta, joka keskittyy etenkin sammuttamiseen ja muuhun palontorjuntaan. Tutkimus voidaan jaotella laitteiden ja toimintojen mukaan seuraavasti:

- Chesapeake Bayn palotestauslaboratorio (The Chesapeake Bay Fire Test Facility)
 - Chesapeake Bayn palotestauslaboratorio keskittyy kaikkiin laivalla tapahtuviin tulipaloihin, mutta erityispaino annetaan lentokonekansille, sukellusveneille ja laivojen sisällä tapahtuviin vakaviin paloihin.
 - Tutkimusaiheita ovat seuraavat:
 - vesisumun käyttö halonien korvaamisessa (Evaluation of water mist as a replacement for Halon 1301 for suppressing fires in shipboard machinery spaces and flammable liquid storerooms)
 - kaasumaisten halonien korvaaminen (Evaluation of gaseous Halon replacements for shipboard applications such as HFC-227ea)
 - AFFF -vaahtojen kvalifiointi (Qualification of candidate AFFF concentrates)

- lentokonehangaarien sammutusjärjestelmät (Aircraft hanger bay suppression systems).
- Palamisen mallintamisen ja skaalauksen jaos (Combustion Modeling and Scaling Section)
 - Jaoksen toiminta keskittyy palamisen tutkimukseen ja kehitykseen erityisesti sellaisilla aloilla, joilla on suoria paloturvallisuussovelluksia. Yksi päätutkimusalueista on palotapahtuman numeerinen simulointi mukaan lukien palon kehittyminen, leviäminen ja sammuttaminen. Jaoksen tutkimus nojaa vahvasti fysiikkaan ja kemiaan.
 - Tutkimusaiheita ovat seuraavat:
 - kehittyneet palomallit (Advanced Fire Models) mukaan lukien esimerkiksi palon leviämisen verkostomallit
 - tulevaisuuden laivatekniikat kehittyneiden torjuntatoimenpiteiden alalla (Future Naval Capabilities (FNC) - Advanced Damage Countermeasure (ADC)).
- Palamisen dynamiikka -jaos
 - Palamisen dynamiikka -jaos tutkii palon torjuntaa laivaston aluksilla käyttäen monia erilaisia kokeellisen palamistutkimuksen menetelmiä pienistä liekipolttimista aina suuren mittakaavan kokeisiin.
 - Tutkimusaiheita ovat seuraavat:
 - halonien korvausjärjestelmät (Total Flooding Halon 1301 Replacement Systems for Navy Ships)
 - kaasumaisten sammutteiden mallinnus (Modeling Studies of Gaseous Fire Suppressants: Comparison of CF₃Br and Alternative Agents)
 - palotilan happipitoisuuden mittaaminen säädettävillä diodilasereilla (Determination of Oxygen Concentrations in Fire Environments using Tunable Diode Lasers)
 - vesisumujärjestelmät (Fine Water Mist Fire Suppression)
 - uuden sukupolven AFFF-vaahto (What Should a New AFFF Look Like? Performance Parameters and Performance Requirements).
- Täysmittaiset palo- ja sammutuskokeet

- o Yhdysvaltojen laivaston teknologiakeskuksella on käytössään ex-USS Shadwell (LSD-15), jossa voidaan tehdä palo- ja sammutuskokeita täydessä mittakaavassa.
- o ex-USS Shadwell -laivalla tehtävä tutkimus käsittää muun muassa seuraavia aiheita:
 - passiivisen palotorjunnan tutkimus, jossa kekein mallintamalla tutkitaan laivalla olevien materiaalien palavuuden merkitystä palovaaroille.
 - halonien korvaamisen tutkimusohjelma (Halon Replacement Program)
 - vaurioiden kontrollointi - automaation käyttö (Damage Control – Automation for Reduced Manning (DC-ARM))
 - kehittyneet vauriotorjuntakeinot (Advanced Damage Countermeasures (ADC)).

4.16.7 Yhdysvaltalaisia yliopistoja

4.16.7.1 Eastern Kentucky University

Eastern Kentucky University (EKU) -yliopiston osastolla College of Justice and Safety toimii palo- ja turvallisuustekniikan koulutusohjelma (Fire & Safety Engineering Technology, FSET). Sen tutkimustyö keskittyy henkilöturvallisuuteen, palontorjuntaan, sammutustekniikkaan, palonsyyntutkintaan, palo- ja turvallisuusalan hallintoon, palontorjunnan perusteisiin, teollisuuden vahingontorjuntaan ja työturvallisuuteen.

Opetusta annetaan BSc- ja MSc-tasoisena. BSc-tutkinnoon voi suorittaa seuraavissa aiheissa:

- palontorjuntatekniikka (Fire Protection Engineering Technology)
- palontorjunnan hallinto (Fire Protection Administration)
- tulipalojen, tuhopolttojen ja räjähdysten tutkiminen (Fire, Arson, and Explosion Investigation)

- teollisuuden turvallisuus ja riskien hallinta (Industrial Safety and Risk Management).

BSc-opetuksen sisältöön kuuluvia kursseja esitetään taulukossa 10.

Taulukko 10. EKU-yliopiston FSET-koulutusohjelman kursseja.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to Fire and Safety Engineering Technology (1) • Introduction to Codes and Standards (3) • Chemistry and Dynamics of Fire (3) • Applied Fire and Safety Analysis (3) • Designing Building Fire Safety (3) • Fire Detection and Suppression Systems (3) • Fire and Emergency Scene Operations (3) • Legal Aspects of Fire Protection and Safety (3) • Introduction to Fire Arson and Explosion Investigation; (3) • Emergency Medical Treatment I (5) • Hazardous Materials (3) • Principles of Fire and Safety Supervision (3) • Fire Protection System Analysis and Design (3) • Applied Learning in Fire and Safety Engineering • Fire, Arson and Explosion Investigation I; (4) • Fire Protection Hydraulics and Water Supply (3) • Principles of Occupational Safety and Health (3) • Principles of Occupational Safety and Health Legislation (3) • Hazard Identification and Control (3) • Human Factors in Occupational Safety (3) • Fire Protection Administration (3) • System Safety Analysis (3) • Safety and Health Program Management (3) • Environmental Law and Management (3) • Personnel and Industrial Relations Law (3) • Fire, Arson and Explosion Investigation II; (4) • Fire and Safety Research and Evaluation (3) |
|--|

4.16.7.2 Oklahoma State University (OSU) School of Fire Protection and Safety Technology (FPST)

Yliopistolla Oklahoma State University (OSU) toimii palontorjunta- ja turvallisuustekniikan koulu (School of Fire Protection and Safety Technology, FPST). FPST tarjoaa toimialallaan 4-vuotista BSc-tasoista opetusta, jonka tarkoituksena on opettaa opiskelija arvioimaan ja vähentämään tulipaloihin ja muihin vaaroihin liittyviä riskejä. Tyypillinen oppisuunnitelma esitetään kuvassa 8. Koulussa toimii 5 vakinaista opettajaa.

Typical 4-Year Course of Study

FRESHMAN YEAR			Credit Hours	JUNIOR YEAR			Credit Hours
First Semester				First Semester			
FPST	1213	Fire & Safety Hazards Recognition	3	FPST	3013	Industrial Safety Organization	3
MATH	1513	College Algebra	3	FPST	3143	Structure Design/Fire Safety	3
CHEM	1215	General Chemistry I	3	MATH	2133	Calculus II	3
ENGL	1113	Freshman Composition I	3	STAT	2013	Statistics	3
HIST	1103	American History	3	SPCH	2713	Speech	3
			<u>15</u>				<u>15</u>
Second Semester				Second Semester			
FPST	1373	Fire Suppression & Detection Systems	3	FPST	4403	Hazardous Materials	3
MATH	1613	Trigonometry	3	FPST	4133	Hygiene Instrumentation	3
CHEM	1225	General Chemistry II	5	ENSC	2112	Statics	2
ENGL	1213	Freshman Composition II	3	ENGL	3323	Technical Report Writing	3
Social Science Elective			3	Humanities Elective			3
			<u>17</u>	Social Science Elective			<u>3</u>
							<u>17</u>
SOPHOMORE YEAR				SENIOR YEAR			
First Semester				First Semester			
FPST	2023	Occupational Safety Techniques	3	FPST	3373	Fire Dynamics	3
FPST	2483	Fire Protection Hydraulics	3	FPST	4993	Advanced Fire/Safety Problems	3
GENT	1153	Computer Assisted Drafting	3	GENT	3433	Thermodynamics	3
PHYS	1114	General Physics	4	MGMT	3013	Management	3
CS	2103	Computer Programming	3	Specialty Elective			3
Humanities Elective			2				<u>15</u>
			<u>19</u>				
Second Semester				Second Semester			
FPST	2344	Industrial Hygiene	4	FPST	4333	System Safety Management	3
FPST	2243	Sprinkler System Design	3	FPST	4684	Industrial Loss Prevention	4
MATH	2123	Calculus I	3	Controlled Elective			3
EET	1104	Fundamentals of Electricity	4	Controlled Elective			3
POLS	1113	American Government	3	Specialty Elective			3
			<u>17</u>				<u>16</u>

Kuva 8. OSU FPST -koulutusohjelman tyypillinen sisältö.

4.16.7.3 University of California, Berkeley

Kalifornian yliopiston (UCLA) mekaanisen tekniikan osastolla (Department of Mechanical Engineering) toimii noin 10-henkinen lämpöopin ja palamisen tutkimusryhmä. Ryhmän tutkimusaihe on muun muassa maastopalot.

4.16.7.4 University of Maryland

Marylandin yliopistossa (UM) toimii kaksi paloalaan liittyvää tahoa:

- palomiesten turvallisuuden tutkimus- ja kehittämiskeskus (Center for Firefighter Safety Research and Development)
- palontorjuntatekniikan osasto (Department of Fire Protection Engineering).

4.16.7.4.1 Palomiesten turvallisuuden tutkimus- ja kehittämiskeskus

Palomiesten turvallisuuden tutkimus- ja kehityskeskuksen toiminta juontuu 9/11-tapahtumiin: keskus on saanut alkunsa noista tapahtumista ja sen toiminta keskittyy kyseessä olevan tragediassa identifioituihin ongelmiin. Tutkimusaiheita ovat muun muassa

- palomiesten turvallisuustarpeiden kartoitus
- varusteiden parantaminen, kehitys ja valmistaminen sekä prototyyppien testaus
- varusteiden toiminnan arviointi loppukäytössä.

4.16.7.4.2 Palontorjuntatekniikan osasto

UM:ssa toimii noin 15-henkinen (vakinainen henkilökunta) palontorjuntatekniikan osasto. Sen vuosibudjetti on noin 1 miljoona dollaria. Sen laboratoriot ovat

- laskennan ja palon mallintamisen laboratorio (Computation and Fire Modeling (CFM) Laboratory)
- palotekniikan ja lämpötieteiden laboratorio (Fire Engineering and Thermal Sciences (FETS) Laboratory)
- Potomac Laboratory
- tulipalon dynamiikan ja pyrometrian laboratorio (Pyrometrics and Fire Dynamics Laboratory).

UM:n antaman BSc- ja MSc-tasoisien palotekniikan opetuksen sisältö esitetään kuvissa 9 ja 10.

Freshman Year			
		SEMESTER	
		Fall	Spring
CORE	CORE Program Requirements(including ENGL101)	3	6
CHEM 135 (or 103 & 113)	General Chemistry	3	-
MATH 140	Calculus I, II	4	4
ENES 100	Introduction to Engineering Design	3	-
ENES 102	Statics	-	3
PHYS 161	General Physics I	-	3
ENFP 108 (Optional)	Hot Topics in Fire	1	-
Total		14	16
Sophomore Year			
		SEMESTER	
		Fall	Spring
CORE	CORE Program Requirements	3	3
MATH 240 or 241	Linear Algebra or Calculus III	4	-
MATH 246	Differential Equations	-	3
PHYS 260, 261	General Physics	4	-
PHYS 270, 271	General Physics	-	4
ENES 221	Dynamics	3	-
ENES 220	Mechanics of Materials	-	3
ENFP250	Life Safety Analysis	3	-
ENFP 255	Fire Alarm and Special Hazards Design	-	3
Total		17	16
Junior Year			
		SEMESTER	
		Fall	Spring
CORE	CORE Program Requirements (including Advanced Studies)	3	3
ENME 320	Thermodynamics	3	-
ENFP 300	Fire Protection Fluid Mechanics	3	-
ENFP 310	Water Based Fire Protection Systems Design	-	3
ENFP 312	Heat and Mass Transfer	-	3
ENFP 320	Fire Assessment Methods and Laboratory	4	-
ENFP 350	Professional Development Seminar	-	1
Elective	Approved Electives (STAT, ENFP, ENXX)	3	3
Approved Elective	General Electives (see advisor for details)	-	3
Total		16	16
Senior Year			
		SEMESTER	
		Fall	Spring
CORE	CORE Program Requirements	3	-
ENFP 405	Structural Fire Protection	-	3
ENFP 411	Fire Protection Hazard Analysis	3	-
ENFP 415	Fire Dynamics	3	-
ENFP 416	Problem Synthesis and Design	-	3
ENFP 425	Fire Modeling	-	3
Approved Elective	Approved Electives (STAT, ENFP, ENXX)	6	3
Total		15	12

Kuva 9. UM-yliopiston antaman palotekniikan BSc-tason koulutuksen sisältö

Fire Protection Engineering Courses Available to Graduate Students

ENFP 350 Professional Development Seminar (1)

Prerequisite: permission of department. Senior standing. An integrative, senior level professional seminar covering various topics such as engineering ethics, professional licensing, codes and standards development, career selection, and contemporary issues in fire protection engineering.

ENFP 405 - Structural Fire Protection (3)

Prerequisite: ENES 220. For ENFP majors only. Effects of elevated temperature on structural materials; steel, concrete, wood, gypsum, glass and reinforced plastics. Experimental evaluation of fire resistance of building assemblies. Analytical methods to evaluate fire resistance of structural elements.

ENFP 411 - Fire Risk Assessment (3)

Prerequisite ENFP 251. Appraisal and measurement of fire safety. Application of systems analysis, probability theory, engineering economy, and risk management in the identification and synthesis of components of fire protection engineering. Methods for the development of criteria for the design, evaluation and assessment of fire safety or component hazards.

ENFP 415 - Fire Dynamics (3)

Prerequisite ENCH 300 or ENME 320, ENFP 300, and ENFP 312 or permission. Introduction to premixed and diffusion flames; ignition, flame spread and rate of burning; fire plumes; flame radiation.

ENFP 416 - Problem Synthesis and Design (3)

Prerequisite Senior standing. Techniques and procedures of problem orientation and solution design utilizing logical and numerical procedures. Student development of research projects in selected areas.

ENFP 425 - Fire Modeling (3)

Prerequisite: Permission of department; Senior standing. Introduction to current fire modeling techniques for building fire safety assessment. Application of various computer-based fire models to representative problems.

ENFP 429 - Independent Studies (1-3)

Prerequisite Permission of the department; For ENFP students only. Repeatable to 6 credits if content differs. For students who have definite plans for individual study of approved problems, or study of an advanced topic selected in conjunction with the faculty.

ENFP 431 Building Safety and the Law (3)

Junior standing. Key topics include, biotechnology, safety regulation, federal preemption, product liability, professional negligence, antitrust, privacy and information technology, risk modeling, environmental protection, patent, copyright, trade secrets, reverse engineering, scientific and technological evidence, international trade, engineering ethics. Examples include plane crashes, computer chip protection, human machine interfaces, nuclear power plants, internet censorship, flood control, earthquakes and biomedical technology.

ENFP 435 Law and Technology (3)

Junior standing. Responding to natural and manufactured building hazards requires a complex legal environment, including regulation and liability. Key topics include the use of model codes, administrative regulation, retrospective codes, federal preemption, arson, performance based codes, risk based regulation, engineering malpractice, product liability and disaster investigation.

ENFP 489 - Special Topics (3)

Prerequisite: Permission of the department. Selected topics of current importance of fire protection. Limited to a total of 6 credits.

ENFP 611 Fire Induced Flows (3)

Recommended prerequisite or corequisite: ENFP 415. Theoretical basis is presented for fire induced buoyancy driven flows. plumes, ceiling jets, vent flows, compartment flows. Dimensional analysis for correlations and scale model applications. Smoke movement and combustion products.

ENFP 612 - Toxicity Evaluation and Analysis (3)

Physical, analytical procedures for the measurement of the toxic components in thermally produced smoke and gases. Human tenability characteristics, physiological effects of exposure components, dosages. Predictive models of material production rates, degradation variables. Effects of the different measuring instrument variables. Combustion gas analysis techniques.

ENFP 614 - Egress Characteristics and Design (3)

Refuge and evacuation design principles for structures. Analysis of means of egress relative to area, height, structural, occupancy characteristics. Behavioral interaction with thermal, fluid, flame propagation

Kuva 10. UM-yliopiston antaman palotekniikan MSc-tason koulutuksen sisältö

4.16.7.5 University of New Haven

New Havenin yliopiston School of Public Safety and Professional Studies -koulussa annetaan MSc-tasoista palotieteiden opetusta (Graduate Program in Fire Science). Opetus käsittää muun muassa seuraavia kursseja:

- tulipalojen ja räjähdysten kemia
- rakennuspalojen dynamiikka, arviointi ja ehkäisy
- oikeustiede
- palosyyntutkimus
- paloturvallisuus systeemianalyysin näkökulmasta
- palontorjuntajärjestelmät
- teollisuuden palontorjunta
- palontorjunnan ja ehkäisyn hallinto
- yleisen turvallisuuden hallitseminen.

4.16.7.6 University of North Carolina—Charlotte

Pohjois-Karoliinan yliopistossa (UNC) toimii paloturvallisuustekniikan koulutusohjelma, jossa annetaan BSc-tason koulutusta. Opetus käsittää muun muassa seuraavia kursseja:

- palosuojelun perusteet (Fundamentals of Fire Protection)
- palonehkäisyn perusteet (Fundamentals of Fire Prevention)
- palon ilmaisutekniikat ja palonsyyntutkimus (Fire Detection and Fire Investigation)
- rakenteellinen palosuojelu (Building Construction for Fire Protection)
- tarkastustoiminta ja säädökset (Inspections and Codes)
- sprinklerit ja automaattiset hälyttimet (Sprinklers and Automatic Alarms)
- palontorjunnan lait (Fire Protection Law)
- sammutusstrategiat (Fire Fighting Strategies)
- vaarallisten aineiden kemia (Chemistry of Hazardous Materials)
- palontorjunnan hydraulikka ja vesitekniikka (Fire Protection Hydraulics and Water Supply)

- palokuntien hallinto (Managing Fire Services)
- palokäyttäytyminen ja palaminen (Fire Behavior and Combustion).

4.16.7.7 Worcester, WPI FPE

Worcester Polytechnic Institute (WPI) käsittää 18 osastoa, joista yksi on palotorjuntatekniikka (Fire Protection Engineering, FPE) [40]. WPI FPE:ssä toimii noin 15 tutkijaa.

WPI FPE -osasto tekee tutkimusta kolmessa yksikössä:

- paloturvallisuustutkimuksen keskus (Center for Firesafety Studies)
- palotieteiden laboratorio (Fire Science Laboratory)
- palonmallinnuslaboratorio (Fire Modeling Laboratory).

Opetusta WPI FPE antaa 5-vuotisessa BSc-tasoisessa palotorjuntatekniikan (Fire Protection Engineering) koulutusohjelmassa. WPI:n kurssitarjontaa esitetään kuvassa 11.

All courses are 3 credits unless otherwise noted.

FPE 520. Fire Modeling

Advanced topics in fire dynamics, combustion and compartment fire behavior will be discussed within a framework of modeling fire and its effects. Topics include computer modeling of pre-flashover and post-flashover compartment fires, burning characteristics of polymers and other fuels, the effect of fire retardants, products of combustion generation, flame spread models, plume and ceiling jet models, and overall toxicity assessment. Some familiarity with computer programming is recommended. (Prerequisite: FPE 521 or permission of the instructor.)

FPE 521. Fire Dynamics I

This course introduces students to fundamentals of fire and combustion and is intended to serve as the first exposure to fire dynamics phenomena. The course includes fundamental topics in fire and combustion such as thermodynamics of combustion, fire chemistry, premixed and diffusion flames, solid and liquid burning, ignition, plumes and ceiling jets. These topics are then used to develop the basis for introducing compartment fire behavior, pre- and post-flashover conditions and smoke movement. (Prerequisites: Undergraduate chemistry, thermodynamics or physical chemistry, fluid mechanics and heat transfer.)

FPE 553. Fire Protection Systems

This course provides an introduction to automatically activated fire suppression and detection systems. A general overview is presented of relevant physical and chemical phenomena, and commonly used hardware in automatic sprinkler, gaseous agent, foam and dry chemical systems. Typical contemporary installations and current installation and approval standards are reviewed. (Prerequisites: Undergraduate courses in chemistry, fluid mechanics and either thermodynamics or physical chemistry.)

FPE 554. Advanced Fire Suppression

Advanced topics in suppression systems analysis and design are discussed with an aim toward developing a performance-based understanding of suppression technology. Automatic sprinkler systems are covered from the standpoint of predicting actuation times, reviewing numerical methods for hydraulic analyses of pipe flow networks and understanding the phenomenology involved in water spray suppression. Special suppression systems are covered from the standpoint of two-phase and non-Newtonian pipe flow and simulations of suppression agent discharge and mixing in an enclosure. (Prerequisite: FPE 553 or special permission of instructor.)

FPE 555. Detection, Alarm and Smoke Control

Principles of fire detection using flame, heat and smoke detector technology are described. Fire alarm technology and the electrical interface with fire/smoke detectors are reviewed in the context of contemporary equipment and installation standards. Smoke control systems based on buoyancy and HVAC principles are studied in the context of building smoke control for survivability and safe egress. (Prerequisites: FPE 553 and FPE 521, which can be taken concurrently.)

FPE 563/OIE 541. Operations Risk Management

See OIE 541 course description on page 77.

FPE 565. Firesafety Engineering Evaluation

This course develops techniques to evaluate the firesafety performance of a variety of facilities of the built environment and to produce management plans for decision making. The framework for this course is a firesafety engineering method which decomposes the firesafety system into discrete elements suitable for quantitative evaluation using a variety of fire protection engineering and fire science materials. (Prerequisites: FPE 521, FPE 553 and FPE 570.)

FPE 570. Building Fire Safety I

This course focuses on the presentation of qualitative and quantitative means for firesafety analysis in buildings. Fire test methods, fire and building codes and standards of practice are reviewed in the context of a systematic review of firesafety in proposed and existing structures.

FPE 571. Performance-Based Design

This course covers practical applications of fire protection engineering principles to the design of buildings. Both compartmented and non-compartmented buildings will be designed for criteria of life safety, property protection, continuity of operations, operational management and cost. Modern analytical tools as well as traditional codes and standards are utilized. Interaction with architects and code officials, and an awareness of other factors in the building design process are incorporated through design exercises and a design studio. (Prerequisites: FPE 553, FPE 521 and FPE 570, or special permission of the instructor.)

FPE 572. Failure Analysis

Development of fire investigation and reconstruction as a basis for evaluating and improving fire-safety design. Accident investigation theory and failure analysis techniques such as fault trees and event sequences are presented. Fire dynamics and computer modeling are applied to assess possible fire scenarios and the effectiveness of fire protection measures. The product liability aspects of failure analysis are presented. Topics include product liability law, use of standard test methods, warnings and safe product design. Application of course materials is developed through projects involving actual case studies. (Prerequisite: FPE 521, FPE 553, FPE 570 or special permission of the instructor.)

FPE 573. Industrial Fire Protection

Principles of fire dynamics, heat transfer and thermodynamics are combined with a general knowledge of automatic detection and suppression systems to analyze fire protection requirements for generic industrial hazards. Topics covered include safe separation distances, plant layout, hazard isolation, smoke control, warehouse storage, and flammable liquid processing and storage. Historic industrial fires influencing current practice on these topics are also discussed. (Prerequisites: FPE 553, FPE 521 or special permission of the instructor.)

FPE 574/CM 594. Process Safety Management

This course provides basic skills in state-of-the-art process safety management and hazard analysis techniques including hazard and operability studies (HAZOP), logic trees, failure modes and effects analysis (FMEA), and consequence analysis. Both qualitative and quantitative evaluation methods will be utilized. Following a case study format, these techniques along with current regulatory requirements will be applied through class projects addressing environmental health, industrial hygiene, hazardous materials, and fire or explosion hazard scenarios. (Prerequisite: An undergraduate engineering or physical science background.)

FPE 575. Explosion Protection

Principles of combustion explosions are taught along with explosion hazard and protection applications. Topics include a review of flammability limit concentrations for flammable gases and dusts; thermochemical equilibrium calculations

of adiabatic closed-vessel deflagration pressures, and detonation pressures and velocities; pressure development as a function of time for closed vessels and vented enclosures; the current status of explosion suppression technology; and vapor cloud explosion hazards.

FPE 580. Special Problems

Individual or group studies on any topic relating to fire protection may be selected by the student and approved by the faculty member who supervises the work.

FPE 581. Seminar

0 credits
Reports on current advances in the various branches of fire protection.

FPE 587. Fire Science Laboratory

Individual or group studies on any topic relating to fire protection may be selected by the student and approved by the faculty member who supervises the work. This course provides overall instruction and hands-on experience with fire-science-related experimental measurement techniques. The objective is to expose students to laboratory-scale fire experiments, standard fire tests and state-of-the-art measurement techniques. The lateral ignition and flame transport (LIFT) apparatus, state-of-the-art smoke detection systems, closed-cup flashpoint tests and gas analyzers are among the existing laboratory apparatus. Fire-related measurement techniques for temperature, pressure, flow and velocity, gas species and heat fluxes, infrared thermometry, laser doppler velocimetry (LDV) and laser-induced fluorescence (LIF) will be reviewed. (Prerequisite: FPE 521.)

FPE 590. Thesis

Research study at the M.S. level.

FPE 592. FPE Business Practice

3 credits
This course requires the student to demonstrate the capability to integrate advanced fire safety science and engineering concepts into the professional practice environment. The work may be accomplished by individuals or small groups of students working on the same project. This practicum requires the student to prepare professional quality technical reports, business plans, proposals, project budgets, and timelines, and make oral presentations to communicate the results of their work.

FPE 690. Ph.D. Dissertation

Kuva 11. WPI FPE:n kursseja.

4.16.8 Yhdysvaltalaisia palokonsultointiyrityksiä

Combustion Science & Engineering (CSE) on Yhdysvalloissa toimiva yritys, jonka toimialana on palamisen ja tulipaloihin liittyvän tieteen ja tekniikan (combustion and fire sciences) tutkimus, edistäminen ja soveltaminen. Sillä on noin 25 - 30 toimihenkilöä. Sen palotekniikkaan liittyvä toiminta liittyy lähinnä mallintamiseen ja toiminnalliseen paloturvallisuussuunnittelun soveltamiseen.

1980 perustettu Hughes Associates, Inc.(HAI) on monikansallinen yritys, jonka toimitilat ovat palotekniikka (fire engineering) sekä ympäristö- ja turvallisuus-konsultointi. HAI:n kokonaishenkilöstömäärä on yli 150 tutkijaa ja insinööriä. Se tekee myös paloalan tutkimusta.

Rolf Jensen & Associates on Yhdysvalloissa toimiva yritys, jonka toimialana on toiminnallinen palosuunnittelu.

4.17 Kanada

4.17.1 Carleton University

Carletonin yliopistossa toimii teollisuuden paloturvallisuustekniikan lahjoitusprofessori "Industrial Research Chair in Fire Safety Engineering", jota hoitaa professori George Hadjisophocleous.

Professuurin pitkäaikaistavoitteet ovat

- luoda tieteellisiä perusteita kustannustehokkaalle kevytrakenteisten rakennuksien suunnittelulle käyttäen toiminnallista paloturvallisuussuunnittelua
- kouluttaa osaajia, jota toimivat vuorovaikutuksessa yliopiston insinööri- ja arkkitehtiosastojen kanssa sekä teollisuuden ja loppukäyttäjien kanssa
- toimia Kanadan alan osaamisverkostojen keskuksena.

Professuurin tutkimusohjelman painotus on sellaisten paloteknisten työkalujen kehittämisessä, jota voidaan käyttää rakennusten, etenkin keveiden puurunkoisten rakennusten toiminnallisessa paloturvallisuussuunnittelussa. Tutkimuksen aiheita ovat muun muassa:

- yleisen riskien arviointi menettelyn kehittäminen ja rakennuksen kokonaisturvallisuuden arviointityökalujen kehittäminen mukaan lukien palon, savun ja ihmisten mallintaminen
- työkalujen luominen vaatimustenmukaisuuden tietokonepohjaiseen todentamiseen
- palon kehittymisen ja savun liikkumisen mallien validointi
- mitoittavien palojen kehittäminen.

Paloturvallisuustekniikan opetusta annetaan MSc- ja PhD-tasoisena. Kurssit käsittävät muun muassa seuraavia aiheita:

- Fundamentals of Fire Protection Engineering
- Fire Modelling
- Fire Dynamics I
- Fire Dynamics II
- People in Fires
- Fire Resistance.

4.17.2 FORINTEK

Forintek on Kanadan puualan kansallinen tutkimuslaitos. Sen tutkimus- ja kehitystoiminnan 8 avainaluetta ovat luonnonvarojen arviointi (Resource Assessment) sahatavaran valmistus (Lumber Manufacturing), komposiittirakenteiden valmistus (Composites Products Manufacturing), pitkälle jalostetut tuotteet (Value-added Products), rakennusjärjestelmät (Building Systems), säädökset ja standardit (Codes & Standards) sekä markkinat ja talous (Market and Economics). Yksi rakennusjärjestelmätavainalueen toimialoista on palonkesto (Fire Resistance). Forintek on myös yksi Carletonin yliopiston paloturvallisuustekniikan oppituolin (katso luku 4.17.1) rahoittajista.

4.17.3 NCR-IRC

Kanadan johtavaa paloalan tutkimusta tehdään Ottawassa Kanadan hallituksen National Research Councilin (NRC) alaisuudessa toimivassa Institute for Research in Constructionissa (IRC). Palotutkimus on yksi IRC:n neljästä tutkimusaiheesta. Sen parissa toimii noin 35 tutkijaa. Palotutkimuksen ohjelmassa tutkimusta tehdään kolmella alalla [41]:

- materiaalien, tuotteiden ja järjestelmien palokäyttäytymisen arviointi (Fire performance evaluation)
- suurten rakennusten paloturvallisuus (Fire Safety of Large Structures)
- palonsuojelu liikennejärjestelmissä (Fire Protection of Transportation Systems).

Materiaalien, tuotteiden ja järjestelmien palokäyttäytymisen arvioinnissa kehitetään ohjeistusta ja lisätään tietämystä, joka liittyy alan eri tekniikoiden toimintaan ja kehittämiseen. Alaan liittyviä tutkimusprojekteja ovat muun muassa palonilmais- ja palonsammutinjärjestelmät, rakennusmateriaalien palokäyttäytyminen, rakennusten kantavien osien palon kestävyys, mitoituspalojen kehittäminen, savunpoisto rakennusympäristössä, palovaarat ja ihmisen käyttäytyminen sekä palonkäyttäytyminen asuntopaloissa.

Suurten rakennusten paloturvallisuudessa tutkitaan ihmisten käyttäytymistä onnettomuuksissa, tulipalon havainnointia, palovahinkojen vähentämistä ja rakennuksen käyttäytymistä tulipaloissa. Meneillään olevia projekteja ovat jo edellisen tutkimusalan yhteydessä mainitut palonilmais- ja palonsammutinjärjestelmät, savunpoisto rakennusympäristössä sekä palovaarat ja ihmisen käyttäytyminen.

Liikennejärjestelmien palonsuojelussa keskitytään Kanadan liikenne- ja kuljetusjärjestelmien paloturvallisuuteen. Kuljetus- ja liikennealalla on monia seikkoja, joilla voi olla suuria vaikutuksia talouteen ja ihmisten turvallisuuteen. Meneillään olevia projekteja ovat jo edellisten tutkimusalojen yhteydessä mainitut palonilmais- ja palonsammutinjärjestelmät, savunpoisto rakennusympäristössä sekä palovaarat ja ihmisen käyttäytyminen.

4.17.4 University of Waterloo Fire Research Lab

Waterloon yliopistossa (UW) toimii noin 15-henkinen palotutkimuksen ryhmä. Se keskittyy kokeelliseen ja mallinnustutkimukseen; vuonna 2003 valmistui 5.6 miljoonan Kanadan dollarin eli noin 4 miljoonan euron tutkimushalli. Tutkimusaiheita ovat

- tulipalon dynamiikka
- teollisuuden paloturvallisuus
- sammutusjärjestelmien toiminnan ja savun muodostumisen mittaus (esimerkiksi PIV)
- palokuntiin liittyvä tutkimus
- liikennevälineiden palot
- palon mallintaminen ja riskianalyysi.

4.18 Japani

4.18.1 Building Research Institute

Building Research Institute (BRI) -laitoksessa työskentelee noin 100 henkilöä. Sen vuosibudjetti on noin 2.3 miljardia jeniä eli noin 16 miljoonaa euroa [42]. Yksi BRI:n osastoista on palotekniikan osasto (department of fire engineering). Se pyrkii takaamaan ihmisten turvallisuuden rakennuksissa ja muussa rakennetussa ympäristössä palotekniikan keinoin sekä vähentämään aineellisia vahinkoja. Osaston tutkimusaiheita ovat muun muassa

- materiaalien, rakenneosien ja rakenteiden toiminta tulipalo-olosuhteissa
- ihmisten poistumisen tutkimus
- kattavien paloturvallisuuden arviointimenetelmien kehittäminen.

BRI:n tutkimuksen viimeaikaisia fokusalueita ovat

- taajama- ja kaupunkipalot (Development of the fire performance evaluation method for city fire & Experimental and Numerical Study on Urban Fire Spread under Windy Conditions)
- Palotehon arviointimenetelmien kehittäminen (Evaluation method of heat release rate of a fire compartment considering random distribution of combustibles)
- Poistumisturvallisuus (Elucidation of fire properties by peculiar space and method of evaluating safety)
- Rakennusaineiden palaminen (The combustion examining method of materials for building construction)
- Teräsrakenteiden palonkeston arviointi (Evaluation tensile strength of structural components for fire resistance design under fire condition).

4.18.2 Center Of Advanced Fire Safety Science And Technology For Building

Tokion yliopistoon on perustettu Center Of Advanced Fire Safety Science And Technology For Building (CEO) [43]. Tämän noin 10 tutkimushenkilön keskuksen toiminta

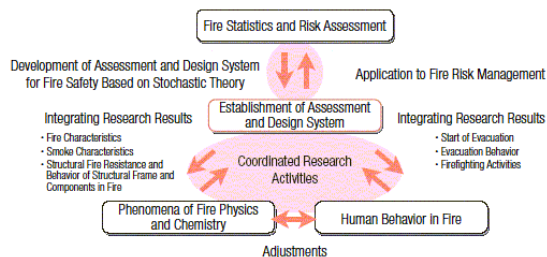
leppää 3 pilarilla: tutkimus, opetus ja sosiaalinen kontribuutio. Sen toiminnan perusperiaate on "tieteitä edistämällä luoda perusta kansallisen hyvinvoinnin kehitykselle". CEO on laatinut tutkimuksen edistämishojelman (Kuva 12a), jonka avainalueet ovat

- palotilastot ja riskien arviointi
- arviointi- ja suunnittelujärjestelmät
- tulipalon fysiikka ja kemia
- ihmiset ja tulipalo.

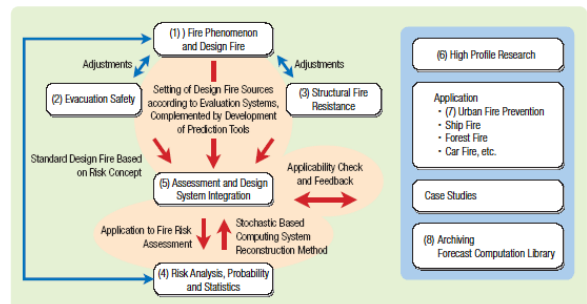
Tämän ohjelman puitteissa toteuttava tutkimus voidaan jaotella seuraaviin alueisiin (Kuva 12b):

- (1) tulipalo ja mitoittavat palot (fire phenomena and design fire)
- (2) poistumisturvallisuus (evacuation safety)
- (3) rakenteiden palonkestävyys (structural fire resistance)
- (4) riskien arviointi, todennäköisyydet ja tilastot (risk analysis, probability and statistics)
- (5) arviointi- ja suunnittelujärjestelmät (assessment and design system)
- (6) ajankohtaisten ("päivän polttavien") aiheiden tutkimus("high profile" research responding to contemporary requirements)
- (7) kaupunkipalojen estämisen tutkimus (research on urban fire prevention)
- (8) tietokannat ja muut sellaiset (archiving and forecast computation library, for databases of information for future use, research and design practices alike).

a)



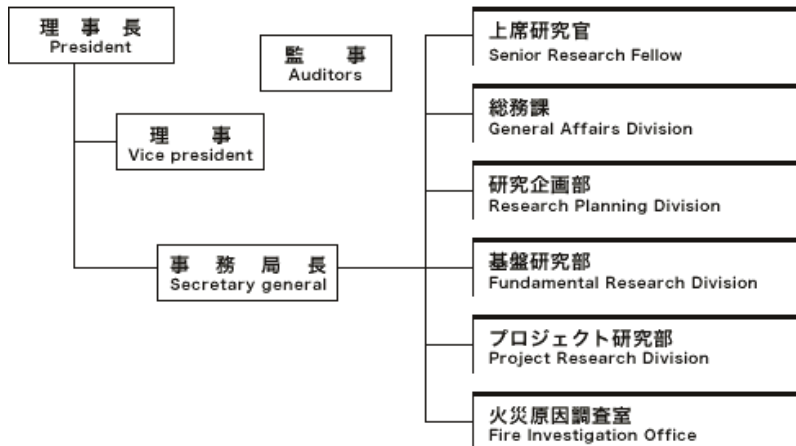
b)



Kuva 12. a) CEO:n tutkimuksen edistämishojelma ja b) tutkimusalueita.

4.18.3 National Research Institute of Fire and Disaster (NRIFD)

Tokiossa sijaitsevan laitoksen National Research Institute of Fire and Disaster (NRIFD) ensisijainen tavoite on teknologisen kehitystyön ja tieteellisen tutkimuksen avulla vähentää ihmis- ja omaisuusvahinkoja tulipalojen ja muiden onnettomuuksien yhteydessä [44]. Sen toimialat esitetään kuvassa 13.



Kuva 13. NDIFR:n toimialat.

Laitoksen tutkimustulokset ovat ensiarvoisen tärkeitä Japanin tulipalojen vahinkojen vähentämistä tutkiville laitoksille. Tämän lisäksi NRIFD on yksi tärkeimmistä kansainvälisistä tutkimus- ja kehittämiskeskuksista tulipalojen ja muiden onnettomuuksien alalla. Laitoksen tutkimuksen painopistealueita nykyään ovat informaatiotekniikan hyödyntäminen, liikuntarajoitteisten pelastamisen varmistaminen onnettomuuksissa, sammutustekniikan kehittäminen sekä vaaralliset aineet.

Tulipalojen ja muiden onnettomuuksien tuhojen ehkäisyssä kehittyneimmän informaatiotekniikan hyödyntäminen on NRIFD:n mukaan välttämätöntä. Onnettomuuksien leviämisen ennustaminen simulaatiotekniikoilla, reaaliaikainen tiedonvälitys ja aiemmista onnettomuuksista tallennettu tieto auttavat oikein kohdentamaan palontorjuntaan tarvittavat resurssit onnettomuuden kokoon suhteutettuna.

Tulipaloista selviytymättä jää usein liikuntarajoitteiset ja ikääntyneet ihmiset. NRIFD:ssä kehitetään palon varoitus- ja tiedotustekniikoita helpottamaan erikoisesti liikuntarajoitteisten pelastustoimenpiteitä. Toisaalta keskisuurten ja suurten rakennusten

palo-osastointiin ja paloturvalliseen rakentamiseen sekä turvalliseen evakuointiin kiinnitetään erityistä huomiota.

NRIFD tukee tutkimuksia, joissa kehitetään sammutustekniikoita siten, että uusien materiaalien käyttö palontorjunnassa ei lisää, vaan mieluummin vähentää ympäristölle aiheutuvaa kuormitusta. Robottitekniikkaa kehittämällä pyritään helpottamaan pelastustoimenpiteitä pelastajille hengenvaarallisissa onnettomuuksissa. Lisäksi onnettomuuksia ehkäiseviä tekniikoita kehitetään vaarallisia aineita sisältävien kohteiden pelastustoimen tarpeisiin.

Vaarallisten aineiden käsittelemiseen, käyttämiseen ja varastointiin liittyy arvaamattomia riskejä jokapäiväisessä elämässä. NRIFD edistää turvallisuutta arvioivien menetelmien tutkimusta ja kansainvälisten standardien kehittämistä, jonka avulla vaarallisiin aineisiin liittyvää turvallisuutta saadaan parannettua.

4.18.4 Japanilaisia yliopistoja

Seuraavassa esitetään luettelo⁴ japanilaisista yliopistoissa, joissa tehdään palontutkimusta:

- Chiba University: Department of Architectural Engineering, Faculty of Engineering (rakenteellinen palotekniikka)
- Hirosaki University: Faculty of Science and Technology (tulipalon dynamiikka)
- Hokkaido University: Division of Built Environment (betonirakenteiden palotekniikka)
- Kyoto University: Disaster Prevention Research Institute (aluepalot)
- Oita National College of Technology: Department of Mechanical Engineering (tulipalon dynamiikka)
- Waseda University: Department of Architecture (tulipalon dynamiikka)
- Yokohama National University: Department of Safety Engineering.

⁴ Kielimuuri vaikeuttaa huomattavasti yksityiskohtaisemman selonteon laatimista.

4.19 Kiina

Kiinan tiede- ja teknologiayliopiston, University of Science and Technology China (USTC), tutkimus jakautuu 6 yksikköön

- The National Synchrotron Radiation Laboratory
- The State Key Laboratory of Fire Science (SKLFS)
- The National High Performance Computing Center
- The Engineering & Technology Research Center for Thermal Safety, CAS
- The Key Laboratory of Quantum Information, CAS
- The Key Laboratory of Mechanical Behavior and Design of Materials, CAS.

SKLFS-palotekniikan laboratoriossa toimii 28 päätoimista opettajaa, joista 20 on professoreita tai apulaisprofessoreita sekä 19 postdoc-tutkijaa. Perusopiskelijoita on 85 ja jatko-opiskelijoita 41. Sen tutkimus käsittää 6 painotusalueita [45]:

- palon alkaminen ja leviäminen (Fire Formation and its Propagation)
- savun muodostuminen, kulkeutuminen ja myrkyllisyys (Generation and Release of Fire Smoke and Its Toxicity)
- paloriskien arviointi ja toiminnallinen palosuunnittelu (Fire Risk Assessment and Performance-based Design based on Fire Dynamics)
- and Statistical Theory
- korkealaatuiset palosuojatut materiaalit (High Quality Fire Retardant Materials)
- älykkäät ja luotettavat palonilmaisuteknologiat (Intelligent and Reliable Recognition of Fire Signals for Detection Technology)
- tehokkaat ja puhtaat palon sammutusteknologiat (Clean Fire Suppression Technology with High Efficiency).

4.20 Australia

4.20.1 CSIRO

CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) on Kansainyhteisön tieteellinen ja teollinen tutkimuskeskus, jossa työskentelee yli 6500 tutkijaa tai avustavaa henkilökuntaa. Sen on julkisoikeudellinen yhteisö, jonka budjetti ja toimintaa määrää Australian valtio. Vuonna 2004 sen liikevaihto oli 925 miljoonaa dollaria, josta valtion suora rahoitusosuus oli 577 miljoonaa dollaria eli 62 %. CSIRO toimii Australian tutkimuksen 21. vuosisadan lippulaivoiksi valituilla alueilla:

- kevyet metallit (Light Metals Flagship)
- ehkäisevä terveydenhuolto (Preventative Health Flagship)
- valtamerien hyödyntäminen (Wealth from Oceans Flagship)
- vesihuolto (Water for a Healthy Country Flagship)
- tulevaisuuden ruoka (Food Futures Flagship)
- energiakysymykset (Energy Transformed Flagship).

Palotutkimusta ja -testausta tehdään yksikön CSIRO Manufacturing and Infrastructure Technology (CMIT) Palotieteiden ja -tekniikan laboratoriossa (CSIRO Fire Science and Technology Laboratory, FSTL). FSTL tekee palotutkimusta, -testausta ja konsultointia sekä sertifiointia standardisointia, joka liittyy palokäyttäytymiseen, palonkestävyyteen ja palontorjuntaan. Paloturvallisuustekniikkaan (Fire Safety Engineering) liittyvää tutkimusta tekevä tiimi on kooltaan noin 10 henkeä.

4.20.2 Victoria University

Yliopistossa Victoria University toimii CESARE (Centre for Environmental Safety and Risk Engineering) -tutkimuskeskus, jossa toimii vajaat 20 tutkimustyöntekijää. Sen tutkimustyön tämän hetkiset painotusalueet ovat

- ontelopalojen kehittyminen (Fire Development in Enclosures)

- porrashuoneisen paineistus (Effectiveness of Stair Pressurisation)
- junien paloturvallisuus (Fires in Trains)
- Teräsrunkoisten lattioiden palokäyttäytyminen, suuret siirtymät (Large Displacement Behaviour of Steel Floors in Fire)
- korkeiden rakennusten sprinklauksen tehokkuus (Effectiveness of Sprinklers in High-Rise Office Buildings)
- teräs-betoni -liittorakenteiden paloturvallisuussuunnittelu (Design of Steel and Composite Floors for Fire Resistance)
- palotilastojen analysointi (Analysis of Fire Statistics).

Keskus tarjoaa MSc-tasoista opetusta aiheessa "Building Fire Safety and Risk Engineering".

4.20.3 Maastopalotutkimus

Merkittävä palotutkimuskohde Australiassa on pensaspalot. Bushfire CRC (Cooperative Research Centre) tutkimuskeskukseen kuuluvat osavaltioiden palo- ja maanhallintavirastot, kahdeksan yliopistoa, Kansainyhteisön tieteellinen ja teollinen tutkimuskeskus (CSIRO), useita liittohallituksen virastoja ja Uuden Seelannin palo- ja metsäntutkimuslaitos. Bushfire CRC:n tutkimustoiminta on jaettu viiteen tutkimusohjelmaan: onnettomuuksien ehkäisy, valmius ja sammuttaminen; maastopalojen hallinta; yhteiskunnallinen yksilökohtainen paloturvallisuus; ihmisten ja omaisuuden suojeleminen sekä koulutus ja viestintä. [46]

Onnettomuuksien ehkäisy -tutkimusohjelman tämän hetken keskeisimmät tutkimusaiheet ovat tulen käyttäytymisen mallintaminen, pensaspalon havainnoijan käsikirja, polttoaineiden luokittelu ja saatavuus, palovaara eri sääoloissa, sammutustekniikat, pensaspalojen riskin hallinta sekä mallintaminen tietokonesimulaation avulla. [46]

Maastopalojen hallinta -tutkimusohjelman tämän hetken keskeisimmät tutkimusaiheet ovat metsäpalojen hallinta Etelä- ja Länsi-Australiassa, tulipalojen riskienhallinta pitkällä tähtäimellä, savupatsaiden käyttäytyminen kaupunkien ja maaseutujen tulipaloissa, kulutuksesta ja maastopaloista aiheutuvan savun koostumus ja vaikutus terveyteen, tuli-

palon vaikutus ekologisiin prosesseihin ja biologiseen monimuotoisuuteen, kulutus ja biologinen monimuotoisuus trooppisilla savanneilla, alueittaisten aineistojen yhdistäminen, monitasoisten tutkimusten hyödyntäminen ekologisissa prosesseissa ja tulipalojen hoitosuunnitelmissa. [46]

Yhteiskunnallinen yksilökohtainen paloturvallisuus -tutkimusohjelman tämän hetken keskeisimmät tutkimusaiheet ovat yhteiskunnan ja kansalaisten vuorovaikutuksen ymmärtäminen, pensaiden tuhopoltto, riskikommunikaatio, pensaspalojen taloudelliset vaikutukset, ”stay or go”-toimintaperiaate ja turvallisuusohjelmien evaluointi. [46]

Ihmisten ja omaisuuden suojeleminen -tutkimusohjelman tämän hetken keskeisimmät tutkimusaiheet ovat rakennusten suojeleminen, palomiesten turvallisuus ja terveys, ilmassa esiintyvillä myrkyllisillä aineilla altistuminen, palomiesten turvallisuuskäyttäytyminen ja päätöksenteko, kustannustehokkaat palomiesten turvallisuutta lisäävät varusteet, vapaaehtoisten palokuntien lisääntyminen ja palomiesten hengityselinsairaudet. [46]

4.21 Uusi-Seelanti

4.21.1 BRANZ Ltd

BRANZ Limited (BRANZ) on tutkimuksen, testauksen, konsultoinnin ja tiedonlevityksen alalla toimiva yksityinen osakeyhtiö [47]. BRANZin omistaa kokonaisuudessaan Uuden Seelannin Building Research, joka puolestaan saa varansa keräämällä 0.1 % jokaisesta yli 20 000 NZ\$ (noin 35 000 euroa) ylittävstä urakasta [48]. BRANZ Ltd:n liikevaihto vuonna 2005 oli 13.3 miljoonaa NZ\$ eli noin 23 miljoonaa euroa, josta 5.5 miljoonaa NZ\$ (41% eli 9.3 miljoonaa euroa) tuli suoraan Building Research -järjestöltä, 6.6 miljoonaa NZ\$ (51% eli 11.5 miljoonaa euroa) muodostui maksullisesta toiminnasta ja 1.2 miljoonaa NZ\$ (8% eli 1.8 miljoonaa euroa) tuli valtiolta FRST:n kautta (Foundation for Research Science and Technology, reporting to the Minister of Research, Science and Technology). BRANZ Ltd:ssä työskentelee yli 70 henkeä.

Palotekniikan alalla BRANZin toiminnot liittyvät toisaalta testaukseen tai konsultointiin ja toisaalta tutkimukseen (katso Kuva 14).

Testauksen ja konsultoinnin alalla BRANZ tekee

- palonkestävyyden testausta (Fire Resistance)
- materiaalien ja tuotteiden palokäyttäytymisen testausta (Reaction To Fire)
- tuotteiden ja järjestelmien toiminnan arviointia (Fire Assessment).

Tutkimuksessa BRANZ keskittyy paloturvallisuustekniikkaan (Fire Safety Engineering). Tähän aiheeseen liittyvät toiminnot BRANZissa ovat muun muassa

- rakennusten säädösten mukaisuuden tarkistaminen (Building code compliance checks)
- paloinsinööriratkaisut (Specific fire engineering design and solutions)
- paloturvallisuus hallinta (Fire safety management of buildings (domestic, commercial and industrial))
- vaarallisia aineita ja prosesseja sisältävien rakennusten paloturvallisuuden arviointi (Fire safety assess of buildings with hazardous substances and processes)
- passiivisten ja aktiivisten palotorjuntajärjestelmien määrittely (Specification of passive and active fire protection measures - for example, fire walls and fire doors, fire suppression and fire detection systems)
- rakennusten palovaarojen ja riskien arviointi (Fire hazard and risk assessment of buildings)
- paloturvallisuuden katsaukset ja parannussuositukset (Fire safety reviews and recommendations for upgrade)
- poistumisen suunnittelu (Means of escape and evacuation plans)
- kolmantena osapuolena toimiminen paloturvallisuussuunnitelmien tarkistamisessa (Peer review of fire engineered solutions).

Tutkimusohjelmia ja hankkeita ovat muun muassa

- turvallinen rakennus (Safe Buildings)
- ihmisten käyttäytyminen tulipalossa (Human Behaviour in Fire)

- mitoittavat palot (Design Fires for Fire Engineering)
- teräs-betoni-liittorakenteet palossa (behaviour of composite steel/concrete floor slabs in fire)
- ulkoinen palon leviäminen (external flame spread in the Vertical Channel Test)
- savun muodostuminen (smoke production in fires)
- palon leviäminen ja palonsuojapinnoitteet (flame spread and fire-retardant coatings)
- yhdistelmäsprinklerilaitteet (combination sprinkler systems)
- täysin kehittyneen palon mallintaminen (post-flashover fire modelling)
- BRANZFIRE-ohjelman kehittäminen.



Kuva 14. BRANZin toiminnot: a) testaus ja konsultointi sekä b) tutkimus.

4.21.2 University of Canterbury

Canterburyn yliopiston rakennusosastolla (Civil Engineering) toimii palotekniikan tutkimusryhmä (Fire Engineering) [49]. Sen tutkimusaiheita ovat muun muassa

- palon kokeellinen ja laskennallinen mallintaminen
 - o Post-flashover Compartment Fire Modelling
 - o Low ventilation compartment fires and smoke explosions
 - o Salt water modelling simulations of building fires
 - o Fire Zone Modelling Software
 - o Computational fluid dynamics (CFD) modelling of smoke movement in building fires
- rakenteellinen palotekniikka
 - o Axial Restraint of Fire-exposed Floor Systems
 - o Inelastic design of steel structures in fire conditions
 - o Fire resistance of concrete structures
 - o Fire Resistance Ratings of Construction Elements Exposed to Realistic Fires
- teollisuuden paloturvallisuussuunnittelu (Fire design of industrial buildings)
- ihmiset ja tulipalo (Human behaviour in fires)
- maastopalot (Quantification of Scrub Fire Behaviour).

Tutkimusta rahoittavat muun muassa Uuden Seelannin pelastustoimi ja Tieteiden ja tekniikan rahasto.

Palotekniikan opetusta annetaan Master-tasoisena. Tämän tutkinnon perustaksi vaaditaan Batchelor-tutkinto kemiantekniikan, rakennustekniikan, mekaniikan tai sähkötekniikan alalta. Kursseja ovat muun muassa

- rakenteellinen palotekniikka (Structural Fire Engineering)
- tulipalon dynamiikka (Fire Dynamics)
- paloturvallisuusjärjestelmät (Fire Safety Systems)
- riskien arviointi (Risk Assessment)
- paloturvallisuussuunnittelun harjoitustyö (Fire Design Case Study)

- tulipalon dynamiikan jatkokurssi (Advanced Fire Dynamics).

Vuosittain koulutusohjelmasta valmistuu noin 5 - 10 paloinsinööriä.

5 KATSAUS PELASTUSTOIMEN TUTKIMUKSEEN JA KOULUTUKSEEN ERI MAISSA

5.1 Hollanti

Netherlands Institute for Fire Service and Disaster Management (Nibra) Arnhemissa on pääasiassa koulutuslaitos, mutta se on myös monialainen asiantuntija- ja tutkimuslaitos. Vakituksia työntekijöitä Nibrassa on 60 henkilöä. Laitoksen tärkeimpiä toimialoja ovat palo- ja pelastustoimi sekä onnettomuuksien hallinta. Hollannissa palo- ja pelastustoimen painopistealueet ovat muuttuneet ajansaatossa palontorjunnasta entistä monipuolisempiin tehtäviin: esimerkiksi vaarallisten aineiden aiheuttamien onnettomuuksien, liikenneonnettomuuksien ja tulvien aiheuttamien onnettomuuksien hallintaan. Myös rakentamiseen, ympäristöturvallisuuteen ja kansalaisten turvallisuuteen liittyvän ohjeistuksen ja suositusten ylläpito ja valvonta kuuluvat nykyään palo- ja pelastustoimeen Hollannissa. Lisäksi Hollannin palo- ja pelastustoimi on vastuussa onnettomuuksien hallinnan koordinoinnissa ja varautumisessa (suunnittelu, koulutus ja harjoittelu). [50]

Koulutuspuolella Nibra tunnetaan parhaiten palontorjuntakursseistaan. Vuosittain koulutetaan 24 uutta palomiestä. Yhteistyössä Dutch School for Public Administrationin ja Utrecht Schoolin kanssa Nibra järjestää kaksi vuotta kestäviä kriisin ja onnettomuuden hallinnan maisteritasoisia kursseja, jotka sisältävät vuoden mittaisen pelastustoiminnan johtajan kurssin. Onnettomuuksien hallinnan opetusta annetaan muun muassa poliiseille, palokunnille, lääkäreille, hoitohenkilökunnalle, Punaiselle Ristille, vapaaehtoistyöntekijöille sekä päättäjille. [50]

Laajan palo- ja pelastusalan tutkimuksen avulla kehitetään Nibran toimintaa, mutta myös päättäjät, yritykset, palokunnat ja muut laitokset hyödyntävät tutkimustuloksia. Perinteisen palo- ja pelastusalan lisäksi tutkimuksen aiheita ovat riskin arviointi ja palo- suojeleuanalyysit, joiden avulla pyritään auttamaan palokuntia toimintansa kehittämisessä ja kohdentamisessa. Nibran toimesta State University of Leidenin Sosiaalitieteelli-

seen tiedekuntaan on perustettu onnettomuuksien hallinnan ja palo- ja pelastusalan hallinnan professuuri. [50]

5.2 Iso-Britannia

Fire Service College Moreton In Marshissa on 1968 perustettu palontorjunnassa, paloturvallisuudessa, onnettomuuksissa ja hätätilanteissa toimimisessa käytännön ja teoreettisen koulutusta antava opisto. Opiston 200 hehtaarin alueella voidaan harjoitella rakennuspaloja, tieliikenne-, rautatie-, lentokone- ja laivaonnettomuuksissa toimimista. Myös kemiallisen laitoksen, öljyvaraston, teollisuuslaitoksen ja merionnettomuuksissa toimimista voidaan harjoitella. [51]

Lukuvuonna 2004 - 2005 opetusta annettiin yhteensä yli 7000 henkilölle (5328 UK Fire and Rescue Servicen, 938 muulle isobritannialaiselle sekä 828 kansainväliselle asiakkaalle). Lukuvuoden 2005 - 2006 kurssit on jaettu kuuden aiheen alle: viestintä (2 kurssia), johtaminen ja hallinnointi (9), paloturvallisuus (19), kurssit yrityksille (7), operationaaliset kurssit (13) sekä pelastustoiminta (17). [51]

Johtamisen ja hallinnoinnin kursseilla opiskellaan hallinnollista ja operationaalista johtamista. Paloturvallisuuden kursseilla opiskellaan muun muassa rakennuspalojen käyttäytymistä, yhteiskunnan turvallisuuden hallinnointia, palonsyytutkimusta, lainsäädäntöä, paloriskien arviointia, liikerakennusten ja muiden runsasväkisten rakennusten paloturvallisuutta, paloturvallisuuslaitteistoja, rakennussuosituksia, palotekniikkaa, sprinkleireitä sekä ostoskeskusten ja kauppojen savunpoistoa ja palotekniikkaa. Yrityksille suunnatuilla kursseilla opiskellaan muun muassa hälytysvasteen hallinnointia, palonsammuttimia, ryhmän johtamista, petrokemiallisen teollisuuden vaaroja ja onnettomuuksien käsittelyä. Operationaalisilla kursseilla käsitellään muun muassa ilmailuonnettomuuksia, hengityskoneiden käyttöä, palonkäyttäytymisen kouluttamista, vaarallisia aineita ja niiden ympäristötuhojen suojelua, meritulipaloja, onnettomuuden aiheuttamien psykologisten näkökulmien hallintaa, mediasuhteita, tieliikenneonnettomuuksia sekä tulipaloihin vaikuttavan ilmanvaihdon koulutusta. Pelastustoiminnan kursseilla käsitellään muun muassa tapaturmaonnettomuuksia, pelastustoiminnan johtamista, etsintäope-

raatioiden johtamista, vesipelastusta, köysipelastusta, pelastustoimintaa rajoitetuissa tiloissa sekä korkeanpaikan työskentelyn turvallisuutta. [51]

Fire Service College järjestää vuosittain kansainvälisen kokouksen palontutkimuksen ja kehitystyön alalla. Lokakuussa 2005 pidetyssä kokouksessa aiheita olivat muun muassa nykyaikaisen palotoimen johtaminen ja hallinnointi, esimiesten ja työntekijöiden väliset suhteet, nykyaikaisen palotoimen monimuotoisuuden hallinnointi, esimiesten kokemuk-
sia, jatkuvuuden turvaaminen, terrorismi, palotutkimuksen kvalitatiiviset menetelmät, muuttuvan lainsäädännön muutokset, tulipalon vaikutus ympäristöön, turvallisuuskoulu-
tus, paloalan koulutus, yhteistoiminta, riskin hallinta, matemaattisten mallien käyttö tutkimuksessa, fysiologinen ja psykologinen tutkimus, strateginen suunnittelu ja toi-
minnan johtaminen, kansalaisten paloturvallisuus sekä palotoimen monimuotoisuus. Marraskuussa 2004 pidetyssä kokouksessa aiheita olivat muun muassa johtamiskoulu-
tus, rakenteellinen palotekniikka, palotoimen monimuotoisuus, työturvallisuus, onnet-
tomuuksien hallinta, yhteiskunnallisen muutoksen vaikutus palotoimeen, lainsäädäntö,
yhteiskunnan väkivaltaisuus ja palotoimi, kuntoilu ja fyysisen terveys, palotoimen sisäi-
nen viestintä, stressi ja sen hallinta palotoimessa sekä hätäkeskustoiminta. [52]

5.3 Puola

Main School of Fire Service (SGSP) Varsovassa on yksi maailman harvoista teknillisistä korkeakouluista, jossa sekä koulutetaan henkilöstöä palotoimeen että opetetaan paloturvallisuuden ja väestönsuojelun tekniikkaa. SGSP:ssä on kaksi tiedekuntaa: paloturvallisuustekniikan ja väestönsuojelutekniikan tiedekunnat. Ne on jaettu edelleen 11 laitokseen: palontorjunnan ja pelastustoiminnan laitos, uhkien arvioinnin laitos, palontorjuntatekniikan laitos, lain ja organisoitumisen laitos, turvallisuusanalyysin ja -ennusteiden laitos, siviilikriisinhallinnan instituutti, vieraiden kielten instituutti, palo-opetuksen psykologian ja menetelmien instituutti, palo- ja pelastustoimen yksikkö, fyysisen opetuksen laitos sekä väestönsuojelun koulutuskeskus. SGSP:ssä voi suorittaa joko kandidaatin tai maisterin tutkinnon. Lisäksi tarjolla on jatko-opintokursseja. [53]

Paloturvallisuustekniikan tiedekunta kouluttaa osaajia tulipalojen, luonnonkatastrofien ja -onnettomuuksien sekä muiden paikallisten uhkien aiheuttamiin hengen-, terveyden

ja omaisuuden pelastustehtäviin. Opetuksessa tarjotaan tietotaitoa palosuojelun organisoinnista ja väestönsuojelusta; valmiutta teollisuustilojen, julkisten tilojen, metsien, maaseutu-, kaupunki- ja kaupunginosa-alueiden palovaarojen sekä muiden paikallisten vaarojen analysointiin; valmiutta palo- ja räjähdysvaaroihin vaikuttavien rakennustekniikoiden, teknisen laitteistojen ja prosessien evaluointiin; valmiutta palovaarojen evaluointiin ja niiden vähentämiseen, palo- ja pelastustoiminnan ohjeistuksen sekä palovaroittimien ja muiden palonsuojelun järjestelmien valinnan, kehittämisen ja tarkastusten opiskeluun; valmiutta antaa palonsuojeluopetusta sekä valmiutta päällystökoulutukseen ja pelastussuunnitelmien, turvallisuusohjeiden ja vastaavien ohjeiden kirjoittamiseen. [53]

Väestönsuojelutekniikan tiedekunta kouluttaa osajia päätöksentekoihin luonnon- ja ihmisten aiheuttamiin onnettomuuksiin kohdistuvan väestönsuojelun alalla. Tiedekunnassa opiskeleville opetetaan siviilivarautumisen ja siviilikriisinhallinnan tehokkuuden ja valmiuden arviointia; taitoja valmistella väestönsuojeluun ja siviilikriisinhallintaan liittyviä laki- ja säädösesityksiä; onnettomuuksien ennustamista ja ehkäisyä ja onnettomuuksiin varautumista koskevien asiakirjojen laadintaa sekä pelastussuunnitelmien ja julkishallinnon vastuunjakosuunnitelmien laadintaa. [53]

Jos useamman vuoden ajan SGSP on tehnyt sekä perus- että soveltavaa tutkimusta palo- ja pelastusalalla niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin. Lisäksi riskianalyysiin ja riskiarviointiin liittyvissä sekä ympäristöonnettomuuksien varautumiseen liittyvissä ja niiden vähentämiseen tähtäävissä tutkimuksissa SGSP on ollut aktiivisesti mukana. Tutkimustulosten perusteella on voitu uudistaa pelastusvälineistöön, turvallisuusjärjestelmiin ja pelastustekniikoihin liittyvää sekä väestön- ja ympäristönsuojelun parantamiseen tähtäävien toimenpiteiden opetusta SGSP:ssä. [53]

5.4 Ranska

École Nationale Supérieure des Officiers de Sapeurs-Pompiersin (ENSOSP) tärkeintä ja kansainvälisesti tunnetuinta koulutusta on suorittavaan operatiiviseen johtamiseen liittyvä koulutus. Tutkimuksessa tärkeintä tällä hetkellä on tietokoneperusteisen koulutuksen rakentaminen siten, että virtuaalisten simulaatiomenetelmien avulla voisi nopeasti

opetella palon sammuttamista ja pelastusryhmän muodostamista. ENSOSP on kehittä-
mässä koulutustaan siten, että opiskelijat tulisivat opistoon kahden vuoden opetukseen
suoraan koulun penkiltä. Nykyisin opiskelijat tulevat palolaitoksilta opiskelemaan vuo-
deksi ja palaavat entiseen työpaikkaansa. [54]

5.5 Ruotsi

Swedish Rescue Services Agency (SRSA) hallinnollinen keskus sijaitsee Karlstadissa.
Kunnallisen palo- ja pelastustoimen sekä nuohousalan henkilöstölle opetusta annetaan
neljässä opistossa: Revingessä, Rosersbergissa, Sandössä ja Skövdessä. Opetukseen
sisältyy sekä teoriaopetusta että käytännön harjoittelua. [55]

Revingen opistolla tarjotaan opetusta monista aiheista. Opistolla on yksi professuuri
sekä joukko tutkijoita. Opisto tarjoaa opetusta myös kansainvälisille ryhmille. Tutki-
mus- ja kehittämistyön avulla sekä säännöllisillä yhteydenpidoilla palo- ja pelastusalan
toimijoihin, yrityksiin ja järjestöihin opetusta voidaan kohdentaa aina ajan tasalla ole-
vaksi. Ammattikoulutusta annetaan palontorjunnasta ja pelastustoiminnasta, onnetto-
muuksien ehkäisystä ja väestönsuojelusta, päällystöopetuksesta sekä hätätilanteisiin ja
poikkeusoloihin varautumisesta. Lisäksi koulutusta annetaan muun muassa kriisinhäl-
linnasta ja jälkihoidosta, johtamisesta, kemiasta, vaarallisten aineiden aiheuttamista ris-
keistä ja palotutkimuksesta. Opistolla on yhteistyötä SRSA:n tutkimus- ja kehittämis-
osaston kanssa muun muassa palotutkimuksen, varautumiseen, kriisinhallintaan ja tuli-
paloja ehkäisevään toimintaan liittyvän tutkimuksen alalla. [55]

Rosersbergin ja Skövden opistolla opetuksen painopistealueita ovat onnettomuuksiin ja
poikkeusoloihin varautuminen sekä väestönsuojelu. Rosersbergissa saavat oppinsa
Ruotsin nuohoojat. Painopistealueiden lisäksi opistoilla annetaan opetusta palotoimen,
kuntien ja yritysten henkilöstölle muun muassa johtamisessa ja hallinnossa, kriisinhäl-
linnassa, palo- ja pelastustoimessa, tulipalojen ehkäisyssä sekä kemikaaleihin ja muihin
vaarallisiin aineisiin liittyvissä asioissa. [55]

SRSA:n tavoite on lisätä yhteiskunnan turvallisuutta ehkäisemällä onnettomuuksien
syntyä ja rajoittamalla niiden aiheuttamia tuhoja. Tutkimuksen avulla voidaan tulevai-

suuden toimia kohdentaa oikein. Tutkimus toiminta on jaettu neljään ohjelmaan: onnettomuudet, riskinarviointi ja -hallinta, vahinkojen ehkäisy sekä vahinkojen rajoittaminen. [55]

Tutkimus- ja kehittämisosasto on mukana monissa eri yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa meneillään olevissa projekteissa: riskinarviointi (Karlstadin yliopisto), riskikommunikaatio (Keski-Ruotsin yliopisto), kaupunkisuunnittelu (Kuninkaallinen tekniikan instituutti), kunnallinen pelastustoimi ja väestönsuojelu (Karlstadin yliopisto), tulvat (Ruotsin ilma- ja vesistötieteen laitos), yhteiskuntaperusteisen turvallisuuden lisääminen (Linköpingin yliopisto), vanhusten kaatumisonnettomuudet (Karolinska instituutti), pelastustoimen ja kriisinhallinnan johtaminen (Lundin yliopisto), tulipalojen päästöt (Ruotsin valtiollinen testaus- ja tutkimuslaitos) ja johtaminen monimutkaisten onnettomuuksien aiheuttaman paineen alla (Karlstadin yliopisto). [55]

Tutkimus- ja kehittämisosasto on suunnitellut aloittavansa vuoden 2006 alussa muun muassa seuraavia projekteja: onnettomuuksien arviointi ja niiden vaikutukset tutkimukseen ja toimintaan (Linköpingin yliopisto), turvallisuuden mittaamisen ja ylläpidon viimeisimmät suuntaukset monimutkaisissa järjestelmissä (Lundin yliopisto), riskien tunnistaminen ja turvallisuusajattelu jokapäiväisessä elämässä (Karlstadin korkeakoulu), alkoholi onnettomuuksien riskitekijänä (Linköpingin yliopisto), riskien arvioinnin ja vertailun opetus kansalaisille ja päätöksentekijöille (Karlstadin yliopisto) ja turvallisuutta lisäävien toimien arviointi (Örebron yliopisto). [55]

5.6 Saksa

Saksassa palo- ja pelastustoimen koulutusvastuu on jaettu maan osavaltioille ja vapaa-kaupungeille. Esimerkiksi Landesfeuerweherschule Hamburg, Akademie für Rettungsdienst und Gefahrenabwehr (LFS) Hampurissa kouluttaa palo- ja pelastusalan henkilöstöä Hampurin kaupungille. LFS:ssä koulutetaan kaikki kaupungin palomiehet ja alipäällystön, yhteensä noin 2000 henkilöä. Päällystökoulutus on järjestetty yhdessä German City Councilin kanssa. Kaikki Hampurin 3200 vapaapalokuntalaista ja muut alan vapaaehtoistyöntekijät saavat oppinsa LFS:sta. Myös tehdaspalokunnille ja muille laitoksille annetaan palo- ja pelastusalan opetusta. Yhteistyössä Hochschule für angewandte

Wissenschaften Hamburgin kanssa LFS järjestää maisteritason kursseja riskien hallinnasta ja pelastustekniikasta. [56]

Opiston perusopetuksen ohjelmaan kuuluvat muun muassa etsintä- ja pelastustehtävät, palon sammutus, ensihoito, tekninen avunanto, palontorjunta, onnettomuuksien ehkäisy ja hallinta, pommin purku, ympäristönsuojelu sekä turvallisuuden ja tulipalojen vartiointi. [56]

Kansallisen ja kansainvälisen kokemusten ja tiedonvaihtoon LSF järjestää vuosittain kansainvälisiä kokouksia [56]. Viimeksi järjestetyssä, 3. INTERCON (International Emergency and Rescue Congress) kokouksessa käsiteltyjä aiheita olivat muun muassa terrori-iskut suurkaupunkeihin, biologiset riskit ja uhkat, luonnononnettomuudet, uusimmat johtamismenetelmät, massatapahtumiin liittyvät riskit, tsunami, sairaaloiden ja pelastusalan varautumissuunnitelmat onnettomuuksiin ja terrori-iskuihin sekä digitaalinen radioviestintä.

Tutkimusyhteistyötä LSF tekee muun muassa seuraavien laitosten kanssa: Institut der Feuerwehr Sachsen-Anhalt, Forschungsstelle für Brandschutztechnik an der Universität Karlsruhe (TH), Technische Universität Hamburg Harburg ja Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg. [56]

5.7 Unkari

Sisäministeriön alainen Hungarian Disaster Management Training Center Budapestissa kouluttaa henkilökuntaa Unkarin valtakunnallisen palopalvelun, onnettomuuksien hallinnan ja väestönsuojelun viranomaisille. Opisto antaa opetusta myös maan palonehkäisyn ammattilaisille. [57]

Opiston päätehtävä on tarjota palomiehille ammattiopetusta kolmella tasolla (perus-, keski- ja edistynyt taso). Ammattiopetus sisältää onnettomuuksien hallintaa, palontorjuntaa, pelastustoimen tekniikkaa. Tulevaisuuden tavoitteina on entisestään parantaa palomiesten opetusta niin kotimaisella kuin kansainvälisellä yhteistyöllä. [57]

Opiston pääasiallinen tehtävä on koulutus. Tutkimuksen kiinnostukset ovat opettajakoh-
taisia. Tutkimuspuolella opiston johtajan mielestä tärkeimpiä tutkimuskohteita ovat il-
mastonlämpenemisestä aiheutuvat vaarat ja energian (esimerkiksi atomienergiaan) tuo-
tantomon liittyvät vaarat. Myös tutkimuksen avulla opistolla pyritään kehittämään opetus-
ta elinikäisen oppimiseksi ja EU-standardien mukaiseksi. [57]

5.8 Japani

Kioton yliopiston Disaster Prevention Research Instituten (DPRI) tutkimusaiheet liitty-
vät luonnononnettomuuksien ennaltaehkäisyyn ja onnettomuuksien aiheuttamien tuho-
jen vähentämiseen. Luonnononnettomuuksista tutkimuksen kohteita ovat muun muassa
maanjärjestykset, tulivuorten purkaukset, maanvyörymät, tulvat, hyökyaallot ja myrskyt.
Maantieteellisen ja tekniikan tutkimuksen lisäksi DPRI:ssä tutkitaan inhimillisiä ja sosi-
aalisia tekijöitä, jotta onnettomuuksiin voitaisiin paremmin varautua ja onnettomuuksien
seurauksia korjata. Vuonna 1996 perustettiin yksiköt Division of Integrated Manage-
ment of Disaster Risk ja Research Center for Disaster Reduction Systems yksiköt perus-
tettiin uudelleen järjestämään ja oikein kohdentamaan onnettomuuksien tutkimusta in-
himillisestä, sosiaalisesta ja suunnittelun näkökulmasta. Jälkimmäisenä mainittu tutki-
muskeskus tekee yhteistyötä niin DPRI:n muiden tutkijoiden kuin ulkopuolistenkin tut-
kijoiden kanssa. [58]

5.9 Australia

5.9.1 Pelastustoimi

Australiassa palo- ja pelastuspalvelujen vastuu on maan kuudella osavalttiolla (Queens-
land, Uusi Etelä Wales, Victoria, Tasmania, Etelä-Australia ja Länsi-Australia) ja Poh-
jois-Territoriolla. Kullakin alueella palo- ja pelastuspalvelut on yleensä jaettu vielä erik-
seen kaupunkien ja maaseudun palveluihin. Koulutusta annetaan alueellisesti niin palo-
ja pelastusalan ammattihenkilöstölle kuin vapaaehtoisille ja hallinnonalan henkilöille.
Esimerkiksi FESA (Fire & Emergency Services Authority of Western Australia) järjes-
tää 12 viikon mittaisia ammattikursseja, jotka sisältävät opetusta yhteiskunnallisesta

turvallisuudesta, palontorjunnasta, pelastamisesta, vaarallisista aineista ja viestinnästä [59]. Ylipalomiehiksi mieliviltä vaaditaan viiden vuoden teorian ja käytännön kurssimuotoinen koulutus [59]. Lentoasemien palo- ja pelastustoiminta ja sen koulutus on valtakunnallista.

5.9.2 Valistus

Valistustoiminta on myös valtakunnallisesti koordinoitua. FPA (Fire Protection Association Australia) on Australian keskeisin tieto- ja palvelulähde edistämään ihmishenki- en, omaisuuden ja ympäristön turvaamista tulipalojen ja muiden hätätilanteiden aiheut- tamilta uhkilta. FPA on Australian tärkein tekninen ja opetuksellinen järjestö, jonka tarkoitus on lisätä paloturvallisuutta. FPA:n tehtävä on yhteistyössä päättäjien kanssa parantaa pelastustoimen ohjeistusta, lainsäädäntöä, opetusta, kalustoa ja palveluja. [60]

5.10 Uusi-Seelanti

5.10.1 Täydennyskoulutus

Uuden-Seelannin palo- ja pelastustoimen täydennyskoulutus on keskitetty Fire & Rescue NZ:lle. Koulutuksen lisäksi Fire & Rescue NZ tarjoaa myös palo- ja pelastusalan palveluita ja tuotteita. Koulutuksen viisi pääaluetta ovat ensiapu, maastopalot, metsäpa- lot, väestönsuojelu ja työpaikan turvallisuus. [61]

5.10.2 Tutkimus

Pelastusalan tutkimustoiminta on valtakunnallisesti koordinoitua. Tutkimusta koordinoi NZFS (The New Zealand Fire Service), jonka toimintaa on myös kansalaisvalistus. NZFS:n tutkimus- ja kehittämisyksiköllä on viisi vastuualuetta: palontorjunnan paran- tamiseen tarvittavan uuden tiedon, välineistön ja menetelmien tarpeen selvitys sekä tar- peisiin vastaavien projektien priorisointi; palo- ja pelastusalan kansallisten ja kansainvä- listen tutkimusten seuraaminen; tutkimus- ja kehittämiskeskuksen toiminnan hallinta;

tutkimustulosten hyödyntäminen ja käyttöönotto sekä välineistön koekäyttö ja evaluointi. [62]

Parhaillaan käynnissä olevia tutkimusprojekteja ovat muun muassa kansallisen paloturvallisuuden opas, joka sisältää neljä osaa: asutut alueet, koulutus, hallinta ja palontutkimus; palontorjunnan taktiikat ja menetelmät; palomiesten ja pelastajien suoja-asut sekä langaton tiedonsiirto. [62]

Viime aikoina päättyneitä tutkimusprojekteja ovat olleet muun muassa: asuttujen alueiden tulipalojen riskinarviointi ja -hallinta; Whangarei Appliance -langattoman tiedonsiirron toimivuuden testaus; tason 2 suoja-asujen testaus ja evaluointi; lämpökameran, siirrettävien pumppujen, sammutusletkujen, pelastusvälineistön ja tikkaiden testaus ja evaluointi; palonsammutusmenetelmien vertailu; kansainvälinen ”flash hoods:n” käytön kartoitus; talousvettä käyttävät sprinklerit sekä säädös sammutukseen tarvittavan veden määrästä kaupunkialueilla. [62]

5.11 Kanada

Kanadassa pelastusalan koulutusta annetaan ympäri maata aihekohtaisesti.

5.11.1 Manitoba Emergency Services College

Brandonissa sijaitsevan Manitoban provinssin Office of the Fire Commissionerin alainen Manitoba Emergency Services Collegen tavoitteita ovat kansainvälisesti arvostetun koulutuksen järjestäminen elämän turvallisuudessa, hätätilanteissa toimimisessa ja hätätilanteiden hallinnassa; ajankohtaisen tietojen ja taitojen opettaminen; tietojen ja taitojen lisääminen tutkimus ja kehitystyön avulla sekä ajankohtaisten opetusohjelmien suunnittelu ja toteutus. [63]

Opiston opetustarjonta on laaja. Tarjolla on opetusohjelmia muun muassa tulentorjunnasta, pelastusalan koulutuksesta, kansalaisten turvallisuudesta, palonehkäisystä, pelastustoiminnasta, vaarallisista aineista, ajoneuvojen kuljettamisesta, palonsyytutkimuksesta, johtamisesta, rakennusturvallisuudesta ja ensihoidosta. [63]

5.11.2 Seneca College of Applied Arts & Technology

Torontossa, School of Public Safety and Police Studies -opistossa on tarjolla koulutusohjelma 911 & Emergency Services Communications. Kaksi lukukautta ja kahdeksan kuukautta kestävä koulutusjakson aikana koulutetaan henkilökuntaa hätäkeskuksille. [64]

Koulutusohjelman opintojaksoilla opiskellaan esimerkiksi turvallisuusviestintää, konfliktitilanteiden hallinnointia, hätäkeskusten lainsäädäntöä, tietotekniikkaa, tietokoneohjelmia, psykologiaa, terveyden ja stressin hallintaa, viestintämenettelytapoja eri viranomaisille (poliisi, palokunta, ensihoito), hätä- ja kriisipuhelujen hallinnointia sekä kanadalaisen yhteiskunnan sosiologiaa. [64]

5.11.3 Northern College

Northern College Ontarion provinssissa tarjoaa monen alan opetusta neljällä eri paikkakunnalla. Timminsin kampuksella School of Health Sciences & Emergency Services -koulussa on tarjolla muun muassa lääkintävahtimestarin 2-vuotinen ja palomiesten 1½-vuotinen koulutusohjelma. [65]

Lääkintävahtimestarin 4 lukukauden ohjelmassa tarjotaan tietoja ja taitoja ensihoidon ja ensivasteen tehtäviin. Koulutusohjelman opintojaksoja ovat muun muassa anatomia ja fysiologia, potilaan hoito, ihmisten käyttäytyminen kriisitilanteissa, kriisitilanteiden hallinta, ambulanssin käyttö, ensihoidon edistyneet taidot sekä tutkimus ja johtaminen. [65]

Palomiesten 3 lukukauden ohjelmassa on tarjolla opintojaksoja muun muassa ihmisten käyttäytymisestä kriisitilanteissa: kriisitilanteiden hallinnasta, kommunikoinnista, palon käyttäytymisestä ja kemiasta, palontorjunnasta, pelastus- ja etsintätoiminnasta, ensihoidosta, palonehkäisyn valistuksesta sekä ympäristöonnettomuuksiin liittyvistä pelastustehtävistä. [65]

5.11.4 Canadian Emergency Preparedness College

Joulukuussa 2003 Kanadan hallitus perusti Public Safety and Emergency Preparedness Canada -viraston turvaamaan kansalaisia luonnononnettomuuksilta ja muilta kansallisilta uhkilta kuten rikoksilta ja terrorismilta. Yhtenä osana Ottawaan perustettiin Canadian Emergency Preparedness College -opisto, jonka kursseilla opetetaan poikkeusoloihin varautumista. [66]

Opiston tämänhetkiset kurssit sisältävät hätätilanteisiin ja poikkeusoloihin varautumisen perusteita, pelastustoimintakeskusten (Emergency Operations Centre) hallinnointia ja hallinnointia onnettomuuspaikalla. Lisäksi opintoihin voi sisällyttää kemiallisten, biologisten, säteily- ja ydinonnettomuuksien ensivastetehtävien kurseja aina rakennustekniikasta pommien purkuun. [66]

5.12 Yhdysvallat

Yhdysvalloissa palo- ja pelastustoimen koulutusta annetaan opistoissa ja yliopistoissa ympäri maata. Valtakunnallisen koulutuksen koordinointi on keskitetty U.S. Department of Home Securityn alaisen Federal Emergency Management Agency (FEMA)-direktoraattiin kuuluviin National Fire Academyyn (NFA) ja Emergency Management Instituteen (EMI). Valtakunnallisesti merkittävimmän tutkimuksen koordinointi on U.S. Department of Home Securityn alaisessa FEMA:an kuuluvassa U.S. Fire Administrationin (USFA) vastuulla. [67]

5.12.1 National Fire Academy

NFA:ssa annetaan monen tasoista opetusta ja koulutusta kahden tai kuuden päivän ja kahden viikon täydennyskoulutuskursseista aina neljä vuotta kestäväan akateemiseen paloalan koulutusohjelmaan. Pääasiallisena opetuspaikkana on Emmitsburgin kampus Marylandissa. Rajallisten opetustilojen ja resurssien vuoksi opetusta annetaan myös valtiollisissa ja paikallisissa paloalan koulutuslaitoksissa sekä paikallisissa opistoissa ja yliopistoissa. Samasta syystä NFA tarjoaa myös verkko- ja etäopiskelumahdollisuutta.

Perustamisensa jälkeen, vuodesta 1975 lähtien, NFA on antanut opetusta yli 1.4 miljoonalle opiskelijalle. [68]

NFA tarjoaa 1 - 2 viikon mittaisia Emmitsburgin kampuksella järjestettäviä kursseja alipäällystölle, päällystölle, palotoimen kouluttajille ja kenelle tahansa palonehkäisy-, ensihoidon tai hätätilanteiden johtamistehtävissä toimiville. Opetustarjonta sisältää muun muassa tuhopolttoja, ensihoitoa, terrorismin ensivastetehtäviä, johtamismenetelmien kehittämistä, palonehkäisyä (hallinnointi, valistus, tekniikka), vaarallisia aineita, johtamista ja hallinnointia (onnettomuudet, suunnittelu, tiedotus) ja kouluttamista. [68]

Tila- ja resurssipulan vuoksi sekä opiskelijoiden osallistumisesteiden vuoksi NFA järjestää 2-päiväisiä niin sanottua ei-kampus-kursseja eri osavaltioissa. Kursseja järjestetään vaarallisista aineista, palotutkimuksesta, palotarkastuksesta, johtamisesta, palonsyistä, kouluttamisesta ja turvallisuutta lisäävistä toimenpiteistä. [68]

NFA:n päällystökoulutusohjelmassa koulutetaan palomestareita ja muita vastaavissa merkittävissä johtavissa tehtävissä toimivia. Koulutusohjelman käyneet ymmärtävät tarpeen palo- ja pelastusalan laitosten muuttamiselle reaktiivisesta proaktiiviseksi johtamisen kehitys, onnettomuuksien ehkäisy ja riskien vähentäminen painopistealueina, palo- ja pelastusalan laitosten kehittämistarpeen monimuotoisen yhteiskunnan mukaisesti sekä tutkimuksen tärkeyden ja elinikäisen oppimisen tärkeyden. Ymmärtämisen lisäksi opiskelijoille tarjotaan tietoja, taitoja ja mahdollisuuksia johtaa edellä mainittuja toimia. Opetus jakautuu neljään kahden viikon mittaiseen maisteritason kurssiin, jotka suoritetaan neljän vuoden aikana. Jokaisen kurssin jälkeen ennen seuraavaa kurssia täytyy suorittaa työpaikkaansa liittyvä sovellettu tutkimusprojektityö. [68]

Vapaaehtoisten koulutusohjelman viikon mittaiset kurssit on suunniteltu erikoisesti vapaaehtoisille palo- ja pelastusalan toimijoille. Koulutusohjelmaan kuuluu neljä kurssia, jotka suoritetaan vuoden aikana. Kurssiaiheita ovat muun muassa palolaitoksen toimintojen johtaminen, paikalliskoulutus, valistustoiminta, palonsyyn määrittäminen, palontorjuntajärjestelmät, johtaminen ja hallinnointi, kehittyneet turvallisuustoiminnot ja palonehkäisy. [68]

Verkko-opetuksen puolella NFA tarjoaa kursseja muun muassa yhteiskunnallisen turvallisuuden kouluttamisesta, ensihoidosta monitapaturmaisissa onnettomuuksissa, paloalan johtamisesta, kansallisesta onnettomuuden hallinta järjestelmästä operationaalisissa ensivastetehtävissä toimiville, kansallisesta palo-onnettomuusraportointijärjestelmästä, terrorismin ensivastetehtävistä ja maastopalojen torjunnasta asutusten lähistöllä. [68]

Yhdysvalloissa paloalan urakehitys on seitsemänportainen (kuva 15). Palomiehiä on kolmella ja pääällystöä neljällä tasolla. Associate's-tutkinnon saa suorittamalla kuusi kurssia: palonturvallinen rakentaminen, tulen käyttäytyminen ja palaminen, palonehkäisy, sammuttaminen, virtausoppi ja vedensaanti, sammutusjärjestelmät sekä pelastuspalvelujen periaatteet. Batchelor's-tutkinnon saa suorittamalla 13 kurssia: edistynyt palotoimen hallinnointi, analyttinen asennoituminen julkiseen palontorjuntaan, palotutkimuksen sovellukset, yhteiskunta ja tulipalon uhka, onnettomuuksilta ja tulipaloilta puolustautumisen suunnittelu, palon dynamiikka, palonehkäisyn organisointi ja hallinnointi, palontorjunnan taktiikoiden ja järjestelmien suunnittelu, ihmisten käyttäytyminen tulipalojen yhteydessä, murhapolttotutkimukset, vaarallisiin aineisiin liittyvien asioiden johtaminen, henkilöstöhallinta sekä poliittiset ja lainmukaiset palotoimen rahastot. Master's-tutkintoon ei kuulu pakollisia suoritettavia kursseja. [68]

NFA:n akkreditoiman Associate's-tutkinnon voi suorittaa yli 40 opistossa tai yliopistossa ympäri Yhdysvaltoja. Batchelor's-tutkinnon voi suorittaa tällä hetkellä 18 opistossa tai yliopistossa. Master's-tutkinnon voi suorittaa tällä hetkellä 7 opistossa tai yliopistossa: Anna Maria College, Arizona State University, Eastern Kentucky University, Grand Canyon University, University of Florida, Worcester Polytechnic Institute ja University of New Heaven. [68]



Kuva 15. Urakehitys paloalalla Yhdysvalloissa. (FEMA)

5.12.2 Emergency Management Institute

Hätätilanteiden johtamisen ja hallinnoinnin koulutus ja sen kehittäminen on keskitetty EMI:iin. Koulutusta annetaan viranomaisille, vapaaehtoisjärjestöille, julkisen ja yksityisen sektorin henkilöstölle. Tarkoituksena on vähentää onnettomuuksien vaikutuksia Yhdysvaltain kansalaisille. EMI:n tarkoitus on koordinoita koulutusta eri kohderyhmien tarpeisiin niin, että hätätilanteissa pystyttäisiin parhaalla mahdollisella tavalla vähentämään ihmishengille ja omaisuudelle koituvia vahinkoja. [69]

EMI:n opetuksen pääpaino on neljässä asiassa: vaikutusten lieventäminen, valmius, hälytysvaste ja jälkihoito. Kursseilla käsitellään luonnononnettomuuksia (maanjäristykset, pyörremyrskyt, tulvat, padot), teknologiset vaaroja (vaaralliset aineet, terrorismi, radiologiset onnettomuudet, kemiallisten aineiden varastot), ammatillisten taitojen kehittämistä, johtamista, tiedollista metodologiaa, harjoitusten suunnittelua ja evaluointia, informaatioteknologiaa, valistusta, yhteistoimintaa ja kouluttajien kouluttamista. Aiheen mukaan tarjolla on yhdestä tunnista neljään päivään kestäviä kursseja. [69]

5.12.3 U.S. Fire Administration

USFA:n koordinoiman tutkimuksen kolme pääaihealuetta ovat tulipalojen havaitseminen, sammuttaminen ja ilmaisinjärjestelmät; ensivastehenkilöstön terveys ja turvallisuus, sekä sähköjohtojen turvallisuus ja muut aiheet. [70]

Meneillään olevia tulipaloihin liittyviä tutkimusprojekteja ovat muun muassa savuilmaisimet, asuinrakennusten sprinklerit, automaattisprinklerien tehokkuus opiskelijasuntolan palossa, palontorjunta asuinrakennuksissa, sprinklerien toiminta viistorakenteisissa katoissa, palonsammutus vesiletkuilla sekä ilmanvaihdon vaikutus tulen käyttäytymiseen. [70]

Terveysteen ja turvallisuuteen liittyviä meneillään olevia tutkimuksia ovat muun muassa rakenteellisen sortuman ennustaminen, rakenteiden käyttäytyminen tulipaloissa, palomiesten ja pelastajien terveyden turvaaminen onnettomuustilanteissa, pelastusajoneuvojen ja yleinen liikenneturvallisuus, vapaaehtoisten terveys ja turvallisuus, palomiesten kunto ja hyvinvointi sekä työasujen suojaavuus. [70]

Asuintalojen sähköjohtojen turvallisuus on yksi tärkeimmistä muista tutkimusaiheista. Muita meneillään olevia projekteja ovat muun muassa käyttäytymismuutosten vaikutukset tupakoinnista aiheutuvien palojen määrään, lämmittimien aiheuttamat tulipalot, patjojen ja vuodevaatteiden paloturvallisuus, maaseutupalojen määrän vähentäminen, palonleviämisen mallintaminen tietokonesimulaatioilla sekä liesien paloturvallisuuden parantaminen. [70]

6 YHTEENVETO

6.1 Palotutkimus ja siihen liittyvä opetus

6.1.1 Toiminnan rahallinen volyymi

Katsauksessa mukana olevat laitokset ja yliopistot edustavat jotain - tuntematonta - osaa eri maiden palotutkimus- ja opetuslaitoksista. Ehkä kattavin otos on saatu Iso-Britanniasta, josta kartoituksessa käytiin läpi 14 yrityksen, tutkimuslaitoksen ja yliopiston tiedot. Näiden yksiköiden toiminnan yhteenlasketuksi volyymiksi voidaan arvioida suuruusluokkaa 50 miljoonaa euroa vuodessa. Iso-Britannian vuotuiset suorat ja epäsuorat palovahingot ovat taulukon 1 mukaan noin 0.15 % BKT:stä, mikä vastaa noin 2500 miljoonaa euroa. Iso-Britanniassakin, jossa palotutkimukseen investoidut resurssit edustavat maailman kärkeä, paloissa häviävän omaisuuden määrän suhde tutkimukseen ja testaukseen investoituun panokseen on noin 50-kertainen. Muissa maissa Suomi mukaan lukien tämä suhde on joitakin satoja.

Iso-Britanniassa yhtä kansalaista kohden laskettu panostus palotutkimukseen on noin 1 euro/henki/vuosi ja muissa selvästi pienempi. Henkeä kohden lasketut tulipalojen omaisuusvahingot koko EU-alueella ovat noin 20 000 miljoonaa euroa/400 miljoonaa asukasta = 50 euroa/henki/vuosi. Jos tarkastelussa otetaan huomioon kaikki tulipalojen aiheuttamat kulut, jotka ovat noin 1 % BKT:sta tai noin 250 euroa/henki/vuosi, tällöin tutkimuspanostukset ovat vain murto-osa tulipalokustannuksista.

Käytettäessä mittapuuna pelkästään omaisuusvahinkoja palotutkimukseen tehtäviä panostuksia voidaan pitää hyvin alhaisina. Kun vielä otetaan huomioon se tulipalojen pahempi puoli, kuolonuhrit ja loukkaantuneet, palovahinkoluvut antavat perusteen lisätä panostusta palotutkimukseen.

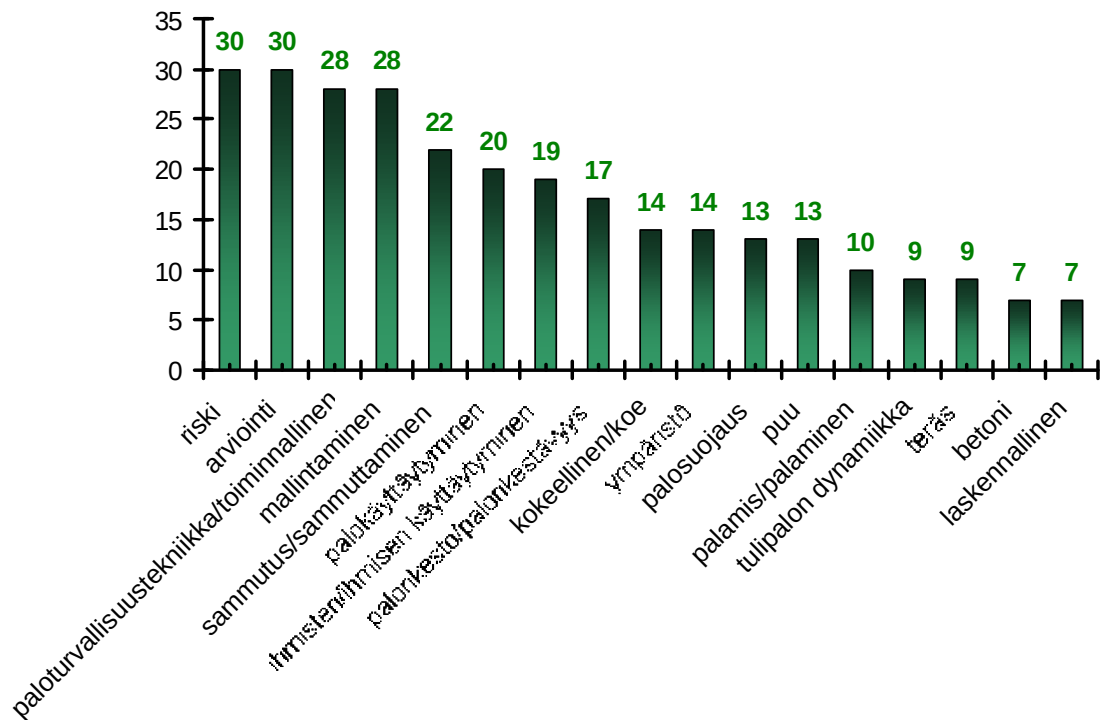
6.1.2 Tutkimuksen sisältö ja sen kehittämistrendit

Tutkimuksen sisältökysymysten suhteen tämän tutkimuksen otos lienee kaikkein edustavin, koska 21 maata ja 81 laitosta kattava otoksemme käsittää kaikki maailman johtavat alan tutkimuslaitokset – Suomen VTT:tä lukuun ottamatta.

Kuvassa 16 esitetään aineistossamme usein esiintyvien termien esiintymismäärän analysointi. Eniten esiintyviä termejä näyttävät olevan ”riski”, ”arviointi”, ”paloturvallisuustekniikka (fire safety engineering)/toiminnallinen” ja ”mallintaminen”. Seuraavaksi eniten esiintyy perinteisiä palotekniikan termejä: ”palokäyttäytyminen (reaction to fire”, ”palonkesto/palonkestävyys (fire resistance)” ja ”sammuks/ sammuttaminen”. Tämä heijastelee sitä muutosta, joka palotekniikassa on viimeisen vuosikymmenen aikana tapahtunut: painopiste on siirtynyt tyypillisesti testaamalla määritettävien ilmiöiden määrittämisestä kohti kokonaisuuksien hallintaa, jossa nimenomaan arvioinnilla on keskeinen asema. Arvioinnin kohteena on useimmiten riski ja kokonaisuuksien hallintaan, riskien arviointia hyödyntävää lähestymistapaa käytetään toiminnallisessa paloturvallisuussuunnittelussa tai – mikä usein on sama asia – paloturvallisuustekniikkaa soveltavassa paloturvallisuussuunnittelussa. Mallinnus on toisaalta se menettelytapa, johon palon ja eri paloturvallisuusjärjestelmien toiminnan arviointi useimmiten perustuu.

Teema ”ihmiset ja tulipalo” esiintyy lähes kaikkien johtavien palotutkimuslaitosten tutkimuksen painotusalueiden listoilla. Tämä teema lieneekin palotekniikan alan nopeimmin kasvava tutkimusaihe.

Eri rakennusmateriaalien välillä ei tutkimuksen suuntautumisessa ole olennaista eroa. Ympäristöaiheiset teemat ovat jopa yllättävän yleisiä, vaikka ympäristöaiheet sinänsä ovatkin yleensä varsin trendikkäitä. Mallintamisen ja laskennan ohella myös kokeellinen toiminta on säilynyt yhtenä merkittävänä tutkimusaiheena – itse asiassa on nähtävissä, että mallien tulosten kelpoisuuden todentaminen lisää kokeellisen tutkimuksen tarvetta.



Kuva 1. Joidenkin aineistossa usein esiintyvien termien esiintymismäärän analysointi.

Edellä esille tullut tarve ja pyrkimys yhä suurempien kokonaisuuksien hallintaan on yksi paloteknisen tutkimuksen tärkeimmistä kehityslinjoista. Etenkin ICT-sovellusten yhä tehokkaampi käyttö niin palon ilmaisussa ja pelastajien apuvälineenä kuin eri kohteiden – niin rakenteiden kuin ihmisten – mallintamisen työkaluna on kehittyvä trendi. ICT:n käytön tehokkuuden lisääminen pitää sisällään myös eri järjestelmien ja työkalujen yhä läheisemmän integroinnin. Yksittäisenä mallintamisen ja simuloinnin kohteena rakenteiden säilyy tärkeänä teemana, mutta – kuten jo edellä todettiin – ihmisten käyttäytymisen tutkimus ja tulosten pukeminen mallien muotoon lienee paloalan nopeimmin kasvava tutkimusaihe. Sammuttamisen kehittäminen jatkuu muun muassa ympäristöystävällisyyden ajamana (pienemmät vesimäärät, ympäristöystävällisemmät vaahdot,...). Ympäristöystävällisyyden vaatimus on tärkeä tekijä myös paloteknisen materiaalitutkimuksen ja -kehityksen alalla, mutta tätä toimintaa ohjaa myös tarve säilyttää – tai jopa parantaa – muita kuin palo-ominaisuuksia.

6.1.3 Opetustilanne Euroopassa

Omana koulutusohjelmanaan tutkimukseen nojautuvaa yliopistotasosta palotekniikan opetusta annetaan seuraavissa Euroopan maissa [71]:

- Irlanti: MSc-taso, 10 - 20 oppilasta/vuosi
- Ruotsi: BSc/MSc-taso, 50 palontorjuntainsinöörioppilasta/vuosi ja 30 riskin hallinnan ja turvallisuustekniikan oppilasta/vuosi
- Tanska: MSc-taso, 5 - 15 oppilasta/vuosi
- Iso-Britannia: BSc/MSc-taso, useita kymmeniä (ellei satoja) oppilaita/vuosi.

Näissä maissa annetaan lisäksi ammatillista jatko-opetusta seuraavasti: Irlanti: 30 henkilöä vuodessa ja Tanska: 100 henkilöä vuodessa. Ruotsista ja Iso-Britanniasta ei ole käytävissä tarkkoja lukuja.

Muun yliopistokoulutuksen osana annetaan tutkimukseen nojautuvaa yliopistotasosta palotekniikan opetusta seuraavissa Euroopan maissa [71]:

- Espanja: ammatillisessa jatko-opetuksessa muutamia henkiä/vuosi
- Itävalta: MSc-taso, muutamia oppilaita/vuosi
- Italia: ammatillisessa jatko-opetuksessa 35 henkeä/vuosi
- Belgia: BSc/MSc-taso, muutamia oppilaita/vuosi
- Kreikka: BSc-tasolla 40 - 50 oppilasta/vuosi, MSc-tasolla 4 - 5 oppilasta/vuosi
- Norja: BSc-tasolla 30 oppilasta/vuosi, MSc-tasolla 10 oppilasta/vuosi
- Portugali: MSc-tasolla noin 40 oppilasta/vuosi ja ammatillisessa jatko-opetuksessa 40 henkeä/vuosi
- Ranska: MSc-tasolla noin 20 oppilasta/vuosi ja ammatillisessa jatko-opetuksessa 600 henkeä/vuosi
- Saksa: MSc-taso, 50 oppilasta/vuosi
- Sveitsi: MSc-tasolla noin 25 oppilasta/vuosi ja ammatillisessa jatko-opetuksessa 100 henkeä/vuosi.

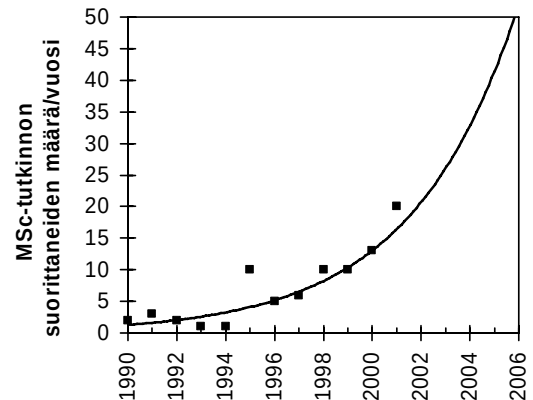
Suomessa ei anneta tutkimukseen nojautuvaa yliopistotasosta palotekniikan opetusta.

Mualla maailmassa koulutettavien yliopistotasoisten palotekniikan asiantuntijoiden määrästä on vaikea tehdä tarkkoja arvioita. Eräs tiedonlähde on viitteessä [72] esitetty Brasilian tilanne, jonka mukaan yliopistotasoisten palotekniikan asiantuntijoiden määrä on vahvassa kasvussa ja voi lähivuosina saavuttaa 50 MSc-tasoisien valmistuneen henkilön määrän.

a)



b)



Kuva 17. Esimerkki yliopistotasoisten palotekniikan asiantuntijoiden määrän kasvusta kehittyvissä maissa: a) Brasilian tilanne 1987 - 2001 [72] ja b) vuosien 1990 - 2001 datan perusteella tehty ekstrapolointi vuoteen 2006.

6.1.4 Yliopistotasoisten palotekniikan opetuksen sisältö

Tutkimukseen perustuvaa paloalan koulutusta annetaan sekä Bachelor- että Master-tasoisena. Lisäksi useimmissa yliopistoissa on mahdollista jatkaa opintoja väitöskirjaan asti. Väitöskirjoja tehdään paljon myös tutkimuslaitoksissa. Taulukossa 11 esitetään tyypillinen BSc-tasoisien tutkinnon rakenne. MSc-tasoisessa tutkinnossa lopputyö tehdään tyypillisesti vasta 5. vuotena 4. vuoden painottuessa syventäviin ammattiopintoihin.

Taulukko 11. Tyypillinen yliopistotasoinen palotekniikan BSc-tutkinnon sisältö eri vuosina.

1. VUOSI	2. VUOSI	3. VUOSI	4. VUOSI
• Matematiikan perusopinnot • Fysiikka • Mekaniikka • Kemia • Tietojenkäsittely • Yleisiä valinnaisaineita	• Sovellettu matematiikka • Lujuusoppi/rakenteiden mekaniikka • Tulipalon lämmönsiirto ja kemia • Materiaalioppia • Yleisiä valinnaisaineita	• Tulipalon dynamiikka • Riskianalyysi • Paloturvallisuusjärjestelmät • Tulipalo ja rakenteet • Tulipalo ja ihmiset • Säädökset/hallinto • Ammatillisia valinnaisaineita	• Tulipalon dynamiikan jatkokurssi • Riskianalyysi • Seminaari/harjoitustyö • Lopputyö

6.2 Pelastustoimi ja sen koulutus

6.2.1 Merkittävimmät pelastustoimen koulutus- ja tutkimusaiheet

Pelastustoimen menetelmät kuuluivat jokaisen 12 tarkastellun maan tärkeimpiin koulutus- tai tutkimusaiheisiin (Taulukko 12). Myös tulipalot (11/12), yhteiskunnallisen kehityksen vaikutus pelastustoimeen (10/12), onnettomuuksien ennaltaehkäisy (10/12), vaaralliset aineet ja ympäristöriskit (10/12), muut onnettomuudet (9/12) sekä poikkeusoloihin varautuminen (9/12) nousivat merkittävien aiheiden joukkoon monissa maissa. Sen sijaan yksilön työkyky ja tehtävien kuormittavuus, informaatiotekniikan hyödyntäminen, ihmisen käyttäytyminen onnettomuustilanteissa ja siviilikriisinhallinta kuuluivat sellaisenaan ainoastaan neljässä maassa merkittävien koulutus- tai tutkimusaiheiden joukkoon.

Koulutuspuolella pelastustoimen menetelmät ja tulipalot kuuluivat 10 maan tärkeimpiin aiheisiin (Taulukko 12). Myös onnettomuuksien ennaltaehkäisy (8/12), vaaralliset aineet ja ympäristöriskit (8/12), poikkeusoloihin varautuminen (8/12) ja muut onnettomuudet (7/12) olivat useiden maiden merkittäviä koulutusaiheita. Yksilön työkyky ja tehtävien kuormittavuus sekä informaatiotekniikan hyödyntäminen olivat ainoastaan yhden maan merkittäviä koulutusaiheita.

Tutkimusaiheista tulipalot oli merkittävä tutkimuskohde 9 maassa (Taulukko 12). Myös pelastustoimen menetelmät (8/12), yhteiskunnallisen kehityksen vaikutus pelastustoi-
meen (7/12), vaaralliset aineet ja ympäristöriskit (5/12) sekä muut onnettomuudet (5/12)
kuuluivat merkittävien tutkimuskohteiden joukkoon monissa maissa. Ihmisen käyttäy-
tyminen onnettomuustilanteissa ja siviilikriisinhallinta kuuluivat vain kahdessa maassa
merkittävien tutkimusaiheiden joukkoon.

6.2.2 Monipuolisinta koulutusta antavat ja tutkimusta tekevät maat

Iso-Britanniassa ja Yhdysvalloissa yhtä vaille kaikki 13 aiheesta kuuluivat merkittäviin
koulutus- tai tutkimusaiheisiin. Myös Puolassa (10/13), Ruotsissa (9/13) ja Australiassa
(9/13) oli monipuolista koulutusta tai tutkimusta.

Yhdysvalloissa kahta vaille kaikki 13 valitusta aiheesta kuuluivat merkittäviin koulutus-
aiheisiin. Iso-Britanniassa (9/13), Puolassa (9/13), Hollannissa (8/13), Ruotsissa (8/13)
ja Kanadassa (8/13) koulutustarjonta oli monipuolista.

Tutkimuspuolella Iso-Britannia (9/13), Ruotsi (9/13) ja Japani (8/13) erottuivat muista
maista monipuolisuudellaan.

6.2.3 Monipuolisimmat osaamiskeskukset

Yksittäisistä koulutus- ja tutkimuskeskuksista nousivat muista esille Hollannin Nether-
lands Institute for Fire Service and Disaster Management (Nibra), Ison-Britannian Fire
Service College, Puolan Main School of Fire Service (SGSP) ja Ruotsin Swedish Res-
cue Services Agencyn (SRSA). Japanissa, Australiassa, Yhdysvalloissa ja Kanadassa
aihealueet olivat monipuolisia, mutta osaaminen on hajautuneempaa kuin edellä maini-
tuissa maissa.

Taulukko 12. Koulutus- (k) ja tutkimusaiheita (t) tarkastelluissa maissa.

Maa	NL	UK	PL	FR	SW	DE	HU	JP	AU	NZ	US	CA
Aihe												
Yhteiskunnallinen kehitys ja pelastustoimen organisoituminen sen osana	k,t	t	k		t	t		t	t	t	k	k
Onnettomuuksien ennaltaehkäisy	k	k,t	k		k,t	k	k	t	t		k	k
Pelastustoimen menetelmät	k,t	k	k,t	k,t	k,t	k,t	k	t	k,t	t	k	k
Tulipalo	k,t	k,t	k,t		k,t	k	k	t	k,t	k,t	k,t	k,t
Vaaralliset aineet ja ympäristöriskit	k	k	k,t		k,t	k,t	t	t	k		k	k
Muut onnettomuudet	k	k,t	t		k,t	k,t	k	t			k	k
Yksilön työkyky ja tehtävien kuormittavuus		t							t	k,t	t	
Informaatiotekniikan hyödyntäminen						t		t		t	k	
Opetusmenetelmät ja koulutuksen arviointi		k,t	k				t		t	t	k	
Poikkeusoloihin varautuminen	k	k,t	k,t		k,t	t			k	k	k	k
Ihmisen käyttäytyminen onnettomuustilanteissa		k						t			k	k,t
Väestönsuojelu		t	k,t		k,t				k	k	k	
Siviilikriisinhallinta	k	k,t	k		k,t							

Maiden lyhenteet: NL= Hollanti, UK= Iso-Britannia, PL= Puola, FR= Ranska, SW= Ruotsi, DE= Saksa, HU= Unkari, JP= Japani, AU= Australia, NZ= Uusi-Seelanti, US= Yhdysvallat ja CA= Kanada.

7 POHDINTA

Hankkeen tarkoitus oli selvittää palo- ja pelastusalan tutkimus- ja koulutuskeskuksia. Hankkeessa selvitettiin Euroopan, Pohjois-Amerikan ja Tyynen meren alueiden niin sanottujen osaamiskeskusten toimintaa. Selvityksestä rajattiin Etelä-Amerikan ja Afrikan maat tarkastelun ulkopuolelle. Aasian maista tarkasteltaviksi valittiin vain Japani ja Kiina. Selvittely perustui kirjallisuuteen, henkilökohtaisiin kontakteihin, Internet-hakuihin ja sähköpostikirjeisiin. Internet-hakujen, sähköpostiongelmien, ja puutteellisen kielitaidon vuoksi selvitys ei ollut maantieteellisesti niin kattava kuin oli tavoitteena. Tavoitteen kannalta oli harmittavaa esimerkiksi Saksan, Ranskan, Espanjan, Venäjän ja Kiinan osittainen tai kokonaan selvityksen ulkopuolelle jääminen.

Pelastustoimen osalta selvityksessä tarkasteltavat 13 aihealuetta oli valittu sisäasiainministeriön tutkimustyöstrategian nimeämien aiheiden ja Pelastusopiston opetusaiheiden perusteella. Internet-sivujen sisältämän tiedon taso vaihteli maittain, opistoittain ja laitoksittain. Myöskään sähköpostien sisältö ei ollut yhtä yksityiskohtaista kuin Internet-sivuilla. Koska toisen kirjoittajan itse pelastustoimen sekä alan sanaston tuntemus oli varsin rajallinen, selvitys ei ole asiasisällöllisestikään kattava, vaan ainoastaan suuntaa-antava.

Edellä mainituista ongelmista huolimatta selvityksen avulla saatiin jonkinlainen kuva pelastustoimen tutkimuksen ja koulutuksen nykyisistä painopistealueista eri puolilla maailmaa. Pelastustoimen menetelmiin ja onnettomuuksiin liittyvien aiheiden merkittävyys oli odotetunkaltaista. Vähemmän merkittäväksi kirjautuneista aihealueista yksilön työkyky ja tehtävien kuormittavuus, informaatiotekniikan hyödyntäminen, ihmisen käyttäytyminen onnettomuustilanteissa, väestönsuojelu ja siviilikriisinhallinta saattavat kuulua joissakin maissa ja laitoksissa edellä mainittuihin aihealueisiin. Näin ollen niiden asema ei välttämättä tässä selvityksessä tullut oikein esille.

Selvityksen perusteella saatiin lisäksi selville ainakin joitakin niin sanottua osaamiskeskuksia. Ruotsin ja Ison-Britannian opistojen merkittävyys oli ennakoidunkaltaista. Sen sijaan Hollannin ja Puolan opistojen monipuolisuus oli jonkinlainen uutinen. Japanin pelastustoimen koulutuksesta ei saatu selville, mutta tutkimustoiminta on ymmärrettä-

västi hajautunutta. Australiassa, Yhdysvalloissa ja Kanadassa koulutus- ja tutkimustoiminta on niin ikään hajautunutta, jolloin yksittäisiä osaamiskeskuksia näistä maista ei erottunut, vaikka merkittäviä osaamiskeskuksia näissä maissa onkin.

LÄHDELUETTELO

1. World Fire Statistics No. 20 / October 2004
2. Tillander, K., Korhonen, T. & Keski-Rahkonen, O. 2004. Pelastustoimen määräiset seurantamittarit. Espoo: VTT. 123 s. + liitt. 5 s (VTT Working Papers 19) ISBN 951-38-6570-3
3. Lonka Harriet. Risk Assessment Procedures Used in the Field of Civil Protection and Rescue Services in Different European Union Countries and Norway. 6.9.2005. Verk-
kodokumentti: <www.pelastustoimi.net/arkisto/raportit/riskass/riskass.html>
4. <www.floheacom.ugent.be/home_research_en.htm>
5. <www.labein.es/isai/Index_en.htm>
6. <www.bouw.tno.nl/eng/who_we_are/organization/cfrprofile.html> &
<www.tno.nl/tno/index.xml>
7. <www.arup.com/aboutus.cfm>
8. Arup Annual Report 2004. Verkkodokumentti:
<www.arup.com/DOWNLOADBANK/download347.pdf>
9. <www.bre.co.uk> & <www.bre.co.uk/fire>
10. Suullinen tiedonanto, Dr. Farshad Alamdari, Chief Scientist, 11.10.2005.
11. <www.odpm.gov.uk>
12. <www.hsl.gov.uk/about-us/index.htm>
13. <www.sbne.gcal.ac.uk/Rtheme.html#>
14. <www.bolton.ac.uk/fire/>
15. <www.civ.ed.ac.uk/research/fire/>
16. <fseg.gre.ac.uk/index.html>
17. <fire-research.group.shef.ac.uk/>
18. <www.engj.ulst.ac.uk/FIRESERT/>
19. <www.itc.cnr.it>
20. Suullinen tiedonanto, Dr. Giovanni Gallina, 11.10.2005.
21. <www.sintef.no/content/page3____2274.aspx>
22. <www.itb.pl/ang/index.htm>
23. <feu.cstb.fr.tai.international.cstb.fr/frame.asp?URL=overview/organization.asp>
24. <www.cticm.com>

-
25. <www.materiaux-energetiques.com>
 26. <www.ineris.com>
 27. <www.brand.lth.se>
 28. Jönsson, R. The Development During 18 Years and Look at the future. Fire Science and Technology, vol. 24, nro. 2 (special issue), 2005. s. 51-59 ISSN 0285-9521
 29. <www.bam.de>
 30. <www.bauen-mit-stahl.de/index.htm>
 31. <www.stahlbau.uni-hannover.de/en/forschung.php4>
 32. <www.idf.uni-magdeburg.de/eng_idf_allgemein.html>
 33. Suullinen tiedonanto, Prof. Grabski, 12.10.2005.
 34. <www.tum.de>
 35. <www.mfpa-leipzig.de/index.html>
 36. <www.ibk.ethz.ch/fo/people/professor>
 37. <www.empa.ch/plugin/template/empa/3/*/--/l=1>
 38. <www.swissi.ch/index.cfm?pub=28>
 39. <www.byg.dtu.dk/English.aspx>
 40. <www.wpi.edu/Academics/Depts/Fire/>
 41. <irc.nrc-cnrc.gc.ca/fr/>
 42. <www.kenken.go.jp/english/index.html>
 43. <www.rs.noda.tus.ac.jp/coe-fire/eng/>
 44. <www.fri.go.jp>
 45. Fan, W. Liu, N. & Chen, H. Progress of Fundamental Fire Research in China. 8th IAFSS Symposium on Fire Safety Science. Beijing 18-23. Sept. 2005.
 46. <www.bushfirecrc.com/centre/>
 47. <www.branz.co.nz/main.php?page=About%20BRANZ%20Ltd>
 48. <www.buildingresearch.org.nz>
 49. <www.civil.canterbury.ac.nz/fire/firehome.shtml>
 50. <www.nibra.nl>
 51. <www.fireservicecollege.ac.uk>
 52. Sähköposti. Anne Eyre, The Fire Service College, Moreton in Marsh, 26.10.2005.
 53. <www.sgsp.edu.pl>
 54. Sähköposti. Jean Chapelain, École Nationale Supérieure des Officiers de Sapeurs-Pompiers, Nainville les Roches, 5.10.2005.

-
55. <www.raddningsverket.se>
 56. Sähköposti. Erich Hanke, Akademie für Rettungsdienst und Gefahrenabwehr, der Landesfeuerweherschule, Hamburg. 20.9.2005.
 57. Sähköposti. Laszlo Moldovan, Hungarian Disaster Management Training Center, Budapest, 11.10.2005.
 58. <www.dpri.kyoto-u.ac.jp>
 59. <www.fesa.wa.gov.au>
 60. <www.fpaa.com.au>
 61. <www.fire-rescue.ac.nz>
 62. <www.fire.org.nz>
 63. <www.firecomm.gov.mb.ca/mesc_introduction.html>
 64. <www.senecac.on.ca/fulltime/ESC.html>
 65. <www.northernc.on.ca/programs/hsci/>
 66. <www.ocipep.gc.ca/ep/college/cepc_e.asp>
 67. <www.dhs.gov>
 68. <www.usfa.fema.gov/training/nfa/>
 69. <www.training.fema.gov/emiweb/>
 70. <www.usfa.fema.gov/research/>
 71. Anon. The Potential Benefits of Fire Safety Engineering in The European Union. BENEFEU-hankkeen loppuraportti. (EC contract EDT/01/503480). 2002.
 72. Ono, R. Research and Practice on Building Fire Safety in Brazil. Fire Science and Technology, vol. 24, nro. 2 (special issue), 2005. s. 113-120 ISSN 0285-9521