

René Hagen and Louis Witloks:

The Basis for Fire Safety – Substantiating fire protection in buildings

# Rakennusten paloturvallisuus

Suomenkielisen version toimittanut:  
Brita Somerkoski



# Rakennusten paloturvallisuus

---

Tuotettu Palosuojelurahaston tuella  
2019

**Alkuperäisteos:** © René Hagen & Louis Witloks: The Basis for Fire Safety Substantiating fire protection in buildings, 2014

Suomenkielisen version toimittanut: © Brita Somerkoski

Alkuperäisteoksen kirjoittajat René Hagen ja Louis Witloks ovat kirjoittaneet teoksen ensin hollanniksi. Brita Somerkoski on kirjoittanut uudelleen teoksen Suomen säädösten mukaiseksi. Alankomaiden säädöksiä ja osuuksia on jätetty pois suomenkielisestä versiosta. Pelastusalan asiantuntijoina ovat toimineet Pasi Paloluoma ja Kalle Rantanen Varsinais-Suomen pelastuslaitokselta. Kirjan lähdeluettelo on alkuperäisteoksen lähdeluettelo. Lisäksi kunkin luvun loppuun on lisätty suomenkielisessä versiossa käytetyt lähteet.

**Kuvat:** Jan Beets s. 6, Instituut Fysieke Veiligheid s. 25, 41, 46, 96, 141 ja 154, Riku Koskinen s. 48 ja etukansi, Pelastuskoulu/Helsingin pelastuslaitos s. 17, Brita Somerkoski s. 33 c ja 88, Klaus Somerkoski s. 3, 10, 15, 16, 33 a, 33 b, 49, 51, 52, 55, 56 a–c, 72, 75, 81, 85, 91, 98, 99, 101, 103, 118, 124, 131, 135, 143, 146, 158 ja 170, Varsinais-Suomen pelastuslaitos s. 13, 43, 149 ja takakansi.

**Kuviot:** Raakel Salminiitty

**Ulkoasu ja taitto:** Terhi Taikavaara, Viestintätoimisto Luminar

ISBN 978-952-94-2594-5 (nid.)

ISBN 978-952-94-2595-2 (PDF)

Lainattaessa teoksen tekstiä suorana tai asialainauksena lähde on mainittava.



Esipuhe

# Esipuhe

Tämä kirja on vapaa suomennos ja Suomen oloihin sovitettu versio teoksesta *The Basis for Fire Safety. Substantiating fire protection in buildings*. Alankomaissa huomattiin, että palot eivät vähentyneet, vaikka lainsäädäntöä (esimerkiksi *Woningwet, Brandweerwet, Hinderwet, Wet milieubeheer ja Arbeidsomstandighedwet*) kehitettiin. Tämän arveltiin johtuvan siitä, että kukin laki lähestyi paloturvallisuutta omista lähtökohdistaan ja paloturvallisuuden kokonaiskuva puuttui. Teoksen kirjoittajien tavoitteena oli kuvata paloturvallisuutta rakennuksen, siinä toimivien ihmisten ja tulipalon kehittämisen näkökulmasta käytettäväksi rakennussuunnittelun tukena ja pelastustoimen turvallisuusviestinnässä.

Alkuperäisteosta alettiin kirjoittaa Schipholin vankilapalon jälkeen. Tulipalossa menehtyi 11 henkilöä. Alankomaissa käynnistettiin lukuisia paloturvallisuuden edistämiseen liittyviä toimia, jotka liittyivät nimenomaan poistumisturvallisuuteen hoiva- ja hoitolaitoksissa sekä vankiloissa. Lisäksi luotiin toimenpideohjelma, jossa korostettiin riskeihin perustuvaa lähestymistapaa sekä toimijoiden omaa vastuuta turvallisuuden edistämiseksi. Vaativien kohteiden osalta pyrittiin pääsemään eroon säädösten yleisistä soveltamismalleista ja tilalle otettiin palotekninen suunnittelu (FSE). Periaatepäätös muutti paloturvallisuusajattelua perinpohjaisesti. Teos on saanut alkunsa käytännön tarpeesta ja lopputuloksena on saatu malli, jossa kuvataan paloturvallisuusajattelua ja yhdistetään rakennustyyppit riskitekijöihin. Riskitekijöitä tarkastellaan palon kehittymisen, rakennusten ominaisuuksien ja ennen kaikkea rakennusta käyttävien ihmisten näkökulmista. Keskiössä on poistumisturvallisuus.

Paloturvallisuus-käsitteestä on suomeksi vain vähän määritelmiä. Käsitteeni mukaan paloturvallisuus (fire safety) on ihmisten taktisia ja strategisia tekoja hallitsemattoman tulen eli tulipalon estämiseksi ja turvallisuuskulttuurin parantamiseksi. Palonehkäisy (fire prevention) on se osa palontorjuntaa, joka tapahtuu ennen palon syttymistä. Nämä strategiset teot ovat toimenpiteitä, jotka liittyvät turvallisuusjohtamiseen, turvallisen toiminnan opettamiseen, turvalliseen rakentamiseen ja rakennusten ylläpitoon sekä pelastustoimen valmiuteen ja riskien arvioimiseen. Palontorjunta (fire protection) on vahingontorjuntaan liittyviä tekoja ja toimenpiteitä, joilla estetään tulipalon syttymistä, sytyttämistä ja leviämistä sekä toimimalla siten, että tulipalosta aiheutuvat vahingot jäävät mahdollisimman pieniksi. Lisäksi suomeksi julkaistaan melko vähän kirjallisuutta, jossa käsitellään muiden maiden pelastustoimintaa tai paloturvallisuusnäkökulmia. Alan kehittymisen kannalta on merkittävää, että suomalaisen paloturvallisuuskeskusteluun voidaan liittää ajatuksia maista, joissa turvallisuuskulttuuriin kiinnitetään erityisesti huomiota. Kaikki kirjan ajatukset eivät sellaisenaan sovi Suomen oloihin, mutta periaatteet ovat sovellettavissa meilläkin.

Tässä teoksessa on esitetty uuden paloturvallisuusajattelun perusteet. Osa kirjan ajatuksista on teoksesta *Zelfredzaamheid bij brand, kritische factoren voor het veilig vluchten uit gebouwen* (Poistumisturvallisuuden keskeiset perusteet). Tutkija Margarethe Kobesin

teos ansaitsee erityishuomion alkuperäisteoksen – ja siksi myös tämän teoksen – keskeisenä lähteenä. Suomenkielinen versio kirjasta on tuotettu prosessikirjoittamisen menetelmällä. IFV-instituutin opettaja, professori René Hagen ja vanhempi turvallisuus-asiantuntija Louis Witloks sekä Arnheimin pelastuskoulu IFV ovat myöntäneet kirjan julkaisu- ja käännoikeudet Suomeen. Kiitän alkuperäisteoksen kirjoittajia ja IFV-instituuttia tekstin käännoikeuksista ja mukavasta yhteistyöstä.

*Renè Hagen en Louis Witloks, Hierbij wil ik de oorspronkelijke auteurs bedanken, evenals het Instituut Fysieke Veiligheid (IFV) voor het verlenen van toestemming tot vertaling. Verder wil ik allen bedanken voor de prettige samenwerking.*

Moni suomalainen asiantuntija on osallistunut kirjan tekemiseen. Kiitän avusta ensimmäisen käänösversion tuottamisessa englannin filologian opiskelijoita Liina Kyröläistä ja Kaisa Uotia. Kirjoitustyössä ovat merkittäväällä tavalla auttaneet palopäällikkö Pasi Paloluoma, joka on myös tarkastanut tekstin oikeellisuuden ja pelopäällykseen liittyvän sanaston, lukenut sanatarkasti englanninkielisen version ja osallistunut käsitteiden määrittelyyn. Johtava palotarkastaja Kalle Rantasen asiantuntemusta on käytetty rakennustyyppien, rakennusten suunnittelun sekä näihin liittyvän lainsäädännön kuvaamiseen. Ilman Pasiin ja Kallen asiantuntemusta kirjaa ei olisi saatu valmiiksi. Esa Kokki on kirjoittanut PRONTO-järjestelmää koskevan kappaleen kirjaan. Päijät-Hämeen pelastuslaitoksen riskienhallintapäällikkö Marjo Oksanen, Ramboll Finland Oy:n johtava asiantuntija Jyri Outinen ja Aalto-yliopiston paloturvallisuustekniikan professori Simo Hostikka ovat osallistuneet tekstin kommentointiin pelastustoimen ja -toiminnan osalta. Pelastusylitarkastaja Rami Ruuska sisäministeriöstä on toiminut ohjausryhmässä ja asiantuntijana. Rikosseuraamuslaitoksen asiantuntijuutta on kirjaan tarjonnut kehittämispäällikkö Petri Niemelä. OTE-hankkeen projektipäällikkö Tarja Ojala on kommentoinut erityisasumisen muotoja kirjan loppuosan liitteessä. Kiitos teille kaikille. Erityinen kiitos vielä Kimmo Vähäkoskelle, joka on ohjannut kirjoitustyötä oikeinmalla käsitteitä ja oikolukemalla tekstiä. Kirjan ulkoasu on luoneet graafikko Raakel Salminiitty ja taittaja Terhi Taikavaara. Pelastustoimintaa koskevat valokuvat ovat Varsinais-Suomen pelastuslaitoksen ja Helsingin pelastuskoulun arkistoista. Kiitos pelastuslaitoksen kuvaajille, jotka ovat muistaneet dokumentoida pelastustyötä valokuvin. Erityiskiitos Riku Koskiselle, joka on ottanut kirjan kansikuvan todellisessa tilanteessa. Muut valokuvat on ottanut valokuvaaja Klaus Somerkoski. Pienestä, mutta merkittävästä avusta kiitän lisäksi Minna Viitasta sekä erikseen johtava palotarkastaja Kari Kummunsaloo, joka uhrautuvasti kantoi alkuperäisteoksen käsimatkatavaroissaan Hollannin Arnheimista Turkuun.

Kirja on tuotettu kokonaan Palosuojelurahaston tuella. Kiitän rahastoa tuesta. Pienen lukijamäärän vuoksi tällaista teosta ei olisi ilman Palosuojelurahastoa voitu tuottaa. Kirjan painettua versiota on tukenut European Fire Safety Alliance eli EuroFSA.

Rymättylässä 20.8.2019

Brita Somerkoski

## Tervehdys alkuperäisteoksen kirjoittajilta

Fire safety is dominated in daily life by legislation and standards. And these should be in line with developments in the way of building and living. Only then can there be adequate fire safety in buildings and homes. And these developments have been going fast in the last decade. Aging, energy transition, sustainable and circular building and more energy-efficient buildings are some examples of this, which demands up-to-date legislation and standards in the field of fire safety. But to come to effective arrangements, it is necessary to know the basics of protecting buildings and the people inside the buildings against fire. And it is precisely this knowledge that is more due to oral transmission than that it is written down on a systematic way. And that is why this book is written. To establish the basis on what fire safety is based and should be based.

In 2013 the book *The Basis for Fire Safety* was published in Dutch and in 2014 an English version of it was issued at the request of a number of international organizations. This paved the way for a number of universities to include it in their teaching and learning material. Regarding the Dutch situation, it can be said that the book has since become the standard work for fire safety. Fire safety education is partly built around it and the characteristic scheme, an essential part of the book, has now also become the standard starting point for fire investigation and fire fighting.

The authors of the book are honored that the *The Basis for Fire Safety* is now also available in Finnish. We warmly thank the initiators for this and hope that the book will find its way and make a contribution to fire safety in Finland and, just like in the Netherlands, will quickly become the standard work for fire safety.

Arnhem, September 2019

René Hagen & Louis Witloks



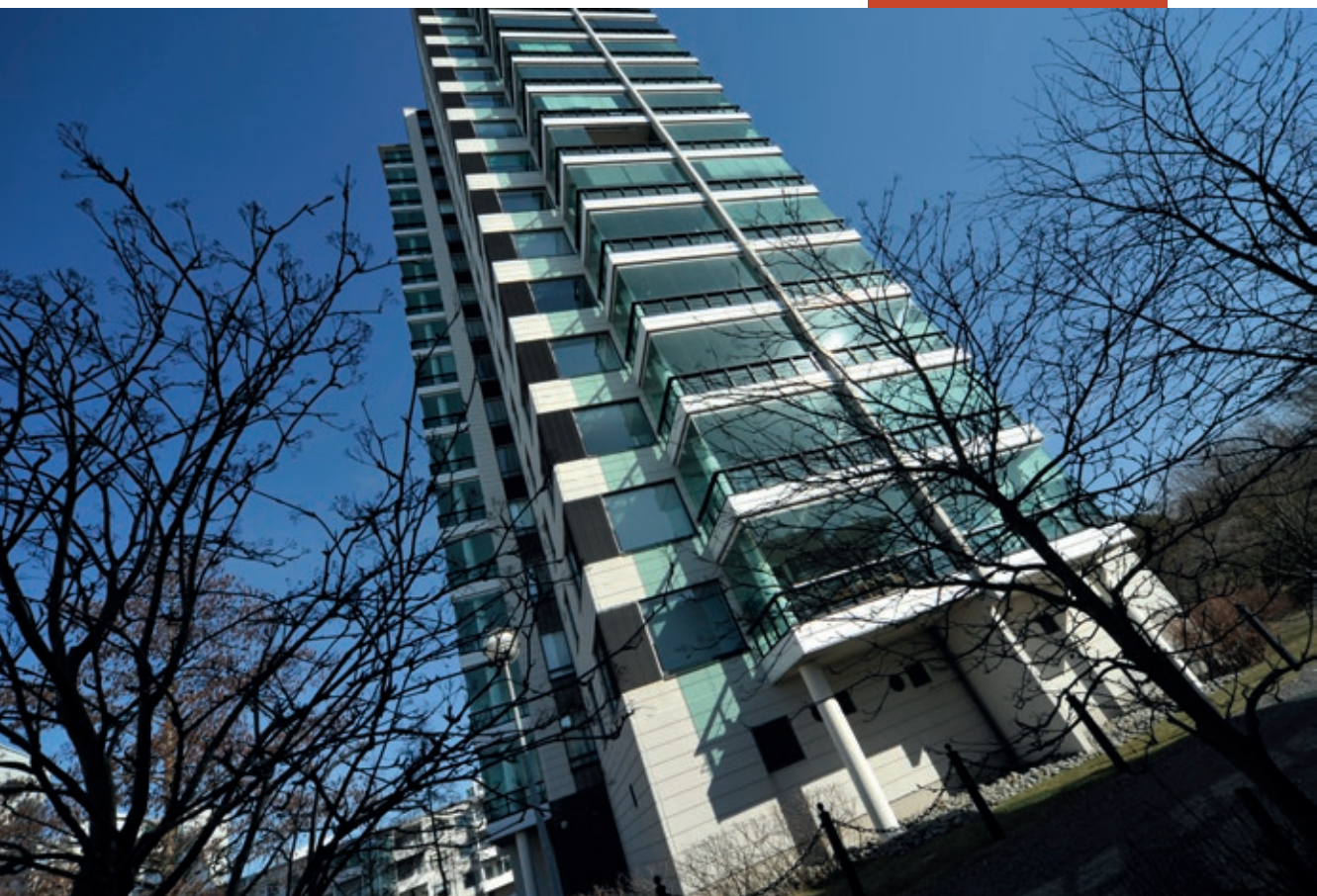


# Sisällysluettelo

Esipuhe .....	4
Tervehdys alkuperäisteoksen kirjoittajilta .....	6
Sisällysluettelo .....	7
1 Paloturvallisuuden käsitteellinen viitekehys .....	10
1.1 Paloturvallisuus tieteissä .....	12
1.2 Tekijöiden yhteisvaikutus .....	14
1.3 Palotapahtuma .....	17
1.4 Pelastustoimen toimintavalmiusaika .....	19
1.5 Palonehkäisyn merkitys .....	22
1.6 Paloturvallisuuden tasapaino .....	23
2 Lähestymistapoja paloturvallisuuteen: säädöspohjaisesta riskiperusteiseen suunnitteluun .....	25
2.1 Säädöspohjainen palonehkäisy .....	26
2.1.1 Paloturvallisuuden rakentuminen ja toimijoiden vastuut Suomessa .....	27
2.1.2 Palon kehittyminen lähtökohtana .....	29
2.1.3 Normeihin perustuva palonkehitys .....	30
2.1.4 Normeihin perustuvan palonkehitysmallin soveltaminen .....	32
2.1.5 Säädöspohjaisen palonehkäisyn ja rakennusten paloturvallisuuden kehysmallin vertailua .....	33
2.2 Säädöspohjaisesta riskiperusteiseen .....	34
2.2.1 Palonehkäisyn kolmio .....	38
2.3 Riskiperusteinen palonehkäisy .....	39
2.3.1 Mitoituspalot (natural fires) .....	39
2.4 Vaihemalli (kaskadimalli) .....	39
2.4.1 Ensimmäinen vaihe .....	41
2.4.2 Toinen vaihe .....	43
2.4.3 Kolmas vaihe .....	45
2.4.4 Neljäs vaihe .....	46
2.4.5 Viides vaihe .....	47
3 Riskiperusteinen lähestymistapa eli palotekninen suunnittelu .....	49
3.1 Palotekninen suunnittelu (FSE, Fire Safety Engineering) .....	50
3.2 Käsitteellistäminen .....	53
3.3 Asiantuntijuus ja näkökulmaerot .....	53

3.4	Palotekninen suunnittelu ja riskiperusteisuus .....	55
3.5	Palotekninen suunnittelu käytännössä .....	58
3.6	Kuusivaiheinen paloturvallisuusmalli .....	59
3.7	Riskianalyysimenetelmät osana riskilähestymistapaa .....	62
3.8	Paloskenaariot .....	62
3.9	Paloteknisen suunnittelun työkalut .....	64
4	Paloturvallisuuden keinot ja menetelmät .....	76
4.1	Palon kehittymisen vaiheet ja perusteet .....	77
4.1.1	Tulipalon ehkäiseminen .....	93
4.1.2	Tulipalon havaitseminen .....	96
4.1.3	Avun hälyttäminen .....	97
4.1.4	Evakuointi tulipalotilanteessa .....	100
4.1.5	Rakennuksen turvallisuusorganisaation toimenpiteet alkavan tulipalon sammuttamisessa .....	101
4.1.6	Palon sammuttaminen niin nopeasti kuin mahdollista .....	103
4.1.7	Mahdollisimman nopea ilmoitus tulipalosta .....	103
4.1.8	Pelastuslaitoksen operatiiviset toimet – mahdollisimman nopeasti, turvallisesti ja tehokkaasti .....	104
4.1.9	Jälkitoimenpiteiden tarjoaminen nopeasti ja tehokkaasti .....	107
4.2	Paloturvallisuuteen vaikuttavia yksittäisiä tekijöitä .....	107
4.3	Rakennuksen turvallisuusorganisaatio ja riskien arviointi .....	110
4.3.1	Automaattiset laitteistot .....	111
4.3.2	Rakennuksen paloriskien arviointi .....	111
4.4	Näkökulmia suomalaisen ja eurooppalaisen toimintavalmiuteen (Pasi Paloluoma) .....	113
5	Riski ja tulipalo .....	118
5.1	Mitä paloriski tarkoittaa? .....	119
5.2	Paloturvallisuusriskien hallinta .....	121
5.3	Rusettimalli ja deterministinen lähestymistapa .....	122
5.4	Poistuminen hätätilanteessa .....	125
5.5	Rakennuksen paloriskien luokittelu .....	129
5.6	Riskien muuttaminen suojelutekijöiksi .....	132
5.7	Tulipalon syyt, seuraukset ja tilastointi Suomessa (Esa Kokki) .....	136
6	Paloturvallisuusajattelun kehittyminen Alankomaissa .....	140
6.1	Paloturvallisuusajattelun kehittyminen .....	141
6.2	Palonkestävyys .....	142
6.2.1	Palonkestävyys ja palokuorma .....	142
6.2.2	Osastointi .....	144

6.2.3	Rakenteellinen paloturvallisuus .....	144
6.2.4	Poistumisturvallisuus .....	145
6.2.5	Yleisiä olettamuksia palonkestävyydestä .....	147
6.3	Uusia ajatuksia .....	148
7	Tulipalo ja palon kehittyminen .....	149
7.1	Palon syttyminen .....	150
7.2	Palamistuotteet .....	151
7.3	Huonepalon leviäminen .....	153
7.3.1	Syttymisvaihe .....	154
7.3.2	Täyden palon vaihe .....	155
7.3.3	Hiipumisvaihe .....	155
7.3.4	Suljetun tilan palo .....	156
7.4	Palon laajeneminen .....	156
	Liite 1: Rakennustyypit .....	159
	Liite 2 Poistumisturvallisuuden analysoinnin malli .....	176
	Liite 3 Kirjan käännöksessä käytettyjä käsitteitä .....	191
	Lähdeluettelo ja lisälukemista .....	193



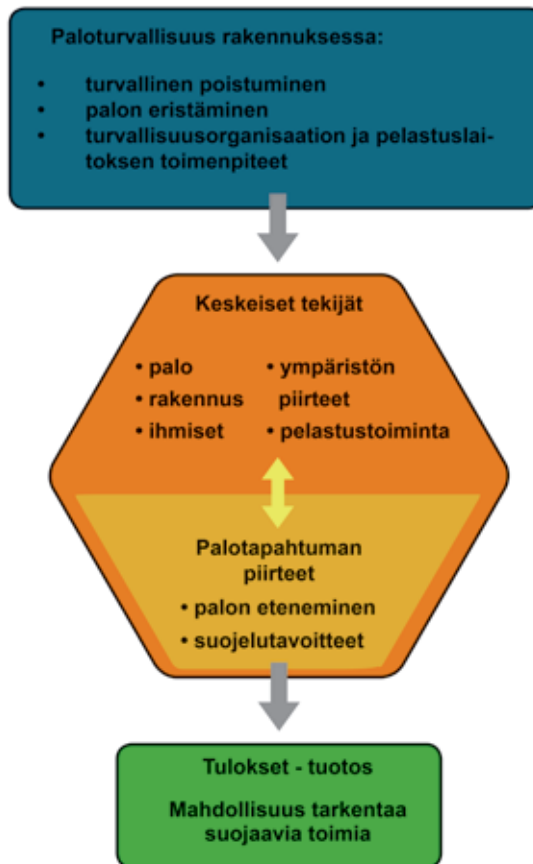
Paloturvallisuuden  
käsitteellinen  
viitekehys

1

# 1 Paloturvallisuuden käsitteellinen viitekehys

Paloturvallisuuden toteutuminen edellyttää käytännön toimenpiteitä. Tulipalojen syttymiseen vaikuttavia tekijöitä käsitellään tässä teoksessa erilaisten mallien avulla. Tulipalossa useat tuleen, rakennukseen, ihmisiin, sammuttamiseen ja ympäristöön liittyvät riskit vaikuttavat samanaikaisesti.

Kuviossa 1 on esitetty palonehkäisyn käsitteellinen viitekehys. Kirjassa kuvattu malli perustuu hollantilaiseen tutkimukseen poistumisturvallisuuden kriittisistä tekijöistä.



Kuvio 1. Paloturvallisuuden käsitteellinen viitekehys.

## 1.1 Paloturvallisuus tieteissä

Paloturvallisuusaiheita tutkitaan esimerkiksi seuraavilla tieteenaloilla:

- Palofysiikka: palon ominaisuudet, syttyminen, leviäminen ja vaikutukset
- Rakennustekniikka: rakennuksen ominaisuudet, tulen leviämiseen ja poistumiseen vaikuttavat rakenteet ja järjestelmät
- Psykologia: ihmisten ominaisuudet, ihmisen käyttäytyminen ja tunteet
- Sosiologia: ihmisten välinen vuorovaikutus, ryhmäilmiöt, kulttuuri
- Ympäristötieteet (geologia, ympäristösosiologia): ympäristön yhteys paloturvallisuuden, rakennuksen sijainti<sup>1</sup>

### Rakenteellinen paloturvallisuustekniikka

Rakenteellinen paloturvallisuustekniikka käsittelee rakennusten teknisiä paloturvallisuusratkaisuja. Näihin liittyvät esimerkiksi materiaalien ja rakenteiden palosuojaus sekä palo-osastointi. Rakenteellista paloturvallisuustekniikkaa voidaan tarkastella passiivisten (esimerkiksi palo-osastointi) tai aktiivisten (esimerkiksi paloilmaisin- tai sprinklerijärjestelmä) menetelmien avulla.

Rakenteellinen paloturvallisuustekniikka käsittelee sitä, miten rakennuksen ja tulipalon ominaisuudet sekä ihmisen ja rakennuksen ominaisuudet ovat yhteydessä toisiinsa.

### Psykologia ja paloturvallisuus

Kun tarkastellaan psykologiaa ja paloturvallisuutta, keskeiset asiat liittyvät ihmisen käyttäytymiseen tulipalossa. Tähän on yhteydessä myös havainto- ja toimintakyky. Ihmisen toiminta koostuu sisäisistä motivaatiotekijöistä, jotka saavat ulkoisen muotonsa käyttäytymisenä. Lisäksi käyttäytymiseen liittyvät ulkoiset ja tilanteeseen liittyvät ympäristötekijät, jotka on tapana luokitella edelleen sosiaalisiin ja teknisiin tekijöihin. Sosiaaliset

---

<sup>1</sup> Alkuperäisteoksen kirjoittajat puhuvat tieteenalasta, jonka nimi on paloturvallisuusfysiikka. Tämä tieteenala tutkii rakennus- ja palo-ominaisuuksien, ihmisten piirteiden ja käyttäytymisen sekä savun ja lämmön vaikutusta toisiinsa. Suomessa ei käytetä tällaista käsitettä.

tekijät sisältävät ryhmien toiminnan ja kyvyn aloittaa pelastustoiminta oma-aloitteisesti hätätilanteessa. Teknisiä tekijöitä ovat esimerkiksi uloskäynnit, muut tekniikkaan liittyvät ratkaisut ja pelastautumismahdollisuudet. Rakennuksen kunnossapito on tärkeää: rakennuksen koneiden, laitteiden, pintojen ja kalustuksen tulee olla sellaisessa kunnossa, että tulipalosta pelastautuminen on ylipäättään mahdollista.

## Pelastustoiminta tutkimusalanana

Suomessa pelastusalan tutkimusta toteuttavat alan toimijat itse. Tähän tutkimusalan aiheita ovat pelastustoiminnan suunnittelu ja toteuttaminen. Rakennuspalojen osalta kyse on rakennuksen, pelastustoimen ja ihmisen käyttäytymisen vaikutusten tutkimusta.

## Paloturvallisuus ja ympäristötieteet

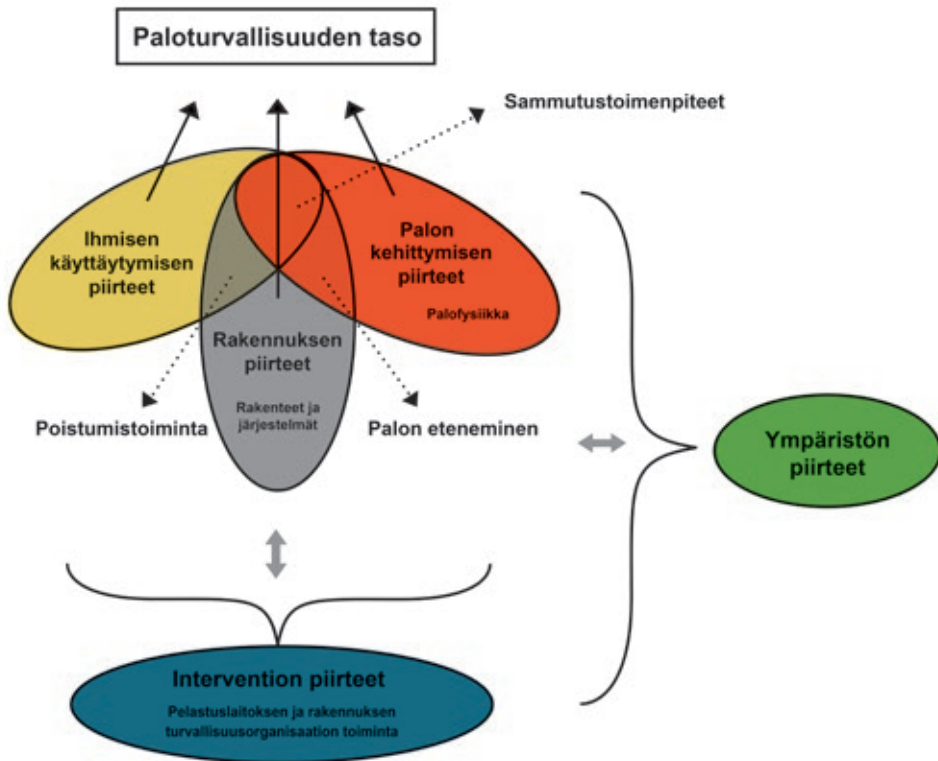
Paloturvallisuuden tutkimus voi liittyä ympäristötieteisiin esimerkiksi silloin, kun tutkitaan rakennuksia, joissa on useita kerroksia päällekkäin. Esimerkiksi maanalainen pysäköintitila tai lentoliikenteen kulkureitit ovat tällaisia. Rakennusten sijainti on yhteydessä paloturvallisuuteen myös silloin, kun rakennus on tulva-alueella tai lähellä vaarallisten aineiden varastoa.



Rakennuksen ympäristö on yhteydessä paloturvallisuuteen.

## 1.2 Tekijöiden yhteisvaikutus

Rakennuspalossa keskeisiä tekijöitä ovat tulipalon piirteet, rakennustekniset piirteet ja ihmisten toiminta (kuvio 2). Kun tutkitaan tulipaloa, palon leviämistä, pelastustoimen toimenpiteitä ja ihmisten käyttäytymistä tulipalossa, on otettava huomioon, että nämä tekijät ovat yhteydessä toisiinsa ja muokkaavat siksi kutakin tilannetta yksilöllisesti.



Kuvio 2. Rakennuspaloon vaikuttavia tekijöitä ovat palon kehittyminen, ihmisten käyttäytyminen, rakennus sekä intervention ja ympäristön piirteet. Interventiolla tarkoitetaan tässä pelastuslaitoksen ja rakennuksen turvallisuusorganisaation toimintaa.

Tulipalon yhteys rakennukseen:

- rakennuksessa tulipalon aikana käynnissä olevat järjestelmät ja prosessit
- turvallisuus- ja vaaratekijät poistumisen ja operatiivisen sammutustyön aikana, esimerkiksi rakennuksen romahtamisvaara, savun leviäminen



## Rakennuksen yhteys tulipaloon:

- voidaan ilmaista esimerkiksi palonkehittymiskaavioiden ja kuvitteellisten palotilanteiden avulla
- suojaavat rakenteelliset ratkaisut, esimerkiksi palamattomat materiaalit, palo-osastointi

## Ihmisten toiminnan yhteys rakennukseen:

- tulipalon syttymisen riskit
- suojaavat toimenpiteet, esimerkiksi uloskäyntien toimivuus ja yleinen kunto

## Rakennuksen yhteys ihmisten toimintaan:

- mahdollisuus tulipalon nopeaan havaitsemiseen
- mahdollisuus välittömään poistumiseen, esimerkiksi kuinka nopeasti rakennuksessa toimiva henkilö löytää uloskäynnin



## Tulipalon yhteys ihmisten toimintaan:

- ihmiset joutuvat tekemään päätöksiä nopeasti, poistumistarpeen ymmärtäminen
- lämmön ja savun vaikutukset rakennuksessa toimivien ajatteluun sekä tuki- ja liikuntaelinten toimintaan määrittelevät heidän toimintakykyään tilanteessa, jossa tulee poistua rakennuksesta ilman apua
- alkusammutustoiminnan aloittaminen palavassa rakennuksessa

## Ihmisten toiminnan yhteys tulipaloon:

- huolimattomuus tulen käsittelyssä tilanteissa, joissa tulipalo on mahdollinen
- huolellisuus tulen käsittelyssä, mikä estää tulipalon syttymisen



Ihmisten viereystila ja käyttäytyminen ovat keskeisesti yhteydessä rakennuspalon etenemiseen ja seurauksiin.

## Tulipalon sammuttamisen yhteys tulipaloon, rakennukseen ja ihmisen toimintaan:

Operatiivisten pelastustoimenpiteiden näkökulmasta tarkasteltuna vaikuttamismahdollisuudet rakennukseen, ihmisten toimintaan ja tulipaloon ovat varsin rajalliset. Sammuttamistoimenpiteiden ja tulipalojen yhteys liittyy erityisiin työturvallisuusriskeihin kuten lieskahdukset, leimahdukset ja palokaasuräjähdykset.

Tässä teoksessa ei käsitellä työturvallisuuteen liittyviä näkökulmia. Aktiivisissa sammutustilanteissa pelastushenkilöstön tulee kyetä päättelemään, miten rakennukseen, tulipaloon ja ihmisten toimintaan liittyvät tekijät ovat yhteydessä toisiinsa. Sammutustoimenpiteiden valintaan vaikuttavat

rakennuksessa sisällä olevien ihmisten tehtävät, toimintakeinot ja -menetelmät tulipalon aikana, pelastushenkilöstön toiminta ja näiden keskinäiset yhteydet.



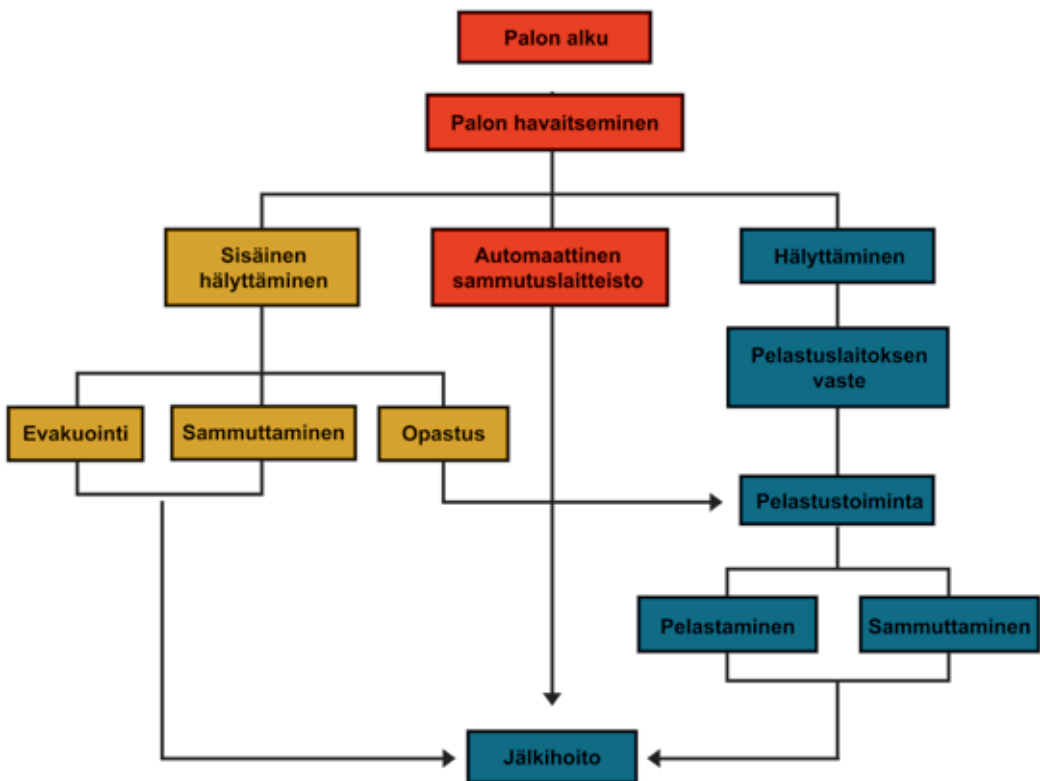
Ympäristöön liittyvien tekijöiden yhteys tulipaloon, rakennukseen ja ihmisten toimintaan:

- toimimattomat uloskäynnit
- tulen syttyminen rakennuksen ulkopuolella palavasta nesteestä
- myrkyllisten palokaasujen hengittäminen
- rakennuksen saavuttamattomuus tulvan vuoksi
- tekniset järjestelmät, organisaation muu toiminta sekä suojaamiseen ja pelastamiseen liittyvät toimenpiteet ovat yhteydessä pelastustoimintaan

### 1.3 Palotapahtuma

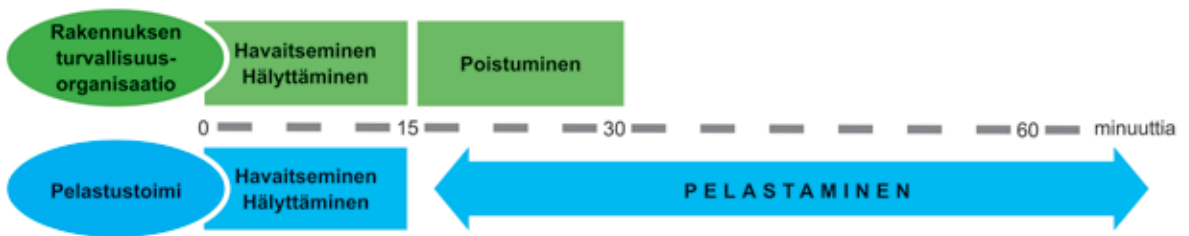
Aika on tulipalon keskeinen tekijä. Tulipalo on nopeuskilpailu tulen ja savun leviämisen sekä pelastustoimenpiteiden – palon paikallistamisen, evakuoinnin ja sammuttamisen – välillä. Tämän nopeuskilpailun tapahtumat määrittävät palon kehittymistä. Kun tulipalo sammutetaan mahdollisimman nopeasti, haitalliset vaikutukset jäävät mahdollisimman pieniksi. Jos tulipalo voidaan sammuttaa alkusammutuksella, muut toimenpiteet menettävät merkityksensä. Jos käytetään vain syttymättömiä materiaaleja, tulipalo ei voi syttyä lainkaan. Tämä on kaikkein tehokkainta; tällaisessa tilanteessa syttymisen todennäköisyys on nolla prosenttia. Todellisuudessa tällaista tilannetta ei esiinny juuri koskaan.

Kun tulipalo on havaittu, palohälytys on annettu ja hätäilmoitus on tehty, pelastushenkilöstö ja rakennuksen sisällä olevat pelastustoimintaan osallistuvat ihmiset toimivat samanaikaisesti. Rakennuksen sisällä tehdyt pelastustoimenpiteet määrittävät, mitä toimenpiteitä pelastushenkilöstö tekee. Esimerkiksi jos ihmiset on ehditty ohjata ulos rakennuksesta ja palo on ehditty sammuttaa, pelastustoimen tehtäväksi jää pelkkä tarkistaminen. Jos rakennuksen sisällä olevat henkilöt eivät ole pystyneet alkusammutustoimiin ja rakennuksen tyhjentämiseen, pelastushenkilöstön työskentely keskittyy ihmisten pelastamiseen ja palon sammuttamiseen.



Kuvio 3. Palotapahtuman kehittyminen.

Koska suojaavat toimenpiteet vaikuttavat siihen, mitä tulipalon aikana tapahtuu, suojaavia toimenpiteitä on tarkasteltava erikseen. Kun tiedetään tarkalleen, mitä on tarkoitus suojella, voidaan määrittellä, millaisia toimenpiteitä tulisi toteuttaa. Toisin sanoen suojaustavoitteet ovat perusta konkreettisten vaatimusten ja menetelmien määrittämiselle. Suojaustavoitteet, paitsi itse tulipalon ehkäiseminen, ovat yhteydessä evakuointipäätöksiin tai poistumiseen.



*Kuvio 4. Palon ja pelastustoiminnan eteneminen.*

Ajattelutapa edellyttää huomion kiinnittämistä yleisiin paloturvallisuustoimenpiteisiin tiloissa. Näihin tekijöihin liittyvät kunkin maan kansalliset paloturvallisuussäädökset, lainsäädäntö, asetukset, ohjeet, säännöt ja normit. Sääntöpohjaisen menetelmän lisäksi palontorjuntaa voidaan tarkastella myös riskiperusteisen menetelmän avulla. Kuviossa 4 on esitetty esimerkinomaisesti tulipalon etenemistä. Minuuttimääräiset ajat perustuvat Alankomaiden rakennusmääräyksiin.

#### **Huomaa:**

Esitetyt ajat ovat enimmäisaikoja, eikä niitä tulisi pitää tavoiteaikoina. Vaiheet, jotka liittyvät rakennuksen sisällä aloitettuihin pelastustoimiin, on kuvattu vihreällä ja vaiheet, jotka viittaavat pelastustoimen operatiiviseen toimintaan, on kuvattu sinisellä.

## 1.4 Pelastustoimen toimintavalmiusaika

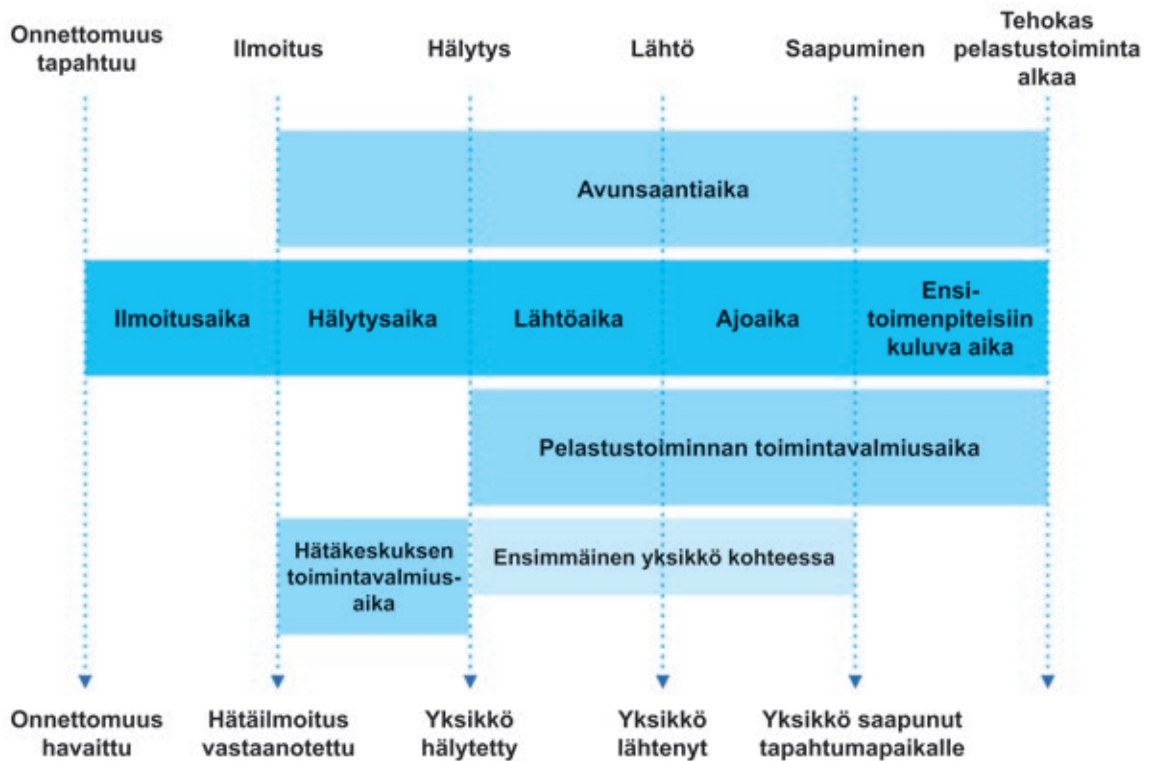
Aluksi on todettava, että kokonaistoimintavalmiusaika ei ole tarkoituksenmukaista yhdistää onnistuneeseen lopputulokseen, sillä kokonaistoimintavalmiusaika kuvaa tilannetta, joka ei käytännössä ole useinkaan mahdollinen. Pelastustoimintaan käytetty aika johtuu useista väliin tulevista muuttujista tulipalossa ja operatiivisessa toiminnassa.

Pelastustoimen toimintavalmiusaika alkaa, kun yksikkö on hälytetty. Toimintavalmiusaika on yhteydessä toimenpiteiden toteuttamishetkeen, palon ja savun leviämisen aikaan ja määrään. Toimintavalmiuteen liittyvät tekijät ovat yhteydessä hyökkäys- ja sammutustaktiikoihin. Lisäksi toimenpiteiden vaikutus riippuu palon syttymisestä, sammutustyön ajankohdasta, tuulen nopeudesta ja savun leviämisen nopeudesta. Tarkasteltaessa toimintavalmiutta aika on tietenkin tärkeä tekijä. Toimintavalmiusaika määrittää lähtö- ja ajoaika sekä ensitoimenpiteisiin kulunut aika. Tilannetekijöiden vuoksi ajan kulumisella, uhrien määrällä, tai vahinkojen suuruudella ei voida tehdä suoraviivaista vertailua.

Kun palon kehittymistä kuvataan vaiheittain ja tiettyihin enimmäisaikoihin jaettuna, voidaan vertailla pelastustoimenpiteiden tehokkuutta sekä rakennuksen ulkopuolella että rakennuksessa sisällä.

- Havaitsemisaika
- Ilmoitusaika
- Hälytysaika
- Lähtöaika
- Ajoaika
- Selvitysaika

1. Valmiusajalla tarkoitetaan siis aikaa, joka kuluu onnettomuuden havaitsemisesta siihen, kun pelastusmuodostelma on valmiina aloittamaan työt onnettomuuspaikalla.



Kuvio 5. Ajan kuluminen ja pelastuslaitoksen toiminta Suomessa (Ruuska 2012).

Tämä aika määritellään seuraavasti:

- kuinka nopeasti onnettomuudesta ilmoitetaan
  - selvitysaika
  - ajoaika
2. Ensitoimenpiteisiin kuluva aika on aika, joka alkaa siitä, kun pelastustoimi saapuu onnettomuuspaikalle ja ryhtyy operatiiviseen toimintaan.
  3. Pelastamiseen ja palon sammuttamiseen tarvittava aika on aika, joka kuluu siitä hetkestä, jolloin palokunta on ryhtynyt operatiiviseen toimintaan ja kestää siihen hetkeen, kun tulipalo on hallinnassa.
  4. Jälkiraivausaika on aika, joka kuluu onnettomuuspaikan siivoamiseen pelastustoiminnan lopettamisen jälkeen Jälkivartiointi tarkoittaa onnettomuuspaikan vartiointia pelastustoiminnan lopettamisen jälkeen. Tavallisesti Suomessa jälkivartiointi on kohteen omistajan tai haltijan velvollisuus.

Toimintavalmiusajat on yleensä määritelty kunkin maan pelastustoimea säätelevissä laeissa, ohjeissa ja määräyksissä. Alun perin toimintavalmiusaikoja alettiin määritellä, jotta voitaisiin päättää paloasemien sijoittamisesta. Nykyisin toimintavalmiusaikoja käytetään yksikön onnettomuuspaikalle saapumisen määrittämiseen. Valmiusaikojen määrittelystä vastaavat kansalliset (esimerkiksi lainsäädäntö) ja alueelliset (esimerkiksi palvelutasopäätös) viranomaiset. Kulut, hyödyt ja alueelliset riskit ovat yhteydessä näihin määritelmiin. Suomessa pelastustoimen toimintavalmiuksia määriteltäessä käytetään suunnitteluohjetta. Ohjeessa määritellään, millaisin voimin ja missä ajassa pelastustoimen tulisi vastata alueellaan esiintyviin onnettomuuksiin. Vaatimukset perustuvat muun muassa pelastustoimen alueista tehtyihin riskianalyyseihin, paikkatietoon, rakennuskantaan ja onnettomuustilastoihin.

Toimintavalmiusaika on tilannesidonnainen. Rakennuksen koko, toimintatarkoitus ja saavutettavuus ovat yhteydessä toimintavalmiusaikaan. Esimerkiksi suljetuissa raken-

Pelastustoiminnan toimintavalmius muodostuu viidestä osatekijästä: henkilöstön määrästä ja laadusta, kaluston määrästä ja laadusta, ennakkoon laadituista toiminnallisista suunnitelmista, johtamisen organisoinnista sekä pelastustoiminnan toimintavalmiusajasta. (Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohje: (SM 2012))

nuksissa, kuten vankiloissa toimintavalmiusaika on yleensä pidempi kuin toimistorakennuksissa. Yhden perheen asuttamissa omakotitaloissa toimintavalmiusaika on lyhyempi kuin asuinrakennuksena toimivissa kerrostaloissa. Todelliset pelastus- ja sammutusajat ovat yhteydessä palonaikaisiin olosuhteisiin. Esimerkiksi palo rakennuksessa, jossa on paljon savua ja ihmisiä, vaatii alkuvaiheessa enemmän toimenpiteitä ihmisten pelastamiseksi. Tällöin sammutus- ja pelastusaika on kokonaisuudessaan pidempi kuin rakennuksen, jossa ei ole ihmisiä tai jossa savua on vain vähän.

## 1.5 Palonehkäisyn merkitys

Paloturvallisuus on keskeinen, mutta ei ainoa käsite, kun tarkastellaan turvallisuutta. Turvallisuusriski on saatava niin matalaksi kuin kohtuudella on mahdollista. Osaan rakennuksista on jo suunnitteluvaiheessa lisätty turvallisuutta edistäviä elementtejä. Tekniikka voi kuitenkin pettää. Siksi sosiaalisilla tekijöillä, kuten rakennuksessa asuvien tai työskentelevien paloturvallisuusosaamisella ja toimintakyvyllä, on tulipalossa keskeinen merkitys. Joissakin tapauksissa, kuten esimerkiksi vankilapalossa, turvallisuuteen liittyvät näkökulmat voivat olla toistensa vastaisia: rakennuksesta pitää päästä poistumaan hätätilanteessa mahdollisimman esteettömästi, mutta toisaalta tilojen pitää olla lukossa. Tämän tyyppisten rakennusten paloturvallisuuden suunnittelussa on tehtävä valintoja ja vertailuja useamman turvallisuusuhkan välillä. Vastaavia rakennuksia ovat esimerkiksi pankit ja oikeustalot. Myös näissä rakennuksissa tulee turvallisuustekijät ratkaista siten, että kokonaisturvallisuus säilyy.<sup>2</sup>

Paloturvallisuuteen liittyvät näkökulmat edellyttävät erityishuomiota erityisesti niissä rakennuksissa, joista asukkaat eivät voi poistua itse. Tällaisia ovat esimerkiksi terveydenhuollon rakennukset, kuten sairaalat ja hoitokodit. Paloturvallisuudesta tulee huolehtia rakennuksen ylläpidon yhteydessä. Paloturvallisuudesta huolehtiminen on jatkuvaa toimintaa, rakennusta käyttävien säännöllistä muistuttamista. Paloturvallisuutta ei edistetä palotarkastuksia tai viranomaisia, vaan käyttäjiä ja asukkaita varten.

## Rakennuksen arkkitehtuuri ja suunnittelu

Ihmisten käyttäytyminen on yleensä aina paloturvallisuuden heikoin osa.

2 Huom. Suomen kielessä on vain yksi käsite turvallisuus, jolla tarkoitetaan molempia käsitteitä safety and security. Yleensä securityllä tarkoitetaan ulkoista turvallisuutta, esimerkiksi terrorismin torjuntaa, rakennusten lukitsemista, ja safety-käsitteellä taas sisäistä turvallisuutta, esimerkiksi paloturvallisuutta, tapaturmien ja onnettomuuksien ehkäisyä. Käsitteitä ei voida kuitenkaan täysin erottaa toisistaan. Resilienssi eli toipumiskyky yhdistää security- ja safety-käsitteet (Somerkoski 2015).

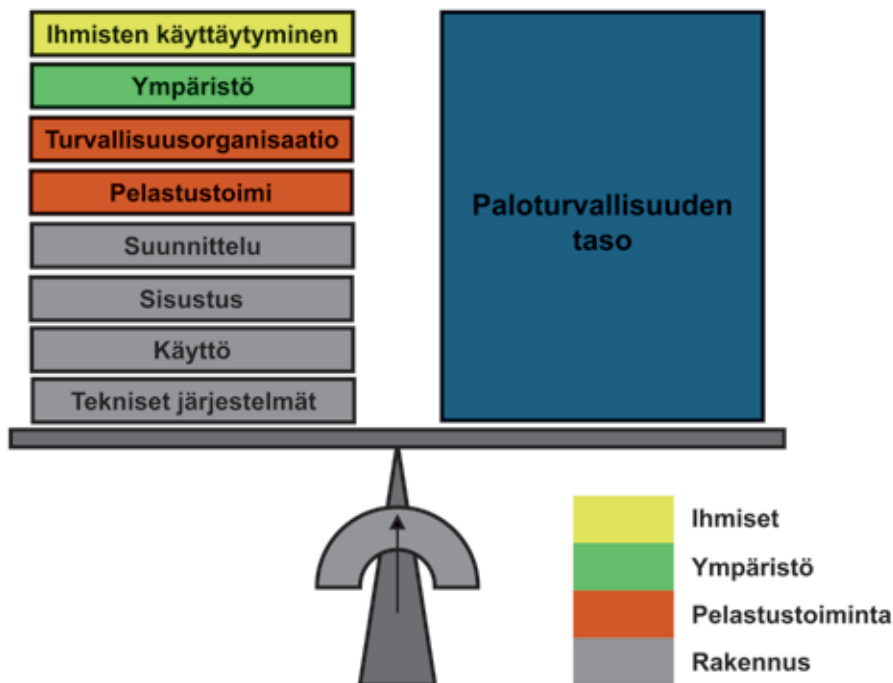


Arkkitehtuuri ja suunnittelu ovat osa paloturvallisuuden rakentumista. Yleensä arkkitehtuurilla käsitetään rakennusten suunnitteluun ja rakenteisiin liittyviä asioita. Rakennusten saattaminen valmiiksi rakennuspiirustusten, laskentamallien ja lopullisen muodon luomisen jälkeen edellyttää taitoa ja näkemystä. Suunnittelijan tulee ottaa huomioon paitsi tekniset, myös ulkonäköön, kestävyyteen, sosiaalisiin tekijöihin ja kestäväan kehitykseen liittyviä näkökulmia. Lisäksi suunnittelijan tulee ottaa huomioon lainsäädäntö, rakennusmääräykset, ohjeet ja normit. Näissä määritellään rakennukselle asetetut paloturvallisuusvaatimukset. Yleensä vastakkainasetteluja tulee nimenomaan siitä, että rakennuksia ei ole lähtökohtaisesti suunniteltu paloturvallisuudesta käsin, vaan rakennuksen ominaisuuksia säätelevät suunnittelijoiden, omistajien ja käyttäjien mieltymykset.

## 1.6 Paloturvallisuuden tasapaino

Kokonaisuutena rakennuksen paloturvallisuuden taso määräytyy yhdistämällä rakennuksen ominaisuudet, rakennuksessa asuvien tai rakennusta käyttävien ihmisten osaaminen ja toimintakyky sekä ympäristön piirteet. Tätä voitaisiin verrata puntariin (kuvio 6).

Paloturvallisuutta voidaan parantaa ja kehittää ilman, että rakennuksen muut ominaisuudet heikentyvät tai muuttuvat olennaisesti. Tällöin huomiota tulee kiinnittää erityi-



Kuvio 6. Paloturvallisuuden tasapaino.

sesti turvalliseen poistumiseen, poistumisaikoihin, tulen ja savun leviämiseen sekä sammutusmahdollisuuksiin.

Koska useat tekijät vaikuttavat tulipalossa yhtäaikaisesti, väärienkin johtopäätösten tekeminen on mahdollista. Jos valituilla suojaavilla menetelmillä voidaan estää tulipalo, on päästy toivottuun lopputulokseen. Jos suojaavilla menetelmillä taas ei voida estää tulipaloa, on ilmeistä, että huomiota on kiinnitetty vääriin asioihin. Tällaisessa tapauksessa suojaavat menetelmät pitää suunnitella uudelleen.

## Lähteet

Ruuska, R. (2012). Pelastustoimen toimintavalmiuden suunniteluohjetta mukailien. SM 2012.

Sisäministeriö (2012). Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohje.

Somerkoski, B. (2015). Learning Outcome Assessment: Cross-curricular Theme Safety and Traffic in Basic Core Curriculum. *Journal of Modern Education Review*, 5 (6), 588–597



Lähestymistapoja  
paloturvallisuuteen:  
säädöspohjaisesta  
riskiperusteiseen  
suunnitteluun

2

## 2 Lähestymistapoja paloturvallisuuteen: säädös- pohjaisesta riskiperusteiseen suunnitteluun

Rakenteellista paloturvallisuutta on tapana määritellä ja kuvata säädösten perusteella. Tässä teoksessa tarkasteluun tuodaan säädöspohjaisen paloturvallisuusajattelun rinnalle riskeihin perustuva näkökulma. Luvussa esitellään ensin molemmat lähestymistavat ja kuvataan sen jälkeen tarkemmin riskiperusteista näkökulmaa<sup>3</sup>.

Riskiperusteisen menetelmän käyttö edellyttää, että kaikki osapuolet, esimerkiksi rakennuksen omistaja, suunnittelija ja käyttäjät, ajattelevat tapoja, joilla paloturvallisuus saavutetaan. Riskiperusteisessa lähestymistavassa skenaariot eli kuvitteellinen palotapahtuma tai -tilanne sekä palomallit ovat tärkeitä. Palomalleilla tarkoitetaan tässä teoreettista kuvausta palon kehittymisen vaiheista, tekijöistä ja vaikutuksista (vrt. Palo- ja pelastus-sanasto 2006). Palomallinnuksen viimeaikaisia tuloksia käsitellään lyhyesti vaihe- eli kaskadimallin avulla. Kaskadilla tarkoitetaan tässä vaiheittain tai tapahtumasarjoittain etenevää kuvausta palotilanteesta.

### 2.1 Säädöspohjainen palonehkäisy

**Alankomaissa** rakennukset on jaettu uusiin rakennuksiin, käyttötarkoitukseltaan muutettuihin, remontoituihin, väliaikaisiin sekä jo olemassa oleviin rakennuksiin. Uusia rakennuksia koskevat säännöt ovat tiukimpia, kun taas jo olemassa olevilla rakennuksilla vaatimukset ovat matalimpia. Paloturvallisuussäädösten taso ei perustu riskianalyysiin, sillä rakennusten turvallisuustoimien määrittelyyn käytetään vain karkeaa arviointia. Kynnysarvot perustuvat toteutettavuuteen, kokemuksiin ja osapuolten välisiin sopimuksiin.

**Suomen** maankäyttö- ja rakennusasetus määrittelee ne rakennushankkeet, joihin on haettava rakennuslupaa. Rakennuslupaa tarvitaan, kun rakennetaan uusia rakennuksia sekä silloin, kun laajennetaan ja muutetaan jo olemassa olevia rakennuksia tai muutetaan rakennuksen tai sen osan käyttötarkoitusta. Jos rakennetaan kokonaan uutta rakennusta, laajennetaan jo olemassa olevaa tai lisätään kerrosalaa, tulee noudattaa asetusta rakennusten paloturvallisuudesta. (848/2017, 1 §). Samaa asetusta sovelletaan tavanomaisesti korjaus- ja muutostöissä, jos rakennus tai sen osa muuttuu korjaus- tai muutostöiden vuoksi paloturvallisuuden kannalta vaarallisemmaksi.

---

<sup>3</sup> Riskiperusteinen lähestymistapa perustuu tässä teoksessa Alankomaiden rakennussuunnitelmia koskeviin määräyksiin, ellei toisin ole ilmoitettu.

Mainittu asetus tuli voimaan vuoden 2018 alussa. Asetuksella on perustelumuiotio, mikä on laadittu ohjeen tyyppisesti.

Suomen kielessä rakennuspalo on määritelty seuraavasti: Kun palo leviää syttymiskohdastaan irtaimistoon tai rakenteisiin liekehtien tai kytemällä, puhutaan rakennuspaloista. Omatoimisesti sammutetut tai itsestään sammuneet rakennuspalo luokitellaan rakennuspaloiksi, vaikka pelastuslaitoksella ei ole ollut kohteessa sammutustehtävää.

Rakennuspaloaaraasta puhutaan, kun palosta, kuumenemisesta tai kärkehtämisestä on syntynyt näkyvää savua. Tilanteesta olisi tällöin ollut mahdollista kehittyä rakennuspalo, mutta se ei ole levinnyt kuumenemis- tai syttymiskohdastaan rakennuksen rakenteisiin tai irtaimistoon.

Suomessa rakennusten paloturvallisuuden suunnittelussa on korostettu rakennushankkeeseen ryhtyvän huolellisuusvelvoitetta. Sillä tarkoitetaan, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla paloturvalliseksi. Paloturvallisuuden suunnittelussa on pyrittävä palon syttymisen vaaran rajoittamiseen sekä rakennuksen kantavien rakenteiden sortumattomuuteen, niin että rakennuksesta poistuminen on turvattu. Lisäksi on otettava huomioon pelastustoiminta ja palon hallintaan saaminen. Suunnittelussa on huomioitava palon ja savun kehittyminen ja leviäminen naapurirakennuksiin. Rakentamisessa on käytettävä paloturvallisuuden kannalta soveltuvia rakennustuotteita ja teknisiä laitteistoja.

## 2.1.1 Paloturvallisuuden rakentuminen ja toimijoiden vastuut Suomessa

### Rakennuttaja

Rakennuttaja tai rakennushankkeeseen ryhtyvä valitsee suunnittelijan ja rakentajat sekä maksaa suunnittelusta ja rakentamisesta aiheutuvat kustannukset. Suunnittelijan on vastattava pätevyydeltään suunnittelussa vaadittua tasoa. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus täyttää rakentamista koskevat säädökset myönnetyn rakennuslupan mukaisesti.

Suunnittelun kokonaisuudesta ja sen laadusta vastaava henkilö eli pääsuunnittelija huolehtii siitä, että rakennussuunnitelma ja sen erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää sille asetetut vaatimukset. Tästä asiasta määrätään maankäyttö- ja rakennuslaissa.

## Rakennusvalvonta

Rakennuksen rakentamiselle on oltava rakennuslupa. Luvista vastaa kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Rakennuslupa haetaan kirjallisesti. Rakennuslupahakemukseen liittyy dokumentteja, joita ovat muun muassa rakennuspaikan hallinta ja pääpiirustukset. Rakennuslupahakemuksen vireille tulo on ilmoitettava naapureille (kuuleminen). Rakennusvalvonta voi pyytää rakennushankkeeseen liittyviä lausuntoja, esimerkiksi pelastuslaitokselta rakennuslupavaiheessa yleisen paloturvallisuudesta ja erityissuunnitelmista kuten paloilmoittimesta, sammutuslaitteistosta sekä savunpoistosta. Rakennuslupakatselmuksiin voi liittyä erityinen palotarkastus ja väestösuojakatselmus. Tavallisesti pelastuslaitos toteuttaa nämä.

## Rakentaja

Rakentamisen tulee täyttää hyvä rakennustapa sekä rakentamista koskevat säädökset ja määräykset. Rakennustyö alkaa tavanomaisesti aloituskokouksella ja päättyy loppukatselmuksen. Rakennustyön aikainen rakennusvalvontaviranomaisen valvonta kohdistuu rakennusluvassa päätettyihin työvaiheisiin ja laajuuteen, mitkä vaikuttavat lopputuloksen kannalta merkittäviin seikkoihin. Ennen loppukatselmusta rakennukseen laaditaan huolto- ja kunnossapito-ohjelma. Lisäksi käyttäjille annetaan perehdytys.

## Toiminnanharjoittaja

Toiminnanharjoittaja aloittaa toiminnan toimitiloissa. Rakennuksen omistajan ja toiminnanharjoittajan tulee huolehtia rakennuksesta siten, että palon syttymisen ja tahallisen syyttämisen vaara on vähäinen ja että hätätilanteessa rakennuksessa olevat ihmiset pystyvät poistumaan rakennuksesta tai heidät voidaan pelastaa muulla tavoin. Pelastustoiminnan on oltava mahdollista ja turvallista.

Rakennuksen omistajalla on pelastuslain mukainen omatoiminen palo- ja pelastusturvallisuuden varautumisvelvoite. Pelastussuunnitelma on laadittava kohteisiin, jossa poistumisturvallisuus tai pelastustoiminta on tavanomaista vaativampi. Pelastussuunnitelma laaditaan myös kohteisiin, joissa henkilö- tai paloturvallisuudelle aiheutuva vaara tai onnettomuuden aiheuttamat vahingot voidaan arvioida vakaviksi.

Pelastuslaitoksen pelastusviranomainen tekee valvontasuunnitelman mukaisia palotarkastuksia ja alkaa valvoa rakennuksen paloturvallisuutta.

## 2.1.2 Palon kehittyminen lähtökohtana

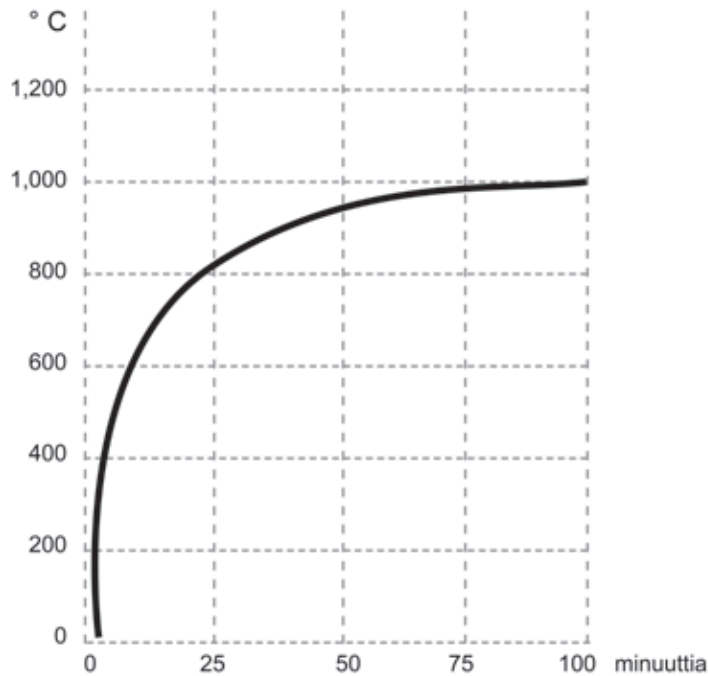
Kun rakennus on suunnitteilla, on otettava huomioon, miten palo leviää aidossa tilanteessa. Millainen palo on todennäköinen? Kuinka nopeasti palo leviää ja kuinka paljon savua kehittyy?

Tulipalon prosessi on dynaaminen. Sen keskeinen elementti on aika.

Samoin kuin Suomessa, Alankomaiden rakennusasetuksen säännöt perustuvat enimmäisaikoihin. Enimmäisajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu palon eri vaiheisiin. Vaiheita ovat esimerkiksi palon havaitseminen ja palosta poistuminen. Jokaisen vaiheen kesto vaikuttaa toisiin vaiheisiin. Vaiheissa on määritetty, kuinka kauan paloturvallisuustoimet voivat kestää ollakseen tehokkaita. Esimerkiksi Alankomaiden rakennusasetuksen (2012) rakenteellisia vaatimuksia koskevat säännöt edellyttävät 30 minuutin palonkestävyyttä palo-osastolle. Jotta pystytään määrittämään rakenteiden tai niiden osien palonkestävyys, käytetään apuna standardoitua palokehitysmallia eli standardi-palokäyrää. Standardi-palokäyrä on standardoitu. (NEN-määräyskokoelma; vrt. ISO 834-1).

Palonkehitysmalli on graafinen esitys täyden palon lämpötilan kehityksestä. Malli kuvaa lieskahdusta ja sitä seuraavaa jaksoa. Mallissa kuvataan oletettu lämpötilan eksponentiaalinen nousu tiettyyn enimmäismäärään asti, jossa se pysyy muuttumatta tietyn ajan, esimerkiksi yhden tunnin. Palonkehitysmallia tarvitaan, jotta erilaisten rakenteiden testaaminen ja vertailu olisi yhdenmukaista. Esimerkiksi palo-osaston seinärakenteelle on asetettu ehto, että sen tulee kestää paloa tunnin.

On huomattava, että käsite *standardi* on tässä erittäin suhteellinen, sillä tulipalo ei noudata koskaan standardimallia tositalanteessa. Niin sanottu palonkehityksen standardimalli on yksinkertaisesti teoreettinen vertailumalli; vaikka fyysikka ei muutu, palot ovat tuskin koskaan samanlaisia. Palokehitys riippuu monista olosuhteista, ja olisi täysin satumaa, mikäli todellisen palon lämpötila-aikakuvaaja vastaisi standardikuvaajaa. Näin ollen 60 minuutin palonkestovaatimus on suhteellinen. Vaatimuksella voidaan oikeastaan varmistua vain siitä, että seinärakenteen koekappale täyttää sille asetetut palonkestovaatimukset, kun sitä testataan laboratorio-olosuhteissa ja verrataan palonkehityksen standardimalliin. Todellisessa tulipalossa palo-olosuhteet ovat erilaiset, joten seinärakenteen kestävyys on erilainen. Jos huoneessa on riittävästi palavaa materiaalia, palon lämpötila-aikakehitys on usein samankaltainen standardimallin kanssa lukuun ottamatta palon ensimmäistä vaihetta.



*Kuvio 7. Tulipalon kehittymisen standardi-palokäyrä.*

### 2.1.3 Normeihin perustuva palonkehitys

Paloturvallisuussäädökset määrittelevät normeihin perustuvan lämpötila-aika-kehitysmallin, joka perustuu varsinaisten tulipalojen ja testien väliseen korrelaatioon ja sen vertailuun standardipalomallin kanssa.

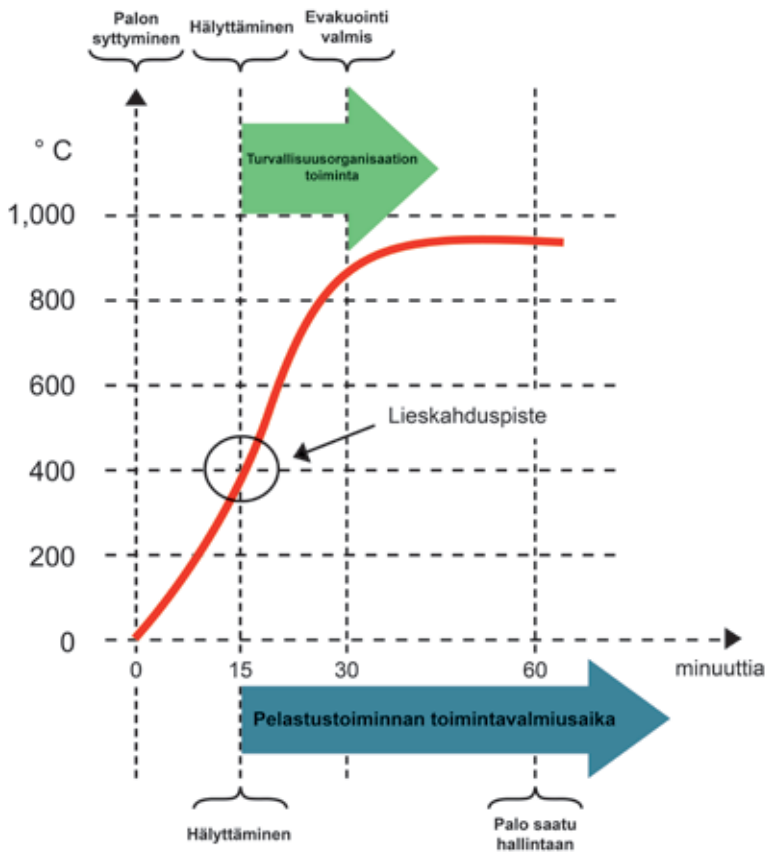
Paloturvallisuustoimien suunnittelussa on perusteltua käyttää lämpötilan ja ajan kulumiseen perustuvaa mallia. Rakennusten pohjaratkaisuja ja oletettuja palokuormia analysoimalla voidaan olettaa, että palo kehittyy standardin palokäyrän tapaan täyden palon vaiheeseen asti.

Normeihin perustuva palokehitys liittyy Alankomaiden rakennusasetuksen yleisiin oletuksiin. Palonkehityksen normeihin perustuva malli mahdollistaa rakennusten paloturvallisuuden toteuttamisen säädöspohjaisen menetelmän avulla. Kuviossa 8 lämpötila ei nouse tasaisesti suhteessa kuluneeseen aikaan. Palon alkuvaiheessa lämpötila nousee hitaasti, minkä jälkeen palo kehittyy erittäin äkillisesti ja lämpötila nousee nopeasti (lieskahduslämpötila). On huomattava, että todellisissa palotilanteissa palo saattaa levitä



erittäin nopeasti jo sen alkuvaiheista lähtien. Esimerkiksi vaaralliset aineet tai materiaalivalinnat saattavat aiheuttaa sen, että lieskahduspiste saavutetaan jo aikaisessa vaiheessa.

Lukuunottamatta teollisuusrakennuksia, normeihin perustuva palonkehityskaavion käyttö on todettu tehokkaaksi laskentamalliksi säädöspohjaisissa menetelmissä. Palon vaiheet vaihtelevat rakennustyypeittäin. Rakennuksissa, joissa on automaattinen palohälytys ja henkilökuntaa paikalla vuorokauden ympäri (esimerkiksi hoiva- ja hoitolaitokset) voidaan odottaa olevan lyhyempi palon havaitsemis- ja hälytysaika kuin esimerkiksi toimistorakennuksissa, joissa edellä mainittuja järjestelmiä tai menettelyjä ei ole.



Kuvio 8. Normeihin perustuva palon leviämisen malli, jossa näkyvät palon eri vaiheet.

## 2.1.4 Normeihin perustuvan palonkehitysmallin soveltaminen

Tässä teoksessa rakennusten paloturvallisuutta tarkastellaan rakennusta käyttävien henkilöiden toimintakyvyn perusteella. Rakennukset on ryhmitelty seuraavasti:

- Ryhmä 1: rakennuksen käyttäjät voivat poistua ilman apua, rakennukset eivät ole asuinrakennuksia
- Ryhmä 2: rakennuksen käyttäjät voivat poistua ilman apua, rakennukset eivät ole asuinrakennuksia, mutta niissä voidaan nukkua
- Ryhmä 3: rakennuksen käyttäjät eivät voi poistua ilman apua, rakennukset eivät ole asuinrakennuksia, mutta niissä voidaan nukkua
- Ryhmä 4: rakennuksen käyttäjät voivat poistua ilman apua, rakennukset ovat asuinrakennuksia ja koteja.

On huomattava, että Suomen lainsäädännössä poistumisturvallisuutta ei ole jaoteltu edellä mainitulla tavalla. Suomessa rakennuksen käyttötarkoitus velvoittaa tiettyjen paloteknisten laitteiden asentamista (palovaroitimet, hätäkeskukseen liitetty paloilmoin, sammutuslaitteisto). Paloturvallisuutta koskevassa lainsäädännössä oletetaan, että ihmiset poistuvat itsenäisesti palotilanteessa. Poikkeuksena ovat hoiva- ja hoitolaitokset, joihin on laadittava turvallisuusselvitys.

Turvallisuusselvityksessä kuvataan:

- kauanko poistuminen kestää omatoimisesti tai avustetusti huoneittain ja palo-osastoittain
- kauanko kestää vaaraa aiheuttavien olosuhteiden muodostuminen huoneessa ja palo-osastossa
- riittääkö aika poistumiseen tai pelastamiseen vaaraa aiheuttavista olosuhteista.

Jos arvioitu aika ei riitä poistumiseen tai pelastamiseen vaaraa aiheuttavista olosuhteista, rakennushankkeeseen ryhtyvän on määriteltävä rakenteelliset tai muut välittömät toimenpiteet henkilöturvallisuuden kannalta tarvittavan turvallisuustason saavuttamiseksi. Rakennuksen varustaminen paloturvallisuutta parantavilla laitteistoilla tai järjestelyillä saattaa olla tarpeellista.



Kauppa: Rakennuksen käyttäjät voivat poistua ilman apua hätätilanteessa.

Kodit: Rakennusta käyttävät voivat poistua ilman apua, rakennuksessa nukutaan.



Sairaala: Rakennuksen käyttäjät eivät voi poistua ilman apua. Rakennuksessa nukutaan.



## 2.1.5 Säädöspohjaisen palonehkäisyn ja rakennusten paloturvallisuuden kehysmallin vertailua

Suomessa paloturvallisuusajattelun tekninen toteutus pohjautuu maankäyttö- ja rakennuslakiin. Siinä todetaan, että rakennuksen tulee olla rakennettu siten, että se on paloturvallinen. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 117 b §) Lisäksi ympäristöministeriö (asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017) velvoittaa suunnittelijoita huolehtimaan rakennusten suunnittelusta siten, että paloturvallisuuden tekniset vaatimukset täyttyvät. Ne täyttyvät, jos rakennus suunnitellaan ja toteutetaan käyttämällä asetuksessa esitettyjä luokkia ja lukuarvoja. Tosin rakennus voidaan suunnitella ja toteuttaa oletettuun palonke-

hitykseen perustuen. Tällöin otetaan huomioon todennäköisesti esiintyvät tilanteet. Kyse ei ole siis pelkästään teknisestä toteutuksesta, vaan rakennuksen käyttö ja ominaisuudet otetaan huomioon. Vaatimuksen täyttyminen todennetaan tapauskohtaisesti, ja suunnittelussa on hyödynnettävä menetelmiä, joiden käyttökelpoisuus on osoitettu. Käytetyt mallit ja perusteet esitetään rakennuslupamenettelyn yhteydessä. Lukuarvoja ja taulukkomitoitusta käytetään lähinnä pienissä ja keskisuurissa rakennuksissa. Sen sijaan vanhojen rakennusten korjauksessa, korkeissa ja laajoissa rakennuksissa on tarkoituksenmukaisempaa käyttää oletettuun palonkehitykseen liittyvää mitoitusta.

Alankomaissa säädöspohjainen menetelmä on osittain seurausta vakavista tulipaloista, kuten Volendamissa vuonna 2001 syttyneestä tulipalosta ja Schipholin vankilapalosta vuonna 2005. Molemmissa paloissa menehtyi ihmisiä. Palon jälkeen luvista vastuussa olevat viranomaiset alkoivat katsoa kaikenlaista säännöistä poikkeamista vähemmän suopeasti. Viranomaisten toiminta oli puolustautuvaa ja sillä pyrittiin täydelliseen turvallisuuteen. Luovuutta ja ratkaisujen löytämiseen keskittyvää lähestymistapaa ei juurikaan hyödynnetty.

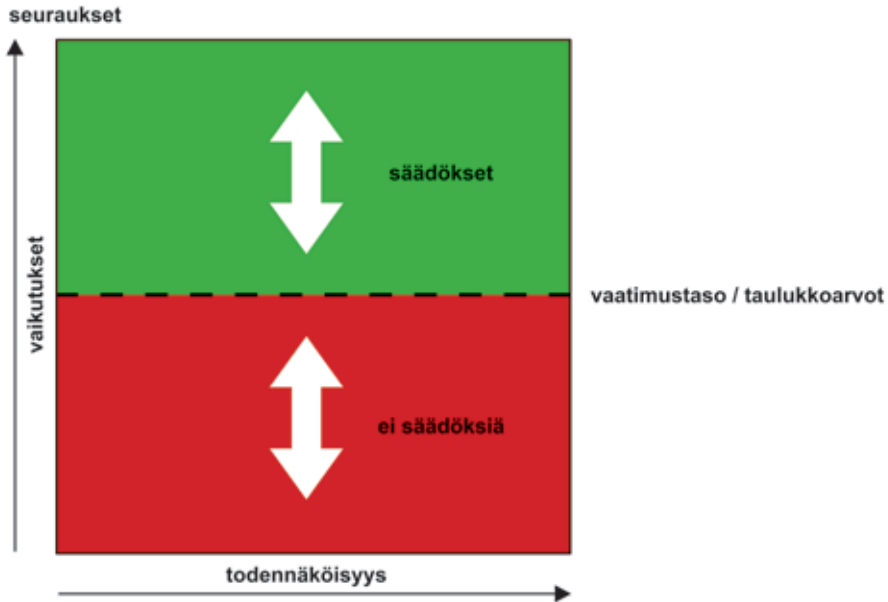
Säädöspohjainen palonehkäisy tarkoittaa:

- säädöksiä, jotka korostavat passiivisia palon ehkäisemisen vaihtoehtoja; vastaavasti aktiivisia vaihtoehtoja otetaan huomioon vain vähän tai ei ollenkaan
- fyysisiin tekijöihin keskittyntä järjestelmää, jossa rakennuksen käyttöön ei ole kiinnitetty huomiota
- säädöksiä, joissa ei tarkastella palon ehkäisemistä kokonaisvaltaisesti
- dokumentteja, joita sovelletaan irrallisina, eikä huomiota kiinnitetä rakentamisen, jälleenrakentamisen tai rakennusten myöhemmän käytön yhteisvaikutukseen
- dokumentteja, joiden tarkoituksena on tulen leviämisen rajoittaminen eikä palon ehkäisy.

## 2.2 Säädöspohjaisesta riskiperusteiseen

Muutos säädöspohjaisesta riskiperusteiseen palonehkäisyyteen edellyttää uutta tapaa ajatella. Tätä ajattelutapaa kuvataan tässä neljällä koordinaatistolla. Kuviossa pystysuora akseli kuvaa seurauksia ja vaikutuksia, vaaka-akseli puolestaan todennäköisyyksiä.

Kuvio 9 kuvaa taulukko- ja lukuarvoihin perustuvaa suunnitteluperustetta eli säädöspohjaista menetelmää. Kuvauksessa ei oteta lainkaan huomioon todennäköisyyksiä, vaan vaatimukset määräytyvät tiettyjen kynnyks- tai taulukkoarvojen perusteella. Esimerkiksi paloluokan P1 yöpymistilan yhden palo-osaston raja-arvo on 800 m<sup>2</sup>. Jos rakennetaan 900 m<sup>2</sup>:n yöpymistila, on rakennettava kaksi palo-osastoa tai tila on varustettava automaattisella sammutuslaitteistolla.



Kuvio 9. Säädöspohjainen menetelmä.

Kuviossa 10 on kuvattu riskiperusteinen lähestymistapa. Vaakasuora vaikutuslinja on muuttunut viistoksi riskilinjaksi. Edelliseen menetelmään verrattuna alueet, jolla säädöksiä noudatetaan (vihreä nuoli) ja alue, jolla säädöksiä ei noudateta (punainen nuoli), ovat siirtyneet. Viistosti nousevasta kuvaajasta näkyvä todennäköisyyksien ja seurausten välinen suhde määrittää sen, ovatko tietyt säännöt voimassa vai eivät.

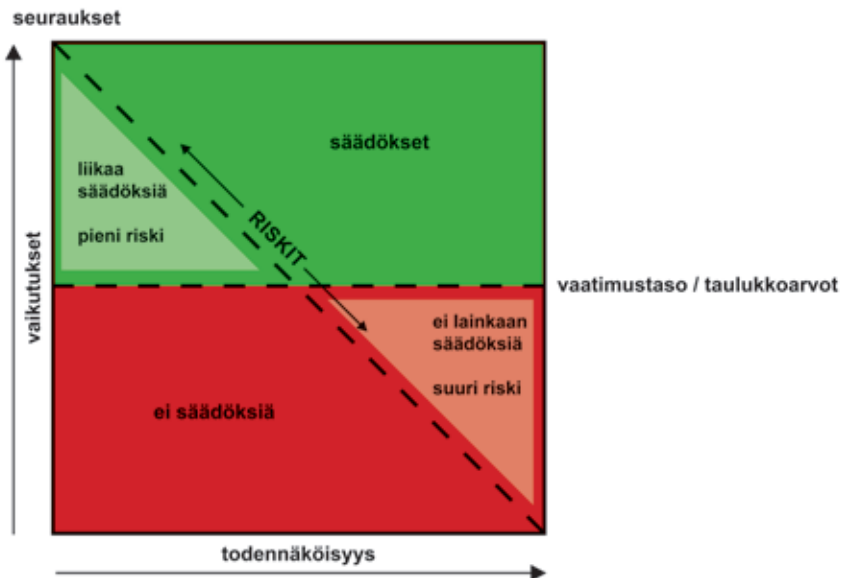
Näin ollen:

- Pienen todennäköisyyden ja lievän seurauksen yhdistelmä on melkein olematon. Toimenpiteitä ei tarvita.
- Pienen todennäköisyyden ja huomattavan seurauksen yhdistelmää ei voida ohittaa. On harkittava, onko riski on hyväksyttävä, kun toimenpiteisiin on ryhdytty.
- Suuren todennäköisyyden ja lievän seurauksen yhdistelmä on harmillinen, mutta tilanne voidaan usein ratkaista melko helposti.
- Suuren todennäköisyyden ja huomattavan seurauksen yhdistelmää ei voida hyväksyä. Toimenpiteisiin on tässä tapauksessa ryhdyttävä.



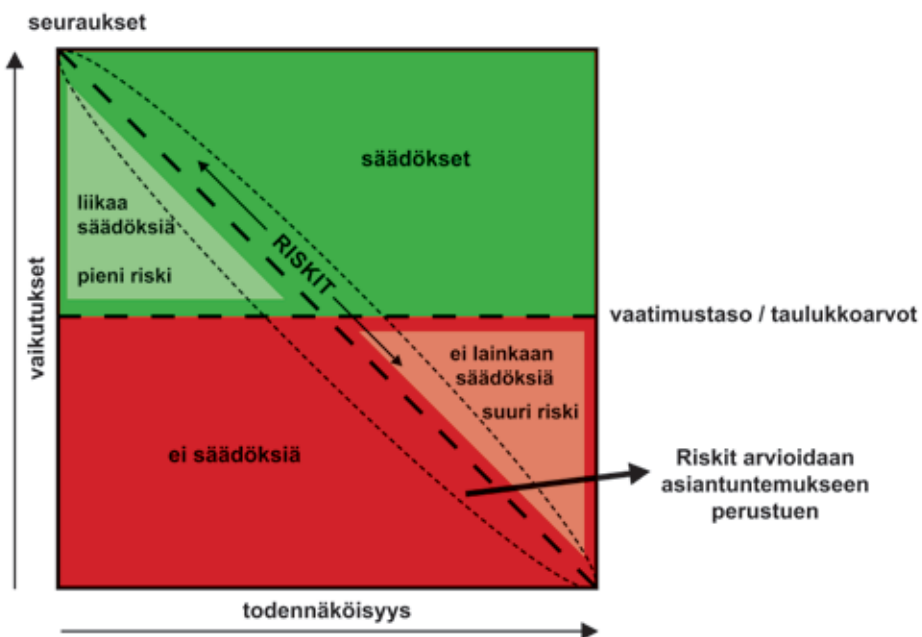
Kuvio 10. Riskiperusteinen menetelmä.

Kuviossa 11 vertaillaan säädöspohjaista menetelmää riskiperusteiseen menetelmään ja siihen on yhdistetty kaksi edellistä kuvaa. Kuvan perusteella huomataan, että riskiperusteisen menetelmän näkökulmasta on kaksi erityistä aluetta: liiallisten säädösten alue (3) ja alue, jolla ei vallitse mitään säädöksiä (4).



Kuvio 11. Säädöspohjaisen ja riskiperusteisen menetelmän vertailua.

Kuvioon 12 on merkitty riskejä kuvaava alue. Kun kyseessä on tilanne, jossa on pieni vahingon todennäköisyys, mutta huomattavat seuraukset, tulee riskit arvioida erikseen ja ratkaista, mitkä näistä hyväksytään. Tässä harkinnassa edellytetään asiantuntemusta. Päätöstä ei ole sidottu ainoastan riskeihin, vaan myös riskejä ympäröivään alueeseen (pisteillä merkitty soikio).



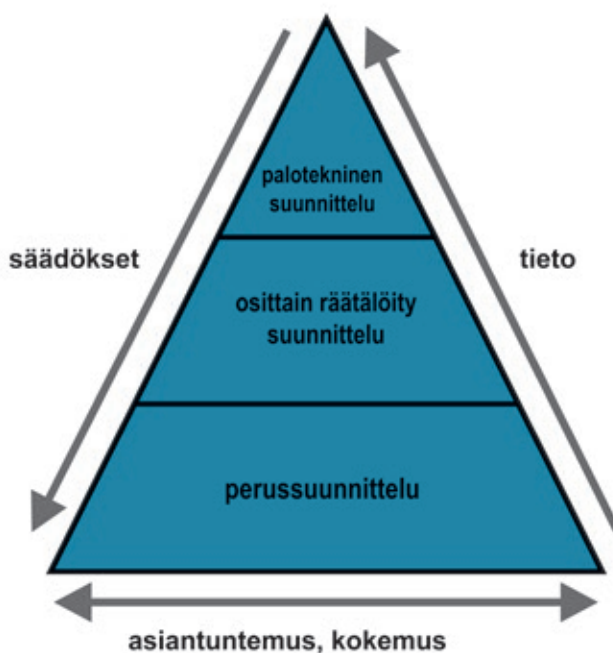
Kuvio 12. Säädöspohjaisen ja riskiperusteisen menetelmän vertailua.

Säädöspohjaisessa palonehkäisyyssä kyseessä on täsmällinen ero oikean eli kynnyksarvojen noudattamisen ja väärän eli noudattamatta jättämisen välillä. Siten siinä annetaan mielikuva, että oikea on turvallista ja väärä vaarallista, ja että paloturvallisuus on dikotomisesti (kaksijakoisesti) joko voimassa tai ei.

Se, noudatetaanko tiettyjen kynnyksarvojen mukaisia säädöksiä rakennusten paloturvallisuudessa, kertoo vain vähän paloturvallisuuden tasosta. Paloturvallisuus tulee määrittää rakennuskohtaisesti. Tähän rakennuskohtaiseen määrittelyyn vaaditaan kokonaisvaltaista menetelmää, jossa otetaan huomioon palon, rakennuksen, ihmisten, ympäristön ja palonehkäisyn erityispiirteiden väliset suhteet. Tämänkaltainen lähestymistapa on riskeihin perustuvaa eli riskiperusteista, jossa vastaavuutta on parannettu ja kyse on siis paloteknisestä suunnittelusta (FSE, fire safety engineering).

## 2.2.1 Palonehkäisyn kolmio

Eräs ammattitaidon tärkeimmistä elementeistä palonehkäisyn kannalta on kokemus. Palonehkäisyn kolmio -mallissa kuvataan kokemuksen ja asiantuntijuuden merkitystä osana riskien määrittelyä. Riskeihin perustuva säädöspohjainen lähestymistapa on riittävä, kun kyseessä rakennus, jossa on vain pieni vahingon mahdollisuus; tällaisia on suurin osa kaikista rakennuksista. Kuviossa 13 tämä rakennusryhmä on kuvattu kolmiossa alimpana ja palonehkäisyä nimitetään tässä perussuunnitteluksi. Palonehkäisy on tämän tyyppisissä rakennuksissa suurimmaksi osaksi säädösten noudattamista.



Kuvio 13. Palonehkäisyn kolmio.

Kuvion keskiosa kuvaa rakennuksia, joiden palonehkäisyn arvioinnissa käytetään osittain räätälöityä suunnittelua, esimerkiksi johonkin osaan rakennusta sovelletaan säädöspohjaista menettelyä ja toiseen osaan taas paloteknistä suunnittelua. Tällaisten rakennusten suunnittelussa käytetään apuna tavallisesti erilaisia perusskenaarioita. Riskiperusteista menettelyä eli paloteknistä suunnittelua käytetään erityisesti rakenteiltaan moniulotteisiin tai monimutkaisiin rakennuksiin, joissa riski (tässä tulipalon mahdollisuus ja vaivat seuraukset) on suuri. Kolmion huippu kuvaa tätä rakennusryhmää. Paloturvallisuuden arviointiin vaaditaan erityisesti tiettyyn rakennukseen suunniteltuja yksilöllisiä



turvallisuusratkaisuja. Ratkaisut edellyttävät asiantuntijatietoa palon leviämisestä, rakennuksesta, ihmisistä, ympäristöstä ja sammutustoimenpiteistä.

Kuviossa esitettyjen paloturvallisuuden arvioinnin ja suunnittelun tasojen rajat eivät ole yksiselitteisiä ja tarkkoja. Nuolilla on kuvattu sääntöjä, asiantuntijuutta ja kokemusta sekä tutkimustietoa. Kolmion huipulla kokemuksen osuus on vähäisempi kuin perussuunnittelussa.

## 2.3 Riskiperusteinen palonehkäisy

Säädöspohjainen suunnittelu perustuu standardiin palonkehitykseen, joka kuvaa lämpötilan (celsiusasteina) ja kuluneen ajan (minuutteina). Joissakin tapauksissa standardipalokäyrä on liian rajoittunut kuvaamaan rakennuksen erityisriskejä. Riskiperusteinen palonehkäisy perustuu luonnolliseen palonkehitykseen ja se tarjoaa paremmat mahdollisuudet tarkoituksenmukaisten paloturvallisuusvalintojen tekemiseen.

### 2.3.1 Mitoituspalot (natural fires)

Mitoituspaloihin sovelletaan palonkehityksen normeihin perustuvan mallin sijaan fyysikkään perustuvia palomalleja (physical fire models). Mitoituspalo on vaihtoehto nimellisille (standardi) paloille, joita kuvataan eri standardeissa (esimerkiksi ISO ASTM ja hiilivetykäyrät). Rakennuksen osien käyttäytymistä todellisessa palossa on vaikea ymmärtää pelkän standardipalokäyrän perusteella, sillä todelliseen palossa on tekijöitä, joita ei ole otettu standardipalokäyrässä huomioon (ks. Outinen). Palotehon tarkastelu tarjoaa todenmukaisemman lähestymistavan palon kehittymiseen. Päinvastoin kuin standardipalossa, jossa otetaan huomioon ainoastaan täyden palon vaihe, mitoituspalossa on syttymis-, täyden palon - ja hiipumisvaihe.

Lämpötilan kehitys mitoituspalossa on yhteydessä huoneen palokuormaan ja olosuhteisiin. Mitoituspalon tehoa kuvataan watteina pinta-alayksikköä kohti ( $W/m^2$ ) sekä kuluvaa aikaa sekunneissa (sekuntia).

## 2.4 Vaihemalli (kaskadimalli)

Alankomaiden turvallisuusinstituutin (NIFV) tutkimusohjelmassa kehitettiin paloturvallisuutta tarkastelemalla palon kehittymistä. Alunperin palon kehittymistä tutkittiin kuvaamalla lämpötilan kehittymistä tai lämpösäteilyä tietyssä ajassa. Palokäyrää ei kuitenkaan pidetty riittävänä kuvaajana, kun tarkoitus oli tutkia palon kehittymistä nimenomaan palonehkäisyn kannalta. Palokäyrä ei ota huomioon ventilaatiota, geometriaa eikä palokuormaa. Lämpötilan ja kuumuuden sijaan palon leviämisellä ja erityisesti sa-

vulla on havaittu olevan keskeinen rooli palonehkäisyssä. Vaihemalliin päädyttiin, kun haluttiin ottaa huomioon sekä materiaalivahingot että rakennuksessa toimivien ihmisten poistumismahdollisuudet. Vaihemallia, joka perustuu huomioihin todellisessa palotilanteessa, voidaan käyttää toimenpiteiden kuvaamiseen, arvoimiseen ja tehostamiseen.

Silmien korkeudella oleva savu vaikuttaa ihmisen näkökykyyn ja tekee vaikeammaksi löytää oikeaa suuntaa rakennuksessa. Palamistuotteiden hengittäminen puolestaan alentaa ihmisen havainto- ja toimintakykyä. Savun sisältämät vaaralliset aineet ja palokaasujen kuumuus saattavat johtaa kuolemaan. Siksi mallissa on keskeistä palon ja savun leviäminen.

Vaihemallissa määritellään palon viisi tasoa, joita nimitetään tässä vaiheiksi. Tasot voidaan erottaa toisistaan sen perusteella, millä alueella tulipalo kehittyy: yhdestä esineestä huoneeseen; huoneesta ympäröivälle alueelle, esimerkiksi palo-osastoon tai kerrokseen ja edelleen koko rakennukseen.

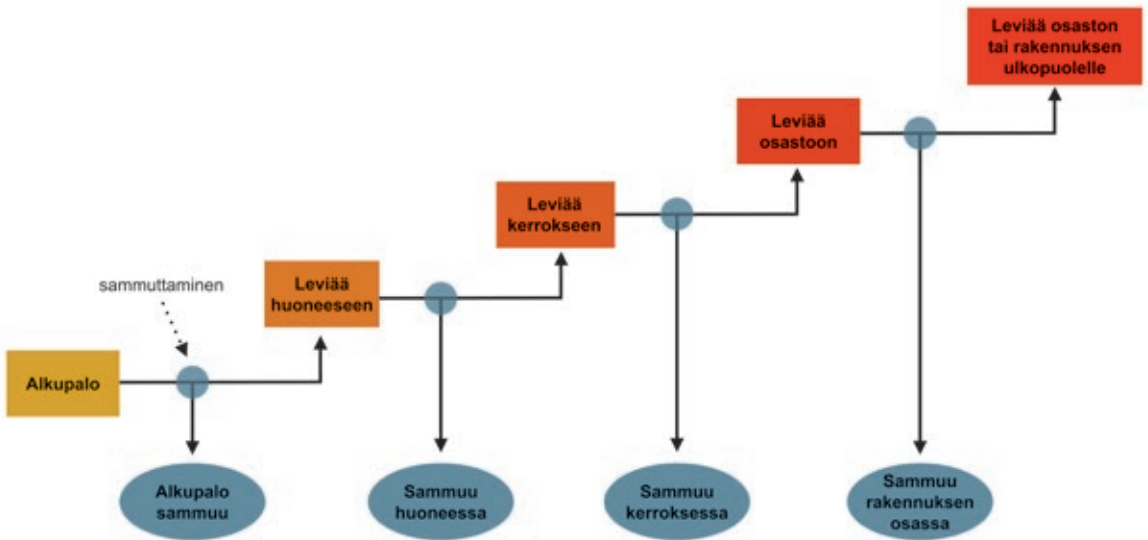
Vaihemallissa savu leviää aina vähintään yhtä vaihetta pidemmälle kuin tuli.

Jokaisessa vaiheessa on kuvattu kaksi vaihtoehtoa: palo sammuu tai se leviää seuraavalle tasolle, seuraavaan vaiheeseen. Jälkimmäisessä vaihtoehdossa on tarkasteltava useita tekijöitä, kuten palonehkäisyyttä, ihmisten käyttäytymistä palossa sekä turvallisuusorganisaation ja pelastustoimen sammutustoimenpiteitä. Kun palon leviäminen estetään täydellisesti – ikään kuin venttiili suljettaisiin – se ei enää etene seuraavaan vaiheeseen, sillä tämän jälkeen palo ei enää kehity eikä savu leviä.

Palo on rajoittunut

- kohtaan, josta se syttyi
- huoneeseen, jossa se syttyi
- kerrokseen, jossa se syttyi
- palo-osastoon, jossa se syttyi
- palo on levinnyt palo-osaston ulkopuolelle.

Mikäli talon koko ja pohjaratkaisu ovat sellaiset, että yksi kerros koostuu useasta palo-osastosta, luettelon kolmas ja neljäs vaihe vaihtavat paikkoja keskenään. Jos kerros on sama kuin palo-osasto, vaiheet kolme ja neljä luetaan kuuluvaksi yhteen.



Kuvio 14. Vaihemalli.

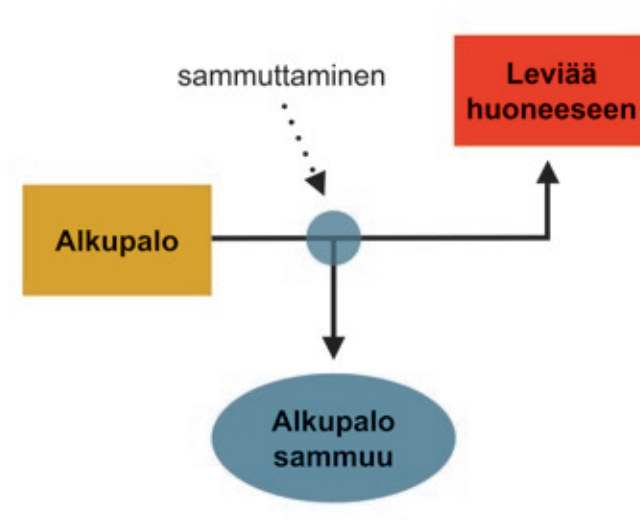
Vaihemallin (kuvio 14) avulla paloja voidaan tarkastella uudella tavalla, jolla kyetään arvioimaan palon etenemistä. Laadulliseen tarkasteluun voidaan liittää määrällinen, esimerkiksi tilastollinen havaintoaineisto. Vaihemallilla voidaan tutkia tekijöitä, jotka vaikuttavat palon etenemiseen ja palonehkäisyyn. Yleiset riskianalyysimenetelmät (esimerkiksi rusetimalli ja tapahtumapuuanalyysi) saattavat lisätä ymmärrystä siitä, miksi palot etenevät. Vaihemallia voidaan hyödyntää koulutuksessa ja tutkimuksessa; sen avulla on voitu tukea operatiivista toimintaa, esimerkiksi hyökkäävä sammutustaktiikka rakennuksen ulkopuolelta.

## 2.4.1 Ensimmäinen vaihe



Ensimmäinen vaihe. Palo on rajoittunut yksittäiseen kohtaan, tässä sohvaan. Savu on levinnyt huoneeseen.

Ensimmäisessä vaiheessa palo on rajoittunut yhtenä kohtaan, jossa se syttyi (esimerkiksi sohva tai televisio). Tällainen palo pystytään useimmiten sammuttamaan alkusammuttimilla (kuvio 15).



*Kuvio 15. Ensimmäinen vaihe. Palo on syttynyt yksittäiseen esineeseen tai paikkaan. Savu on levinnyt huoneeseen.*

Palo alkaa roskakorista, joka on huoneessa lähellä kaappia. Aluksi vain roskakori on tulessa. Palon kuumuus aiheuttaa palavia kaasuja sisältävän savun leviämisen huoneessa. Lämpö varastoituu savun hienojakoisiin hiukkasiin, partikkeleihin. Tämä tekee savusta merkittävän lämmön siirtäjän. Savu on palava aine. Vaikka palo on yhä tässä vaiheessa rajoittunut kohtaan, jossa se syttyi, savu on edennyt jo seuraavaan vaiheeseen, esimerkiksi huoneeseen.

Palon laajeneminen seuraavaan vaiheeseen tai sammuminen voi johtua esimerkiksi siitä, että

- palolla on riittävästi polttoainetta ja energiaa kuumentaa kseen ympäristöä niin paljon, että pyrolyysi käynnistyy ja muutkin esineet syttyvät tuleen
- itsestään sammuva roskakori tai sprinkleri estää savun leviämisen
- ihmiset estävät palon leviämisen sammuttamalla alkusammuttimilla.

Tässä vaiheessa sammutustoimet ovat sekä yksinkertaisia että tehokkaita. Pieni sammutin tai pelkkä vesi riittää sammuttamaan palon. Jos palolla on riittävästi polttoainetta ja energiaa, roskakori ei ole itsestään sammuva, eikä sammutustoimia tehdä, palo leviää seuraavaan vaiheeseen eli koko huoneeseen.

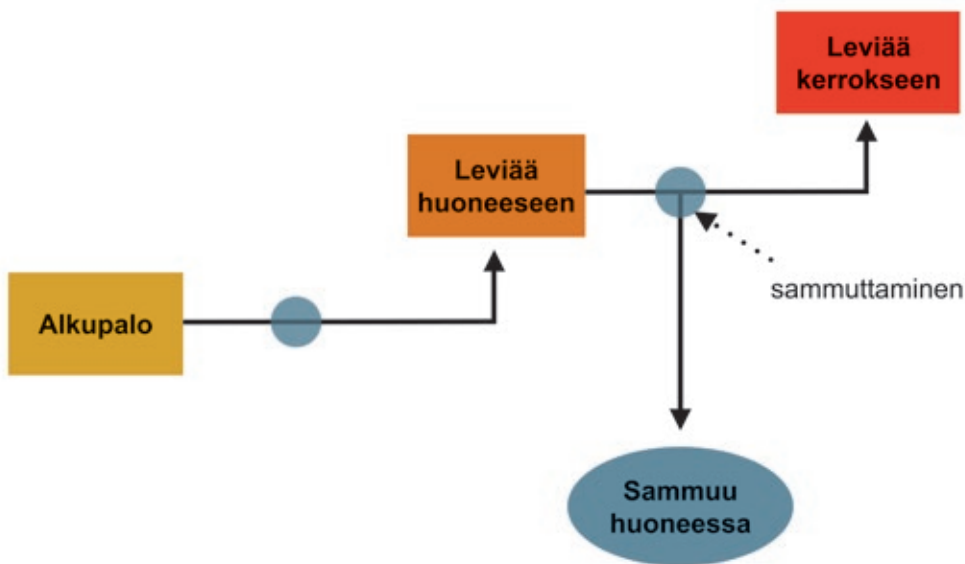
## 2.4.2 Toinen vaihe

Kun palo on edennyt seuraavaan vaiheeseen, se on levinnyt koko huoneeseen (kuvio 16). Tässä vaiheessa sammuttaminen pienellä sammuttimella ei ole yleensä enää mahdollista. Poikkeuksena on pieni huone, jossa on vain pieni määrä palavaa materiaalia. Pelastustoimen sammutustoimia tarvitaan. On huomattava, että savu on jälleen edennyt jo yhtä vaihetta edemmäksi. Savu, ja siinä oleva palava aine ja kuumuus ovat levittäytyneet koko kerroksen alueelle.



Palon eteneminen voi pysähtyä monesta syystä:

- Hapetta ei ole tarpeeksi, mikä johtaa palon tukahtumiseen. Aluksi palo on kytevää, mutta kun kaikki happi on kulutettu, tällainen palo sammuu itsestään. Seurauksena on happirajoitteinen palo. Jos palo saa hapetta (esimerkiksi ovi avataan), leimahdus on mahdollinen.
- Tilaa erottavat seinät ja ovet ovat riittävän kestäviä, eivätkä romahda tai pala läpi. Tässä tapauksessa huoneessa oleva palava materiaali voi palaa loppuun ilman, että palo leviää muualle kerrokseen. Savun lämpötilalla on ratkaiseva merkitys, sillä myös kuuma savu voi aiheuttaa palon leviämisen.
- Palo sammutetaan, ennen kuin liekkipalo on edennyt seuraavalle tasolle.



Kuvio 16. Toinen vaihe. Palo on syttynyt huoneessa, savu on levinnyt kerrokseen.

Tässä vaiheessa sammutustoimet ovat yhä yksinkertaisia, mutta yleensä alkusammutus ei enää riitä. Riskit ovat niin suuria, että suojautumattomien henkilöiden puuttuminen tilanteeseen olisi vaarallista.

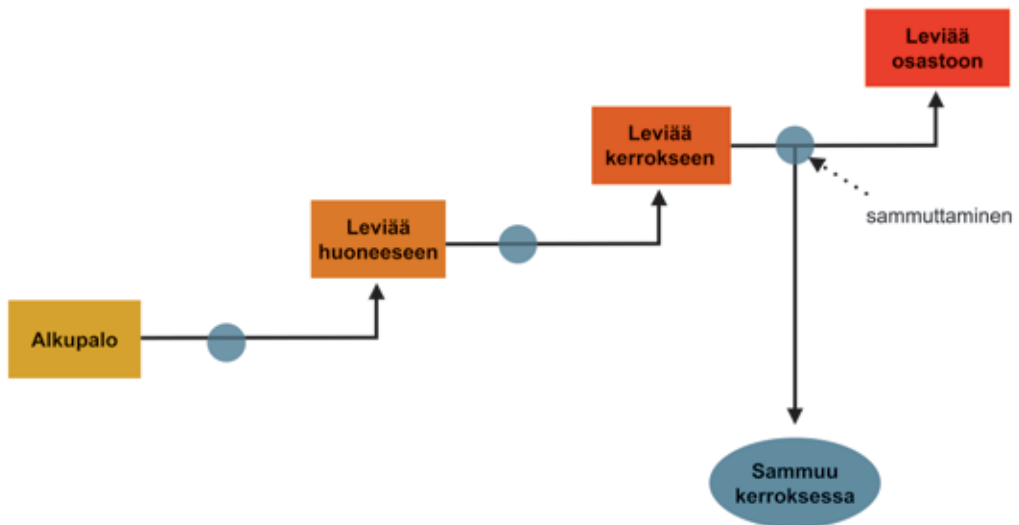
Palokunnan sammutushyökkäys koostuu seuraavista vaiheista:

- palokaasujen jäädyttäminen alle niiden syttymislämpötilan
- palon sammuttaminen
- savutuuletuksen aloittaminen ja mahdollinen raivaus tarvittaessa.

Jos palossa kehittyy paljon energiaa, huoneen ja kerroksen väliset erottavat rakenteet eivät ole riittävän kestäviä. Mikäli pelastuslaitos ei ole vielä aloittanut sammutustoimia, palo etenee seuraavaan vaiheeseen. Tässä vaiheessa savu on levinnyt jo koko kerrokseen.

### 2.4.3 Kolmas vaihe

Tulipalo, joka ei ole sammunut, etenee kolmanteen vaiheeseen (kuvio 17). Koko kerros voi syttyä palamaan. Palavan alueen pinta-ala voi olla suuri. On mahdollista, että yksi pelastusyksikkö tai -ryhmä ei saa tällaista paloa sammutetuksi. Jos palo-osastossa on useita kerroksia, on erittäin tärkeää ottaa huomioon riski, että palo leviää koko palo-osastoon. Jälleen on huomattava, että savu on edennyt ainakin yhtä tasoa edemmäksi eli koko palo-osastoon. Palon eteneminen voi pysähtyä kerroksessa samaan tapaan kuin vaiheessa kaksi.



Kuvio 17. Kolmas vaihe. Palo on levinnyt kerrokseen. Savu on levinnyt koko osastoon.

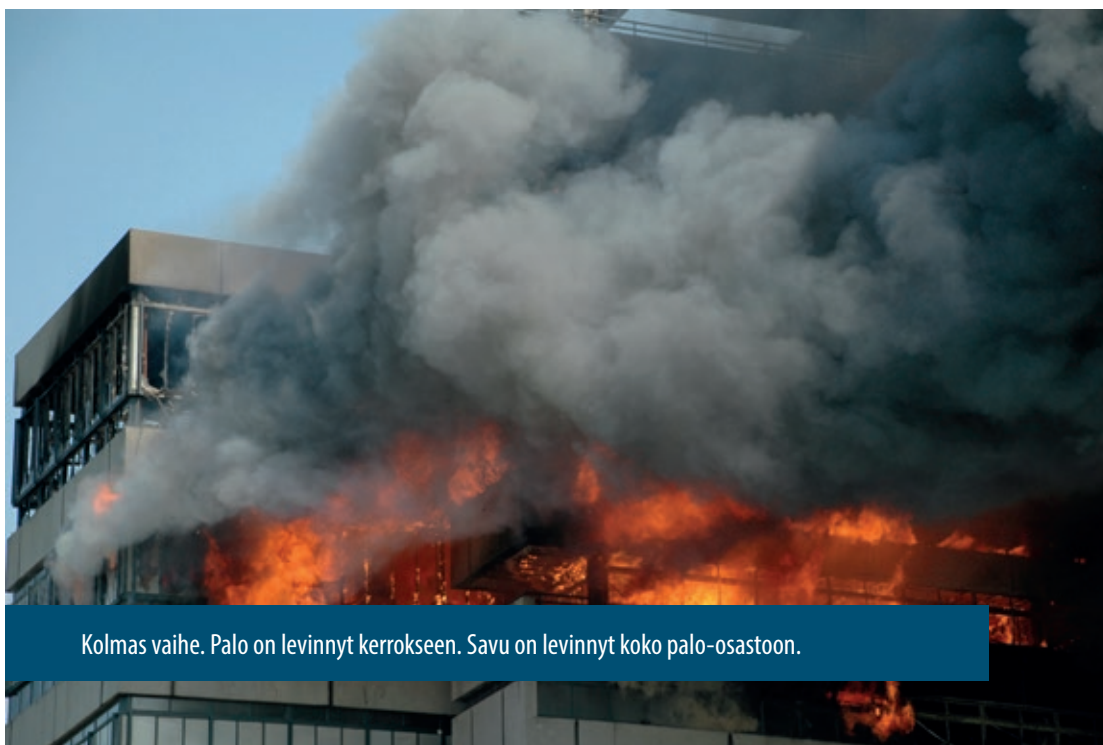
Tässä vaiheessa palon sammuttaminen on vaikeampaa. Tilannetta tai vastuualuetta johdettavan on harkittava tarkoituksenmukaisin sammutustaktiikka.

Jos rakennuksessa ei ole ihmisiä, tilan jäähdyttäminen on yksi tärkeimmistä tehtävistä. Siten lämpökuorma, jota sekä kantavien että erottavien rakenteiden on kestävä, pienenee.

Toimenpidevaihtoehtoja ovat:

- palokaasujen jäähdyttäminen
- suihkupuutkituuletus
- palokaasujen jäähdyttämisen ja tuuletuksen yhdistelmä
- palon sammuttaminen.

Jos palo tuottaa runsaasti energiaa, huoneen ja kerroksen väliset erottavat rakenteet eivät kestä. Jos paloa ei voida sammuttaa tai sitä ei sammuteta, palo leviää seuraavaan vaiheeseen eli palo-osastoon.



#### 2.4.4 Neljäs vaihe

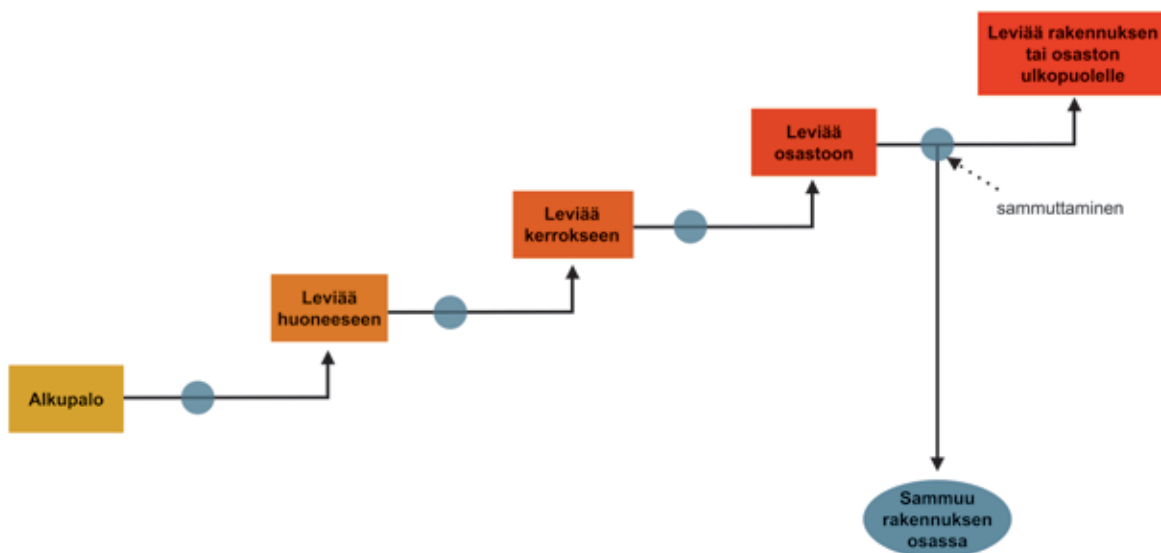
Neljännessä vaiheessa palo on levinnyt palo-osastoon (kuvio 18). Tässä vaiheessa palo on niin suuri, että sen sammuttamiseen tarvitaan useita yksiköitä. Jos palo-osasto on monikerroksinen, korkea lämpökuorma rasittaa kantavia rakenteita. Tämä on työturvallisuusriski pelastajille. Jälleen on tärkeää huomata, että savu on edennyt yhtä vaihetta edemmäs, nyt palo-osaston ulkopuolelle.



Palon eteneminen voi pysähtyä monella tavalla:

- Tilaa erottavat seinät ja ovet ovat riittävän kestäviä, eivätkä romahda tai pala läpi. Tässä tapauksessa osaston palava materiaali voi palaa loppuun ilman, että palo leviää muualle rakennukseen. Savun lämpötilalla on ratkaiseva merkitys, sillä myös kuuma savu voi aiheuttaa palon leviämisen.
- Palo sammutetaan, ennen kuin liekit ovat levinneet seuraavalle tasolle.

Joskus palossa syntyy niin paljon lämpöenergiaa siten, että palonkestävät, osastoivat rakenteet eivät kestä. Tällöin paloa ei pystytä rajoittamaan osastoon ja se leviää seuraavaan vaiheeseen, palo-osaston ulkopuolelle, jopa toisiin rakennuksiin tai ympäristöön.



Kuvio 18. Neljäs vaihe. Palo on levinnyt osastoon, savu on levinnyt osaston ulkopuolelle.

## 2.4.5 Viides vaihe

Viides vaihe ja mallin viimeinen taso kuvaa tilannetta, jossa palo on levinnyt palo-osaston ulkopuolelle. Tässä tilanteessa pelastuslaitos toimii ainoastaan rakennuksen ulkopuolelta. Tilanteessa tehdään harkinnanvarainen taktinen valinta sen perusteella, mitä rakennuksen sisällä on ja kuinka hyvin palopesäkkeisiin päästään käsiksi. Sammuttamiseen tarvitaan paljon resursseja.



Viides vaihe. Palo on levinnyt rakennuksen ulkopuolelle. Savu leviää rakennuksen ulkopuolelle. Koko rakennus palaa.

## Lähteet

Asetus rakennusten paloturvallisuudesta (2017). 848/2017

International Organization for Standardization. Palonkestävyystesti 834-1. (1999). ISO.

Maankäyttö- ja rakennuslaki (1999). 131999, 117 b §

Palo- ja pelastussanasto (2006). Helsinki: Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö ja Suomen Palopäällystöliitto.



Riskiperusteinen  
lähestymistapa eli  
palotekninen  
suunnittelu

3

## 3 Riskiperusteinen lähestymistapa eli palotekninen suunnittelu

Tässä luvussa käsitellään riskeihin perustuvaa paloteknistä suunnittelua (FSE, fire safety engineering). Toiminnallisesta suunnittelusta käytetään käsitettä oletettuun palonkehitykseen perustuva suunnittelu. Aina ei tietenkään suunnitella pelkästään palon kehittymistä, vaan suunnitteluun liittyy keskeisesti ihmisten toiminta.

Palotekninen suunnittelu ei ole uutta, sillä sitä on alettu soveltaa Isossa-Britanniassa jo vuonna 1918. Taulukkoarvoihin ja kokemukseen perustuva suunnittelu yleistyi Iso-Britanniassa ja Yhdysvalloissa 1900-luvun puolivälissä. Menetelmässä kiinnitetään huomiota nimenomaan riskeihin ja paloturvallisuuteen, eikä pelkkiin rakenteellisiin ominaisuuksiin tai säädöksiin. Palotekninen suunnittelu perustuu asiantuntemukseen ja siihen, että rakennuksen turvallisuustavoitteet ovat selkeät. Palotekninen suunnittelu kuuluu voimassa olevaan lainsäädäntöön ja rakennusturvallisuussäädöksiin. Paloturvallisuus on muutakin kuin rakentamista. Kyse on ajattelutavasta, jossa siis otetaan huomioon ympäristön, palon, rakennusten, ihmisten, palon sammuttamiseen ja pelastustoimeen liittyvät tekijät.

Palotekninen suunnittelu voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan: taulukkomitoitukseen ja toiminnalliseen suunnitteluun. Kaikki palotekninen suunnittelu perustuu maankäyttö- ja rakennuslakiin (132/1999) sekä asetukseen rakennusten paloturvallisuudesta (848/2017). Taulukkomitoitukseksi kutsutaan taulukoiden ja ohjearvojen mukaista luokitukseen perustuvaa paloteknistä suunnittelua. Toiminnallisessa mitoituksessa paloteknisten vaatimusten täytyminen osoitetaan laskennallisesti. Toiminnallisen mitoituksen työkaluja ovat palo- ja poistumissimulointiohjelmat ja erilaiset palodynamiikan kaavat. Oletettuun palonkehitykseen perustuvassa suunnittelussa on käytettävä menetelmiä, joiden kelpoisuus on osoitettu. On mahdollista, että rakennuksen palotekniikasta vain osa suunnitellaan toiminnallisesti ja muu palotekniikka taulukkomitoituksella. Asetuksessa kuvataan toiminnallisen mitoituksen perusteet (848/2017, taulukko 4).

### 3.1 Palotekninen suunnittelu (FSE, Fire Safety Engineering)

Palotekninen suunnittelu on soveltavaa paloturvallisuustiedettä, jossa tutkitaan:

- tulipalon ominaisuuksia (palofysiikka)
- rakennuksen suunnittelua (rakennussuunnittelu ja -tekniikka)
- ihmisten käyttäytymistä (käyttäytymistieteet)

Lähestymistapa edellyttää huolellista, todistettavissa olevaa ja systemaattista riskien ja jo aiheutuneiden palojen analysointia. Erilaiset tutkimusraportit ovat osa tällaista paloturvallisuuden systemaattista tarkastelua. Myös EU:ssa on määritelty paloteknisen suunnittelun soveltamisalueita.

Paloteknisessä suunnittelussa sovelletaan:

- perusedellytyksiä
- määräyksiä
- asiantuntijalausuntoja, jotka perustuvat tieteelliseen arviointiin palon etenemisestä, tulen vaikutuksista ja ihmisten reaktioista ja käyttäytymisestä

Tavoitteena on:

- vähentää onnettomuuksia
- suojella omaisuutta ja ympäristöä
- määritellä tulipalon vaara ja vaikutukset
- arvioida ja suunnitella parhaiten soveltuvat suojaus- ja palontorjuntatoimenpiteet (Benefe 2002).





Suojeltu rakennus: rakennuksen suojeleminen on osa kulttuuriperinnön ja kansallisen identiteetin suojeleminen.

## 3.2 Käsitteellistäminen

Käsitteellisen ajattelun edellytyksenä on se, että palotekniseen suunnitteluun osallistuvilla on kokonaiskuva paloturvallisuudesta. Heidän on kyettävä asettamaan ongelmat ja tilanteet yleiselle, kokonaisvaltaiselle ja käsitteelliselle tasolle. Käsitteellisen ajattelun periaatteet ovat:

- abstrahointi (abstracting) ongelman muotoilu yleisluontoisesti, sen asettaminen abstrakteihin puitteisiin
- vaihtaminen (switching): näkökulman vaihtaminen abstraktista ajattelutavasta konkreettiseen ja päinvastoin. Analyysin muuttaminen konkreettisiin ratkaisuihin.
- yleistäminen (generalising): ongelman käsitteleminen osana laajempaa kokonaisuutta. Konkreettisen ongelman pääpiirteiden tunnistaminen ja rakenteellisten ratkaisujen löytäminen.
- seurausten tunnistaminen (seeing the implications): johtopäätöksen ja seurausten tunnistaminen ja ajatuksen pääpiirteiden ymmärtäminen ja muistaminen.
- suhteellistaminen (relating): ongelman tai ajatuksen ymmärtäminen yhdistämällä se läheisiin käsitteisiin ja ajatuksiin. Kyky tarkastella asioita ylitse oman osaamisalueen rajojen.

Käsitteellinen ajattelu edellyttää tekijöiden tarkastelua useista näkökulmista. Tämä puolestaan edellyttää kokonaiskuva riskiestä, paloista ja paloturvallisuudesta. Kokonaiskuvan osia ovat esimerkiksi rakenteelliset yksityiskohdat, lait ja säädökset, tarkoituksenmukainen toiminta hätätilanteessa, turvallisuusorganisaation toiminta ja pelastaminen.

## 3.3 Asiantuntijuus ja näkökulmaerot

Asiantuntijan näkemys on paloturvallisuutta suunniteltaessa edellytys riippumatta siitä, käytetäänkö edistynyttä paloteknistä suunnittelua lainkaan.

Asiantuntemus on usein jakautunut, kuten riskitkin ovat.

Vuorovaikutusta hankaloittavat osapuolten eturistiriidat ja asiantuntijuuden erilaisuus. Eturistiriidat johtuvat usein näkökulmaeroista. Näkökulman eroja voivat aiheuttaa esimerkiksi rakennuksen kustannuksiin liittyvät asiat ja suunnitteluratkaisut.

Jotta yhteistyö suunnittelijoiden ja viranomaisten välillä onnistuu, osapuolten tulisi olla jatkuvassa vuorovaikutuksessa.

Yhteistyö suunnittelun ja viranomaisten välillä pitäisi perustua keskinäiseen kunnioitukseen, luottamukseen ja tarkoituksenmukaiseen tehtävänjakoon.

Alankomaiden turvallisuusinstituutissa (National Fire Academy, Netherlands Institute for Safety, NIFV) toteutettiin kirjallisuuskatsaus raporteista, joissa kuvattiin paloteknistä suunnittelua. Tässä katsauksessa havaittiin, että:

- Paloteknisessä suunnittelussa käytettävä lähestymistapa pohjautuu usein ensisijaisesti rakentamista ja vasta toissijaisesti paloturvallisuutta koskeviin sääntöihin ja määräyksiin.
- Osassa rakennuksia suojausvaihtoehdot johtavat epävarmaan turvallisuustilanteeseen, koska pelastustoimen sammutuskyky on jo otettu huomioon.
- Suojausvaihtoehtojen valinta ei perustu riskianalyysiin. Ratkaisut suunnitellaan ilman ongelman asianmukaista tutkimista ja analysointia.
- Palotekninen suunnittelu otetaan huomioon usein liian myöhäisessä suunnitteluvaiheessa. Vaarana voi olla silloin, että kokonaisturvallisuus jää vaillinaiseksi.
- Tiedottaminen ja vuorovaikutus on liian vähäistä suunnittelijoiden ja viranomaisten välillä.
- Osapuolten (rakennusvalvonta, rakennussuunnittelu, pelastusviranomaiset) asiantuntemus, osaaminen ja lähestymistavat ovat keskenään erilaisia.
- Palotekninen suunnittelu on dokumentoitu siten, että viranomaisten on vaikea tulkita tekstiä.
- Paloturvallisuusriskejä aliarvioidaan.
- Taloudelliset intressit määräävät rakennussuunnittelua. Tämä koskee erityisesti rakennustuotteiden valmistajia tai toimittajia.
- Tekniset ratkaisut vaikeuttavat rakennuksen käyttöä.
- Pelastustoimen mielestä rakennuksen käyttäjien olisi osallistuttava suunnitteluun. Pelkästään teknisellä suunnittelulla saatetaan aiheuttaa hankaluuksia rakennuksen käytölle.



### 3.4 Palotekninen suunnittelu ja riskiperusteisuus

Paloturvallisuustavoitteiden saavuttaminen on palotorjunnan keskeinen osa. Sillä ei ole merkitystä, saavutetaanko tavoite käyttämällä sääntöpohjaista vai riskiperusteista menetelmää. Tehokkaat toimintatavat takaavat tasa-arvoisuuden lain edessä.

Sääntöpohjainen	Riskiperusteinen
ohjaava	toimintakykyyn perustuva
sääntöihin ja sopimuksiin perustuva	riskeihin perustuva
normatiivinen palonkehitys	mitoituspalo
suoraviivainen, karkea	tarkka, yksityiskohtainen
vanhakantainen tai perinteinen	kehittyvä
ei-innovatiivinen	innovatiivinen
harvoin sovellettavissa mittailauksena	varta vasten kohteeseen sovellettava
yksinkertainen	monimuotoinen
yksiselitteinen	monitulkintainen
yhdenvertainen lainsäädännöllisesti	vähemmän yhdenmukainen lainsäädännöllisesti

Taulukko 1. Tyypilliset erot sääntöpohjaisen ja riskiperusteisen paloteknisen suunnittelun välillä.





Korkea asuinrakennus.

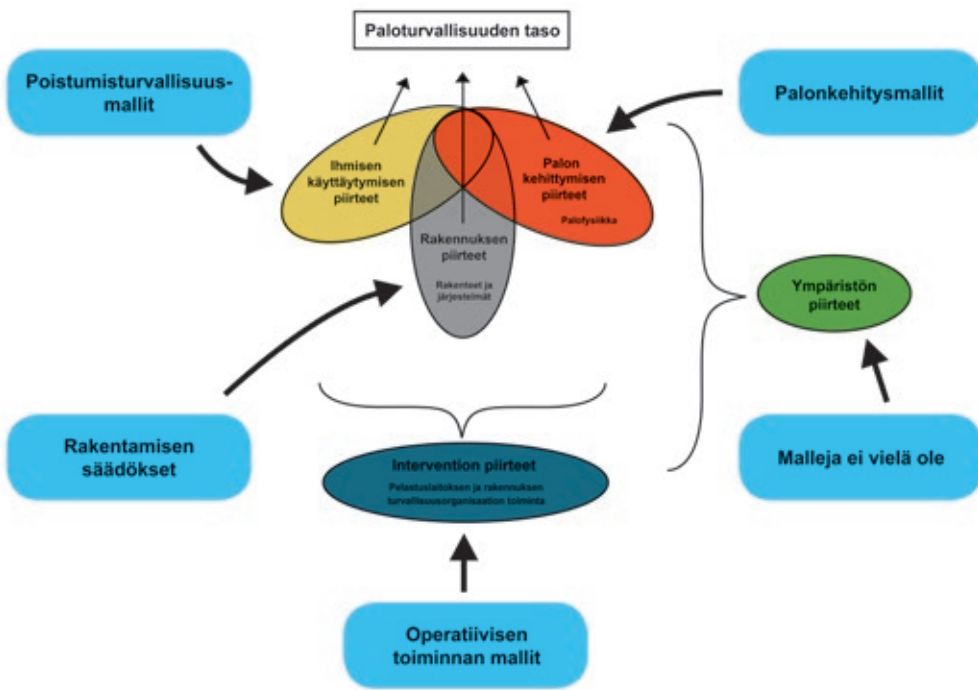


Liikerakennus, josta käyttäjät pystyvät poistumaan itsenäisesti.



Ylös asti avoin palo-osasto.

Kuviossa 19 esitetään ominaisuuksien ja palotekniseen suunnitteluun vaikuttavien mallien soveltamisen yhdistelmän. Paloteknisellä suunnittelulla pyritään kehittämään kokonaiskuva, eikä pelkästään noudattamaan sääntöjä. Tämän vuoksi fysiikkaan liittyvät koelliset mallit ovat tärkeitä. Esimerkkejä malleista ovat palomalli ja analyttinen malli poistumisturvallisuudesta. Malleja käytettäessä tulipaloja on harkittava skenaarioiden näkökulmasta. Skenaariot selventävät palon ja paloturvallisuuden keskinäistä suhdetta.



Kuvio 19. Paloteknisen suunnittelun kokonaiskuvaus.

## 3.5 Palotekninen suunnittelu käytännössä

Paloteknisen suunnittelun tavoitteena on riittävä paloturvallisuustaso, samaan tapaan kuin sääntöpohjaisessa menetelmässä. Palotekninen suunnittelu liittyy keskeisesti riskeihin. Tavoitteena on ymmärtää rakennuksessa mahdollisesti syttyvän palon seuraukset, rakennuksen paloturvallisuuteen liittyvät ratkaisut ja paloturvallisuuden ylläpitämiseen liittyvät lähtökohdat. Esimerkiksi poistumisteiden ja paloteknisten laitteiden kunnossapito sekä ihmisten käyttäytyminen palotilanteessa ovat keskeisiä näkökulmia.

Kuten sääntöihin pohjautuvassa lähestymistavassa, paloteknisen suunnittelun tavoitteena on se, että rakennus tarjoaa riittävän suojan palolle ominaisten liekkien, palossa syntyvän energian ja savun vaikutuksia vastaan. Lämpötilan nousu voi heikentää rakenteiden lujuutta, mikä saattaa johtaa rakenteen pettämiseen. Tällöin rakennus ei enää pysty kantatulemaan kuormaa, jolle se altistuu. Ihmisiä tulee suojella palon aikana sekä lämpötilalta että savulta. Tähän suojeluun liittyy näkökyvyn häiriintyminen, altistuminen myrkyllisille aineille ja altistuminen savulle sekä kuumille kaasuille ja lämpösäteilylle. Lämpö siirtyy kuumasta kylmään. Palossa lämmön siirtymistavat, kuten johtuminen, kulkeutuminen ja säteily voivat aiheuttaa epävakautta rakenteeseen tai rakennuksen osaan.

### Johtuminen (konduktio)

Kiinteiden aineiden lämmönjohtuvuus johtuu materiaalin ominaisuuksista. Jotkut materiaalit ovat hyviä lämmönjohtimia (metallit), toiset taas toimivat eristävinä (mineraalivilla). Esimerkiksi huoneistopalossa palavan huoneen lämpötila on korkeampi kuin vieressä huoneessa. Lämpö johtuu huoneiden välisen seinän läpi.

### Kulkeutuminen (konvektio)

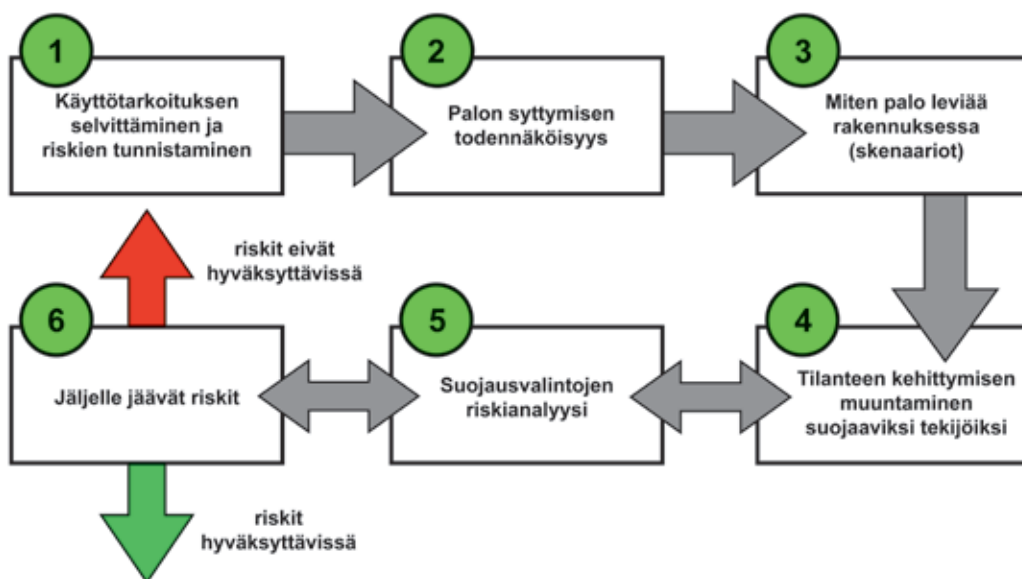
Lämmön kuljettumista esiintyy pääasiassa nesteissä ja kaasuissa. Toisaalta esimerkiksi palavat kiinteät partikkelit kuljettavat lämpöä (esimerkiksi tehtaassa palavat eristelevyt lentelivät kuuman ilmapirtauksen ansiosta kauas ja kuljettivat lämpöä). Kuljettuminen johtuu paine-eroista. Tulipalon sattuessa tämä paine-ero johtuu usein lämpötilaeroista ja siitä, että lämmin ilma nousee tilassa ylöspäin.

### Säteily

Lämpösäteilyä aiheuttavat sähkömagneettiset aallot esimerkiksi tulen liekeistä. Lämpö voi siis siirtyä tällaisen säteilyn vuoksi. Säteilystä johtuvaa lämmönsiirtoa voi tapahtua myös tyhjiössä.

### 3.6 Kuusivaiheinen paloturvallisuusmalli

Paloriskejä on määritelty tässä laadullisen aineiston avulla ja arvioimalla todennäköisyyksiä. Kuviossa 20 on esitetty kuvaus paloturvallisuudesta kuudessa vaiheessa. Mallin keskeisenä ajatuksena on, että rakennuksen riskejä tulee arvioida yhdessä ihmisten aiheuttamien riskien kanssa. Mallia voidaan soveltaa myös arvioitaessa vahinkoja ja menetyksiä.



Kuvio 20. Kuusivaiheinen paloturvallisuusmalli.

#### Vaihe 1

Ensimmäisessä vaiheessa kartoitetaan, miten rakennusta tai sen osaa on tarkoitus käyttää. Rakenteiden, poistumisteiden, palo-osastojen ja muiden suojauskeinojen harkitseminen suhteessa riskien tunnistamiseen on olennainen osa tätä vaihetta. Havaitut riskit tuodaan kaikkien toimijoiden tietoon jo suunnitteluvaiheessa.

#### Vaihe 2

Toisessa vaiheessa arvioidaan palon syttymismahdollisuuksia. Tässä riskeihin perustuva lähestymistapa eroaa sääntöihin pohjautuvasta. Lisäksi on arvioitava paloturvallisuus-toimenpiteiden määrä ja laajuus. Näiden selvittämiseksi on perehdyttävä tulipalon todennäköisyyteen ja mahdollisiin seurauksiin. Arvioinnin perusteena voidaan käyttää

palotutkimusta, esimerkiksi palotilastoja, analyysseja tai palotapauksien kuvauksia. Jos tilastoista ja tapaustutkimuksista ei saada riittävästi tietoa, on hyvä käyttää apuna asiantuntijanäkemyksiä. Vaiheittain etenevällä tarkastelulla saadaan kuva palon todennäköisyyksistä ja vaikutuksista.

Tärkeitä kysymyksiä ovat tässä vaiheessa:

- Voiko pieni palo levitä merkittävän kokoiseksi?
- Voiko palo levitä lähellä oleviin esineisiin, esimerkiksi lämpösäteilyn tai suoran liekkikosketuksen vuoksi?
- Voivatko kaasut tai höyryt aiheuttaa räjähdysmäisesti leviävän palon?

Vaiheiden 1 ja 2 tulokset antavat osapuolille erityistä tietoa rakennuksesta. Nämä tiedot osoittavat, millainen palosuojaus vaaditaan.

On huomattava, että lain näkökulmasta katsottuna lainsäätäjän asettama turvallisuustaso on vähimmäisvaatimus.

### Vaihe 3

Kolmas vaihe etenee skenaarioiden avulla. Tällöin määritellään yksi tai useampi tilanne, miten palo voi levitä rakennuksessa. Jotta tällainen skenaario voidaan luoda, tulee tuntea palon leviämisen ja seurausten keskeiset piirteet. Tilanteen tarkastelu osissa mahdollistaa rakennuksen sisällä aloitettujen pelastustoimien ja viranomaisten pelastustoimintaan kuluvan ajan arvioimisen. Tällä menettelyllä saadaan arvokasta tietoa suunnittelun pohjaksi.

### Vaiheet 4 ja 5

Vaiheet 4 ja 5 liittyvät siihen, että paloriskit pidetään niin vähäisinä kuin kohtuudella on mahdollista. Tällöin otetaan huomioon sekä paloturvallisuuteen liittyvät toimenpiteet että paloturvallisuuslaitteet ja -välineet. Yksi tai useampi skenaario muutetaan suojausvaihtoehtoiksi kartoittamalla, arvioimalla ja todentamalla. Suojausvaihtoehtojen järjestys on teoreettinen, sillä käytännössä suojausvaihtoehtoja ei voi usein selkeästi erottaa toisistaan. Skenaarioiden tulee olla riittäviä vaikutuksiltaan siten, että ne kattavat merkittävän osan riskeistä.

## Kartoitus

Kartoitus sisältää luettelon mahdollisista suojausvaihtoehdoista, jotka suunnittelijan mielestä soveltuvat rakennuksen erityispiirteisiin. Valinta tehdään kartoituksen perusteella. Sitten tulee ratkaista, ovatko suunnitellut ratkaisut todella sovellettavissa käytäntöön.

## Arviointi

Arvioinnissa keskitytään kartoituksessa yksilöityihin suojausvaihtoehtoihin. Tavoitteena on ratkaista, voidaanko tiettyä toimenpidettä tai laitetta soveltaa rakennuksen paloturvallisuusratkaisujen toteutuksessa. Menetelmien toimivuus ja luotettavuus ovat keskeisiä. Toimivuus tarkoittaa sen arvioimista, tarjoaako suojausvaihtoehto todellisen suojaustason. Esimerkiksi jossakin rakennuksessa ilmanvaihtojärjestelmä saattaa edistää turvallista poistumista hätätilanteessa. Tämä voidaan todentaa laskentamallien avulla, kun hyödynnetään palon- ja savunkehityksen sekä evakuoinnin malleja. Mikäli suojaus vaikuttaa toimivalta ja luotettavalta, suojaus voidaan toteuttaa. Mikäli suojaus ei toimi kunnolla, laitteistoja tai toimenpiteitä tulee säätää tai muuttaa.

## Varmentaminen

Tässä vaiheessa suojausvaihtoehdot varmennetaan, eli tehdään lopulliset päätökset siitä, sopivatko vaihtoehdot toteutettaviksi toimenpiteiksi. Lopullisten päätösten tekeminen edellyttää, että valittuja paloturvallisuusstrategioita ja niiden perusteella tehtyä arviointia tarkastellaan kriittisesti. Kriittinen tarkastelu tarkoittaa herkkyystarkastelua, eli vaikuttaako suunnittelussa käytetyn lähtötiedon muuttuminen lopputulokseen merkittävästi. Esimerkiksi kaikki uloskäynnit eivät ehkä olekaan käyttökelpoisia, tai jokin tekninen ratkaisu ei toimi suunnitellusti, esimerkiksi savunpoisto ei käynnisty.

## Vaihe 6

Edellisen vaiheen jälkeen on selvillä, mitkä rakennuksen paloturvallisuuteen liittyvät riskit ovat hallinnassa ja mitä jäljellä olevat riskit ovat. Tämän jälkeen on päätettävä, ovatko jäljelle jäävät riskit hyväksyttäviä. Jos näin ei ole, ratkaisuvaihtoehtoja on mietittävä uudelleen.

Rakennus tulee suunnitella siten, että hätätilanteessa voidaan poistua tehokkaasti ja evakuointi sujuu joustavasti. Suunnittelussa tulee arvioida sekä rakennuksen ominaisuuksia että ihmisten käyttäytymistä. Suunnitteluvaiheessa tarkastellaan paloturvallisuusratkaisujen kustannuksia rakennuksen koko elinkaaren ajalta. Harkittaessa turvallisuusjärjestelmiä ja niiden hintoja on siis osattava jakaa kustannukset rakennuksen käyttöajalle.

## 3.7 Riskianalyysimenetelmät osana riskilähestymistapaa

Kun riskejä lähestytään edellä esitetyllä vaiheittaisella suunnitelmalla, voidaan soveltaa riskianalyysimenetelmiä. Tällaisia ovat esimerkiksi riskimatriisi ja tapahtumapuuanalyysi (event tree). Näiden menetelmien lähtötiedot ja tulokset on dokumentoitava. Lähtötietojen on oltava luotettavia ja niiden on perustuttava tutkittuun tietoon, esimerkiksi tilastointiin rakennusten syttymistäajuudesta tai teknisten järjestelmien toimintavarmuudesta.

### Riskimatriisi

Tätä menetelmää voidaan soveltaa riskejä analysoitaessa kaikissa vaiheissa osana toistuvia prosesseja. Usein osapuolet hyödyntävät riskimatriisia tiedostamattaan. Riskien huomioonottaminen ja päätöksenteko saattavat tapahtua suunnittelijoiden ja rakennuttajien mielissä, ilman, että niitä kirjataan tai mainitaan ääneen. Osapuolten ennakkoluulot ja kokemukset voivat vaikuttaa analyysiprosessiin ja silloin on vaarana, että valinnat eivät perustu perusteelliseen, todennettavissa olevaan analyysiin.

### Tapahtumapuuanalyysi

Tapahtumapuuanalyysilla voidaan kuvata paloa sen alkamisesta lähtien käyttäen tiettyjä suositusarvoja. Tätä menetelmää voidaan käyttää skenaarioiden muuntamisessa todelliseksi suojeluvaihtoehdoiksi (vaihe 4) yhdistettynä suojeluvaihtoehtojen riskianalyysiin (vaihe 5). Menetelmää voidaan käyttää, kun suunnitellaan geometrialtaan moniulotteisia tai isoja rakennuksia, joissa useita suojausvaihtoehtoja verrataan toisiinsa. Usein tapahtumapuuanalyysin laatiminen helpottaa tätä. Epäonnistumismahdollisuuksien määrittäminen liittyy tähän analyysitapaan.

## 3.8 Paloskenaariot

Paloteknisessä suunnittelussa paloskenaariot tukevat suunnittelutyötä. Ne auttavat ymmärtämään palon kehitystä, kokoa ja seurauksia. Paloskenaario määritellään seuraavasti: "Paloskenaario on teoreettinen kuvaus realistisesti kuvitellusta palosta, joka perustuu ennalta valittuihin tekijöihin. Nämä määrittävät tulen ja savun leviämisen. Skenaario kuvaa palon vaikutusta rakennukseen, siellä toimiviin ihmisiin sekä rakennuksen sisustukseen ja kalustukseen". Koska monet tekijät ovat yhteydessä tulipalon syttymiseen ja leviämiseen, skenaarioita laaditaan tavallisesti useampia. Tärkeimpiä ovat skenaariot, joilla on kaikkein vakavimmat seuraukset. Paloskenaariot voidaan muuttaa suojausvaihtoehdoiksi yhdistämällä tietty palokehitys seurauksiin.



Esimerkiksi:

- ihmisten evakuoiminen rakennuksesta
- rakennuksen turvallisuusorganisaation toiminta
- pelastuslaitoksen toiminta
- rakenteet
- mahdolliset vauriot

On ilmeistä, että tulen ja savun leviäminen ovat osa skenaariota. Paloskenaarioiden muuntamisessa suojausvaihtoehtoiksi onkin kyse palon ennakoimisesta ja riskien poistamisesta.

### Tulipalo osana skenaariota

Tiettyä vertailupaloa tulee pitää lähtökohtana päätettäessä siitä, mitä palonehkäisyn toimenpiteitä ja -välineitä tulee käyttää. Paloteknisten ratkaisujen yhteydessä käytetään perusteena palomalleja. Malleissa hyödynnetään käytännöllisempää lähestymistapaa palonkehitykseen kuin standardin mukaisessa palonkehityskaaviossa.

### Evakuointi osana skenaariota

Palotilanteessa tarvitaan riittävästi aikaa takaamaan ihmisten turvallinen poistuminen. Tätä aikaa kutsutaan evakuointiajaksi. Käsitteitä turvalliseen poistumiseen käytettävissä oleva aika (ASET Available Safe Egress Time) ja poistumiseen kuluva aika (RSET Required Safe Egress Time) käytetään yleisesti arvioitaessa poistumiseen liittyviä lähtökohtia. Poistumisajan on oltava lyhyempi kuin ajankohdan, jolloin palo on muuttunut ihmishenkiä uhkaavaksi.

Pelastautumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat siis palon ja savun leviäminen sekä ihmisten poistumisen nopeus. Poistuminen koostuu kolmesta peräkkäisestä perusvaiheesta:

1. Vaaran havaitseminen ulkoisista merkeistä
2. Vaaratekijöiden varmistaminen ja niihin reagoiminen (päätöksenteko)
3. Siirtyminen turvalliseen tilaan

Vaiheet 1 ja 2 liittyvät päätöksentekoon. Vaihe 3 on toiseen tilaan siirtymisen aika (relocation time).

ASET (Available Safe Egress Time) Turvalliseen poistumiseen käytettävissä oleva aika  
RSET (Required Safe Egress Time) Poistumiseen kuluva aika

Käytettävissä oleva poistumisaika eli turvalliseen poistumiseen käytettävissä oleva aika (ASET) kuvaa aikaa syttymisestä siihen, että olosuhteet ovat sellaiset, että ihminen ei voi enää selviytyä (esimerkiksi, kun savu saavuttaa tietyn korkeuden tai kun kuumuus ja vapautuneiden vaarallisten aineiden vaikutus on liian vaarallinen). Poistumismahdollisuudet heikkenevät, mitä kauemmin aikaa kuluu. Käytettävissä olevan poistumisajan määrittämiseksi on tutkittava tekijöitä, jotka alentavat selviytymisen mahdollisuutta. Poistumiseen kuluva aika (RSET) alkaa palon syttymisestä ja päättyy siihen, kun ihmiset ovat päässeet turvaan. Varoitusaajan jälkeen vaadittu poistumisaika määräytyy yhdessä päätöksentekoaikaan (tunnistus- ja reaktioaika) ja ihmisten poistumiseen käyttämästä ajasta.

### 3.9 Paloteknisen suunnittelun työkalut

Paloteknisen suunnitteluun ja toteutukseen on useita vaihtoehtoja. Näitä kutsutaan tässä paloteknisen suunnittelun työkaluiksi. Tällaisia ovat esimerkiksi standardit, määrittys- ja laskentamenetelmät ja suunnitteluohjeet.

Palotekniseen suunnitteluun sovellettavia erityisiä analyysimalleja ovat palo- ja evakuointimallit, palonilmaisimien aktivoitumisajat sekä mallit, jotka mahdollistavat rakennusten rakenteiden palonkestävyyden määrittämisen. Näitä malleja kutsutaan myös simulaatiomalleiksi. Monimutkaisten tilastollisten suhteiden vuoksi simulaatiomalleja toteutetaan tietokoneen avulla. Malleja tulee käyttää systemaattisesti ja tarkasti, sillä mallien vääränlainen käyttö voi johtaa väärin johtopäätöksiin. Tällainen on kyseessä, kun malleja valitaan tai käytetään satunnaisesti. Poistumisturvallisuuden analysointimallia lukuun ottamatta tässä teoksessa ei käsitellä tarkemmin muiden mallien yksityiskohtia.

Malleja hyödynnettäessä on aina otettava huomioon, että ne tarjoavat vain yksinkertistetun ja rajoitetun kuvan tilanteesta. Joka tapauksessa mallit auttavat ymmärtämään palon ja savun leviämistä ja sen yhteyksiä evakuointiin ja rakenteiden palonkestävyyteen, toisin kuin pelkkiin sääntöihin perustuva turvallisuussuunnittelu. Mallit toimivat parhaiten, jos niitä hyödyntävät alan erityiskoulutuksen saaneet henkilöt ja muut asiantuntijat.

## Palomallit

Palomallit mahdollistavat palon kehityksen ja vaiheiden arvioimisen ja laskemisen. Mallit voidaan jakaa kahteen pääluokkaan: perinteisiin ja innovatiivisiin. Perinteisissä malleissa lämpötila-aika suhde osoitetaan standardipalokäyrällä ja ne toimivat perinteisen määräksiin pohjautuvan suunnittelun tukena. Innovatiiviset mallit perustuvat mitoituspaloille ja ovat pohjana paloteknisille, riskiperusteisille suunnitelmille.

Mitoituspaloissa tarkastellaan palon kehittymistä energian vapautumisena aikajanalla. Malleilla kuvataan pääosin parametrisiä paloja, joita voidaan käyttää suunnittelun varhaisessa vaiheessa. Vyöhykemalleissa otetaan huomioon kaikki tärkeimmät paloon vaikuttavat tekijät. Kenttämalleja voidaan käyttää rakennuksissa, joiden geometria on monimutkainen. Yksivyöhykemallissa oletetaan, että huoneen palolämpötila on tasainen. Kaksivyöhykemallissa puolestaan oletetaan, että palossa kehittyy yhteen tilaan kaksi lämpötilavyöhykettä. Pääparametrina on lämmönvapautumisnopeus. (Outinen).

Palon kehittymistä ja sen vapauttaman lämmön analyysia voidaan soveltaa luonnollisiin palotilanteisiin. Palon energia, lämpö ja savu, luokitellaan palon vapautumisen tiheysasteen ( $W/m^2$ ) ja aikavakion (sekunteja) mukaan.

## Innovatiiviset palomallit

Innovatiiviset palomallit ovat realistisempi lähestymistapa palonkehitykseen perinteisiin malleihin verrattuna. Palon leviämisen- ja sammumisvaiheet ovat osa palonkehitystä. Lieskahdusta edeltävä vaihe on turvallisuuden kannalta vaiheista keskeisin. Tulipalon estäminen esimerkiksi sammuttamalla se automaattisen sammuttimien avulla on tehokkainta tässä vaiheessa. Lieskahduksen todennäköisyyttä voidaan arvioida hyödyntämällä malleja, jotka pystyvät laskelmoimaan palon kehitystä tietyissä olosuhteissa. Innovatiiviset palomallit sisältävät laskentasääntöjä, esimerkiksi sääntöjä, joiden avulla voidaan saada tietoja palo-osaston olosuhteista, vaikkapa savun lämpötilasta, tiheydestä tai savukerroksen paksuudesta. Laskennat voidaan tehdä vaiheittain. Palon ja rakennuksen ominaisuuksien välinen vuorovaikutus on näissä laskelmissa keskeistä. Tulipalon ominaispiirteitä – savun leviämisen aste ja johtumalla, konvektiolla (kuljettuminen) ja säteilemällä tapahtuva lämmönsiirto – verrataan ympäröiviin huoneisiin. Näihin ominaisuuksiin ovat yhteydessä esimerkiksi huoneen muoto, huoneessa olevat esteet, ikkuna- ja tuuletusaukot sekä ovet, huoneen materiaalien palo-ominaisuudet ja seinäpintojen karkeus.

Palon ja savun käyttäytyminen on keskeistä kaikissa malleissa. Mallit mahdollistavat laskelmat lämpö- ja savuolosuhteista ja näin ollen voidaan laskea, ovatko poistumis- ja rakenteellisen turvallisuuden toimet riittäviä, vai tuleeko niitä vielä optimoida.

Palon ja savun leviäminen ovat analyysin merkittäviä lähtökohtia. Tyypillisesti analyysissä arvioidaan seuraavia ominaisuuksia:

- palon ominaisuudet
- savun leviäminen
- palopatsas
- palon kehittyminen (happi-polttoaine).

## Palon ominaisuudet

Palon ominaisuuksien, riskin määrittäminen ja yhdistäminen tiettyyn rakennukseen on turvallisuusteknisen suunnittelun tärkein osa. Molempien menetelmien peruskäsitteenä on palokuorma, jota tarkastellaan lämmönvapautumisen näkökulmasta. Ensimmäisessä menetelmässä määrää mitoitetaan laskelmilla. Toisessa menetelmässä käytetään tilastollista analyysia ja palokuorma luokitellaan rakennustyypeittäin. Menetelmä hyödyntää lämmön ja palon kehittymisnopeutta tietyntyyppisessä rakennuksessa. (EU; TNO Centre for Fire Safety.)

Kun palo kehittyy nopeasti, energiaa vapautuu nopeammin kuin hitaasti kehittyvässä palossa. Siksi myös lämpötilan kehittyminen on erilaista. Mikäli happea on riittävästi, yhtenevä määrä samaa puuta pilkottuna tuottaa enemmän energiaa aikayksikköä kohden kuin pilkkomatta jätetty puu. Tällöin lämpövaikutus on suurempi.

Lämmönvapautumisnopeus vaikuttaa kaasun lämpötilan nousemiseen. Palon kehittyminen on yhteydessä siihen, onko palon kasvuvaiheen aikana riittävästi happea. Jos hapen määrä ei rajoita paloa, kyse on polttoainerajoitteista palosta. Jos palava tila tai siinä olevien ilma-aukkojen määrä on pieni, kyse on ilmavirtauksen rajoittamasta palosta. Molemmista palotyypeistä voi aiheutua lieskahdus. (Outinen) Suunniteltaessa automaattista sammutuslaitteistoa oletetaan, että se rajaa palon tai sammuttaa sen. Näin palon voidaan olettaa jäävän pienemmäksi ja palon sammumiseen on paremmat olosuhteet. Rajoittunut palo ja savun leviäminen voidaan ottaa huomioon suunnittelussa. Tämä lisää rakennuksessa oleskelevien ihmisten turvallisuutta, sillä pienemmät tulipalot ovat seurauksiltaan vähäisempiä kuin suuret.

## Savu

Savu on kiinteiden, nestemäisten ja kaasumaisten palamistuotteiden yhdiste. Palopatsaan kohoaminen voi johtaa hormivaikutukseen. Kuuma ilma ja savu kerrostuvat ja aiheuttavat pystysuuntaisen ilmavirtauksen. Jos kuumen ja kylmän ilman patsaat ovat yhteydessä toisiinsa niiden pohjalla ja yläosissa, kuuma ilma virtaa kylmän ilmapatsaan yläosaan ja kylmä ilma virtaa kuumen ilman alaosaan. Tämä ilmapatsas yhdistyy pala-

mistuotteiden virtaukseen sisältyvään ympäröivään ilmaan, jos sitä on. Näin sekoittuva ilma on savun ainesosa. Palamistuotteiden ja ilman seoksen eroa ei voida havaita. Ympäröivän ilman sekoittaminen lisää pysyvästi savun virtauksen määrää (massavirta). On huomattava, että jos savu aiheuttaa vaaran, suojaustoimenpide voi olla lämmön ja savun ohjaaminen toisaalle.

## Esteet

Ilmavirtauksen esteet vaikuttavat negatiivisesti savupilven nousuun. Savun törmäminen esteeseen aiheuttaa savunosteen heikkenemistä ja savu leviää tilaan vaakasuunnassa. Mitä pidemmän matkan savu etenee ilmavirran mukana, sitä enemmän siihen sekoittuu ympäröivää ilmaa. Näin massavirrasta tulee suurempi.

## Savun riskit

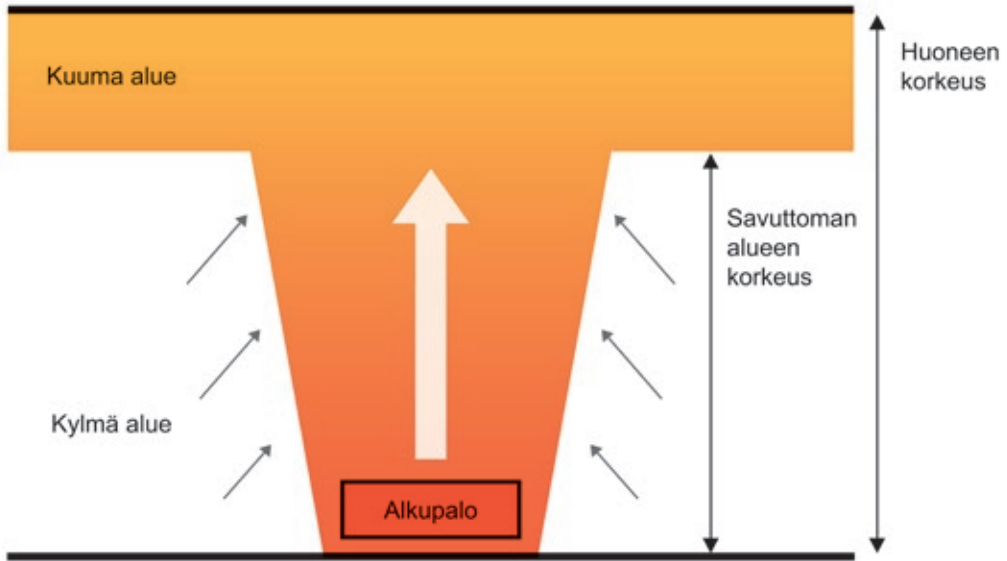
Savu on vaarallista, koska se aiheuttaa:

- altistumista kuumille kaasuille ja lämpösäteilylle
- altistumista myrkyllisille kaasuille
- näkyvyyden heikkenemistä.

Altistumisella kuumille kaasuille ja lämpösäteilylle voi olla vaikutuksia sekä rakennukselle että sen asukkaille ja muille käyttäjille. Myrkylliset kaasut ja näkyvyyden heikkeneminen vaikuttavat ihmisiin. Myrkylliset kaasut voivat aiheuttaa esimerkiksi silmien ärsytystä, mikä heikentää kaukonäköä. Savun vaarat johtuvat palossa syntyvistä savuhiukkasista. Ne ovat kiinteitä: tuhkaa ja nestemäisiä hiukkasia.

## Savupatsas-malli

Tulipalo huoneessa luo savupilven, joka kuljettaa lämpöä ja palamistuotteita. Kuumen ja kylmän ilman tiheyden ero synnyttää pystysuuntaisen ilmavirran (plume rise, kuvio 21). Savupatsas aiheuttaa energian siirtymisen. Savupilvi laajenee, kun se kohoaa korkeammalle.

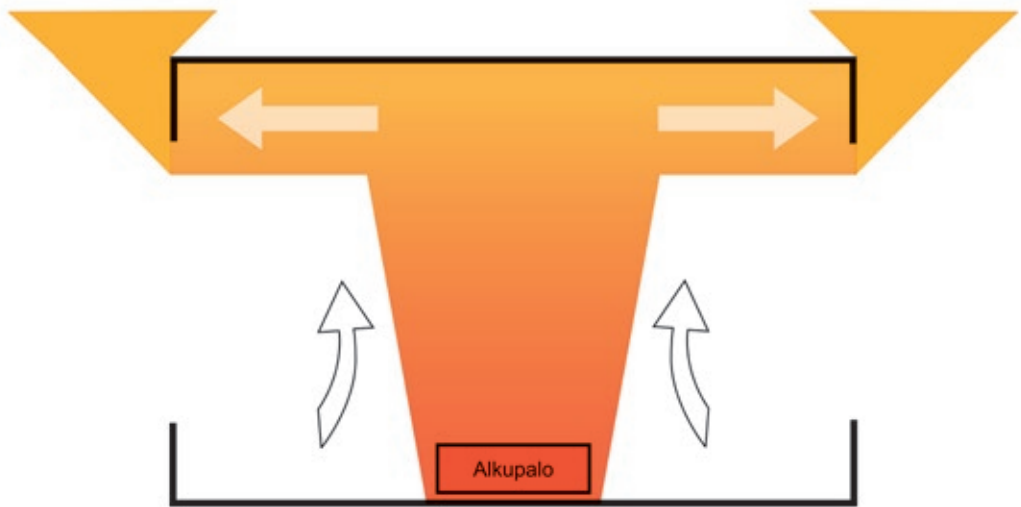


Kuvio 21. Kaavio savupatsasmallista (plume model).

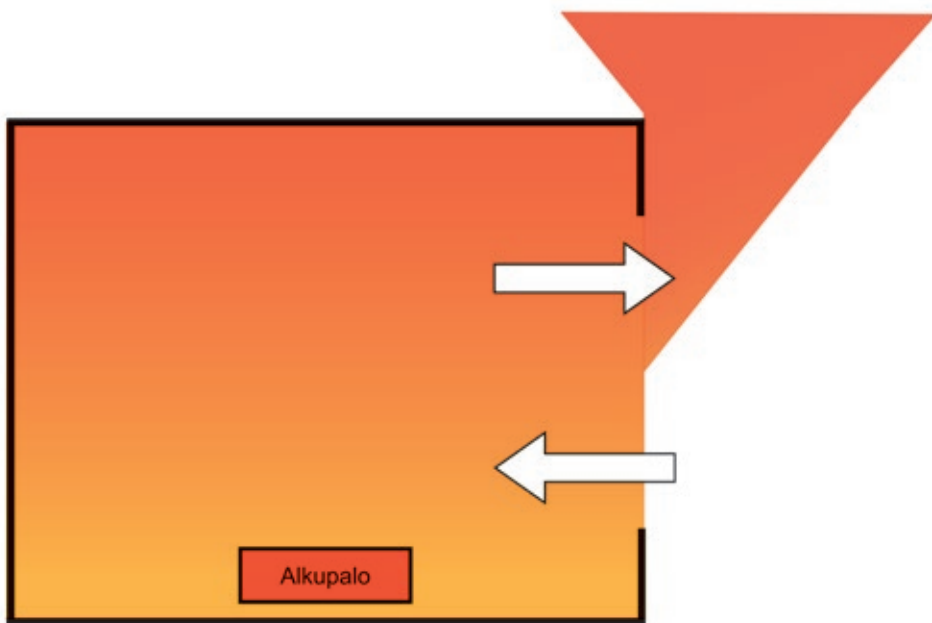
## Palotyypit

Huoneessa tapahtuvat palot voidaan jakaa polttoainerajoitteisiin ja happirajoitteisiin paloihin. Palon tyyppi vaikuttaa ympäröiviin olosuhteisiin ja turvallisuuteen. Palotyyppi voidaan arvioida ottamalla huomioon huoneen aukot ja tuuletus. Näihin tekijöihin voidaan vaikuttaa esimerkiksi poistamalla savu ja lämpö.

Kolmas palotyyppi on pinta-alarajoitteinen palo. Tällainen on esimerkiksi palavan nesteen suoja-altaan mukaan rajoittuva palo. Maksimaalista palotehoa voidaan vähentää pienentämällä suoja-allasta.



*Kuvio 22. Polttoainerajoitteinen palo.*



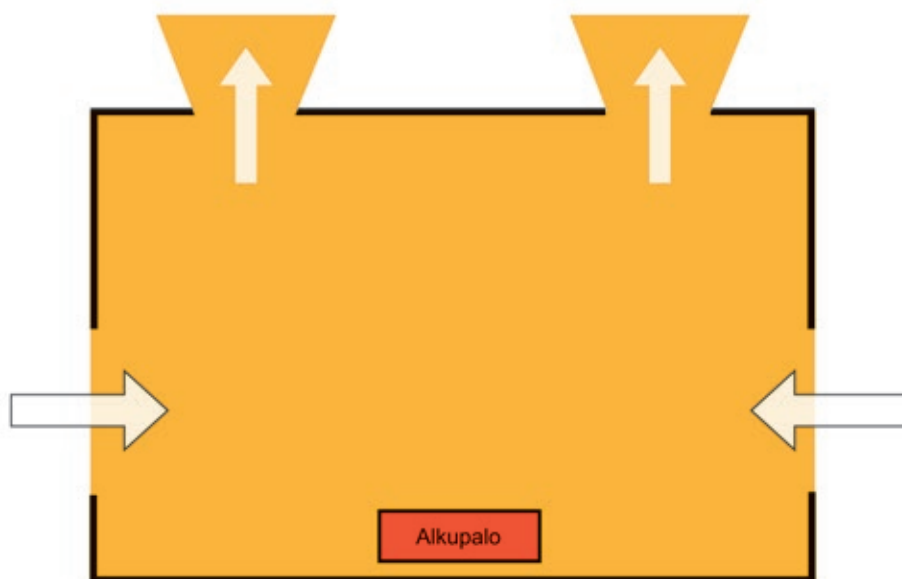
*Kuvio 23. Happirajoitteinen palo.*

## Kenttämallit

Kenttämallit ovat ainoa keino laskea kohteita, joissa on monimutkainen geometria (esimerkiksi monimutkainen kerrosala). Kenttämallit ovat malleista tarkimpia. Niihin sovellettuja menetelmiä käytetään myös muilla aloilla, esimerkiksi ilmanvaihtotekniikassa. Kenttämalli mahdollistaa huoneen jakamisen useisiin laskentayksiköihin. Kyseessä on kolmiulotteinen laskentamalli. Jokaisen osan lämpö- ja savuolosuhteet voidaan laskea. Lämpötilan jakautumisen lisäksi voidaan korostaa muita ominaisuuksia, kuten lämmönvirtausta. Laskelmiin voidaan sisällyttää rakenteellisia piirteitä, jotka ovat yhteydessä virtaukseen. Rakenteen dokumentoinnin yksityiskohtaisuus riippuu siitä, kuinka tarkkoja laskelmia halutaan. Jotta laskelmat voitaisiin tehdä, rakennemalli on jaettava ruudukkoon, joka on rakennettu laskentasuoluista. Tiheä ruudukko luo enemmän soluja ja tarkempia tuloksia. Useampi laskentasuolu tarkoittaa pidempää laskenta-aikaa.

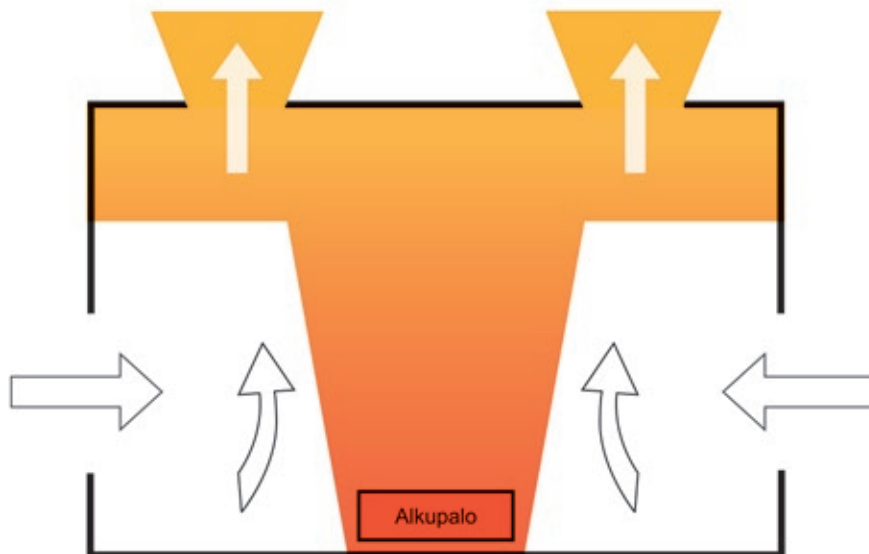
## Innovatiivisten palomallien käyttäminen

Innovatiivisten palomallien käyttö perustuu vyöhykemallinnukseen. Sen on todettu tuottavan hyviä tuloksia monissa tilanteissa. Yksivyöhykemallissa (kuvio 24) oletetaan, että palolämpötila on tasainen koko tilassa. Kaksivyöhykemallissa (kuvio 25) oletetaan, että palo kehittää tilaan kaksi lämpötilavyöhykettä. Palonkehityksen pääparametri on lämmönvapautumisnopeus. Innovatiiviset palomallit ovat helpompia, suppeampia ja edullisempia kuin kenttämallinnus. Kenttämallinnus tulisi aloittaa tilanteessa, jossa vyöhykemallinnus ei riitä, esimerkiksi huoneen rakenteen osalta. Esimerkkejä tästä voivat olla maanalaisten tilojen ja metroasemien yhteydessä olevat monimutkaiset rakennukset tai tunnelit.



Kuvio 24. Yksivyöhykemalli.





Kuvio 25. Kaksivyoehkemalli.

## Evakuointimallit

Evakuointimalleissa määritetään, voivatko ihmiset poistua huoneesta tai rakennuksesta hyvissä ajoin ennen olosuhteiden muuttumista kriittisiksi. Näitä malleja hyödynnetään suunnittelussa tai todentamisessa. Mallit on jaettu evakuointimalleihin ja poistumisturvallisuuden analysointimalliin. Syynä tähän on se, että ihmisten käyttäytyminen palotilanteessa on jo otettu huomioon poistumisturvallisuuden analysointimallissa. Evakuointimallit mahdollistavat evakuointiajan laskemisen. Ne auttavat tunnistamaan mahdolliset poistumisen esteet. Yleisesti evakuointimallit koostuvat geometrisesta ja fyysisestä osasta. Mallit liittyvät evakuoinnin aikajanaan. Vaadittavan poistumisaajan on aina oltava lyhyempi kuin käytettävissä oleva poistumisaika. (Toisin sanoen: vaadittu poistumisaika < käytettävissä oleva poistumisaika.) Evakuointimallien tärkeänä osana on poistumisten virtausnopeus (ominaishenkilövirta, vrt. Rinne, Klinge, Grönberg & Korhonen 2012). Ilmiöön vaikuttavat ihmisten yksilölliset poistumisnopeudet sekä vuorovaikutus.

## Geometrinen osa

Rakennuksen tai huoneen rakenne määrää sen, miten poistuminen tapahtuu. Jotta poistumismallia voidaan käyttää, rakenteelliset piirteet on otettava huomioon. Esimerkkejä tällaisista tiedoista ovat pohjapiirustukset, oven avautumissuunnat sekä oviaukkojen, käytävien, ja portaiden mitat.

## Fyysinen osa

Laskentamallin fyysinen osa sisältää ihmisten olosuhteet ja ominaispiirteet. Tähän on sisällytettävä ainakin käyttöaste (ihmisten määrä/m<sup>2</sup>) ja ihmisten koko (aikuinen mies – nainen, lapsi). Kehittyneet evakuointimallit voivat antaa enemmän tietoa, esimerkiksi kävelynopeuden vaikutuksesta poistuvien ihmisten ikään, sukupuoleen ja toimintaan. Toimintaa voidaan määrittellä tarkemmin määrittelemällä erilaisia jakaumia poistujille, esimerkiksi ihmisten kulkemisnopeudet tai kulkeminen ensin pois päin uloskäytävästä. Joissain evakuointimalleissa esitetään graafisia visualisointeja rakennuksesta pakenevien ihmisten liikkeistä ja virroista. Evakuointimallit liittyvät toisinaan innovatiivisiin palomalleihin.



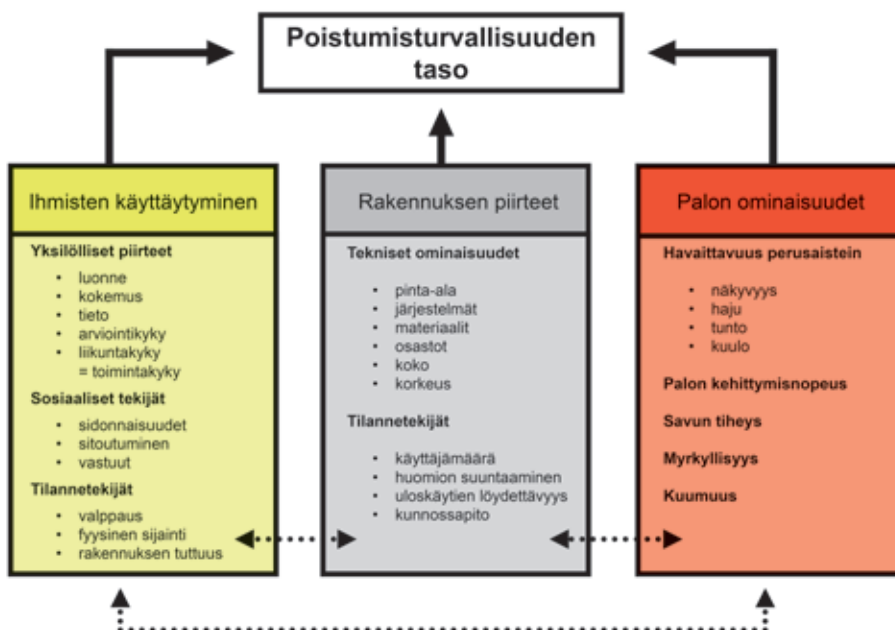
Rakennus, jolla on useita käyttötarkoituksia: urheilutila, kokoontumistila, juhlatila.

## Poistumisturvallisuuden analyysimalli

Sitä, kuinka hyvin ihmiset pystyvät poistumaan rakennuksesta, jossa on tulipalo määrittää siis kolme seikkaa: palon ominaisuudet, rakennusominaisuudet ja ihmisen ominaisuudet. Poistumisella tarkoitetaan ihmisten käyttäytymistä, kun he poistuvat palavasta rakennuksesta ilman ulkopuolista apua. Nämä kriittiset tekijät on kerätty yhteen malliin, jota kutsutaan poistumisturvallisuuden analyysimalliksi. Malli perustuu tutkimustuloksiin rakennusten paloturvallisuudesta ja ihmisen käyttäytymisestä tulipalon sattuessa.

Poistumisturvallisuuden analyysimallin avulla pyritään järjestelmällisesti analysoimaan rakennuksen paloturvallisuuteen vaikuttavia seikkoja. Malli tarjoaa analyysikehikon, jossa otetaan huomioon kaikki seikat, jotka voivat vaikuttaa ihmisen käyttäytymiseen tulipalotilanteessa. Seikkoja, jotka vaikuttavat negatiivisesti ihmisten kykyyn poistua ilman apua, voidaan analysoida edelleen, jotta voidaan laatia suosituksia rakennuksen poistumisturvallisuuden parantamiseksi. Poistumisturvallisuuden analyysimallia voidaan käyttää analysoitaessa poistumisturvallisuuteen vaikuttavia pääseikkoja seuraavissa tilanteissa:

- uusi rakennus (rakennussuunnitteluvaihe)
- olemassa oleva rakennus (rakennuksen käyttövaihe)
- olemassa oleva rakennus, jossa on ollut tulipalo (palon arviointivaihe).



Kuvio 26. Kuvaus poistumisturvallisuusmallista.

## Palon havaitsemiselementtien aktivointiaikojen mallit

Palon havaitsemiselementtien aktivointiaikojen mallit tarkoittavat automaattisen paloilmoinvälineiden, kuten automaattisten paloilmamaisimien ja sprinklereiden lämpöelementtien vasteajan laskemista. Palon havaitsemiselementtien ja palonsammutusjärjestelmien toiminnan, kuten savu- ja lämmönvaihtojärjestelmän välillä on usein yhteys. Mallit yhdistetään innovatiivisiin palomalleihin, koska niissä kyse on savun leviämisestä ja lämmönsiirrosta.

## Rakenneturvallisuuden mallit (palonkestävyys rakenteelliseen romahdukseen asti)

Rakennusten on noudatettava rakenteellisen turvallisuuden vaatimuksia. Tämä koskee aluksi kuormitusyhdistelmien vaatimuksia. Nämä vaatimukset kuvaavat rakennuksen kestoja, kun rakennusta käytetään aiottuun tarkoitukseen. Rakenteiden kuormitukset määritellään mitoitus-tilanteilla. Mitoitus-tilanteita ovat normaalisti vallitsevat mitoitus-tilanteet, tilapäiset mitoitus-tilanteet, onnettomuusmitoitustilanteet ja maanjäristystilanteet. Rakenteiden kuormitusta tarkastellaan rajatilamitoituksen avulla. Turvallisuuteen ja rakenteiden varmuuteen liittyvät tilanteet tarkastellaan murtorajatiloina. (Eurokoodi 1990, kohta 3).

Kuormitusyhdistelmät jaetaan kahteen osaan: pysyviin kuormituksiin (rakennuksen oma paino) ja vaihteleviin kuormituksiin (kiinnittimet ja varusteet, mukaan lukien koneiden ja ihmisten paino). Vaatimuksia voidaan noudattaa, kun kyseessä on epätavallinen kuormitusyhdistelmä. Perusolettamuksena on, että rakennuksen yksittäinen rakenneosajohon kohdistuu suoraa kuormitusta, voi romahtaa. Tämän romahduksen ei tule kuitenkaan johtaa muiden rakenneosien romahdukseen. Esimerkkejä epätavallisista kuormitusyhdistelmistä ovat ajoneuvojen, junien ja alusten aiheuttamat iskukuormitukset, kaasuräjähdyksen aiheuttamat kuormitukset, pohjaveden tai vedenpinnan voimakas nousu, myrskyn vaikutus ikkunoiden ja ovien ollessa auki tai muut vastaavat tekijät, jotka aiheuttavat rakennuksen vakauden häiriintymisen.

Epätavallisten kuormitusyhdistelmien lisäksi rakennuksia ja tiettyjä poistumisreittejä on suojattava tulipalon varalta. Tähän liittyy malleja, joilla voidaan arvioida laskennallisesti palonkestävyyttä (esimerkiksi teräs- tai betonipylväiden ja palkkien palonkestävyys.) Edellytyksenä näiden mallien käyttämiselle on, että saatavilla on riittävästi suunnittelu-tietoa rakennustekniikasta.

## Lähteet

Asetus rakennusten paloturvallisuudesta (2017). 848/2017

Benefeufeu (2002). The potential benefits of fire safety engineering in the EU (Benefeufeu), report to DG Doelstellungen brandveiligheid grote brandcompartimenten (2008). [Fire safety objectives

of large fire compartments] Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment. Enterprise by Warrington Fire Research Group. EC contract EDT/01/503480

EU. (1999). Valorisation project – Natural fire safety concept. European project in which TNO was involved.

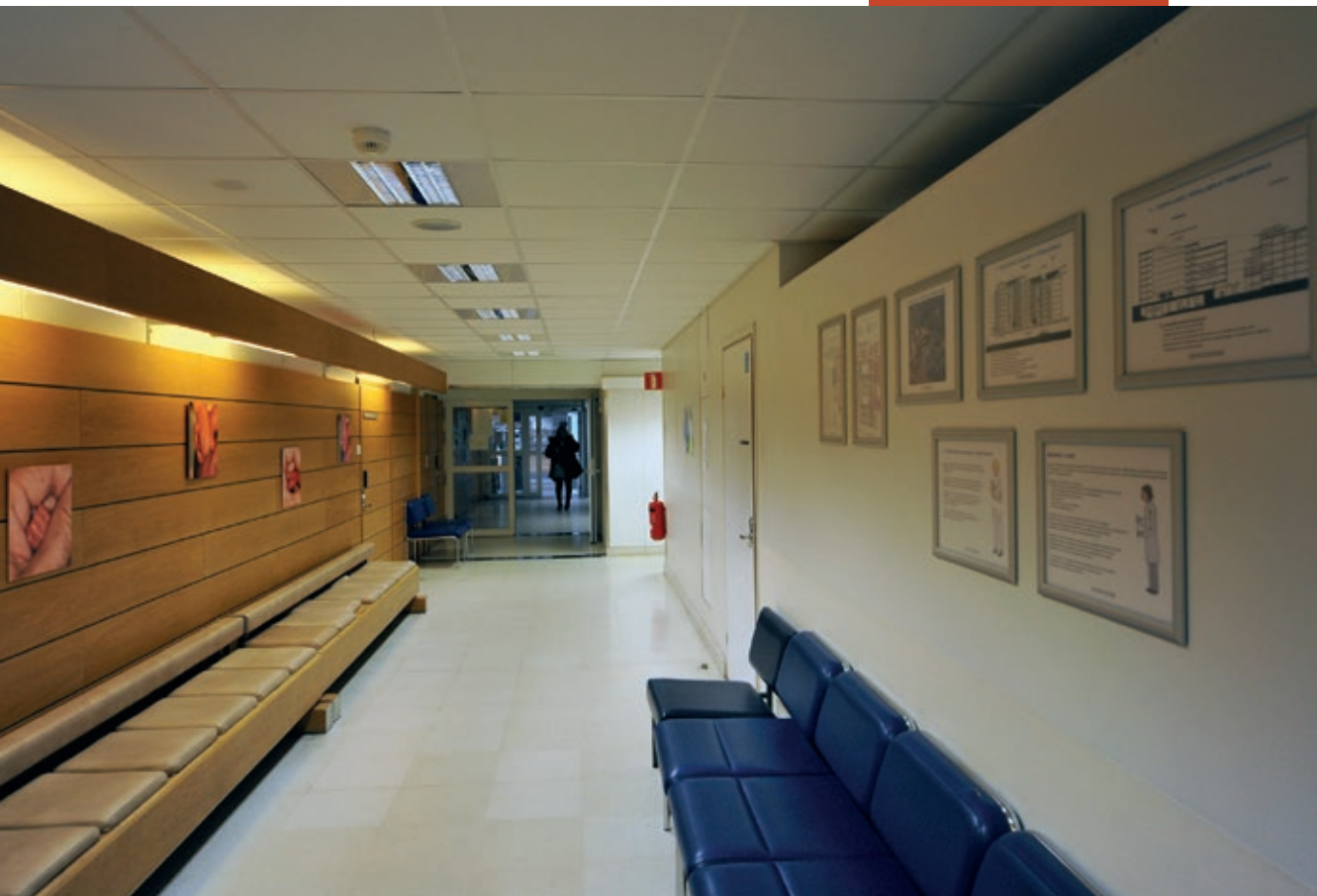
Maankäyttö- ja rakennuslaki (1999). 132/1999

Rinne, T., Klinge, T., Grönberg, P. & Korhonen, T. Mitoittavat tilanteet tulipalon aikaisessa poistumisessa. (2012). Kokeellinen tutkimus. VTT. TULPPA-hanke.

TNO. Centre for Fire Safety. Richtlijn Vultijdenmodel grote brandcompartiment (1996). [Guideline on Large fire compartment filling time model] – parts 1 and 2 / 96-CVB-R0330. 1 and 2.

National annex to Eurocode (2011). NEN-EN 1991-1-2+C1. Eurocode 1: actions on structures

Outinen, J. Rakenteellisen palontorjunnan keinot ja menetelmät. <http://www.terasrakenneyhdistys.fi>



## Paloturvallisuuden keinot ja menetelmät

# 4

# 4 Paloturvallisuuden keinot ja menetelmät

Tässä osassa tarkastellaan mallia, joka on esitelty kirjan ensimmäisessä kappaleessa. Tarkoituksena on tarjota rakennusten paloturvallisuutta suunnitteleville näkökulmia, joiden perustana on riskiperusteisuus. Tällöin kuvataan riskejä nimenomaan rakennusta käyttävien ihmisten näkökulmasta. Keskeinen näkökulma on ihmisten kyky poistua rakennuksesta hätätilanteessa.

Tekstissä mainitut minuuttimäärät ovat laskennallisia ja oletettuja, eikä niitä ole tarkoitus asettaa lainsäädännön tai muiden virallisten määräysten edelle.

## 4.1 Palon kehittymisen vaiheet ja perusteet

Rakennuksen käyttämiseen liittyvät riskit perustuvat kahteen keskeiseen tekijään: käytetäänkö rakennusta yöpymiseen ja pystyvätkö asukkaat poistumaan rakennuksesta itsenäisesti. Jo aiemmin todettiin, että tässä teoksessa rakennukset on jaettu riskeiltään neljään tyyppiin taulukon 2 mukaisesti.

	Poistumiskykyä kuvaava tekijä	Rakennustyyppi
1	Rakennukset, joiden käyttäjät voivat poistua hätätilanteessa ilman ulkopuolisten apua	Toimisto, koulu, julkinen rakennus, teollisuusrakennus
2	Rakennukset, joiden käyttäjät voivat poistua hätätilanteessa ilman ulkopuolisten apua, rakennuksessa nukutaan	Majoitusrakennus
3	Rakennukset, joiden käyttäjät eivät voi poistua hätätilanteessa ilman ulkopuolisten apua, rakennuksessa nukutaan	Hoitolaitos, vankila
4	Rakennukset, joiden asukkaat voivat poistua hätätilanteessa ilman ulkopuolisten apua, rakennuksessa nukutaan	Asuinrakennus

Taulukko 2. Rakennusryhmien tyypittely rakennusta käyttävien ihmisten poistumiskyvyn perusteella.

**Huomautus:** Jaotteluun on tässä otettu mukaan vain riskien kannalta keskeisimmät rakennustyytit. Tarkempi jaottelu on esitetty tämän teoksen liitteessä 1.

Tässä teoksessa esitetty jako neljään rakennustyyppiryhmään (taulukko 2) ei ole yksiselitteinen. Osassa rakennuksia uhkatekijät liittyvät siihen, että vain osa rakennuksen käyttäjistä yöpyy siellä. Esimerkiksi sairaala on juuri tällainen rakennus. Sairaalassa osa rakennusta käyttävistä ei pysty poistumaan hätätilanteessa ilman apua tai poistuminen onnistuu hitaammin kuin tavallisesti. Tämän lisäksi rakennuksessa on henkilökuntaa ja vierailijoita, jotka lähtökohtaisesti pystyvät poistumaan itsenäisesti.

Jaottelussa erotellaan asuinrakennukset ja muut kuin asuinrakennukset. Asuinrakennusten riskiprofiili on täysin poikkeava sellaisista rakennuksista, joita ei käytetä asumiseen ja tämän vuoksi paloturvallisuutta tulee lähestyä eri tavalla. Jotta keinot ja menetelmät voidaan määrittellä, palon kehittyminen on jaettu vaiheisiin. Nämä vaiheet perustuvat aikajaksoihin, joilla jokaisella on omat piirteensä.

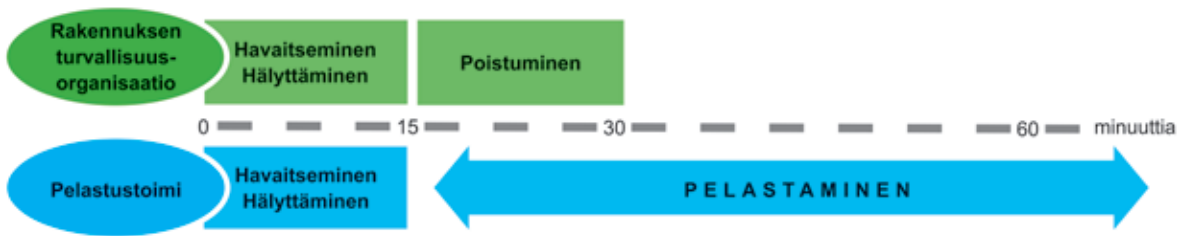
Tilanteen kehittymisen kannalta merkittävimpiä ovat palon havaitseminen, ilmoitusaika, hälytysaika, lähtöaika, ajoaika sekä ensitoimenpiteisiin kuluva aika. Lopputulokseen vaikuttavat siis sekä tekniset ratkaisut että ihmisten toiminta. On otettava huomioon, että rakennuksessa oleskelevien on tavalla tai toisella selvittävä ilman pelastuslaitoksen apua palon huomaamisen ajankohdasta siihen asti, kunnes pelastuslaitos on vastaanottanut hätäilmoituksen ja saapunut paikalle. Asukkaan tai käyttäjän on mahdollista vaikuttaa näihin ensimmäisiin hetkiin palon havaitsemisen jälkeen siten, että lopputulos on parempi. Mikäli rakennuksessa on automaattinen paloilmainsinjärjestelmä, voidaan olettaa, että palo havaitaan nopeammin. Havaitsemisaika liittyy esimerkiksi siihen, kuinka nopeasti palovaroittimen sensoriin on tullut tietty määrä savua.

Rakennussuunnittelua varten palon kehittyminen esitetään vaiheittain. Jotta paloturvallisuutta voidaan suunnitella ja esimerkiksi päättää, mitä keinoja tai menetelmiä käytetään pelastautumiseen, apuna on käytettävä arviota tilanteen kehittymisestä. Esimerkiksi aika, jolloin pelastuslaitos saapuu paikalle, on tilannesidonnainen ja yhteydessä useisiin, enustamattomiin ulkoisiin tekijöihin. On ymmärrettävä, että mallintaminen on yleisluontoinen ja havainnollistava kuvaus palon kehittymisestä.

## Ryhmä 1: Rakennusta käyttävät voivat poistua ilman ulkopuolista apua hätätilanteessa

Esimerkkejä tämän ryhmän rakennuksista ovat toimistot, oppilaitokset ja varhaiskasvatuksen käytössä olevat rakennukset, julkiset rakennukset ja teollisuuskiinteistöt. Vaikka riskitekijät ovat näissä rakennuksissa saman tyyppisiä pohjimmiltaan, tulipalo voi silti kehittyä rakennuksessa monilla tavoilla.





Kuvio 27. Rakennustyyppit. Kuviossa on kuvattu rakennuksen sisällä aloitetut pelastustoimet ja pelastuslaitoksen toimintaan liittyvät vaiheet.

Kun kyseessä on rakennus, jonka asukkaat voivat poistua ilman apua, voimme olettaa että

- Palo on havaittu ja vaarassa olevia ihmisiä on varoitettu 15 minuutin kuluessa palon alkamisesta.

Tässä oletamme, että rakennuksen siinä osassa, jossa palo syttyy, ei ole syttymishetkellä ihmisiä. Oletamme, että palon ovat havainneet rakennuksen toisessa osassa olevat ihmiset. Mikäli tilassa, jossa palo syttyy, on syttymishetkellä ihmisiä, palo voidaan havaita huomattavasti nopeammin. Palo havaitaan yleensä viimeistään silloin, kun lieskahdusvaiheen alkaessa ikkunat rikkoutuvat, palosta aiheutuu kovaa ääntä tai liekit tulevat näkyviin.

- Vaarassa olevat ihmiset pystyvät poistumaan rakennuksesta turvalliseen ja savutomaan tilaan. Rakennuksen oma turvallisuusorganisaatio ohjaa poistumista. Tähän oletetaan kuluvan aikaa noin 15 minuuttia. Näin ollen voidaan olettaa, että ihmiset ovat poistuneet rakennuksesta 30 minuutin kuluessa siitä, kun palo on havaittu.

Tässä tapauksessa on oletuksena, että poistuesssa porraskäytävään johtavat ovet ja muut palo-osastojen ovet avataan kerran tai useamman kerran, jotta ihmiset pääsevät poistumaan niiden kautta. Tässä tilanteessa on oletettavaa, että osa savusta tunkeutuu porrashuoneeseen ja muihin palo-osastoihin. Oletamme tässä, että porraskäytävä ja muut osastot pysyvät savuttomina tai lähes savuttomina noin 30 minuutin ajan palon syttymisestä.

- Pelastuslaitoksen voidaan laskea saavuttavan palavan kohteen noin 15 minuutin kuluessa siitä, kun hätäilmoitus on tehty, eli noin 30 minuuttia sen jälkeen, kun tulipalo on syttynyt.

Tässä oletamme, että pelastuslaitos on saapunut kohteeseen tavoiteajassa. Tavoiteaika on määritelty erikseen, esimerkiksi riskiluokkien tavoitettavuusaikoina tai yksittäisten kohteiden riskiarvion ja pelastuslaitoksen toimintavalmiuden erillismäärittäisinä.

- Oletamme, että pelastuslaitos on saanut palon hallintaansa 60 minuutin kuluessa siitä, kun palon katsotaan syttyneen. Ensimmäisen 30 minuutin aikana operatiiviset toimet keskittyvät ihmisten, omaisuuden ja rakenteiden pelastamiseen ja suojelemiseen ja palon hallintaan eli leviämisen estämiseen.

Tässä on oletettu, että pelastuslaitos saavuttaa kohteen sille vaaditussa ajassa. Palon saaminen hallintaan edellyttää, että palon leviäminen on pystytty estämään, rakennuksessa olevat ihmiset ovat pystyneet poistumaan ja palo ei ole levinnyt muihin kohteisiin, esimerkiksi rakennuksen sivuille tai ylä- tai alapuolelle. Käytäntö on osoittanut, että useimmissa tapauksissa pelastuslaitos kykenee sammuttamaan palon noin 60 minuutissa. Jotta asukkaat tai taloa käyttävät voivat poistua, rakennuksen pitää olla perusrakenteeltaan osastoitu. Palo-osasto kestää tulipaloa noin 60 minuuttia. Tässä ajassa pelastuslaitos on ehtinyt tavanomaisesti edenneessä tulipalossa palopaikalle, ihmiset ovat ehtineet pelastautua ja palo on ehditty sammuttaa.



## Teollisuusrakennukset

Mitoituspalolla tarkoitetaan palon voimakkuuden kuvaamista toiminnallisessa, paloteknisessä suunnittelussa (normative fire).

Mitoituspalon kehittämisessä oletetaan tässä, että palokuorma (kokonaispalokuorma) on vähemmän kuin 60 kiloa mäntypuuta neliometriä kohden. Teoriassa tämä määrä puuta palaa noin tunnissa. Mikäli palokuormaa on enemmän, mutta pelastuslaitos on pystynyt sammuttamaan tulipalon, voidaan sanoa palon olevan hallinnassa. Palon kehittyminen on silloin samankaltaista kuin edellä.

Jos palokuormaa on paljon, eikä pelastuslaitos pysty saamaan paloa hallintaansa, palo kehittyy eri tavalla ja voidaan olettaa, että aikaa kuluu enemmän kuin 60 minuuttia (esimerkiksi teollisuuskiinteistössä, jossa säilytetään muovia). Jos muovi syttyy palamaan, palo kehittyy nopeammin. Tällöin palo ja sitä ympäröivät rakenteet ovat kuumempia.

## Palon hallintamalli

Palo-osastoja on tapana määrittellä esimerkiksi käyttötavan, pinta-alan tai kerrosten mukaan. Tässä käyttötapaan perustuva jäsentely on esitetty Alankomaissa käytetyn määrittelyn mukaan. Määrittelytavassa palo-osaston koolla ei ole merkitystä. Huomiota kiinnitetään sen sijaan tiloihin ja palokuorman määrään. Periaatteena on, että palo osaston on oltava sitä pienempi, mitä suurempi palokuorman määrä siinä on. Palokuormaa määriteltäessä erotellaan pysyvä palokuorma ja tilapäinen palokuorma. Malli on jaettu neljään palokuormatyyppeihin.

### Toimenpidemalli 1

Toimenpidemallissa lasketaan palon leviäminen ja palonkestävyys. Tässä osaston kokonaispalokuorma on 300 tonnia mäntypuuta (= 5 700 GJ, gigajoulea). Palokuorman keskimääräinen määrä määrittää palo-osastojen suuruuden. Mikäli palokuormaa on enemmän kuin yllä mainittu määrä, palo-osastojen tulee olla pienempiä tai niitä tulee olla enemmän.

Jos etäisyyttä lähellä olevaan rakennukseen on vähemmän, seinärakenteelle tulee enemmän suojausvaatimuksia. Tämän vuoksi rakennuksen ulkokuoren seinille ei ole yksiselitteistä paloluokkavaatimusta, vaan suojausvaatimukset vaihtelevat. Esimerkiksi rakenteen paloluokkavaatimukset voivat vaihdella 60:sta 240 minuuttiin.

### Toimenpidemalli 2

Toimenpidemallia voidaan toteuttaa, kun rakennuksessa on automaattinen paloilmoitinjärjestelmä ja savunpoistomahdollisuus. Lisäksi palon leviäminen on rajattua.

Tällaisessa tilassa palokuorman enimmäismäärä on 600 tonnia mäntypuuta (= 11 400 GJ) ja palo-osasto on pinta-alaltaan kaksinkertainen edelliseen verrattuna. On huomattava, että Euroopan maiden välillä toiminnalliseen paloturvallisuussuunnitteluun ei ole yhdenmukaisia hyväksymiskäytäntöjä. Usein toiminnallisesti tehdyt suunnitelmat hyväksytetään erikseen valvovilla viranomaisilla.

### Toimenpidemalli 3

Kolmas toimenpidemalli sopii toteutettavaksi esimerkiksi varastorakennuksiin, joissa palokuorma vastaa vähintään 300 kiloa mäntypuuta neliometriä kohden ja palon leviäminen on hidasta. Palo-osastossa on oltava automaattinen paloilmoitin ja palon leviäminen ulkopuolelle tulee suojata vähintään 240 minuutin rakenteella. Palokuorman enimmäismäärä tällaisessa tapauksessa on 3 000 tonnia mäntypuuta (57 000 GJ). Kuten edellisissä toimenpidemalleissa, rakennuksen ulkoseinien etäisyydellä ja muodolla läheiseen rakennukseen on merkitystä paloturvallisuutta arvioitaessa.

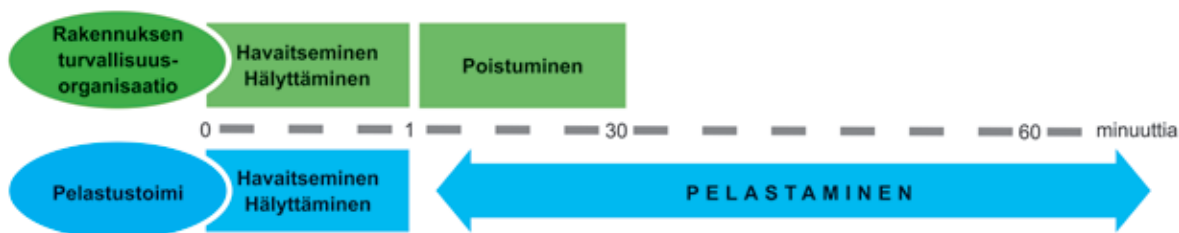
#### Toimenpidemalli 4

Malli 4 tulee kyseeseen silloin, kun tilat on varustettu sprinklerijärjestelmällä. Kun osasto on suurempi, palokuorman enimmäismääräkin on suurempi. Esimerkiksi, palokuorman sallittu enimmäismäärä osastossa voi olla 6 000, 7 000 tai 8 800 tonnia mäntypuuta (114 000, 142 000 tai 188 100 GJ). Kun osasto on suurempi, palokuorma on suurempi. Tällöin rakenteelliset palonkestovaatimukset kasvavat. Jos osastoon on suunniteltu asennettavaksi automaattinen sammuuslaitteisto, palo-osaston koko voi olla suurempi.

Paloturvallisuuden hallintamalleja arvioitaessa on otettava huomioon, että paloa sammutetaan rakennuksen sisältä, kuten esimerkiksi toimenpidemallissa 2, jossa rakennuksessa on automaattinen palonilmaisinjärjestelmä ja savutuuletusmahdollisuus sekä operatiivisissa tilanteissa, joissa pelastajat liikkuvat palo-osastojen välillä. Tarkasteltaessa toimenpidemalleja tulisi luopua tiukasta numeerisesta määrittelystä ja arvioida palon leviämistä jokaisessa tilanteessa erikseen ottaen huomioon useiden tekijöiden samanlaiset vaikutukset.

Ryhmä 2: Rakennusta käyttävät ihmiset pystyvät poistumaan ilman ulkopuolisten apua hätätilanteessa, rakennuksessa nukutaan

Esimerkkinä tällaisista rakennuksista ovat hotellit ja asuntolarakennukset.



Kuvio 28. Kuviossa on kuvattu rakennuksen sisällä aloitetut pelastustoimet ja pelastuslaitoksen toimintaan liittyvät vaiheet.

Kun kyseessä on rakennus, jonka asukkaat voivat poistua ilman apua, mutta rakennuksessa nukutaan, voimme olettaa että:

- Palon havaitsemisen jälkeen rakennuksessa yöpyviä on varoitettu ja palosta on ilmoitettu hätäkeskukseen minuutin kuluttua palon syttymisestä.

Edellytyksenä on, että rakennuksen paloilmajärjestelmä on suoraan yhteydessä hätäkeskukseen.

- Palon alkaessa yöpyjät kykenevät poistumaan itsenäisesti rakennuksesta, ilman pelastushenkilöstön toimenpiteitä. Rakennuksen turvallisuusorganisaatio voi tällaisissa tilanteissa avustaa poistumisessa. Rakennuksessa yöpyvien on kyettävä poistumaan rakennuksesta 30 minuutin kuluessa palon havaitsemisesta. Rakenteellisesti ratkaisuille voidaan vaikuttaa siihen, että palo ei leviä osastosta toiseen.

Tässä tapauksessa on oletuksena, että poistuessa porraskäytävään johtavat ovet ja muut palo-osastojen ovet avataan kerran tai useamman kerran, jotta ihmiset pääsevät poistumaan niiden kautta. Tässä tilanteessa on oletettavaa, että osa savusta tunkeutuu porrashuoneeseen ja muihin palo-osastoihin. Oletamme tässä, että porraskäytävä ja muut osastot pysyvät savuttomina tai lähes savuttomina noin 30 minuutin ajan palon syttymisestä.

- Pelastushenkilöstö saapuu paikalle noin 15 minuutissa siitä, kun palosta on ilmoitettu, ja pelastuslaitos on valmiina toimimaan viimeistään 16 minuutin kuluttua.

Tässä on oletettu, että pelastuslaitos saavuttaa kohteen sille vaaditussa ajassa. Palon saaminen hallintaan edellyttää, että palon leviäminen on pystytty estämään, rakennuksessa olevat ihmiset ovat pystyneet poistumaan ja palo ei ole levinnyt muihin kohteisiin, ei rakennuksen sivuille, eikä ylä- tai alapuolelle.

- Oletamme, että pelastuslaitos on saanut palon hallintaansa 60 minuutin kuluessa siitä, kun palon katsotaan syttyneen. Ensimmäisen 30 minuutin aikana operatiiviset toimet keskittyvät ihmisten, omaisuuden ja rakenteiden pelastamiseen ja suojelemiseen ja palon hallintaan eli leviämisen estämiseen.

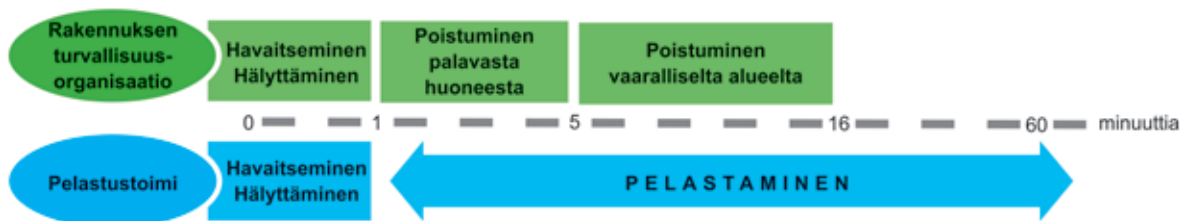
Käytäntö on osoittanut, että useimmissa tapauksissa pelastuslaitos kykenee sammuttamaan palon noin 60 minuutissa. Jotta asukkaat tai rakennusta käyttävät voivat poistua, rakennuksen pitää olla perusrakenteeltaan osastoitu. Palo-osasto kestää tulipaloa noin 60 minuuttia. Tässä ajassa pelastuslaitos on ehtinyt tavanomaisesti edenneessä tulipalossa palopaikalle, ihmiset ovat ehtineet pelastautua ja palo on ehditty sammuttaa.



Hotelli: Rakennusta käyttävät pystyvät poistumaan ilman apua hätätilanteessa, rakennuksessa nukutaan.

### Ryhmä 3: Rakennusta käyttävät ihmiset eivät kykene poistumaan ilman ulkopuolista apua, rakennuksessa nukutaan

Tällaisia rakennuksia ovat hoitolaitokset tai muu erityisasuminen, esimerkiksi sairaalat.



Kuvio 29. Kuviossa on kuvattu rakennuksen sisällä aloitetut pelastustoimet ja pelastuslaitoksen toimintaan liittyvät vaiheet.

Kun kyseessä on rakennus, jonka asukkaat eivät kykene poistumaan ilman apua ja rakennuksessa nukutaan, voimme olettaa että:

- Palo on havaittu ja henkilöstöä on varoitettu ja palosta on ilmoitettu hätäkeskukseen minuutin kuluessa palon havaitsemisesta.

Tässä oletamme, että rakennuksessa on palonilmaisinjärjestelmä ja mahdollisuus suoraan yhteyteen hätäkeskukseen. Lisäksi oletetaan, että henkilöstöä ja rakennuksen turvallisuusorganisaatiota varoitetaan automaattisesti, ilman ulkopuolisten tahojen toimenpiteitä.

- Henkilöt, joita tulipalo uhkaa, on tuotu turvaan neljässä minuutissa palon havaitsemisesta.



Tässä oletamme, että rakennuksen turvallisuusorganisaatioon kuuluvat ovat saapuneet huoneeseen, jossa palo on syttynyt kahden minuutin kuluttua siitä ja että henkilöt, jotka ovat vaarassa, on kuljetettu turvaan kahden minuutin kuluessa tästä. Sen huoneen ovi, jossa palo on, on oltava suljettu. Päiväaikaan, jolloin rakennuksissa on tyypillisesti enemmän työntekijöitä, evakuointi voidaan aloittaa välittömästi.

- Pelastuslaitos saapuu 15 minuutissa ja raportoi palosta hätäkeskukseen. Pelastuslaitos on valmiina operatiivisiin tehtäviin 16 minuutissa.

Tässä on oletettu, että pelastuslaitos saavuttaa kohteen sille vaaditussa ajassa. Palon saaminen hallintaan edellyttää, että palon leviäminen on pystytty estämään, rakennuksessa olevat ihmiset ovat pystyneet poistumaan ja palo ei ole levinnyt muihin kohteisiin, esimerkiksi rakennuksen sivuille, eikä sen ylä- tai alapuolelle.

- Pelastuslaitos saa palon hallintaansa 60 minuutissa palon syttymisestä. Oletamme, että pelastuslaitos on kyennyt kuljettamaan turvaan vaarassa olevat ihmiset ja saanut palon hallintaansa 44 minuutissa operatiivisten toimien alettua.

Käytäntö on osoittanut, että useimmissa tapauksissa pelastuslaitos kykenee sammuttamaan palon noin 60 minuutissa. Jotta asukkaat tai taloa käyttävät voivat poistua, rakennuksen pitää olla perusrakenteeltaan osastoitu. Palo-osasto kestää tulipaloa noin 60 minuuttia. Tässä ajassa pelastuslaitos on ehtinyt tavanomaisesti edenneessä tulipalossa palopaikalle, ihmiset ovat ehtineet pelastautua ja palo on ehditty sammuttaa.

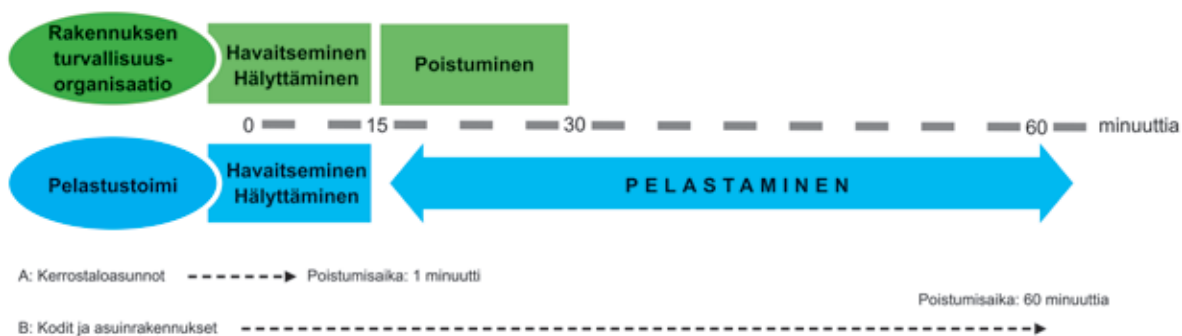
Peruslähtökohtana on, että hoitolaitoksissa asukasmäärä huonetta kohden on neljä tai vähemmän ja että asukkaat ovat pyörillä liikuteltavissa sängyissä. Solutyypisissä asuinhuoneissa on enintään kaksi henkilöä.



Sairaala: Kaikki rakennusta käyttävät eivät kykene poistumaan itsenäisesti hätätilanteessa, rakennuksessa nukutaan.

Ryhmä 4: Rakennuksessa asuvat ihmiset kykenevät poistumaan ilman ulkopuolista apua hätätilanteessa, rakennuksessa nukutaan

Ryhmä 4 poikkeaa olennaisesti edellisistä ryhmistä, sillä tähän ryhmään kuuluvat yksityiskodit ja vastaavat asuinrakennukset.



Kuvio 30. Kuviossa on kuvattu rakennuksen sisällä aloitetut pelastustoimet ja pelastuslaitoksen toimintaan liittyvät vaiheet.

Peruslähtökohdat on tässä ryhmässä jaettu kahteen, erilliseen osaan:

**A. Kerrostalo- ja omakotitaloasuminen, pystyvät poistumaan itsenäisesti, asukkaat kotona**

**B. Kerrostalo- ja omakotitaloasuminen, asukkaat eivät kotona**

A. Kerrostalo- ja omakotitaloasuminen, asukkaat kotona

Kun kyseessä on asuinrakennuksena käytetty rakennus, voimme olettaa että:

- Asukkaita on varoitettu 3 minuutin kuluessa palon havaitsemisesta.

Voimme olettaa, että asunnossa on yksi tai useampia palovaroittimia, poistumistiet on merkitty ja asunnosta kyetään poistumaan kolmen minuutin kuluessa turvaan. Poistumisajaksi arvioidaan tässä yksi minuutti.

## B. Kerrostalo- ja omakotitaloasuminen, asukkaat eivät kotona

- Palo havaitaan 15 minuutin kuluttua. Tässä ajassa vaarassa olevia on ehditty varoittaa.

Tässä oletamme, että asunnossa, jossa palo syttyy, ei ole paikalla ihmisiä syttymishetkellä ja palo havaitaan asunnon muista osista tai ulkopuolelta esimerkiksi ikkunoiden rikkoutuessa tai kun rakennuksen ulkopuolella olevat ihmiset ovat havainneet liekit. Käytämme näitä oletusaikoja, vaikka tiedämme, että nykyisin lieskahdus voi tapahtua aiempaa nopeammin tai tietyissä tilanteissa sitä ei tapahdu lainkaan.

- Asukkaat pystyvät poistumaan 30 minuutissa palon havaitsemishetkestä.

Oletamme tässä, että ainakin osa osastoivista ovista on jäänyt auki poistuttaessa ja savu on saattanut päästä leviämään porrashuoneisiin. Oletamme, että ovea avataan ja suljetaan, kun poistuvat ihmiset kulkevat sen kautta ulos. Porrashuone on tuulettunut savusta noin 30 minuutin kuluessa palon alkamisesta.

- Pelastuslaitos on valmis operatiivisiin toimiin 15 minuutissa siitä, kun palosta on ilmoitettu hätäkeskukseen. Näin ollen pelastuslaitos on toimintavalmiudessa 30 minuutin kuluessa palan havaitsemisesta.

Tässä on oletettu, että pelastuslaitos saavuttaa kohteen sille vaaditussa ajassa. Palon saaminen hallintaan edellyttää, että palon leviäminen on pystytty estämään, rakennuksessa olevat ihmiset ovat pystyneet poistumaan ja palo ei ole levinnyt muihin kohteisiin, esimerkiksi rakennuksen sivuille eikä sen ylä- tai alapuolelle.

- Pelastuslaitos saa palon hallintaansa 60 minuutissa palon syttymisestä. Oletamme, että pelastuslaitos on kyennyt kuljettamaan turvaan vaarassa olevat ihmiset ja saanut palon hallintaansa 44 minuutissa operatiivisten toimien alettua.

Käytäntö on osoittanut, että useimmissa tapauksissa pelastuslaitos kykenee sammuttamaan palon noin 60 minuutissa. Jotta asukkaat tai taloa käyttävät voivat poistua, rakennuksen pitää olla perusrakenteeltaan osastoitu. Palo-osasto kestää tulipaloa noin 60 minuuttia. Tässä ajassa pelastuslaitos on ehtinyt tavanomaisesti edenneessä tulipalossa palopaikalle, ihmiset ovat ehtineet pelastautua ja palo on ehditty sammuttaa.



## Paloturvallisuuskeinot ja -toimenpiteet

Paloteknisen suunnittelun (FSE, Fire Safety Engineering) tavoitteena on ihmisten suojaaminen. Teknisten ratkaisujen tulee olla riittäviä ja niiden tulee pysyä toimintakunnossa melko pitkään. Näiden toimenpiteiden tulee olla luotettavia, tilanteeseen soveltuvia ja toimivia olosuhteiden muuttuessa, esimerkiksi lämpötilan noustessa tai laskiessa. Niiden tulee olla toimivia riippumatta kosteudesta, pölystä, sähkömagnetismista tai tärähdyksistä. Lähinnä tässä on kyse siitä, että rakennettu paloturvallisuus – lähinnä tekniikka – rakennetaan taajassa siten, että tekniikka kestää tarvittaessa esimerkiksi räjähdysten tai vastaavan.

Toimenpiteitä tulee voida soveltaa määräysten ja lainsäädännön mukaisesti. Keskeisiä rakennusten paloturvallisuuskäsitteitä ovat ympäristöön, arkkitehtuuriin, teknisiin järjestelmiin, sisustukseen ja rakennusta käyttäviin henkilöihin liittyvät lähtökohdat. Palonehkäisyn toimenpiteet on jaettu tässä rakennuksen oman turvallisuusorganisaation toimintaan ja pelastuslaitoksen toimintaan.

Paloturvallisuuteen liittyviä säädöksiä tulkitaan ja toteutetaan usein siten, kun ne on saannettu laissa tai muissa vastaavissa määräyksissä.

On huomattava, että lakisäätöjen taso on lähtökohtaisesti turvallisuuskäsitteiden vähimmäistaso.

### Palotekniseen suunnitteluun liittyviä käsitteitä

**Rakennuksen ympäristö ja sijainti** määrittelee paloturvallisuutta erityisellä tavalla, esimerkiksi onko rakennuksen lähistöllä paloasema, kuinka nopeasti pelastuslaitos pääsee rakennuksen luokse hätätilanteessa ja mistä mahdollisen tulipalon syyttyä saadaan sammutusvettä.

**Suunnitteluun** liittyviä tekijöitä ovat esimerkiksi rakenteellinen kestävyys, rakennusmateriaalien valinta, rakennuksessa olevien ihmisten pelastautumismahdollisuudet ja mahdollisuudet tulipalon sammuttamiseen.

**Tekniset järjestelmät**, esimerkiksi paloilmalaisimet ja sprinklerit, liittyvät rakennuksen paloturvallisuuteen. Rakennuksissa on lisäksi muita kuin turvallisuuteen liittyviä teknisiä järjestelmiä, jotka vaikuttavat paloturvallisuuteen ja palon kehittymiseen. Tällaisia ovat esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmät, hissit, kulunvalvonta ja lukitus. Jotkut tekniset

järjestelmät voivat olla haitallisia tulipalotilanteessa ja siksi järjestelmien toimintaa tulipaloissa tulisi arvioida erikseen. Rakennuksissa, joissa on suljettuja tiloja, tulipalo on erityisen haasteellinen. Tällaisia rakennuksia ovat esimerkiksi rangaistuslaitokset, hoitolaitokset, toimistot, pankit ja hotellit.

**Kalusteet.** Rakennuksen kalusteiden ja sisustusratkaisujen materiaali ja sijoittelu, esimerkiksi huonekalujen sijainti, matot, liinavaatteet ja sisustuselementit, ovat yhteydessä paloturvallisuuteen. Asemarakennusten ympärille pysäköidyt kulkuneuvot sekä kyltit, palvelutiskit ja mainosrakenteet julkisissa rakennuksissa vaikuttavat rakennuksen paloturvallisuuteen.

**Rakennuksen käyttö.** Rakennuksen käyttöön liittyviä näkökulmia ovat esimerkiksi mahdollisuudet kertoa rakennuksen turvajärjestelmästä rakennusta käyttäville sekä rakennuksen yleiskunnosta huolehtiminen esimerkiksi säännöllisillä huoltotoimilla.

**Rakennuksen turvallisuusorganisaatio** alkaa toimia hätätilanteessa. Turvallisuusorganisaatio auttaa rakennuksen tyhjentämisessä ihmisistä sekä alkusammutuksen käynnistämisestä. Mikäli rakennuksessa oleskelee henkilöitä, jotka eivät pysty poistumaan itse, turvallisuusorganisaatio auttaa poistumisessa.

## 4.1.1 Tulipalon ehkäiseminen

Tulipalon ehkäiseminen tarkoittaa tulipaloriskin vähentämistä.

### Ympäristö

Rakennuksen tulisi olla sellaisessa paikassa ja sen tulisi olla sen muotoinen, että tulella tehdyt tuhotyöt voidaan tehokkaasti estää sosiaalisen kontrollin avulla. Rakennusmateriaalien tulisi olla sellaisia, etteivät ne syty helposti ja ettei palo syttyttyään pääse etenemään nopeasti. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää kattomateriaaleihin.

Teollisuusrakennuksissa koneistojen ja muiden varusteiden tulisi olla sellaisia, ettei tulipalo pääse syttymään. Lisäksi tulisi varmistaa, ettei helposti syttyviä ainesosia pääsee vuotamaan esimerkiksi varastoinnin yhteydessä. Tiloissa tulee olla riittävästi tuuletusmahdollisuuksia. Mahdollisiin pölyräjähdyksiin tulisi varustautua, mikäli tiloissa käsitellään pölyviä aineksia.

### Tekniset järjestelmät

Rakennuksen ympäristön tulisi olla valaistu. Sähkö- ja kaasujärjestelmät tulee rakentaa siten, etteivät ne aiheuta tulipalon vaaraa. Rakennuksessa tulee käyttää vain sellaisia järjestelmiä, jotka täyttävät asetetut määräykset ja säädökset. Rakennusta huoltavilla hen-

kilöillä tulee olla ammattipätevyyks huoltotoimiin. Korkealla sijaitsevat rakennukset tulee varustaa ukkosenjohdattimilla.

Oppilaitoksissa tulisi olla käytössä liikkeentunnistusjärjestelmä, joka havaitsee mahdollisesti rakennukseen asiattomasti pyrkivät. Koneiden ja laitteiden paloturvallisuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

## Kalusteet ja sisusteet

Sisusteiden, esimerkiksi huonekalujen, koristeiden ja varusteiden, mattojen, liinavaatteiden, mainosrakenteiden ja vastaavien, tulisi olla mahdollisimman paloturvallisia. Roska-astioiden tulisi olla itsestään sammuvia.

Palokuormaa tulisi olla mahdollisimman vähän tiloissa, joissa yövytään. Paloturvallisuus tulisi ottaa erityisesti huomioon, mikäli on todennäköistä, että asukkaat käyttävät keittiötiloja ja -välineitä epäasiallisesti.

Teollisuusrakennusten koneille ja laitteille sekä niiden ylläpidolle ja korjaukselle on omat standardinsa.

## Tilojen käyttö

Sellaisissa tiloissa, joissa käsitellään vaarallisia aineita, tupakointi ja tulen käyttö tulee kieltää. Paloturvallisuuden toteutuminen tulee varmistaa säännöllisillä tarkastuksilla.

Käyttöön liittyviä paloturvallisuustekijöitä ovat:

- syttyvien materiaalien, esimerkiksi kankaiden etäisyys kuumeneviin valaisimiin
- tietotekniikan ja viihde-elektroniikan valmiustila-säädöt
- roska-astioiden säännöllinen tyhjentäminen
- asuntojen yleinen siistinä pitäminen
- sisusteiden ja muun vastaavan palokuorman määrän valvonta ja kontrollointi
- syttyvien tuotteiden, kuten puun, pahvin ja paperin varastointi rakennuksen seinustoille
- rakennuksen käyttöön liittyvien riskialttiiden työskentelytapojen kontrollointi, esimerkiksi käsiteltäessä kemikaaleja tai tehtäessä tulitöitä.



Lisäksi tulisi ottaa huomioon (myös asuinrakennuksissa):

- korjaustöiden teettäminen ammattiosaajilla
- turvallisuuden tarkistuslistat ja säännölliset tarkastukset
- rakennuksen seinustojen turvallisuus, syttyvien tuotteiden varastointi
- kaasupullojen ja muiden herkästi syttyvien tuotteiden varastointi.

Mielenterveyskuntoutujia majoittavissa rakennuksissa ja muissa suljetuissa rakennuksissa, kuten vankiloissa, on lisääntynyt tulipaloriski. Tällaisissa tiloissa tulee varmistua siitä, etteivät asukkaat saa käsiinsä sytytysvälineitä. Tupakoinnista tulee sopia erikseen ja erityisellä tavalla.

Asuinrakennuksissa lisäksi:

#### **A. Irtaimiston ja laitteiden turvallinen käyttö**

- turvallisuus ruuanlaitossa
- lämmittimien käyttö
- helposti syttyvien nesteiden ja kaasujen käyttö
- kuumaa tuhkaa sisältävien astioiden tyhjentäminen
- jatkojohdot ja sähkölaitteet
- keittiöiden, takkojen ja muiden lämmittimien säännöllinen tarkastaminen ja huolellisuus niitä käytettäessä

#### **B. Kunnossapito**

- säännöllinen nuohous
- kaasu- ja sähkölaitteiden tarkastaminen ja kunnostus

#### **C. Riskitekijät ja käyttäytyminen**

- paistaminen, keittäminen, kuumentaminen, paahtaminen (erityisesti alkoholin-käytön yhteydessä tai yöaikaan)
- vuoteessa tupakointi
- psyko-sosiaaliset stressitekijät
- heikentynyt poistumiskyky
- lasten toiminnan valvominen
- kodin yleinen epäsiisteys

- muu vaaroja aiheuttava käyttäytyminen, kuten sähkölaitteiden jättäminen päälle, television, radion ja tietokoneiden valmiustila

Teollisuusrakennuksissa tulee tarkastaa koneet ja laitteet sekä tuotteiden varastointilat säännöllisesti. Sään vaikutukset varastoitaville tuotteille tulee varmistaa, samoin mahdolliset vuodot, kulumiset ja kuumuudelle altistuminen. Mikäli tiloissa käsitellään helposti syttyviä tuotteita, henkilökunnan tulee olla koulutettu näihin nimenomaisiin riskeihin ja vaarallisten materiaalien käsittelyyn.

## 4.1.2 Tulipalon havaitseminen

### **Keskeinen tavoite:**

Tulipalon mahdollisimman aikainen havaitseminen on tärkeää, jotta ihmiset voivat pelastautua ajoissa. Erityisesti tulipalon havaitsemiseen tulee kiinnittää huomiota, kun rakennuksessa yöpyy ihmisiä tai rakennuksessa olevat ihmiset eivät pysty poistumaan itsenäisesti. Tällaisia ovat esimerkiksi hotellihuoneet; sairaaloiden tai hoitolaitosten huoneet, joissa yövytään; rikosseuraamuslaitosten sellit ja vastaavat; tai kiinteistöt, joissa on pieniä lapsia. Kun tulipalo havaitaan ajoissa, voidaan estää ihmisten kuoleminen myrkyllisten savukaasujen hengittämiseen tai liekkiin ja kuumuuteen. Talon turvallisuusorganisaation tulee olla koulutettu siten, että jokainen tietää tehtävänsä heti, kun palo on havaittu.



## Tekniset järjestelmät

Jos rakennuksessa yöpyvät eivät pysty poistumaan itsenäisesti, rakennus tulee varustaa automaattisella palonilmaisinjärjestelmällä. Tällaisia rakennuksia, joissa tulipalon vaara on suurempi, ovat esimerkiksi korkeat, maan alla sijaitsevat tai pinta-alaltaan isot tilat ja rakennukset.

## Käyttö

Tiloissa työskenteleville tulee tarjota palon havaitsemiseen ja poistumiseen liittyvää koulutusta. Koulutus tulee toistaa säännöllisesti. Henkilöstön tulee tietää, millä tavoin rakennuksen palohälytys annetaan ja miten poistumistilanteessa tulee toimia. Jos rakennuksessa yöpyy henkilöitä, jotka eivät pysty poistumaan itse, poistumisharjoituksia tulee järjestää säännöllisesti. Mikäli rakennuksessa tehdään tulitöitä, valvonta tulee järjestää.

### 4.1.3 Avun hälyttäminen

#### **Keskeinen tavoite:**

Henkilöstön mahdollisimman nopea tiedottaminen hätätilanteessa siten, että nopea poistuminen rakennuksesta on mahdollista.

Hälytysajankohta liittyy tulipalon nopeaan havaitsemiseen. Kaikkein nopeimmin hälyttäminen onnistuu, jos palon havainnut henkilö kykenee suoraan hälyttämään pelastusviranomaiset. Tässä oletuksena on, että palon havaitsemisen ja hälyttämisen välinen aika on lyhyt.

Palon havaitsemisen jälkeen ilmoitus voidaan tehdä

- ilman teknisiä apuvälineitä huutamalla
- teknisten apuvälineiden avulla manuaalisesti tai automaattisesti
- kahden edellisen yhdistelmällä.

Tekniset hälytysvälineet voivat olla hiljaisia tai äänekkäitä hälytysjärjestelmiä. Hiljaisia hälytysjärjestelmiä käytetään, kun on tarkoitus tiedottaa tulipalosta vain osalle rakennuksessa olevista ihmisistä, esimerkiksi vankiloissa tai hoitolaitoksissa. Äänekäs hälytysjärjestelmä on sireenimäinen hälytysääni tai kuulutus. Toisinaan hälytys annetaan manuaalisesti kuuluttamalla. Hälytys tulisi kyetä tekemään kahden minuutin kuluessa. Nopea hälytys mahdollistaa pelastuslaitoksen avun nopeammin.

## Tekniset järjestelmät

Teknisten järjestelmien käyttö liittyy rakennuksen rakennusteknisiin yksityiskohtiin ja kokoon, esimerkiksi kerrosten määrään. Parhaiten hälytysjärjestelmä toimii, jos käytössä on automaattinen ilmoitusjärjestelmä. Talossa työskentelevien turvallisuusorganisaation tavoittaminen hätätilanteessa tulisi järjestää esimerkiksi käyttämällä paikannusjärjestelmiä. Yksityistalouksissa palovaroitin varoittaa tulipalosta ja asukkaat voivat aloittaa välittömästi poistumisen.

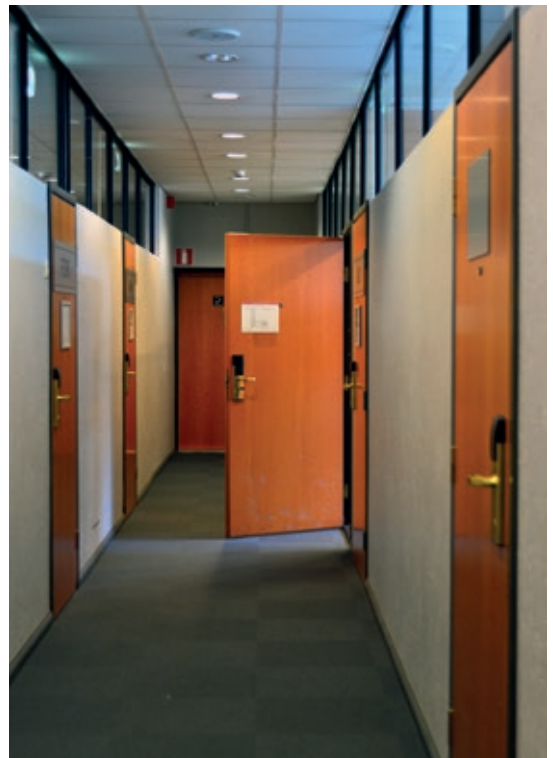
Kodeissa jokaisesta huoneesta tulisi olla ainakin yksi looginen ja toimiva poistumistie ulos asti. Suunniteltaessa poistumisteitä on otettava huomioon, että hätätilanteessa kaikkia poistumisteitä käytetään samanaikaisesti. Poistumisteiden määrä ja leveys on suunniteltava siten, että rakennusta käyttävien ihmisten määrä on otettu huomioon.

### Erityisesti on otettava huomioon

- tilat ja tilanteet, joissa rakennuksesta evakuoidaan ihmisiä pyörätuoleilla tai patjoilla, kuten hoitolaitoksissa
- tilanteet, joissa poistumistiet sijaitsevat eri puolilla rakennusta ja ihmismassat liikkuvat useisiin suuntiin, kuten konferenssikeskuksissa tai ravintoloissa.

### Lisäksi

- Evakuointitilanteessa ihmismassaa ei voi pysäyttää, sillä pysäyttäminen saattaa aiheuttaa paniikkireaktion, kaatumisia ja loukkaantumisia.
- Ovien on avauduttava todennäköisimpään kulkusuuntaan eli uloskäynnin suuntaan.
- Poistumisreiteillä ovien tulee olla sellaisia, että ne voidaan avata hätätilanteessa ilman avainta.
- Poistumistiet tulee merkitä selvästi.
- Poistumisteiden tulee olla sellaisia, että hätätilanteessa poistuvat eivät joudu väistämään ja varomaan putoavia lasinpalasia.
- Rakenteet tulee suunnitella siten, että ne eivät syty helposti ja savun määrä pysyy vähäisenä.



## Rakennuksen turvallisuusorganisaatio

Rakennuksissa tulee olla poistumissuunnitelma hätätilanteiden varalle. Hätätilanteessa poistuminen tapahtuu ensisijaisesti huoneesta, jossa palo on. Poistumisen suunta on huoneeseen, joka on lähinnä, mutta turvallinen ja sieltä edelleen toiseen tilaan, johon palo ei voi levitä. Tällainen tila on esimerkiksi toinen huone tai rakennus, johon evakuoitavat ihmiset mahtuvat. Lähtökohtaisesti tällainen tila on kokonaan toisessa palo-osastossa tai toisessa rakennuksessa. Rakennuksen turvallisuusorganisaation on tiedettävä evakuoitavien ihmisten määrä, mihin ihmiset siirretään evakuointitilanteessa ja montako ihmistä turvalliseen tilaan mahtuu.

Mikäli rakennuksessa on ihmisiä, jotka tarvitsevat apua poistumiseen, turvallisuusorganisaation tulee ottaa tämä huomioon. Hoitolaitoksissa osalla evakuoitavista ihmisistä on muitakin rajoitteita kuin poistuminen. Ihmisten terveydentila tulee ottaa huomioon evakuoinnissa. Vankiloissa turvallisuusorganisaation on tiedettävä, mihin lukittavaan tilaan rakennuksen asukkaat sijoitetaan hätätilanteessa.

Pelastuslaitoksen operatiivisten suunnitelmien tulee vastata kohteen pelastus- tai evakuointisuunnitelmaa. Eritysvaatus vankiloille ja muille vastaaville sellitiloille: Pelastuslaitos ei saa aloittaa toimintaa, ennen kuin evakuointi on kokonaisuudessaan suoritettu (mahdollisten uhkaavien tilanteiden, esimerkiksi panttivankitilanteen estäminen).



## 4.1.4 Evakuointi tulipalotilanteessa

### **Keskeinen tavoite:**

Tavoitteena on, että rakennuksessa oleskelevat ihmiset siirtyvät turvaan tulipalotilanteessa. Tällöin rakennuksen turvallisuusorganisaation avustaminen on tärkeää. Turvallisuusorganisaatiota voidaan tarvita muussakin kuin tulipalotilanteessa, esimerkiksi pommiuhkaustilanteissa tai vaarallisia aineita kuljetettaessa.

### Käyttäytyminen

Ihmisten mahdollisuus pelastautua itse on keskeinen riskejä määrittävä tekijä.

### **15 minuutin evakuointiaika**

Rakennusten uloskäyntien on oltava aina siinä tilassa, että poistuminen on mahdollista. Yleensä poistumisajaksi lasketaan 15 minuuttia. Erikoisportaitkojen ilmalukot lisäävät suojaa poistumisen aikana. Poistumiseen lasketaan yleensä yksi minuutti kerrosta kohden.

### **Poistuminen kodista: Laskennallinen evakuointiaika kodista on yksi minuutti**

Rakennuksen poistumisteiden lukumäärän ja poistumisteiden koon tulee olla sellaiset, että niitä pystytään käyttämään poistumiseen. Mikäli rakennuksessa on suljettuja tiloja (vankilat) tai liikkumisrajoitteisia (hoitolaitokset), poistumiseen tarvittava aika on pidempi. Suomen Rakennusmääräyskokoelma E1 mukaan: ”Palolta ja savulta suojattu uloskäytävä on osastoitu uloskäytävä, johon on yhteys ainoastaan kerrostasolla olevan osastoidun tilan ja tästä edelleen parvekkeen tai muun ulkoilmaan avoimen tilan kautta siten, että palon ja savukaasujen pääsy uloskäytävään estyy.”

Rakennus on jaettava savuosastoihin siten, että pelastautuminen savulta on mahdollista. Ihminen kykenee olemaan savuisessa tilassa hätätilanteessa enintään 30 sekuntia. Liikuntakykyisen henkilön liikkumisnopeudeksi voidaan laskea metri sekunnissa. Jos palo-osastot ovat tätä isompia, tiloihin tulee rakentaa savunpoistojärjestelmä. Rakennuksen kantavuuden tulee olla sellainen, että tulipalotilanteessa rakennus kestää poistumisajan pystyssä. Periaatteessa käytettävissä tulisi olla kaksi vaihtoehtoista pelastustietä. Mikäli asukkaat eivät pysty poistumaan itsenäisesti, käytännössä heidät siirretään turvaan maakuuasennossa tai istuen.

Poistumistiet ja uloskäynnit tulee pitää siisteinä, eikä niissä saa varastoida tavaroita. Koristeet ja sisustuselementit tulee asettaa siten, etteivät ne ole poistumisen esteenä.

Varmista turvallisuutesi kotioiloissa:

- Laadi poistumissuunnitelma.
- Rajoita helposti syttyvien materiaalien käyttöä.
- Sulje huoneiden väliset ovet yöksi.
- Sulje ovet ja ikkunat tulipalotilanteessa.
- Varmista, että kaikista huoneista pääsee poistumaan.
- Mikäli savua on paljon, on valmistauduttava ryömimään. Matalalla on viileämpää ja savua on vähemmän.
- Ennen kuin avaat ovia tulipalon aikana varmistu siitä, ettei oven takana ole tulipaloa. Koeta, onko ovi lämmin. Mikäli joudut kuitenkin avaamaan oven, pysytele matalalla.
- Muista, että lapset saattavat piiloutua tulipalon aikana huoneisiin.

#### 4.1.5 Rakennuksen turvallisuusorganisaation toimenpiteet alkavan tulipalon sammuttamisessa

##### **Keskeinen tavoite:**

Turvallisuusorganisaatioon kuuluva osaa sammuttaa alkavan tulipalon esimerkiksi sammutuspeitteellä tai käsisammuttimella. Toiminnan lähtökohtana on riskien arviointi nimenomaan työnteon näkökulmasta. Dokumentaatioon tulisi liittyä kuvaus alkusammutustoimista ja rakennuksen tyhjentämisestä. Nämä kaksi keskeistä asiaa turvallisuusorganisaatio toteuttaa hätätilanteessa. Turvallisuusorganisaation toiminnan määrittämisessä käytetään suunnittelun pohjana skenaarioita, jotka voisivat toteutua nimenomaan niissä rakennuksissa, joita suunnittelu koskee. Mikäli rakennuksessa on henkilöitä, jotka eivät kykene poistumaan itsenäisesti, he ovat hätätilanteessa täysin riippuvaisia rakennuksen turvallisuusorganisaatiosta. Suunniteltaessa turvallisuusorganisaation toimintaa, on otettava erikseen huomioon hyvin korkeat tai laajat



rakennukset sekä rakennukset, joissa oleskelee paljon ihmisiä päivittäin. Turvallisuusorganisaation toiminta tulisi kuvata jokaisessa rakennuksen osassa erikseen, jotta kunkin osan erityispiirteet otetaan riittävästi huomioon.

Talon turvallisuusorganisaatioon kuuluvien tulee osata käyttää alkusammuttimia. Alkusammuttimien tulee olla aina käyttökunnossa ja helposti tavoitettavissa. Lisäksi turvallisuusorganisaatioon kuuluvien tulee osata tarvittaessa sammuttaa tulipalo esimerkiksi matolla tai tukahduttaa palamaan syttynyt rasva kattilan kannella. Alkusammutustoimet eivät saa hidastaa hälytyksen tekemistä.

Turvallisuusorganisaatio evakuoii rakennuksen ja pelastuslaitos pelastaa ne, jotka voivat vielä olla vaarassa. Toisin sanoen alkuvaiheessa pelastustoiminnasta huolehtivat talossa toimivat henkilöt, jotka eivät ole pelastustoimen henkilökuntaa. Tältä alkuvaiheen toiminnalta ei tällöin odoteta riskien ottamista esimerkiksi savuisiin tiloihin tunkeutumisessa tai ihmisten pelastamisessa vaarallisista olosuhteista. Tällaisia olosuhteita ovat esimerkiksi paksu savu, kuumuus, liekit tai palon leviäminen.

Pelastustoiminnassa tulee ymmärtää, että esimerkiksi hengityssuojainten tai paineilmlaitteiden käyttäminen pelastustoiminnassa edellyttää erityistä koulutusta, kokemusta ja terveydentilaa, mutta kyseisiä laitteita voidaan käyttää esimerkiksi tapauksissa, joissa ei ole välitöntä vaaraa. Esimerkiksi oppaana toimiminen pelastuslaitokselle voisi olla sellainen toimenpide, jossa hengityssuojaimin varustettu henkilökunnan edustaja opastaa pelastuslaitosta vaarallisen alueen rajalle ja on käytettävissä turvallisella alueella pelastuslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti.

Suojalla tarkoitetaan tässä rakennuksen toista osaa, palo-osastoa tai toista rakennusta. Tämän tilan tulee olla sisällä ja suojassa savulta ja tulelta. Talon turvallisuusorganisaation tulee tietää, montako henkilöä rakennuksesta evakuoidaan ja mihin henkilöt evakuoidaan. Erityistä huomiota tulee kiinnittää lukittuihin tiloihin (esimerkiksi vankilta, hoitolaitokset).

Rakennuksen turvallisuusorganisaation tulee toimia johdonmukaisesti:

- Ensin siirretään suojaan ne, jotka ovat samassa tilassa, jossa tulipalo on.
- Seuraavaksi siirretään suojaan ne, jotka ovat tulipalon uhkaamalla alueella.



## 4.1.6 Palon sammuttaminen niin nopeasti kuin mahdollista

### Keskeinen tavoite:

Automaattinen sammutuslaitteisto (sprinklaus) eli sprinklerilaitteisto tulee ottaa käyttöön korkeissa rakennuksissa tai rakennuksissa, joissa on lisääntynyt tulipalon riski. Automaattinen palonsammutusjärjestelmä pystyy sammuttamaan alkavassa vaiheessa olevan palon ja vähentämään näin tulipalon haitallisia seurauksia ja pidentämään poistumiseen käytettävää aikaa. Tämä on merkittävää varsinkin silloin, kun rakennuksessa on ihmisiä, jotka eivät voi poistua itse. Rakennuksissa voi olla myös muuta sammutusautomaatiikkaa, mutta yleensä kyse on kohdesuojauksesta, esimerkiksi inerttikaasuun perustuvasta järjestelmästä. Sprinklerijärjestelmien teho on osoitettu useissa tutkimuksissa. Muut vastaavat järjestelmät, kuten vesisumujärjestelmät saattavat olla yhtä hyviä teholtaan. Järjestelmien tehokkuutta tulisikin tutkia lisää.

Automaattiseen palonsammutusjärjestelmään on kiinnitettävä erityishuomiota, jos rakennuksen toiminnan jatkuminen keskeytyksettä on merkittävää tai mikäli talo ei rakenteellisesti kestä tulipalon sammuttamista sisältä käsin.



## 4.1.7 Mahdollisimman nopea ilmoitus tulipalosta

### Keskeinen tavoite:

Tulipalosta ilmoittaminen hätäkeskukseen. Tämä voi tapahtua soittamalla hätänumeroon 112, paloilmoitus automaattisen paloilmoitinjärjestelmän välityksellä tai hätäkeskuksen kautta.

### Tekniset järjestelmät

Palosta tulisi ilmoittaa jollain järjestelmällä hätäkeskukseen. Hätäkeskukset ovat tottuneet häiriösoittoihin ja erheellisiin palohälytyksiin, jotka tulevat automaattisen paloilmoitinjärjestelmän kautta. Tällaisia on 96 % kaikista paloilmoitinhälytyksistä Pron-to-tietokannan mukaan (Ketola 2019). Erheelliset paloilmoitukset aiheuttavat häiriöitä pelastustoimelle, muun muassa todellisiin paloihin ei ehditä reagoimaan yhtä nopeasti, liikenne ruuhkautuu tarpeettomasti ja hälytys aiheuttaa ylimääräisiä kuluja.

Kun tiloissa hitsataan, kolvataan tai tehdään muita riskialttiita tulitöitä, työskentelyä on valvottava koko ajan. Henkilöstön ja asukkaiden tulee osata hälyttää apua numerosta 112. Heidän tulee osata kertoa kohteen osoite ja sijaintikunta.

Rakennuksen turvallisuusorganisaation tulee olla koulutettu siten, että turvallisuusorganisaatioon kuuluvat osaavat soittaa nopeasti hätänumeroon 112.

#### 4.1.8 Pelastuslaitoksen operatiiviset toimet – mahdollisimman nopeasti, turvallisesti ja tehokkaasti

##### **Keskeinen tavoite:**

Tulipalon sammuttaminen mahdollisimman nopeasti, turvallisesti ja tehokkaasti.

Jotta pelastustoimenpiteet voidaan käynnistää viipymättä

- pelastuslaitoksen pitää päästä kohteeseen viivytyksettä ja pelastustiet tulee pitää avoimina
- varusteiden tulee olla käyttövalmiina viivytyksettä
- vesihuollon tulee toimia viivytyksettä
- ulkorakenteiden, kuten aitojen, kaiteiden, pylväiden ja vastaavien tulee sijaita siten, että operatiivinen toiminta voidaan aloittaa viivytyksettä
- rakennuksen poistumisteiden ja pelastusreittien kunnossapidosta tulee huolehtia siten, että poistumistiet ja esimerkiksi porrashuoneet ovat käyttökelpoisia myös pelastustilanteissa
- vaarallisia aineita sisältävien tilojen tulee olla eristettyjä ja suljettuja asianmukaisesti
- rakenteiden tulee kestää paloa ennalta määrätyn ajan.

On oletettavaa, että paloasemat on sijoitettu siten, että operatiivisten toimintojen käynnistäminen alkaa mahdollisimman pian. Tämä edellyttää liikennejärjestelyjen muuttamista pelastuslaitoksen toiminnan mukaan.

Jotta pelastustoiminta olisi mahdollista

- pelastuslaitoksella tulee olla mahdollisuus käyttää sille varattuja tiloja
- pelastuslaitoksella tulee olla suunnitelma, jolla pelastustoimet toteutetaan korkeissa rakennuksissa ja rakennuksissa, joissa on suuri todennäköisyys tulipaloille
- pelastuslaitoksen saavuttua paikalle turvallisuusorganisaatio on valmis antamaan tilanteesta kattavan selvityksen pelastuslaitokselle.

Pelastuslaitos päättää sammutustaktiikasta. Kuviossa 31 on esitelty palon sammuttamisen taktinen nelikenttämalli, joka on käytössä Alankomaissa. Mallin nelikenttä perustuu puolustavaan ja hyökkävään sammutustaktiikkaan. Molempia taktiikkoja voidaan käyttää joko sisä- tai ulkotiloissa.

## Nelikenttämalli operatiivisen sammutustoiminnan perustana

Nelikenttämalli (kuvio 31) on tuotettu Alankomaiden operatiivisten toimenpiteiden kehittämiseksi. Siinä sammutustaktiikka on jaettu nimensä mukaisesti neljään: sisältä-ulkkoa sammutettava sekä puolustava-hyökkävä-käsitteiden avulla. Malli on luotu sammutustaktisen suunnittelun tueksi.

*Puolustava ulkoa sammuttaminen -taktiikka* tukee vahinkojen hallintaa rajoittamalla palon ja savun leviämistä sekä suojaamalla ympäristöä sammuttamalla. Ulkoa sammutettava -puolustava sammutustaktiikkaa käytetään, kun palon lähdettä ei ole saatu selville, savua on paljon ja rakenteiden romahtaminen on mahdollista. Tällöin pelastushenkilöstö sammuttaa rakennuksen ulkopuolelta.\*

*Hyökkävä ulkoa sammuttaminen -taktiikka* sopii tilanteeseen, jossa pelastushenkilöstö sammuttaa rakennuksen ulkopuolelta, mutta rakennuksen romahdusalueella. Ulkoa sammutettavaa taktiikkaa käytetään, kun pelastushenkilöstön ei ole turvallista siirtyä rakennuksen sisälle. Taktiikalla pyritään takaamaan mahdollisten uhrien pelastautumismahdollisuudet, riittävä työskentelyn turvallisuus, palon leviämisen estäminen ja palon sammuttaminen. Taktiikka mahdollistaa joissain tapauksissa uhrien nopeamman pelastamisen.

*Puolustava sisältä sammuttaminen -taktiikka* on käyttökelpoinen tilanteessa, jossa pelastushenkilöstö sammuttaa paloa rakennuksen sisällä, esimerkiksi viereisestä palo-osastosta. Tällä taktiikalla mahdollistetaan evakuointi, palon leviämisen estäminen muihin osastoihin ja muiden osastojen palovahinkojen rajoittaminen. Sisältä sammutettava -puolustava taktiikka edellyttää, että pelastushenkilöstö menee rakennuksen sisälle, mutta sammutus tapahtuu viereisestä osastosta, jossa paloa ei ole. Tämä taktiikka edeltää usein perinteistä sammutushyökkäystä.

*Hyökkävä sisältä sammuttaminen -taktiikka* tarkoittaa perinteistä sammutushyökkäystä, jonka tavoitteena on toteuttaa pelastustoimet palavassa osastossa. Tällöin pelastuslaitoksen ensisijaisena tehtävänä on sammuttaa palo ja pelastaa mahdolliset uhrin. Tämä taktiikka on mahdollinen vain tilanteessa, jossa palavan tilan lämpötila on niin alhainen, että palokaasut eivät voi syttyä.

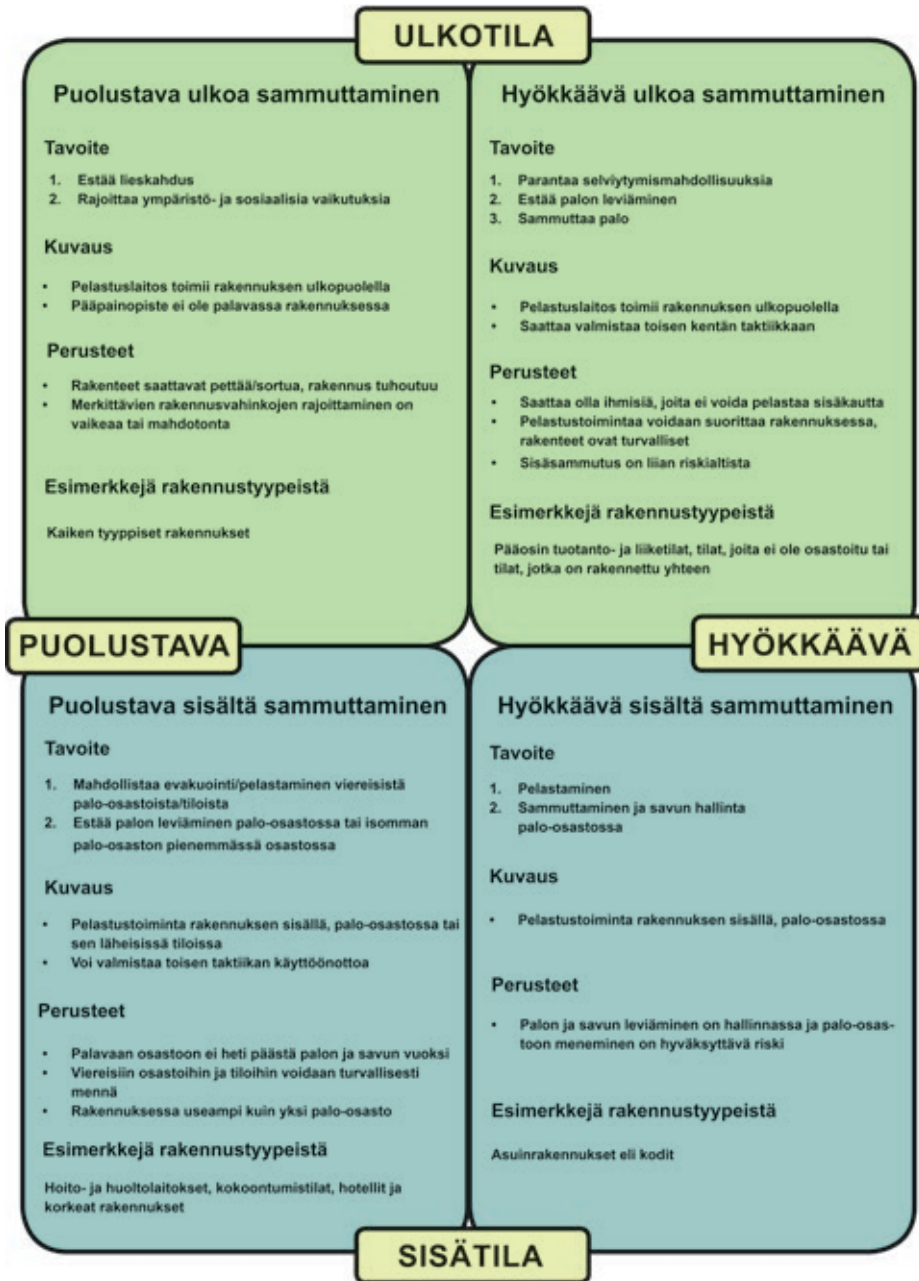
## Taktiikan vaihtaminen

On todennäköistä, että pelastustoiminnan johtajan määräyksestä taktiikkaa vaihdetaan tilanteen aikana. Taktiikan vaihtaminen liittyy palotilanteen muuttumiseen, esimerkiksi

---

\* Rakennuksen romahdusalue määritetään tyypillisesti: rakennuksen korkeus x 1,5

lämpötilan muutoksiin tai savun leviämiseen. Taktiikkaa vaihdettaessa tulee pitää huolta siitä, että kyseessä on tietoinen päätös ja siitä, että kaikki operatiiviseen toimintaan osallistuvat ovat tietoisia taktiikan vaihtamisesta. Suurissa paloissa, esimerkiksi tehdaspaloissa, on mahdollista, että samanaikaisesti käytetään useampia taktiikkoja rakennuksen eri osissa.



Kuvio 31. Palon sammuttamisen nelikenttämalli.

## Tekniset järjestelmät

Hyvät radioyhteydet tai muut yhteydenpitotavat hätäkeskukseen ja pelastustoimintaan liittyvän henkilöstön välillä tulee taata rakennuksen sisällä. Pelastuslaitoksen omat keinot hallita tilanne ovat yleensä riittäviä. Jos ne eivät kuitenkaan riitä tietyn tyyppisten rakenteiden tai rakennusten sisällä, yhteydenpitoon liittyviä järjestelmiä tulee lisätä. Jotta pelastuslaitos pystyy löytämään kohteet tehokkaasti, on mahdollista, että paloilmoitin- tai sammutuslaitteiston yhteyteen tulee liittää lisälaitteita. Tällainen tarve liittyy esimerkiksi tilanteeseen, jossa alueella on useita rakennuksia tai geometrialtaan monimutkaisia rakennuksia. Näissä tapauksissa merkkivalojärjestelmä auttaa pelastuslaitosta löytämään kohteen nopeammin.

### 4.1.9 Jälkitoimenpiteiden tarjoaminen nopeasti ja tehokkaasti

#### **Keskeiset toimenpiteet:**

Tavoitteena on estää mahdolliset lisävahingot. Pelastustoimi toteuttaa operatiiviset pelastustoimenpiteet asiantuntemuksensa perusteella siten, että palo sammuu nopeasti ja siten, että savusta ja vedestä aiheutuu mahdollisimman vähän vahinkoa ihmisille, rakennuksille ja ympäristölle. Pelastuslaitos järjestää tarvittaessa palon jälkivartiointin.

## 4.2 Paloturvallisuuden vaikuttavia yksittäisiä tekijöitä

Paloturvallisuuden taso voidaan määritellä rakennuksen piirteiden, rakennusta käyttävien henkilöiden, pelastustoimien ja ympäristön piirteiden avulla. Muutamia, yksittäisiä tekijöitä kehittämällä voidaan vaikuttaa paloturvallisuuteen.

### Vaikuttaminen poistumisaikaan

Periaatteessa poistumisaikaan voidaan vaikuttaa tekemällä portaista turvallisemmat, tekemällä tulipalosta helpommin huomattava tai lisäämällä automaattinen palonsammutusjärjestelmä. Nämä toimet vaikuttavat poistumisaikoihin.

Yleisellä tasolla poistumisaikaa määritellään tulipalon perusteella, mutta käytännössä poistumisaikaan liittyy rakennuksen sijainti, rakennustyyppi ja muut vastaavat ominaisuudet. Poistumisaikaan on yhteydessä vaaraan joutuneiden ihmisten määrä. Jos rakennuksessa toimivat ihmiset eivät pysty pelastautumaan itsenäisesti, sprinklerin tai muun vastaavan järjestelmän asentaminen on perusteltua.

## Turvallisemmat portaikot

Tavallisesti portaikot rakennetaan siten, että niihin ei pääse savua 30 minuuttiin palon syttymisestä (15 minuuttiin hälytyksestä). Portaikon tulisi pysyä savuttomana pelastus-toimien ajan (60 minuuttia). Toisaalta poistuttaessa portaikkoihin johtavia ovia avataan ja savu voi tällöin levitä portaikkoihin. Tällaisessa tilanteessa poistumisteille voi päästä vähäinen määrä savua. Kun tilanne etenee ja rakennuksessa olevat ihmiset ovat poistu-neet, porrashuoneessa tulisi olla enää vain pelastuslaitoksen operatiivisia aktiviteetteja. Paineilmalaitteilla varustetut pelastajat voivat työskennellä savuisissa tiloissa.

Mikäli laskeutumisnopeus on minuutti kerrosta kohden, rakennuksen enimmäiskorkeus voi olla noin 50 metriä. Laskeutumiseen käytettävä aika säätelee rakennuksen korkeutta. Mikäli laskeutumis aika on esimerkiksi ihmisten liikkumisrajoitusten tai ison ihmis-määrän vuoksi kaksi minuuttia kerrosta kohden, rakennuksen enimmäiskorkeus voi olla vain 25 metriä. Nämä luvut ovat usein laskennallisia, eikä niitä voida käyttää suoraan korkeiden ja geometrialtaan monimutkaisten rakennusten evakuointiaikoja laskettaessa. Joissain tapauksissa on vaara, että poistuva väki pakkautuu alakerroksiin ja poistuminen hidastuu tai pysähtyy kokonaan. Edelleen joissain poikkeustapauksissa vaiheittainen tai osittainen rakennuksen tyhjentäminen on mahdollista. Tällöin on oltava käytössä auto-maattinen palonsammutuslaitteisto tai vastaava, ja palo on voitava havaita ja sammuttaa erittäin nopeasti. Jos portaikko on tiivis eikä sinne pääse savua, korkeammista rakennuk-sista jää aikaa pelastautua. On mahdollista, että jopa 70 metriä korkeista rakennuksista voi poistua turvallisesti maan tasalle. Tällaisessa tilanteessa edellytetään, että korkeasta rakennuksesta poistuvan toiminta- ja havaintokyky sekä fyysinen kunto ovat riittäviä.

Porrashuoneen tai uloskäytävän paloturvallisuuteen voidaan vaikuttaa esimerkiksi:

- savuosastoinneilla
- ylipaineistuksella ja
- rakenteellisesti.

## Palon havaitsemisajan lyhentäminen

Mikäli rakennuksessa on automaattinen paloilmoinjärjestelmä, palon havaitsemisaika on yleensä lyhyempi ja rakennus pystytään tyhjentämään nopeammin, noin 12 minuut-tissa (laskennallisesti minuutti palon havaitsemiseen ja kaksi minuuttia varoittamiseen).

Automaattinen sammutuslaitteisto mahdollistaa palon sammuttamisen tai sen rajoitta-misen. Tällöin yleensä koko rakennuksen evakuoiminen ei ole välttämätöntä.

## Automaattinen sammutuslaitteisto

Automaattinen sammutuslaitteisto parantaa ihmisten poistumismahdollisuuksia ja vähentää palon aiheuttamia seurauksia. Samanlaisia vaikutuksia on turvallisuusorganisaatiolla silloin, kun sen toiminta on sujuvaa ja tarkoituksenmukaista.

## Vaikuttaminen tehokkaan pelastustoiminnan alkamisaikaan

Käytännössä toimintavalmiusaika voidaan saada lyhyemmäksi rakennuspaloissa:

- lisäämällä rakennukseen sammutusta helpottavia teknisiä järjestelmiä, kuten hissejä
- lyhentämällä palon havaitsemisen ja hälyttämisen aikoja
- järjestämällä rakennukseen hyvin koulutettu turvallisuusorganisaatio
- sammuttamalla palo heti syttymisen jälkeen automaattisen laitteiston esimerkiksi sprinklerin avulla.

## Pelastustoimintaa hidastavat rakennukset

Tehokkaan pelastustoiminnan alkamisaika on yhteydessä rakennuksen kokoon ja korkeuteen. Jos oletetaan, että esimerkiksi sammutus- ja pelastustoimet tulee voida aloittaa välittömästi kohteen saavuttamisen jälkeen, toimintakyky kerroksiin kiipeämisen ja varusteiden kantamisen jälkeen on riittävä vielä noin 20 metrin korkeudessa (kuusi kerrosta). Korkeammissa rakennuksissa tehokkaiden ”palomieshissien” ja nousuputkien tulisi olla käytössä. Jotta kohde tavoitettaisiin porrashuoneen kautta mahdollisimman turvallisesti ja nopeasti, porrashuoneen tulisi olla savulta suojattu. Pelastuslaitoksen sammutuskaluston teho riittää tyypillisesti noin 70 metrin korkeuteen, jota korkeammalla kohteessa tulee olla nousuputket ja paineenkorotuspumput, jotta vettä saadaan turvallisesti palaviin tiloihin. Nopean toiminnan vaatimukset voivat asettaa haasteita myös vaakatasossa suurissa rakennuksissa. Pelastuslaitoksen letkunveto pitkien matkojen osalta voi olla haastavaa, joten suuren ja sokkeloisen rakennuksen sammutus voidaan suunnitella vaakatasoisen hyvin suunnitellun kiinteän sammutusvesiverkon varaan. Tällöin koko sammutustoiminta on erikseen suunniteltua.

## Palon havaitsemiseen ja hätäilmoituksen tekemiseen liittyvän ajan lyhentäminen

Mikäli rakennuksessa on automaattinen paloilmajärjestelmä, palo voidaan havaita nopeammin ja siksi hätäilmoituksen tekeminen käy nopeammin. Tällöin laskennallinen aika palon havaitsemiseen ja hälyttämiseen on yksi minuutti, ja rakennuksen tyhjentämiseen ihmisistä voidaan laskea kuluvan noin 12 minuuttia.

## Rakennuksen oman palokunnan toiminta

Rakennuksen palon sammuttaminen ammattimaisesti alkaa nopeammin, mikäli rakennukseen on valittu oma palokunta. Tällaisia on esimerkiksi tehtaissa ja rakennuksissa, joissa käsitellään vaarallisia aineita. Tässä ei siis tarkoiteta rakennuksen käyttäjistä koottua turvallisuusorganisaatiota. Turvallisuusorganisaatioon kuuluvat ovat siviilejä, joilla ei ole käytössään erikoisvälineitä, kuten kulkuneuvoja ja paineilmalaitteita. Rakennuksen oma palokunta, esimerkiksi tehdaspalokunta, on pelastusalan ammattilaisista koottu joukko, joka toimii samaan tapaan kuin pelastuslaitoksen vastaavat ammattiyksiköt.

## 4.3 Rakennuksen turvallisuusorganisaatio ja riskien arviointi

Rakennuksen turvallisuusorganisaatio osallistuu turvallisuusriskien vähentämiseen. Riskien arviointi on keskeinen turvallisuustoimenpide.

Kaikkia riskejä ei voida kuitenkaan poistaa. Jotta tulipalon seuraukset olisivat mahdollisimman vähäiset, seuraavat keskeiset piirteet tulisi ottaa huomioon:

- rakennuksen koko ja sijainti sekä rakennusta käyttävien ihmisten lukumäärä
- tulipalon syttymissyiden ja todennäköisten riskien arviointi
- rakennuksessa työskentelevien henkilöiden lukumäärä ja niiden henkilöiden lukumäärä, jotka todennäköisesti voivat auttaa pelastustehtävissä
- sellaisten rakennuksissa oleskelevien henkilöiden lukumäärä, jotka eivät pysty itseään poistumaan rakennuksesta
- talon turvallisuusorganisaation toiminta ja pelastustoimen operatiiviset toimet
- mahdollisuudet yhteistyöhön muiden toimijoiden kanssa hätätilanteessa ja siihen varautumisessa
- yhteinen harjoittelu hätätilanteita varten kaikkien rakennuksen toimijoiden kanssa samanaikaisesti
- asiantuntijat, jotka ovat paikalla rakennuksessa.

Suunnitelmien tulee sisältää tavoitteet, tehtävät, prosessit, resurssit ja henkilöstön koulutuksen. Skenaariotyypinen harjoittelu auttaa ymmärtämään tapahtumia hätätilanteessa. Apua voi myös olla rakennuksen paloturvallisuusriskien varsinaisesta riskianalysista.



### 4.3.1 Automaattiset laitteistot

Automaattinen palonsammutuslaitteisto, sprinkleri auttaa vähentämään tulipalon haitallisia seurauksia, koska

- ihmiset pystyvät poistumaan helpommin rakennuksesta ja savua syntyy vähemmän
- mahdollisesti selvittää osittaisella rakennuksen evakuoinnilla
- turvallisuusorganisaatio joutuu ottamaan pienempiä riskejä, kun tulipalo on kokonaisuudessaan pienempi
- rakennuksen käyttöä voidaan jatkaa joustavammin, kun tuli ei ole vahingoittanut sitä kokonaan.

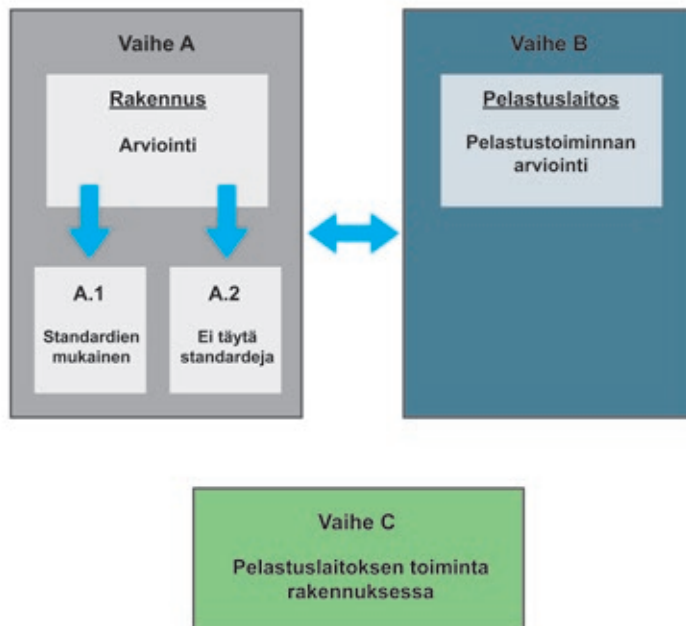
### 4.3.2 Rakennuksen paloriskien arviointi

Rakennuksen riskien arviointi (kuvio 32) perustuu kolmeen keskeiseen vaiheeseen

A. Rakennuksen turvallisuustilanteen arviointi

B. Mahdollisten pelastustoimien arviointi

C. Turvallisuustilanteen ja pelastustoimien yhteyksien arviointi



Kuvio 32. Riskien arviointia rakennuksen ja pelastustoiminnan näkökulmista.

## **Vaihe A**

Tässä vaiheessa arvioidaan talon rakenteellinen ja tekninen tilanne turvallisuuden näkökulmasta. Rakennusmääräyksiä voidaan käyttää tässä arvioinnissa määrittelemään turvallisuustilannetta.

### *A1 Rakennus täyttää turvallisuusvaatimukset*

Jos rakennus täyttää standardien asettamat ehdot, voidaan käynnistää talon turvallisuusorganisaation toiminta. Tällöin on arvioitava, miten organisaation tehtävät sovitetaan henkilön muihin työtehtäviin.

### *A2 Rakennus ei täytä turvallisuusvaatimuksia*

Mikäli rakennus ei täytä turvallisuudelle asetettuja määräyksiä ja ehtoja on joko hyväksyttävä riskit, joita rakennuksessa on tai käynnistettävä toimenpiteet turvallisuuden lisäämiseksi. Tällaisessa tilanteessa riskit tulee analysoida erikseen esimerkiksi käyttämällä luonnolliseen paloon perustuvia skenaarioita. Vaihtoehtoina on tällöin siis riskien hyväksyminen tai turvallisuuden parantaminen.

## **Vaihe B: Pelastustoimen toimenpiteiden kartoittaminen**

Peruslähtökohtana voidaan pitää, että rakennukset olisivat turvallisia. Talon turvallisuusorganisaation ja pelastustoimen yhteistyön tulee olla sujuvaa ja suunniteltua; molempien osapuolten tulee tuntea toistensa tehtävät. Tahojen on voitava luottaa toisiinsa. Mikäli kohteena on korkea tai moniulotteinen rakennus, turvallisuusorganisaation ja pelastuslaitoksen toimintojen koordinointi on tärkeää.

## **Vaihe C: Rakennuksen ja pelastustoimen toimenpiteiden analysointi**

Jotta rakennuksen turvallisuustilannetta voidaan arvioida, tulisi arvioida suojaavia toimenpiteitä. Seuraussuhteiden ymmärtäminen rakennuksen toiminnan osana tulisi analysoida ja arvioida. Käytännössä kaikissa tilanteissa rakennusta käyttävät ovat tulipalon syttyessä omillaan ja heidän tulee tehdä tähän liittyen nopeasti päätöksiä toimenpiteistä, erityisesti evakuoinnista. Kun tulipalon leviämistä tarkastellaan seurausten näkökulmasta, on mahdollista arvioida savun leviämistä osastosta toiseen. Mikäli turvallisuusorganisaatio osaa toimia tarkoituksenmukaisesti, ihmisten evakuointi rakennuksesta on aloitettu ja palo on pystytty rajaamaan osastovien rakenteiden sisäpuolelle, seuraukset ovat vähäisemmät kuin jos turvallisuustoimenpiteet aloitetaan vasta pelastuslaitoksen saapuessa.

## 4.4 Näkökulmia suomalaiseen ja eurooppalaiseen toimintavalmiuteen

### *Pasi Paloluoma*

Suomessa kukin pelastustoimen alue päättää palvelutasopäätöksessään pelastustoiminnan aloittamisesta ja pelastustoimintaan osallistuvan henkilöstön palvelutalosta seuraavin reunaehdoin, jotka on määritelty Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohjeessa (SM 21/2012).

Pelastustoimintaan osallistuvan henkilöstön tulee olla vähintään pelastustoimintakelpoisia sen mukaisesti, kun siitä erikseen säädetään.

I riskiluokassa tavoitteena on, että ensimmäinen yksikkö on onnettomuuspaikalla 6 minuutin kuluessa siitä, kun se on vastaanottanut hälytyksen. Tavoitteena on, että pelastustoiminnan toimintavalmiusaika olisi korkeintaan 11 minuuttia ja avunsaanti-aika olisi korkeintaan 13 minuuttia. Joukkuelähdössä pelastusjoukkueen tulisi olla pelastustoiminnan johtajaa lukuun ottamatta paikalla 20 minuutin kuluessa siitä, kun ensimmäinen yksikkö on vastaanottanut hälytyksen.

II riskiluokassa tavoitteena on, että ensimmäinen yksikkö on onnettomuuspaikalla 10 minuutin kuluessa siitä, kun se on vastaanottanut hälytyksen. Tavoitteena on, että pelastustoiminnan toimintavalmiusaika olisi korkeintaan 14 minuuttia ja avunsaanti-aika olisi korkeintaan 16 minuuttia. Joukkuelähdössä pelastusjoukkueen tulisi olla pelastustoiminnan johtajaa lukuun ottamatta paikalla 30 minuutin kuluessa siitä, kun ensimmäinen yksikkö on vastaanottanut hälytyksen.

III riskiluokassa tavoitteena on, että ensimmäinen yksikkö on onnettomuuspaikalla 20 minuutin kuluessa siitä, kun se on vastaanottanut hälytyksen. Tavoitteena on, että pelastustoiminnan toimintavalmiusaika olisi korkeintaan 22 minuuttia ja avunsaanti-aika olisi korkeintaan 24 minuuttia. Joukkuelähdössä pelastusjoukkueen tulisi olla pelastustoiminnan johtajaa lukuun ottamatta paikalla 30 minuutin kuluessa siitä, kun ensimmäinen yksikkö on vastaanottanut hälytyksen.

IV riskiluokan asutuilla alueilla tehokas pelastustoiminta voi alkaa pidemmänkin ajan kuluessa kuin I–III-riskiluokissa. Jos pelastustoimintaa ei kyetä aloittamaan alle 40 minuutissa, alueilla on kiinnitettävä erityistä huomiota ihmisten omatoimiseen varautumiseen.

On huomattava, että toiminnalliseen paloturvallisuussuunnitteluun ei monessakaan Euroopan maassa ole vielä olemassa yhdenmukaisia hyväksymiskäytäntöjä. Tämän vuoksi toiminnallisesti tehdyt suunnitelmat hyväksytetään erikseen valvovilla viranomaisilla. Näin on esimerkiksi Kreikassa, Italiassa, Belgiassa, Hollannissa, Tanskassa ja Sveitsissä. Hollannissa ja Itävallassa rakennusmääräykset perustuvat toiminnal-

lisuuskriteereihin ja toiminnallista paloturvallisuussuunnittelua sovelletaan rakennusmääräysten samanarvoisuusperiaatteen nojalla. Suunnitelmien hyväksyttämiseen voidaan käyttää laskentamenetelmiä, erilaisia kokeita ja asiantuntija-arvioita, jotka hyväksytään ainakin Luxemburgissa, Irlannissa, Sveitsissä ja Islannissa. Myös Saksassa paikalliset viranomaiset voivat hyväksyä vaihtoehtoisia tapoja paloturvallisuuden osoittamisessa. (Hietaniemi 2006, EU:n raporttien pohjalta)

## Kunnallisesta pelastustoimesta alueelliseen Suomessa

Ennen siirtymistä nykyiseen alueelliseen pelastustoimeen pelastustoiminta perustui kunnalliseen järjestelmään. Isoimmissa kunnissa ja kaupungeissa oli ainakin osittain päätoimisella henkilöstöllä miehitetty paloasema tai useampia ja niiden valmius vastata nopeasti hälytyksiin oli sidottu työaikaan, joka oli yleisimmin vuorotyöaika. Pelastustoimintaan osallistui oman toimen ohella työskenteleviä palokuntalaisia, jotka olivat yleisesti solmineet erilaisia sopimuksia siitä, miten nopeasti he olivat käytettävissä kunnalliseen pelastustoimintaan. Monilla paikkakunnilla tämä oli ainoa palokuntamuoto. Joissain kunnissa oli käytössä myös järjestelmä, missä paloaseman päätoiminen henkilöstö teki päivätyötä ja oli yöaikaan erilaisissa varallaolojärjestelmissä. Yleisesti ottaen palokuntien hälytysosastoon kuuluvien lähtöä hälytyksiin esimerkiksi kesken työpäivän (normaali ansiotyö) katsottiin luvalliseksi ja työnantajan kanssa sovituksi käytännöksi.

Kunnalliselle palotoimelle oli tyypillistä, että kunnan alueella tapahtuneisiin onnettomuuksiin vastattiin, mutta kuntarajaa tulkittiin kohtuullisen tarkasti huomioiden, mihin apua annettiin ja miten avun antamisesta laskutettiin. Hälytyksiin vastattiin monesti siten, että käytännössä koko paloasema tyhjennettiin kalustosta, eikä samanaikaisesti tehtäviin juurikaan varauduttu. Naapuriapua annettiin tarvittaessa kunnasta toiseen ja kyseinen toimintatapa perustui pitkälti paikalliseen tai alueelliseen sopimiseen ja henkilösuhteisiin. Kun onnettomuus oli niin suuri, ettei sitä enää voinut hallita oman kunnan palokunnan voimin, voitiin antaa apua kuntarajojen yli. Tällaisissa tapauksissa lainsäädäntö oli velvoittanut muodostamaan yhteistoiminta-alueita ja antamaan kaukoapua naapurikunnille ja -alueille.

1900-luvun loppupuolella alettiin muodostaa erilaisia lähtöjä, joissa saattoi olla mukana naapurikuntien yksiköitä. Lisäksi muodostettiin yhteistoiminta-alueita, joiden osalta oli sovittu, että apua annettiin kuntarajoja tuijottamatta ja erikseen pyytämättä. Pelastustoimintaan hälytettiin ennalta suunniteltuja hälytysvasteita, joista pienin oli osalähtö, keskikokoinen peruslähtö ja isoihin onnettomuuksiin aluelähtö. Näistä kahteen viimeksi mainittuun oli käytännössä tarpeen sopia yli kunnan rajan toimivasta yhteistyöstä.

Alueellinen, nykyinen pelastustoimi käynnistettiin virallisesti vuonna 2004. Tosin muutama pelastuslaitos otti varaslähdön ja aloitti jo vuotta aiemmin. Samalla pe-

lastustoimintaa voitiin tehostaa. Alueellinen toiminta mahdollisti aiempaa tehokkaamman ja kustannuksiltaan tehokkaamman tavan vastata onnettomuuksiin lähimmän ja tarkoituksenmukaisimman avun osalta kuntarajoista riippumatta. Kun resursseja oli helpompi käyttää, hälyttäminen perustui pääasiassa ennalta suunniteltuihin vasteisiin ja niiden neliportaisiin muodostelmiin. Aiempi osalähtö korvattiin yksikkölähdöllä tai pelastusryhmällä, peruslähtö joukkuelähdöllä, aluelähtö komppanialähdöllä ja suurimpana muodostelmana voitiin vielä suunnitella pelastustoimen yhtymälähtö.

## Riskiperusteinen valmius suomalaisessa pelastustoimen järjestelmässä


Siitä huolimatta, että alueellinen pelastustoimi on antanut mahdollisuuden tehostaa yksiköiden käyttöä, Suomessa ei ole juurikaan otettu käyttöön riskiperusteista valmiutta. Tämä tarkoittaisi käytännössä sitä, että aiempaan onnettomuushistoriaan, vuodenaikaan, vuorokaudenaikaan, sääennusteisiin, tapahtumiin, ihmismääriin ja muihin riskeihin perustuen pelastuslaitosten operatiivista valmiutta voitaisiin säädellä. Tämän tapainen, joustavampi malli on otettu käyttöön esimerkiksi Keski-Euroopassa. Joissain maissa malli on käytössä siten, että tilanteen mukaan miehitetään alueita – riippumatta paloasemien sijainnista – mikäli riskiennuste sitä edellyttää.

Riskeihin perustuva pelastustoiminnan valmius jakaa mielipiteitä. Joidenkin näkemysten mukaan joustava malli vastaa uudensuunniteltuihin pelastustoimen haasteisiin ja tulevaisuuteen. Rakennussuunnittelussa voidaan lähteä siitä, että eri aikoina riskit ovat erilaisia. Kun osataan analysoida tietyn tyyppisten rakennusten käyttötavat ja paloturvallisuus, voidaan muodostaa eräänlainen tyypillinen onnettomuusmalli ja suunnitella pelastustoimen vaste sen mukaisesti. Tämä edellyttää asiantuntemusta, kokemusta ja hyvää kokonaiskäsitystä vuorokauden- ja vuodenaikojen riskeistä suhteessa suunniteltuun vasteeseen. Joustavaa valmiusmallia vastustavat puolestaan esittävät, että pelastustoiminta tulee suunnitella pahinta mahdollista onnettomuutta varten, ja siksi pelastuslaitoksen henkilövahvuuksien tulee olla pysyvästi korkeat.

## Sisältä sammuttaminen

Suomessa pelastushenkilöstölle tapahtuu sammutustöissä vain harvakseltaan vakavia henkilövahinkoja. Suomalaisten palomiesten koulutus ja rakennuspalojen sammutustaktiikka on perustunut vuosia hyökkävään sammutustaktiikkaan, mikä useimmin koetaan sisältä sammuttamiseksi. Monissa maissa sammutustaktiikka on perustunut lähes kokonaan hyökkävään sisäsammutukseen, mutta useiden vakavien henkilövahinkojen vuoksi taktiikoita on jouduttu arvioimaan uudelleen. Mikä on riskinoton hinta?

Lisääntynyt muovituotteiden käyttö ja kehittynyt rakennustekniikka ovat tuoneet mukanaan merkittäviä haasteita pelastustoiminnan turvallisuuden kannalta. Muoveihin perustuva palokuorma palaa aggressiivisemmin ja sisältää suuria määriä myrkyllisiä kaasuja. Rakennukset rakennetaan isommiksi ja avarammiksi ja kantavien rakenteiden jännevälit ovat kasvaneet. Tämä merkitsee haasteita pelastustoiminnalle, sillä rakenteiden kantavuus heikkenee palon vuoksi. Sammuttajien työturvallisuuden parantamiseksi on kehitetty useita erilaisia taktiikoita ja välineitä sammuttaa nykyajan rakennuspaloja.

Eräs näistä on nelikenttätaktiikka, jossa huomioidaan sammuttamisen riskit ja valitaan niiden perusteella hyökkävän-puolustavan ja sisä-ulkosammutuksen yhdistelmä (ks. kuva .

Nelikenttämalli parantaa sammutustoimien työturvallisuutta, mutta sillä on muitakin etuja. Esimerkiksi (UL Firefighter Safety Research) tutkimukset ovat osoittaneet, että alkuvaiheen hyökkävä ulkosammutustaktiikka parantaa yhä rakennuksessa olevien ihmisten selviytymismahdollisuuksia ja tähän ovat yhteydessä esimerkiksi lämpötila, hapen määrä ja myrkylliset kaasut. Kun toiminnan alkuvaiheessa käytetään vettä tilaan, johon myöhemmin tunkeudutaan, olosuhteet sisäsammuttamiseen paranevat ja ihmisten pelastamiseen jää enemmän aikaa.

Kun valitaan sopivaa taktiikkaa palon sammuttamiseksi, palon lukemisen osalta tulee pyrkiä tunnistamaan rakenteelliset ominaisuudet, paloturvallisuustekniikka ja ihmiset. Valinnat ovat keskeisiä ja merkittäviä pelastustoiminnan painopisteen suuntaamisen ja lopputuloksen kannalta.

Mallia voidaan hyödyntää rakennussuunnittelussa ja palojen ennaltaehkäisyssä. Mallin avulla on mahdollista jakaa rakennuksia riskiluokkiin.

Erilaisten taktisten mallivaihtoehtojen ja niitä tukevan tekniikan tieteellinen vaikuttavuus voidaan todentaa tutkimuksilla. Keskimääräinen sammutusaika on osaltaan merkittävässä roolissa, mutta sen ei välttämättä tarvitse enää perustua vesisammutukseen, vaan voidaan käyttää vaihtoehtoisia sammutusmenetelmiä tai jopa kalustoa, mikä ei ole pelastuslaitoksen mukanaan tuomaa vaan jo kiinteistössä valmiina olevaa.

Rakennusten suunnittelussa lähdetään siitä, että pelastustoiminta kykenee täyttämään sille asetetut perusvaatimukset. Suunnittelu perustuu olettamukseen, että ihmiset voivat pelastautua omatoimisesti ja naapurirakennukset eivät syty palamaan. Suunnittelusta huolimatta naapurirakennuksia saattaa vaurioitua ja pelastettaviakin voi löytyä. Nelikenttätaktiikka on suunniteltu hyödyntäen tietoa siitä, millaisissa olosuhteissa sammuttajia on menehtynyt. tällaisissa tapauksissa Ihmisten pelastaminen palosta ei ole ollut suurin ongelma – vaan se, että pelastajat vaarantavat työturvallisuutensa omaisuuden pelastamiseksi. Valtaosa pelastushenkilöstöön kohdistuneista vakavista vahingoista tapahtuu nimenomaan liian uhrautuvien sammutustaktii-

koiden valinnoista. Nelikenttämallissa valittava puolustava ulkosammutustaktiikka tukee myös tieteellisesti tarkastellen omaisuuden turvallista suojelua naapurirakennusten kannalta, eli käytännössä palon leviäminen rakennuksen ulkopuolelle pysyy paremmin hallinnassa.

Rakennusten paloturvallisuus ja suojaustasot ovat merkittäviä tekijöitä, kun valitaan sopivaa sammutustaktiikkaa ja suoritetaan sammutustehtävää. Palo-osastot on tärkeä tunnistaa ja niiden tulee toimia, kun valitaan esimerkiksi puolustava sisäsammutustaktiikka. Tuolloin voidaan rajata paloa sen syttymisosastoon tai suojaten viereisiä palo-osastoja. Rakenteiden ja rakennusmateriaalien käyttäytyminen tulipalossa on keskeisessä asemassa – ei välttämättä vielä vaiheessa, jolloin rakennuksessa olevat ihmiset poistuvat, mutta viimeistään silloin, kun pelastuslaitos työskentelee pitkään palon rasittamassa rakennuksessa.

## Riskit huomioiva sammutustyö ja sammutustoiminnan nelikenttä-malli

Riskien analysointi ja havaittuihin riskeihin sopivien hallintamenetelmien löytäminen on keino rakentaa parempaa, kohteen mukaan suunniteltua paloturvallisuutta. Palon sammutuksessa tulisi käyttää riskipohjaista lähestymistapaa. Jo kohteen suunnitteluvaiheessa harkitaan esimerkiksi automaattisen paloilmoinnin tai sammutuslaitteiston asentamista kohteeseen. Lisäksi voidaan erikseen harkita, yhdistetäänkö laitteisto hätäkeskukseen mahdollisimman nopean hälytyksen aikaansaamiseksi viranomaisille. Kohdetta suunniteltaessa tulee huomioida paloasemaverkko ja mahdollinen erikoiskaluston tarve. Kun rakennus on rakenteellisesti paloturvallinen ja ilmoitus välittyy pelastuslaitokselle, sammutustoiminnassa on helpompi valita nelikenttä-vaihtoehdoista taktisesti paras menetelmä.

## Lähteet

Hietaniemi, (2006). EU:n raporttien pohjalta [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/7247/Hirvonen\\_Ville.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/7247/Hirvonen_Ville.pdf?sequence=1)

Ketola, J. 2019. Tiedonanto sähköpostilla. Erheellisten paloilmoinnusten määrä.

Sisäministeriö (2012). Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohjeessa (SM 21/2012)



Riski ja tulipalo

5



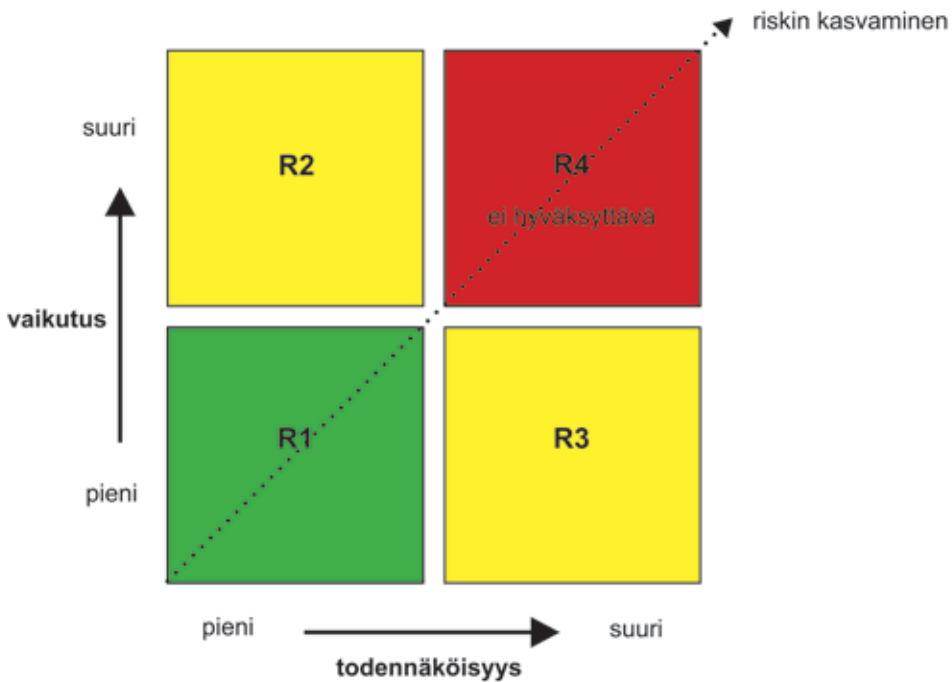
## 5 Riski ja tulipalo

Riskit ovat erottamaton osa yhteiskuntaa. Ihmiset altistuvat riskeille, halusivatpa he sitä tai eivät. Riski selittää tarkemmin vaara-käsitettä, jolla kuvataan ei-toivottua tapahtumaa ja sen seurauksia. Riskin käsitettä käytetään myös kuvaamaan epävarmuutta. Yleensä riskien tunnistaminen on vaikeaa. Yksilö voi vaikuttaa siihen, millaisia riskejä hän kohtaa. Esimerkiksi tupakointi ja tietyt urheilulajit sisältävät lähtökohtaisesti etukäteen tiedossa olevia riskejä. Jotta riskejä koskeva päätöksenteko on mahdollista, on tunnistettava riskitekijät. Kaikkiin riskeihin henkilö ei voi vaikuttaa itse. Sairaalassa potilaan mahdollisuudet vaikuttaa paloturvallisuusriskeihin ovat varsin vähäiset. Joidenkin asuinalueiden läpi kuljetetaan vaarallisia aineita esimerkiksi junissa tai laivoissa, eivätkä asukkaat voi juurikaan vaikuttaa tilanteeseen.

### 5.1 Mitä paloriski tarkoittaa?

Tuli aiheuttaa vaaran, johon liittyy riskejä. Rakennusten paloturvallisuutta käsittelevät suunnittelijat, palotarkastajat ja muut asiantuntijat tarkastelevat tulipalon mahdollisuutta nimenomaan riskien näkökulmasta. Tulipalo voi syttyä – mutta todennäköisempää on, että tulipalo ei kuitenkaan syty. Tätä tilannetta kutsutaan tulipaloriskiksi. Riskin käsitteessä on kaksi osaa: tulipalon syttymisen todennäköisyys ja siihen liittyvät negatiiviset seuraukset. Tulipalon seurauksista puhuttaessa tarkoitetaan monenlaisia menetyksiä; tulipalolla on esimerkiksi aineettomia, materiaaleihin liittyviä ja hallinnollisia seurauksia. Sekä riskin todennäköisyys että laajuus voivat vaihdella. Matriisissa tulipalon riski on jaettu neljään ryhmään.

RISKI = TODENNÄKÖISYYS x VAIKUTUKSET



Kuvio 33. Riskikategoriat ja riskimatriisi.

**Riskiryhmä R1:** Pieni todennäköisyys ja pienet seuraukset – näistä riskeistä emme tavallisesti huolestu. Riskit ovat hyväksyttävissä olevia riskejä.

**Riskiryhmä R2:** Pieni todennäköisyys mutta suuret seuraukset. Näistä riskeistä olemme tietoisia, mutta otamme silti riskin.

**Riskiryhmä R3:** Suuri todennäköisyys ja vähäiset seuraukset. Yleensä alhainen vaikutus on yhteydessä siihen, että riskiä ei haluta ottaa tai että riskin muodostama matala vaikutus koetaan epämuikavaksi.

**Riskiryhmä R4:** Suuri todennäköisyys ja vakavat seuraukset. Tällaista riskiä ei lähtökohteisesti hyväksytä.

R2- ja R3-tyyppiset riskit ovat sellaisia, joissa tapahtuman todennäköisyyttä ja vaikutuksia punnitaan tasavertaisina vaihtoehtoina. Ihmisillä on taipumuksena hyväksyä vakavampia riskejä, jos riskit hyväksymällä voidaan saavuttaa etua, esimerkiksi läpivientien tai palo-osastojen rakenteiden sijaan on saatettu kiinnittää huomiota yrityksen kaupalliseen menestymiseen. Palo-osastoinnin muuttaminen ovia salpaamalla on esimerkki tällaisesta toiminnasta.

Todellisuudessa riskejä ei voida selvärajaisesti erottaa toisistaan. Kaikkia riskejä ei voida poistaa täydellisesti. Tämä tarkoittaa, että meidän tulee hyväksyä aina jossain määrin riskin tai vaaran mahdollisuus. Riskit voivat olla siis todennäköisiä ja suuria, tai epätodennäköisempiä ja pieniä, hyväksyttäviä ja ei-hyväksyttäviä. Millainen riski sitten on suuri ja ei-hyväksyttävä? Riskejä arvioidaan vaikutusten todennäköisyydellä. Mahdollisten kuolonuhrien määrä on usein riskien suuruutta määrittelevä tekijä. Kokemukset ovat yhteydessä käsitykseen riskeistä. Jos henkilöllä on kokemuksia tulipalosta, hän voi pitää tulipaloa suurempana riskinä kuin henkilö, jolla tällaista kokemusta ei ole. Mikäli henkilö kokee hallitsevansa tilanteen, hän todennäköisesti pitää riskiä pienenä.

Käsitys riskeistä ja riskien hyväksyminen ovat yhteydessä toisiinsa. Se, miten riskiin suhtaudutaan, määrittelee riskin ottamisen todennäköisyyttä. Ihmisillä on taipumusta hyväksyä isompia riskejä, jos he tuntevat hallitsevansa tilanteen tai potentiaalisen vaaran. Etujen saavuttaminen on yhteydessä riskin ottamiseen. Mitä suuremman edun voi saavuttaa, sitä todennäköisemmin ihminen ottaa riskin. Esimerkki tällaisesta riskinotosta on poistumistien lukitseminen liikerakennuksessa mahdollisten myymälävarkauksien estämiseksi. Myymälänhoitaja tekee tässä esimerkissä päätöksen, johon sisältyy tiedossa olevia negatiivisia seurauksia esimerkiksi tulipalo- tai uhkatilanteessa. Tilanteesta tulee monimutkaisempi, jos useamman henkilön käsitykset riskistä tulee ottaa huomioon päätöksiä tehtäessä.

## 5.2 Paloturvallisuusriskien hallinta

Rakennuksessa oleskelevat ja sitä käyttävät ihmiset ovat keskeinen turvallisuuden vaikuttava tekijä. Ihmiset aiheuttavat riskejä ja vaaroja esimerkiksi käsitellessään tulta huolimattomasti. Ylläpidon laiminlyöminen vaikuttaa tulipaloriskeihin. Riskejä aiheuttavat ihmiset ovat yleensä rakennuksen sisällä. Näiden henkilöiden tilanne on yhteydessä merkittävällä tavalla riskeihin. Rakennuksessa oleskelevat ihmiset voidaan riskianalysissä määritellä karkeasti kahteen varsin erilaiseen ryhmään: niihin, jotka kykenevät hätätilanteessa siirtymään turvaan itsenäisesti ja niihin, jotka tarvitsevat muiden apua päästäkseen turvaan.

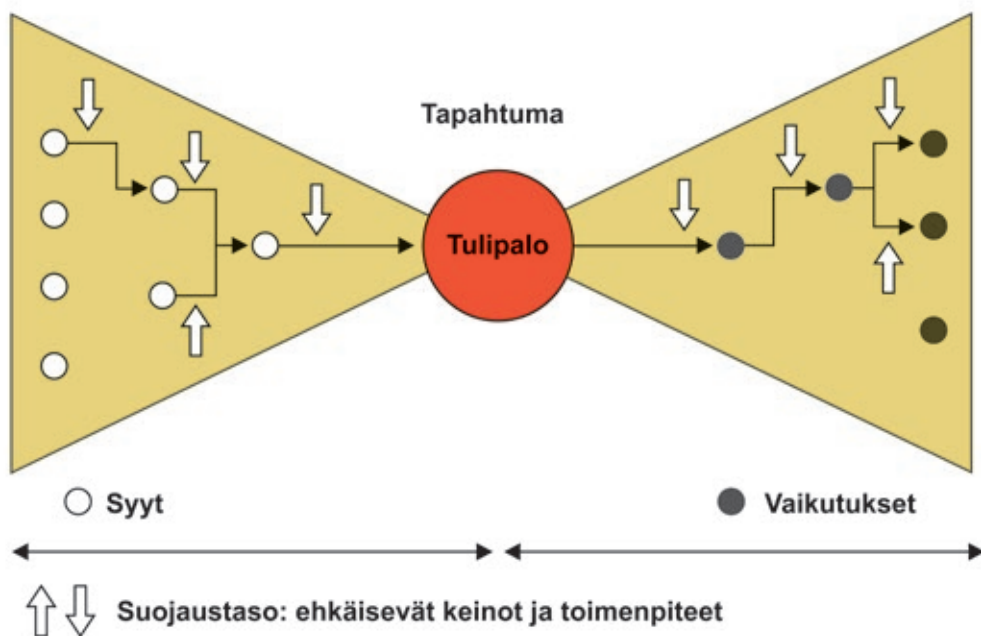
Esimerkiksi hoitolaitosten potilaat eivät kykene siirtymään turvaan ilman apua tai rangaituslaitoksissa suljetut huonetilat estävät rakennuksessa toimivien pääsyn turvaan.

Arvioitaessa riskejä ja palon vaarallisuutta ihmisten käyttäytyminen on keskeinen tekijä. Mikäli ihminen pystyy poistumaan tulipalotilanteesta itsenäisesti ja poistumistiet ovat avoimia, henkilöllä on hyvät mahdollisuudet pelastautua tulipalosta.

Mahdollisuudet tulipalosta pelastautumiseen liittyvät siihen, miten ihminen reagoi hälytykseen palon alkuvaiheessa ja hänen mahdollisuuksistaan poistua turvaan ilman apua. Tärkeää on, että poistumisreitit ovat esteettömiä.

### 5.3 Rusettimalli ja deterministinen lähestymistapa

Rusettimallin kuviota (kuvio 33) luetaan vasemmalta oikealle. Tulipalo on keskellä. Palon aiheuttamat syyt on kuvattu vasemmalla ja seuraukset oikealla. Tämän, melko karkean luokittelun avulla on kuvattu käytännön toimenpiteitä ja ympäristöjä esteitä kuvaavilla viivoilla. Pystysuuntaiset nuolet kuvaavat paloturvallisuuden keinoja ja menetelmiä.



Kuvio 34. Rusettimalli.

Rusettimallissa kuvataan siis riskien vähentämistä. Malliin kuuluu ehkäisevien toimien käynnistäminen mahdollisimman aikaisin – jopa niin aikaisin, ettei tulipalo syty lainkaan – esimerkiksi käyttämällä palosuojattuja huonekaluja. Riskejä voidaan arvioida ja analysoida siten, että ehkäisevien toimenpiteiden käynnistäminen on mahdollista. Tässä voidaan käyttää apuna tulipaloskenaarioita. Skenaariot ovat kuvauksia tulipalon etenemisestä, todennäköisistä seurauksista ja vaikutuksista. Suurin osa riskeistä voidaan poistaa vähentämällä tai rajoittamalla vaikutuksia, mutta kaikkia riskejä ei kuitenkaan voida poistaa. Jos riskejä ei voida poistaa, ne tulee hyväksyä.

Eräs riskien hallintamalli on deterministinen lähestymistapa, joka kuvaa tilannetta hyvän ja turvallisen sekä pahan ja turvattoman välillä. Turvallisuutta on sääntöjen noudattaminen. Säännöissä määritellään jo syttyneen tulipalon hallintaan liittyviä tekijöitä ja ominaisuuksia. Todennäköisyyteen perustuva lähtökohta liittyy riskien laajuuteen. Tätä on määritelty yrittämällä ymmärtää todennäköisyyttä ja seurauksia. Kahden edellä olevan lähestymistavan eroja on selitetty alla. Alankomaiden rakennusmääräysten mukaan tietyt tilanteet edellyttävät, että rakennuksen ja erityisesti ovien on kestettävä noin tunnin paloaika ja että ovien on oltava automaattisesti sulkeutuvia tulipalotilanteessa. Mikäli rakennuksen palo-osastointi on suunniteltu ja ylläpidetty huolellisesti, voidaan olettaa, että palo-osastointi vaikuttaa paloturvallisuuteen. Todennäköisyyksiin perustuva lähestymistapa ottaa todellisen tilanteen huomioon, kun tarkastellaan riskejä. Alankomaiden miljoonapalot -raportissa vuodelta 2003 kuvattiin palo-osastoinnin merkitystä selvittämällä kaikki vuonna 2001 syttyneet palot, joiden lopulliset kulut olivat yli miljoona euroa. Tässä selvityksessä tarkasteltiin 32 sellaista tulipaloa, joissa palo-osastoinnilla oli merkitystä. Tutkimusaineistossa oli 15 paloa, joissa osastointi ei toiminut kunnolla. Syynä tähän oli se, että osastot eivät olleet palonkestäviä tai tiloja käytettiin väärällä tavalla, esimerkiksi jättämällä palo-ovet auki. Tässä selvityksessä havaittiin, että noin puolessa niistä rakennuksista, joihin oli asennettu automaattisesti sulkeutuvat palo-ovet, ovet jäivät syystä tai toisesta auki palotilanteessa. Todennäköisyyteen perustuva lähestymistapa ottaa huomioon mahdolliset virhetekijät tulipalotilanteessa. Tämän selvityksen perusteella voidaan päätellä, että paloturvallisuuden liittyvien rakenteiden virheellinen toiminta tulipalotilanteessa on melko tavallista.

Määrällistä riskin laajuuden arvioinnin menetelmää käytettäessä määritellään hyväksyttävissä olevan riskin arvo. Esimerkki tällaisesta lähestymistavasta (*Asetus suurista riskeistä, Alankomaiden lainsäädäntö*). Tämä asetus määrittelee lakisäätteiset kynnyksarvot niille riskeille, joille ihmiset voivat altistua vaarallisten aineiden käsittelyn yhteydessä. Asetus antaa tilannekohtaisia ohjeita ja laskentamalleja. Alankomaissa ei ole määritelty erikseen riskien hyväksymiseen liittyviä rajoja, eikä tällaisia ole myöskään tarkoitus laatia. Jotta tällaisia raja-arvoja voitaisiin käyttää, tarvitaan lisää tietoa tulipaloista ja tulen käyttäytymisestä erilaisissa palotilanteissa. Alankomaiden paloturvallisuusohjelman kehitystoimenpiteiden avulla on kehitetty malli, jolla on voitu määrittää rakennusten riskejä tulipalotilanteessa määrällisin menetelmin. Tätä menetelmää alettiin käyttää Schipholin vankilassa syttyneen palon tutkintatulosten jälkeen. Tutkimusaineistoilla, tilastoinnilla ja aiempia tulipaloja analysoimalla voidaan saada arvio sallitun paloriskin hyväksymiselle.

Kaikkiaan tällaisesta on kuitenkin liian vähän tietoa. Tutkimukseen perustuvaa tietoa on saatavilla enemmän asuinrakennuksista kuin muista rakennuksista. Edellisten perusteella voidaan päätellä, että määrään perustuvia hyväksyttäviä riskejä ei voida määrittää nykyisen tutkimustiedon perusteella. Laadullisia tai vain osittain määrällisiä menetelmiä riskien arvioinnissa voidaan käyttää tutkimalla aiempia tulipaloja ja tulen käyttäytymistä. Tällöin tutkijalla tulee olla riittävä asiantuntemus tulen käyttäytymisestä ja leviämisestä. Vaikka laadullisella menetelmällä kerätty aineisto onkin tavallisesti melko yleisellä tasolla, asiantuntemukseen yhdistettynä tällä tavalla voidaan tehdä johtopäätöksiä riskeistä (ks. rusetimalli). Malli yhdistää tapahtumien syyt ja seuraukset, jolloin voidaan arvioida todennäköisyyksiä.

Prosessiteollisuudessa ja työturvallisuusalalla käytetään määrällisiä menetelmiä. Syy-seuraussuhteiden osoittaminen on vaikeaa, vaikka käytössä olisivat aiemmat tulipalotapahtumat ja tilastot. Vikapuumenetelmää käytetään yleisesti todennäköisyyden määrittämiseen. Itse tulipalotapahtumaan vaikuttavat suojelutoimenpiteet ja -ympäristö. Näiden toiminnalle voidaan asettaa todennäköisyysarvo, jota voidaan käyttää todellisten seurausten todennäköisyyden määrittämisessä. Menetelmä on kuitenkin epävarma.



Jotta terveydenhuollon riskianalyysia tulipaloissa voitaisiin kehittää, Alankomaissa tuotettiin tutkimus, jonka tarkoituksena oli saada parempi kuva tulipalon riskeistä. Tavoitteena on lisätä keskustelua tällaisen riskimallin käytöstä ja käyttökelpoisuudesta. Tätä varten toteutettiin tutkimus terveydenhuollon rakennuksissa. Malli mahdollisti riskiarvioinnin, jossa otettiin huomioon sekä työperäiset onnettomuudet että onnettomuuden ehkäisemiseksi käytössä olleet toimenpiteet. Mallia kehitettäessä käytettiin hyväksi pelastustoimen asiantuntemusta ja analyysia aiemmista tulipaloista. Mallin hyödyntämisen edellytyksenä on muistikuvat ja faktat todellisista tapahtumista, jotta tulipalon todellisista syistä voitaisiin tehdä johtopäätöksiä. Malli tarjoaa mahdollisuuden analysoida tulipalojen suoria ja epäsuoria syitä tulipalolle ja sitä voidaan käyttää apuna arvioitaessa tulipalojen esiintyvyyttä. Riskimallien perusajatuksena on, että riskejä tunnistamalla voidaan vähentää tulipalojen seurauksia. Riskien arvioiminen mahdollistaa rakennusten paloturvallisuuden vertailun riskitasojen perusteella. Tämä lähestymistapa soveltuu isoihin tai geometrialtaan monimutkaisiin rakennuksiin. Tällaisissa rakennuksissa ei voida soveltaa rakennusmääräyksiä sellaisenaan. Tällöin käytetään rakennusta varta vasten suunniteltuja ja taulukkoarvoihin perustuvia ratkaisuja.

## 5.4 Poistuminen hätätilanteessa

Kaikki eivät pysty itsenäiseen päätöksentekoon ja toimintaan hätätilanteessa, vaikka haluaisivat. Hätätilanteessa tällaisia toimintakyvyltään väliaikaisesti tai pysyvästi heikkoja ihmisiä on erityisesti hoiva- ja hoitolaitoksissa. Rakennuksiin tulee järjestää oma, tehokkaasti toimiva turvallisuusorganisaatio, jonka nimenomaisena tehtävänä on auttaa poistumaan hätätilanteessa.

Riverduinin mielenterveyslaitoksessa syttyi tulipalo vuonna 2011. Palossa kuoli kolme potilasta. Onnettomuusselosteessa todettiin palontutinnan jälkeen, että hoiva- ja hoitolaitokset ovat alttiita tulipaloille ja niiden tulipaloriski tulisi määritellä suureksi. Potilaiden mielenterveyden häiriöt, esimerkiksi ahdistuneisuus voi vaikuttaa kykyyn pelastautua hätätilanteessa ja siksi tämä tulisi ottaa erityisellä tavalla huomioon arvioitaessa tämänkaltaisen rakennuksen riskejä.

Alla olevat tiedot perustuvat Alankomaiden turvallisuusinstituutti NIFV:n kirjallisuuskatsaukseen.

## Pelastautumisstrategiat

Tulipalotilanteessa ihmisen käyttäytyminen – päätöksenteko ja toiminta ovat keskeisiä. Alankomaissa tehdyssä tutkimuksessa on voitu havaita kolme pelastautumisstrategiaa.

**Ensimmäinen strategia on tulipalon aktiivinen sammuttaminen.** Henkilö pyrkii sammuttamaan tulipalon tai rajoittamaan sen leviämistä. Tähän liittyvät tutkimukset toteutettiin Isossa Britanniassa ja Australiassa. Tutkimuksen mukaan 3/4 asuinrakennusten paloista on sellaisia, joissa asukas on itse sammuttanut palon. Muista kuin asuinrakennuksista ei ole olemassa vastaavaa tietoa.

**Toinen strategia on suojan hakeminen ja pelastajien odottaminen.** Kokemus useista tulipaloista osoittaa, että ihmisten harkintakyky pettää ja ihmiset tekevät ahdistuneina virheratkaisuja, esimerkiksi yrittävät pelastautua kulkemalla savuisten tilojen läpi tai jopa hyppäämällä ikkunasta. Rakennuksista hyppäämisen syitä tulipalotilanteessa ei ole voitu selvittää. Yhtenä syynä on pidetty ajatusta siitä, että henkilö mieluummin kuolee hypättyään rakennuksesta kuin kuumuuteen ja liekkeihin. Vastausta siihen, miksi ihmiset todennäköisemmin kulkevat savuisten tilojen läpi kuin hakevat suojaa ja odottavat pelastamista, ei ole saatu.

**Kolmas strategia on poistuminen.** Tästä strategiasta on tuotettu eniten tieteellistä tutkimusta.

## Poistuminen

Poistuminen hätätilanteessa liittyy kolmeen perusmenettelyyn, jotka toteutetaan hätäpoistumisen aikana:

1. **Tiedostaminen** – tietoiseksi tuleminen tulipalosta ulkoisen ärsykkeen jälkeen
2. **Arvioiminen** – vaaramerkkien (savun, äänen tai hälytyksen) arvioiminen ja reagoiminen niihin päätöksenteolla
3. **Siirtyminen** – siirtyminen turvalliseen tilaan tai rakennuksen osaan



Erilaiset merkinnot (äänet, valomerkit, kuulutukset, savu) ovat keskeisiä, tietoiseksi tulemisen hetkellä. Pelastusviranomaisten kokemukseen perustuen tiedetään, että kaikkiaan ihmisillä on varsin heikko käsitys vaarasta tai tulipalon ominaisuuksista. Esimerkiksi savu on keskeinen merkki siitä, että palo on syttynyt, mutta ihmisten tuntuu olevan vaikea käsittää savun vaarallisuutta. Edelleen useat arvioinnit ovat osoittaneet, että odottamattomissa ja äkillisissä tilanteissa rakennuksissa olevat vähättelevät tulipalosta ja vaarasta kertovia signaaleja ja käyttäytyvät kuten rakennuksessa ei olisi meneillään vaaratilannetta (esimerkiksi poistumiskehotuksesta huolimatta jonottamalla kaupan kassalla).

Päätöksentekoon vaikuttavat

- ihmisen omat ajattelumallit
- reagointi sosiaaliseen tilanteeseen eli toisten ihmisten käytökseen ja vuorovaikutukseen
- tulen ja savun leviäminen.

Siirtyminen turvalliseen tilaan tai rakennuksen osaan liittyy rakennuksen tyyppiin ja rakenteisiin (esimerkiksi, minkä poistumistien hätätilanteessa poistuva valitsee); tulen ja savun leviämiseen ja ihmisten käyttäytymiseen. Näiden tekijöiden lisäksi organisaation turvallisuussuunnitelmaan liittyvät tekijät, kuten poistumissuunnittelu ja -harjoittelu, voivat olla yhteydessä poistumisen onnistumiseen hätätilanteessa. Henkilöiden ikä, yleiskunto ja yleinen vireystila vaikuttavat poistumiseen.

### Ihmisten yksilölliset piirteet

Yksilölliset piirteet, kuten stressitaso, toimintakyky ja fyysinen kunto, voima ja käsitykset ovat yhteydessä niihin toimintamalleihin, joita ihminen valitsee hätätilanteessa. Erityisesti yksilöllisillä tekijöillä on yhteys poistumisaikaan. Onnettomuustutkinnassa on havaittu, että hyväkuntoisten henkilöiden voi olla vaikea poistua esimerkiksi kuljettaessa portaikkoa alaspäin.

Ikä, sukupuoli, luonteenpiirteet (seuraaja-johtaja), tieto ja kokemus, usko omiin kykyihin sekä ammatti voivat vaikuttaa toimintaan hätätilanteessa. Ihmisen luontaiset taipumukset, kuten tunteet ja temperamentti vaikuttavat päätöksentekoon sekä toimintaan liittyviin ratkaisuihin, esimerkiksi kuinka pitkään he jatkavat toimintaa, vaikka epäonnistuvat.

Yksilön pelastautumisominaisuuksiin liittyvät yleinen valppaus ja vireystila, käsitys vaarasta, fyysinen kunto sekä rakennuksen tunteminen.

Valppauteen ja vireystilaan liittyvä keskeinen piirre on se, ovatko ihmiset heireillä vai nukkuvatko he. Nukkuvalla ihmisellä on erittäin alhainen kyky havainnoida ympäristöään. Lisäksi hätätilanteessa valitaan yleisimmin se reitti, joka on tutuin. Sosiaaliseen ympäristöön ja vuorovaikutukseen liittyvät piirteet poistumistilanteessa liittyvät ryhmädynamiikkaan, tehtävien suorittamiseen, vastuisiin, turvallisuuskoulutukseen ja rakennuksen oman turvallisuusorganisaation toimintaan. Yleisesti ottaen ihmiset käyttäytyvät epäitsekkäästi poistuessaan rakennuksesta hätätilanteessa. On tavallista, että ensin katsotaan, mitä muut tekevät, ja vasta sen jälkeen toimitaan itse. Epätavallisissa tilanteissa, joihin ei ole totuttu, ihmiset yleensä luottavat henkilöihin, jotka työskentelevät rakennuksessa, koska he olettavat näiden henkilöiden tuntevan rakennuksen. Onnettomuustutkinta on osoittanut, että ihmiset noudattavat viranomaisten ohjeita, jos ohjeet ovat samansuuntaisia kuin ihmisen omat käsitykset asiasta. Kokemus on osoittanut, että jos ihminen ei itse näe tulipaloa, on mahdollista, että hän jatkaa työntekoa välittämättä vaarasta.

Useat kokeelliset asetelmat ja onnettomuustutkinta ovat osoittaneet, että hätätilanteeseen hyvin koulutetut henkilöt saavat muut rakennuksessa olevat toimimaan tarkoituksenmukaisesti hätätilanteessa. Tällaista tarkoituksenmukaista toimintaa on esimerkiksi poistumisteiden valinta ja oikeat toimintamallit. Tutkittaessa isoja onnettomuuksia alankomaalaiset palontutkijat ovat huomanneet, että rakennuksen turvallisuusorganisaation toiminta on ollut heikkoa. Mikäli organisaatio on hyvin koulutettu tehtävänsä ja tuntee toimintamallit käytännössä, hätätilanteessa poistumiseen voi kulua kymmenen kertaa lyhyempi aika. On huomattava, että poistumiseen käytettyä aikaa ei voida yksiselitteisesti verrata rakennusmääräyksiin.

## 5.5 Rakennuksen paloriskien luokittelu

Rakennuksen paloriskien luokittelu perustuu riskeihin, jotka tiedetään ennalta. Talon asukkailla on ensisijainen vastuu puuttua riskeihin. Riskien kontrollointi liittyy tulipalon seurausten lieventämiseen ja estämiseen ja palokuolemien välttämiseen. Lainsäädäntö liittyy tähän kokonaisuuteen.

Riskejä määrittävät useat ammattilaiset: rakennusten suunnittelijat, rakentajat, rakennusneuvojat ja muut vastaavat asiantuntijat. Riskeihin perustuvaa lähestymistapa valitaan, mikäli suunnitteluun ja rakenteisiin liittyvät yksityiskohdat eivät ole yhteneväisiä. Riskeihin perustuva lähtökohta on tärkeä, jotta voidaan hallita ja pienentää rakennukselle aiheutuvia vahinkoja. Tästä periaatteesta on sovittava yhteisesti.

Tutkimukset ja tutkimuskirjallisuus sekä käytännön kokemus ovat osoittaneet, että rakennuksen paloriskit perustuvat enimmäkseen ihmisiin ja ihmisten käyttäytymiseen. Rakennuksilla on aina jonkinlainen paloriski. Riskien vähentäminen kuuluu olennaisesti paloturvallisuuden toteuttamiseen. Niin sanottu nollatoleranssi eli sataprosenttinen paloturvallisuus ei ole mahdollinen.

Riskien vähentäminen liittyy

- tulipalon ehkäisemiseen
- turvalliseen poistumiseen
- palon eristämiseen tai rajoittamiseen
- turvalliseen ja tehokkaaseen toimintaan hätätilanteessa.

Rakennuksen paloriskit liittyvät rakenteellisiin lähtökohtiin ja siihen, millaisissa tilanteissa tai olosuhteissa ihmiset toimivat rakennuksessa. Käytännössä nämä ensisijaiset riskit tiedetään jo rakennusta suunniteltaessa. Toisaalta rakennuksessa saattaa olla riskejä, jotka eivät tule ilmi vielä suunnitteluvaiheessa. Tällaiset riskit liittyvät siihen, miten rakennusta käytetään ja pidetään kunnossa. Näitä kutsutaan sekundäärisiksi riskeiksi.

### Rakennus

Rakennuksia on varsin monenlaisia: isoja, korkeita, pieniä, maan alla olevia ja erikoistarkoituksiin rakennettuja. Rakennuksissa saattaa olla monimutkaisia tila- ja pohjaratkaisuja. On selvää, että myös riskit ovat erilaisia. Kaikkiaan korkeiden rakennusten paloturvallisuusriskit ovat suurempia kuin matalien. Mitä korkeampi rakennus on, sitä hankalampi sieltä on poistua hätätilanteessa. Maan alla olevissa rakennuksissa paloturvallisuusriski on suurempi kuin maan päälle rakennetuissa rakennuksissa. Paloriski on suurempi suurissa, osastoimattomissa rakennuksissa. Monimutkaisista rakennuksista poistuminen on aina haastavampaa kuin rakennuksissa, joissa on selkeä pohjaratkaisu.

Hyvin rakennetussa rakennuksessa palo-osastot ja poistumistiet on suunniteltu sellaisiksi, että poistuminen on helppoa.

### Rakennuksessa sisällä olevat ihmiset

Rakennusten paloturvallisuuteen vaikuttaa keskeisesti, mitä ihmiset rakennuksessa tekevät. Jos ihmiset ovat enimmäkseen makuulla, eivätkä pysty poistumaan itse, riski on aina suurempi. Tämä koskee erityisesti tilanteita, joissa ihmiset liikkuvat rakennuksissa ilman, että kukaan tietää heidän olevan sisällä. Rakennuksen riskien määrittelemiseksi alla on esitelty tekijöitä, jotka vaikuttavat ja muuttavat riskiasetelmaa.

### Hereillä–unessa

Ihmisen vireystaso vaikuttaa poistumiskykyyn hätätilanteessa. Riskit ovat suuremmat, mikäli rakennuksessa olevat ihmiset ovat nukkumassa. Nukkuvien ihmisten vireystila on selkeästi alhaisempi kuin hereillä olevien ja poistuminen käy tällöin hitaammin. Päih-teiden, esimerkiksi alkoholin ja huumaavien aineiden tai lääkkeiden käyttö ovat yhteydessä vireystilaan ja siten myös paloturvallisuusriskeihin.

### Mahdollisuus poistua ilman apua – tarvitsee apua poistuttaessa

Henkilön mahdollisuus poistua ilman apua on keskeinen riskitekijä. Henkilö, joka tarvitsee muiden apua poistumistilanteessa aiheuttaa merkittävän paloturvallisuusriskin. Tällaisia riskejä on esimerkiksi sairaaloissa ja muissa hoitolaitoksissa sekä vankiloissa. Asukkaat ovat hätätilanteessa riippuvaisia muista henkilöistä poistumistilanteessa.

### Vähän ihmisiä – paljon ihmisiä

Kun ihmisiä on neliometriä kohden paljon rakennuksessa, riski on suurempi kuin jos ihmisiä on rakennuksessa vähän. Mitä enemmän ihmisiä on rakennuksessa, sitä vaikeampi sieltä on poistua hätätilanteessa. Isossa joukossa ei pysty etenemään yhtä nopeasti, ja joissain tapauksissa ihmiset eivät pysty liikkumaan ollenkaan.

### Tuttu–vieras

Ihmiset, jotka tuntevat rakennuksen, löytävät sieltä ulos helpommin kuin ihmiset, jotka eivät tunne rakennusta.



## 5.6 Riskien muuttaminen suojelutekijöiksi

Riskiperusteisuus on riskien määrän ja laadun vertailua käytettävissä oleviin suojausvaihtoehtoihin.

Riskiarviointi perustuu tavanomaisesti sääntöjen soveltamiseen. Sääntöjen noudattaminen määrittelee kuitenkin vain turvallisuuden minimitason. Siksi riskeihin tulisi kiinnittää enemmän huomiota.

### Paloskenaariot

Riskien analysoinnin lähtökohta on tulipaloskenaario. Skenaarioiden avulla pystytään kuvaamaan normeja paloturvallisuuden toimenpiteitä varten. Retrospektiivistä menetelmää käytettäessä riskejä kuvataan jo tapahtuneiden tilanteiden tarkastelulla. Tällöin apuna voidaan käyttää onnettomuustutkinnan kuvauksia ja tilastoja. Retrospektiivistä menetelmää sovellettaessa voidaan käyttää apuna tutkimustietoa, kokeellisia testauksia, esimerkiksi koepoltoja. Retrospektiivistä riskien analysointia käytetään, kun arvioidaan tulipalon todennäköisyyttä ja mahdollisia seurauksia. Tulipaloskenaario on tapahtumakuvaus, joka perustuu realistisesti kuviteltavissa oleviin tekijöihin. Näillä määritellään palon kehittymistä, leviämistä ja laajuutta rakennukselle, sen irtaimistolle ja siellä oleskeleville ihmisille.

Ennakoiva paloskenaariomalli puolestaan perustuu tulipaloihin, joita ei ole koskaan tapahtunut. Toisinaan voi olla tarkoituksenmukaista tehdä arvioita tällaisista paloista riskien aliarvioimisen välttämiseksi.

### Todennäköisyys-vaikutus-matriisi

Todennäköisyys-vaikutus-matriisi mahdollistaa riskien todennäköisyyden ja vaarallisuuden suhteuttamisen toisiinsa. Keskeiseksi asiaksi nousee tässä se, kuinka todennäköisenä riskiä voidaan pitää. Tätä ei voida koskaan määritellä täsmällisesti. Malli perustuu koordinaateille, jossa pystysuora akseli kuvaa vaikutuksia eli tulipalon seurauksia ja vaakasuora akseli puolestaan kuvaa vaikutusten todennäköisyyttä. Mallia kuvataan sovelluksessa kolmella askeleella.

#### **Ensimmäinen taso**

Ensimmäinen taso kuvaa tapahtumia, joita arvioidaan suhteessa todennäköisyyteen ja vaikutuksiin, esimerkiksi tietyn rakennuksen palonkestävyyttä suhteessa poistumismahdollisuuksiin.

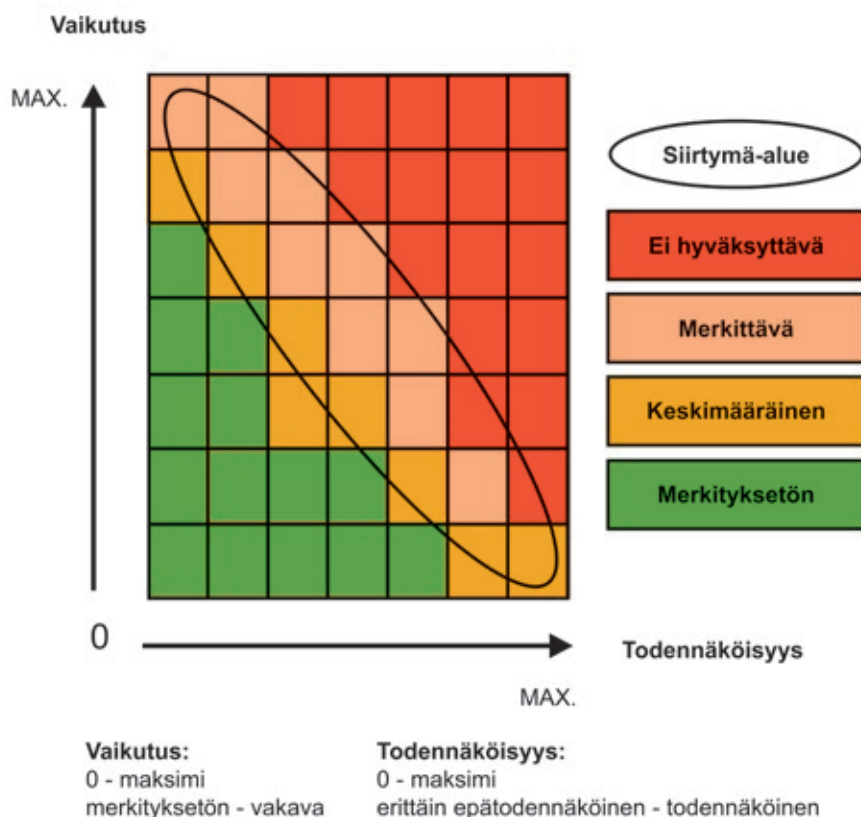
## Toinen taso

Toisella tasolla pystysuora akseli kuvaa tapahtuman todennäköisyyttä ja vaaka-akseli tapahtuman vakavuutta.

## Kolmas taso

Kolmannella tasolla tapahtumat on sijoitettu matriisiin, jonka jälkeen arvioidaan tarkoituksenmukaisia turvallisuustoimia.

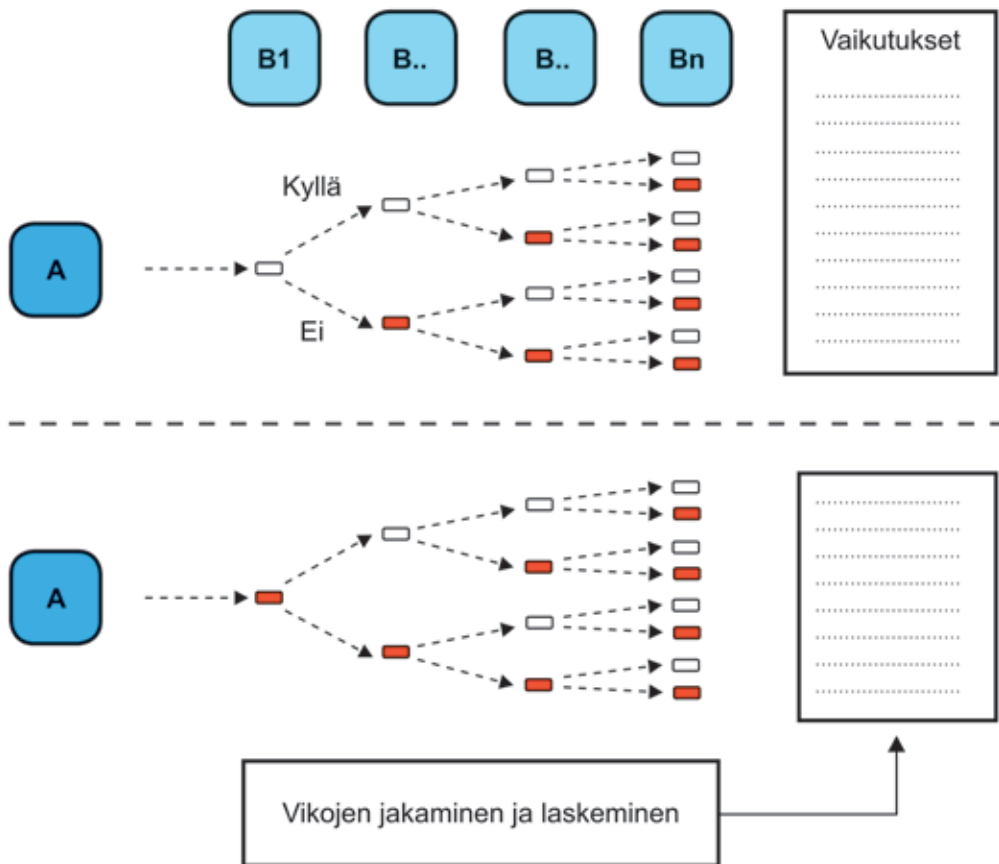
Matriisin vasemmassa nurkassa on kuvattu riskin todennäköisyyttä (esim. matala). Oikeassa nurkassa on kuvattu riskin todennäköisyyttä (korkea). Turvallisuustoimenpiteiden tulee aina olla suhteutettuja näihin korkeimpiin riskeihin. Matriisin mielenkiintoisin osa on näiden välillä. Näin voidaan päätellä, mitkä turvallisuustoimet ovat tarkoituksenmukaisia ja luotettavia. Riskejä arvioidaan todennäköisyyksien perusteella. Tällaista todennäköisyys-vaikuttavuusmatriisia käytetään kertaavina prosesseina arvioitaessa riskitekijöitä.



Kuvio 35. Todennäköisyys-vaikutus-matriisi.

## Tapahtumapuu

Tapahtumapuu mahdollistaa tapahtumien asettamisen loogiseen järjestykseen ja seurausten arvioimisen ja tunnistamisen. Ensimmäinen taso on varsinainen tapahtuma (A.) Toisella tasolla lisätään turvallisuustoimenpiteitä, joissa otetaan huomioon tulipalon vaikutukset (B1:stä BN:ään, kuvio 35) Kuviossa B tarkoittaa toimenpiteitä, joilla estetään tulipalo kokonaan tai vähennetään sen vaikutuksia. Näin seuraukset tapahtumapuun oksalla vaihtelevat. Puun koko riippuu siitä, kuinka tarkka kuva palonehkäisystä on tarpeen. Mahdollisuuksia on useita. Pienentämällä B-elementtien määrää puun läpinäkyvyys paranee. B-elementit pitää järjestää loogisesti ottamalla syyt ja seuraukset huomioon. Teemoja voivat olla esimerkiksi poistumisturvallisuus, turvallisuusorganisaation käyttö tai turvallisuutta edistävien toimien hinta. Kolmannella tasolla arvioidaan sitä, tapahtuuko tulipalo todella. Vertailulukujen saamiseksi todennäköisyyksiä lasketaan tapahtumapuun oksilla kertolaskulla. Tällaista menetelmää voidaan pitää osittain määrällisenä. Tapahtumapuun avulla voidaan arvioida millaisia vaikutuksia toiminnalla on.



Kuvio 36. Tapahtumapuu.



Voidaan olettaa, että talon suojaaminen tulipalolta on mahdollista. Tällöin rakennuksen paloturvallisuusriskit on määritelty ja rakennuksessa oleskelevien ihmisten mahdollisuudet poistua on otettu huomioon.

Malli mahdollistaa riskien arvioimisen siten, että sitä voidaan käyttää riskianalysissä (joka on usein todennäköisyyksiin perustuva ja sisältää laadullisia elementtejä).

Riskianalysissä yhdistetään riskejä ja tarkastellaan niiden vaikutuksia toisiinsa, esimerkiksi rakennuksen ja siinä toimivien ihmisten muodostamat riskit. Suojaavat toimenpiteet tulipalotilanteessa ovat keskeisiä analyysissä. Epäonnistumisia verrataan suojaaviin toimenpiteisiin ja toisiinsa. Samanlaista mallia voidaan soveltaa, kun tarkoituksena on vahinkojen rajoittaminen. Tällöin rakennuksen riskejä verrataan vahinkojen suuruuteen. Riskien määrittelyn malli edellyttää, että paloturvallisuus otetaan huomioon nimenomaan riskien näkökulmasta ja näin mallia voidaan käyttää apuna arvioitaessa riskitekijöitä. Riskitekijöiden analyysillä voidaan tuottaa rakennukselle riskiprofiili. Paloturvallisuuden liittyvien toimenpiteitten tulisi olla yhteydessä riskiprofiiliin.



## 5.7 Tulipalon syyt, seuraukset ja tilastointi Suomessa

*Esa Kokki*

Pelastusviranomaisen palontutkinta sekä tapahtumien ja tutkinnan huolellinen dokumentointi tuottavat käyttökelpoista aineistoa riskien määrittämiseen. Tietoja voidaan hyödyntää tulipalojen syiden ja seurausten arvioinnissa sekä onnettomuuksien ehkäisytyössä ja omatoimisessa varautumisessa. Suomessa palontutkinnan ja onnettomuuksiin liittyvien tapahtumien kirjaamisella on pitkä historia.

Vuodesta 1996 lähtien Suomen pelastustoimessa on ollut käytössä sisäministeriön järjestelmä Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto PRONTO. Järjestelmän tietoaineisto koostuu pelastuslaitosten toimenpiderekisterien tiedoista. Pelastuslain (379/2011) mukaan pelastuslaitos saa tallentaa toimenpiderekisteriin tietoja pelastustoimen seuranta- ja kehittämistä varten. Palontutkinnan osalta pelastuslaki velvoittaa pelastuslaitoksia kirjaamaan tiedot toimenpiderekisteriin. Pelastusopisto vastaa tilastojärjestelmän teknisestä ylläpidosta ja huolehtii valtakunnallisesta tilastopalvelusta. PRONTO:n tietoa hyödyntävät pelastuslaitoksen oman toiminnan kehittämisessä ja seurannassa, aluehallintovirastot pelastustoimen arvioinnissa, sisäministeriö pelastustoimen seurannassa ja lainsäädäntötyön tukena sekä Pelastusopiston koulutuksen apuna ja kehittämisessä. Lisäksi tietoja voivat hyödyntää muut viranomaiset sekä tutkimuslaitokset ja tutkijat.

Suomessa palokuolemia on keskimäärin 71 vuosittain. Asukaslukuun suhteutettuna noin 13 palokuolemaa miljoonaa asukasta kohti, mikä on hyvin lähellä EU-maiden tasoa (12). Vuonna 2007 pelastuslaitokset aloittivat vakimuotoisen palontutkinnan kaikista henkilövahinkoja aiheuttaneista tulipaloista. Ennen vuotta 2010 palokuolemia oli keskimäärin 100 vuodessa. Tulipaloissa loukkaantuneista ei ole yhtä luotettavia tietoja saatavilla kuin palokuolemista, koska luvun perusteena on pelastusviranomaisen arvio tapahtumahetkellä. Pelastusviranomaisten arvioiden mukaan tulipaloissa loukkaantuu vuosittain alle 700 henkilöä. Lukumäärissä ei ole havaittavissa laskevaa eikä nousevaa trendiä.

Rakennuspaloja on keskimäärin 4500 vuosittain. Rakennuspalojen määrä on vähentynyt kymmenen vuoden aikana, esimerkiksi vuonna 2010 rakennuspaloja (6 300) oli tuhat enemmän kuin vuonna 2018 (5 300). Lasku johtuu ihmisten aiheuttamien tulipalojen vähenemisestä. Puolet rakennuspaloista on ihmisen toiminnasta aiheutuneita. Näistä joka kuudes on tahallaan sytytetty palo. Ihmisten aiheuttamista paloista yleisin syytymissy on ruuanvalmistus ja toiseksi yleisin on huolimaton avotuli.

Rakennuspaloista asuinrakennuspaloja on noin 3 000 (66 %), teollisuusrakennuspaloja noin 600 (13 %), liikerakennuspaloja noin 350 (8 %), hoitoalan rakennusten paloja noin 200 (4 %) ja opetusrakennusten paloja noin 100 (2 %) vuosittain.

Maastopaloja on keskimäärin 3 000 vuosittain. Vaihtelua lukuihin aiheuttaa kesän sää. Vuodesta 1996 alkaneen tilastoinnin aikana maastopalojen määrä on vaihdellut 1 300 palosta 6 300 maastopaloon. Maastopaloista vajaa puolet on metsäpaloja ja loput muita maastopaloja. Maastopaloista kaksi kolmasosaa on ihmisen toiminnasta aiheutuneita paloja. Maastopalojen yleisin syttymissy on huolimaton avotuli.

Liikennevälinepaloja on keskimäärin 2 400 vuosittain. Vuosituhannen alussa liikennevälinepalojen määrä oli korkeimmillaan noin 2 700 paloa keskimäärin vuodessa. Viimeisten vuosien aikana liikennevälinepaloja on ollut noin 2 200 vuosittain. Liikennevälinepaloista suurin osa on tieliikennevälineen paloja ja koneen tai laitteen viasta aiheutuneita paloja. Muita tulipaloja on keskimäärin 3 300 vuosittain. Muita tulipaloja oli enimmillään vuosina 2006–2008, noin 4 700 paloa keskimäärin. Viimeisten vuosien aikana liikennevälinepaloja on ollut noin 2 300 vuosittain. Muut tulipalot ovat useimmiten ihmisen toiminnasta aiheutuneita ja tahallisia paloja. Muista tulipaloista yleisimpiä ovat roska-astian palot ja toiseksi yleisimpiä ovat erilaisten rakennelmien palot.

## Tulipalojen syyt ja seuraukset rakennustyypeittäin

### **Ryhmä 1: Kokoontumis- ja liiketilat sekä työpaikatilat, ihmiset valvovat, pysyvät poistumaan rakennuksesta**

Rakennuspaloista yhdeksän prosenttia on kokoontumis- ja liiketilojen sekä työpaikatilojen paloja. Näitä on noin 550 vuosittain Suomessa. Ajallisesti rakennuspalot sijoittuvat henkilöiden valvellaoloaikaan. Henkilövahinkoja näissä tiloissa tapahtuneissa tulipaloissa tapahtuu erittäin harvoin, viimeisten kymmenen vuoden aikana keskimäärin yksi vuodessa. Kokoontumis- ja liiketilojen sekä työpaikatilojen paloissa loukkaantuu keskimäärin 25 henkilöä vuosittain. Omaisuusvahinkoja pelastusviranomaiset arvioivat aiheutuvan näissä paloissa keskimäärin 20 miljoonaa euroa vuosittain. Yksittäiset isot palot, kuten vuoden 2017 tulipalo Porissa, voivat lisätä omaisuusvahinkojen vuosittaisen määrän poikkeuksellisen suureksi.

### **Ryhmä 2: Majoitustilat, ihmiset yöpyvät, pystyvät poistumaan rakennuksesta**

Majoitustilojen paloja tapahtuu keskimäärin 80 vuosittain. Ajallisesti rakennuspalot sijoittuvat henkilöiden ilta-aikaan. Henkilövahinkoja näissä tiloissa tapahtuneissa tulipaloissa tapahtuu erittäin harvoin, viimeisten kymmenen vuoden aikana yhteensä kolme kappaletta. Majoitustilojen paloissa loukkaantuu keskimäärin kymmenkunta henkilöä vuosittain. Omaisuusvahinkoja pelastusviranomaiset arvioivat aiheutuvan näissä paloissa keskimäärin miljoona euroa vuosittain.

### **Ryhmä 3: Hoitolaitokset, ihmiset yöpyvät, ei pysty poistumaan rakennuksesta**

Hoitolaitosrakennusten paloja tapahtuu keskimäärin 170 vuosittain. Ajallisesti rakennuspalot sijoittuvat valoisaan aikaan. Henkilövahinkoja näissä tiloissa tapahtuneissa tulipaloissa tapahtuu erittäin harvoin, viimeisten kymmenen vuoden aikana yhteensä viisi kappaletta. Hoitolaitosrakennusten paloissa loukkaantuu keskimäärin 25 henkilöä vuosittain. Omaisuusvahinkoja pelastusviranomaiset arvioivat aiheutuvan näissä paloissa keskimäärin 1,5 miljoonaa euroa vuosittain.

### **Ryhmä 4: Asunnot ja vapaa-ajan asunnot, ihmiset yöpyvät, pystyvät poistumaan rakennuksesta**

Rakennuspaloista suurin osa (56 %) on asuinrakennuspaloja. Näitä on noin 3 000 joka vuosi. Lähes kaikki rakennuspaloissa aiheutuvat palokuolemat tapahtuvat asuinrakennuspaloissa; ainoastaan yksittäisiä palokuolemia tapahtuu muissa rakennuksissa. Vuosina 2007–2009 asuinrakennusten paloissa kuoli keskimäärin 86 ihmistä vuodessa, vuodesta 2010 lähtien keskimäärin 55. (Hollannissa raportoidaan noin 7 000 asuinrakennuspaloa vuodessa. Palokuolemia on 46 keskimäärin. Luku on Euroopan pienimpiä.) Vuodesta 2010 alkaen Suomessa myynnissä on ollut vain niin sanottuja itsestään sammuvia savukkeita. Kohtalokkaista asuinrakennuspaloista reilu puolet tapahtuu pientaloissa, kolmasosa kerrostaloissa, kymmenesosa rivitaloissa ja noin seitsemän prosenttia vapaa-ajan asunoissa. Palokuolemien määrä on vähentynyt eniten pientaloissa, lukumäärä on pudonnut puoleen kymmenen vuoden seuranta-jakson aikana. Kohtalokkaiden asuinrakennuspalojen syttymissyistä yleisin on edelleen savuke (25 %). Yhtä usein kohtalokas asuinrakennuspalo on tahallaan sytytetty. Palokuolemista keskimäärin kuusi aiheutuu huolimattomasta avotulesta, samoin sähkölaitteen tai -johtojen vikaantumisesta. Huolimattomasta ruuanvalmistuksesta aiheutuu keskimäärin neljä palokuolemaa vuosittain. Kohtalokkaan asuinrakennuspalon syttymistila on usein olohuone. Kolmasosa paloista syttyy olohuoneessa. Palovaroitinten yleistyttyä makuuhuoneista syttyneiden kohtalokkaiden palojen määrä on vähentynyt. Joka viides palo syttyy makuuhuoneessa ja yhtä usein palo syttyy keittiössä. Muissa tiloissa syttyy vuosittain vaihteleva määrä yksittäisiä paloja.

Palokuoleman uhreista kolme neljäsosaa on miehiä. Viime vuosina palokuolemien lukumäärät alle 40-vuotiaiden joukossa on vähentynyt lähes nollaan. Vielä kymmenen vuotta sitten tulipaloissa kuoli kymmenisen alle 40-vuotiasta miestä, vuonna 2018 yksi. Miesten palokuoleman riski kasvaa 50 ikävuoden kohdalla. Lähestulkoon kaikki tulipaloissa kuolleet miehet ovat 50–70-vuotiaita. Palokuolemat jakautuvat tasaisesti näihin 10-vuotisikäluokkiin. Naisilla palokuoleman riski kasvaa 60 ikävuoden kohdalla. Lähestulkoon kaikki tulipaloissa kuolleet naiset ovat 60–80-vuotiaita. Naisten osalta palokuolemat ovat jakautuneet tasaisesti 10-vuotisikäluokkiin. Ikääntyneiden asuminen kotona ja erityisesti ikääntyneiden yksin asuminen lisää arvioiden mukaan palokuoleman riskiä. Tämä perustuu ensinnäkin päätelmään siitä,

että suurin osa palokuolemista tapahtuu asuinrakennuksissa ja toiseksi siihen, että merkittävin onnettomuuteen vaikuttava syy on uhrin heikentynyt toimintakyky.

## Pelastushenkilöstön riskit

Tarkasteltaessa pelastuslaitoksen pelastustoimintaa voidaan sanoa, että kyseessä on henkilöriskejä sisältävä työympäristö. Suomessa ei ole kuitenkaan yli 10 vuoteen kuollut palomiehiä pelastustehtävissä. Pelastushenkilöstön loukkaantumisia tapahtuu useammin, mutta niitäkin harvakseltaan. Loukkaantumisista vain harvoin pelastushenkilölle koituu liekkivammoja, useimmin vahingoittumiset ovat liukastumisia, venähdyksiä tai muita lievempiä vammoja. Asiasta ei ole kuitenkaan tarkkaa tilastointia Suomessa.

Alankomaissa on 28 000 palomiestä. Heistä noin yksi menehtyy tulipalossa vuosittain. Luku on suurempi kuin esimerkiksi teollisuudessa menehtyneiden henkilöiden määrä. Pelastushenkilöstöä on menehtynyt kaikissa tulipalon vaiheissa pelastamisen, sammuttamisen ja jälkivartiointin aikana palopaikalla.

Viimeisten 25 vuoden kuluessa Alankomaissa 72 % menehtyneistä palomiehistä menehtyi rakennuspaloissa, joista ihmiset pystyivät poistumaan ilman apua (72 %:sta rakennuksista 44 % oli teollisuusrakennuksia), 6 % rakennuksissa, joissa oli nukkuvia ihmisiä ja 4 % rakennuksissa, joissa ihmiset eivät kyenneet poistumaan itsenäisesti. Johtopäätöksenä on, että suhteellisen suuri määrä pelastajia menehtyi nimenomaan teollisuusrakennusten paloissa, jolloin selittävänä tekijänä voi olla rakennuksen koko.

## Lähteet

PRONTO. Pelastustoimen onnettomuustietokanta.



Paloturvallisuus-  
ajattelun  
kehittyminen  
Alankomaissa

6

## 6 Paloturvallisuusajattelun kehittyminen Alankomaissa

*Kokemukseen perustuva* on paloturvallisuuden yhteydessä käsitteenä epäselvä, mutta se on ollut aikanaan ainoa paloturvallisuuden kehittämisen lähtökohta. Myöhemmässä vaiheessa kokemuksen rinnalle on tullut näyttöperusteisuus, esimerkiksi palotestaus. Näyttöperusteisuus liittyy esimerkiksi rakenteisiin ja niiden käyttäytymiseen tulipalossa sekä näitä tukevaan palotestaukseen. Parhaiden paloturvallisten ratkaisujen toteennäyttö ei kuitenkaan aina edellytä näyttö- tai kokemusperusteisuutta, vaan joskus tieteellisen tutkimuksen avulla voidaan päästä parempiin paloturvallisuusratkaisuihin.

Tässä kappaleessa kuvataan palonehkäisytyötä historiallisesta näkökulmasta. Tutkittuun tietoon perustuva lähestymistapa edellyttää systemaattisuutta, huolellisuutta ja toistettavuutta. On melko tavallista, että paloturvallisuuteen liittyvä soveltava tutkimus ei kuitenkaan johda soveltamiseen käytännössä.

### 6.1 Paloturvallisuusajattelun kehittyminen

Palonehkäisy on nuori oppiala. Tosin jo kauan sitten Alankomaissa oli käytössä joitakin paloturvallisuutta edistäviä määräyksiä, kuten puurakenteisten savupiippujen käyttökielto. Keskiaikainen paloturvallisuusajattelu perustui palojen syttymisen ja kehittymisen hallitsemiseen. Käytännössä tuolloin ei vielä ollut järjestäytyneitä sammutusjoukkoja eikä tehokkaita sammutusvälineitä. Tämä oli tilanne muuallakin tiheään rakennetuilla kaupunkialueilla, kuten Lontoossa ja New Yorkissa, joissa kaupunkipalot tuhosivat laajoja alueita. Vasta 1800-luvun lopulla alettiin palonehkäisyyn ja palon hallintamenetelmiin kiinnittää huomiota tarkemmin.

Ennen 1900-luvun alkua paloturvallisuuden toimenpiteet eivät perustuneet tieteelliseen tarkasteluun tai systemaattiseen tutkimukseen. Sen sijaan riskejä ja paloturvallisuutta arvioitaessa käytettiin apuna kokemus- ja tapaustietoja. Paloturvallisuuteen liittyvät määräykset perustuivat tapauskertomuksiin ja aikalaisten omiin kokemuksiin (case histories). Vasta 1950-luvulla paloturvallisuutta alettiin kehittää järjestelmällisemmin näyttöperusteisesti. Myöhemmässä vaiheessa Yhdysvalloissa sekä hieman vaatimattomammin Britanniassa, Ranskassa ja Saksassa aloitettiin paloturvallisuuteen liittyvä tieteellinen tutkimustoiminta.

Viimeisten vuosikymmenten aikana paloturvallisuutta on pyritty kehittämään paremmaksi. Kuitenkin kehitystyön vaikutukset ovat jääneet toivottua pienemmiksi. Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että paloturvallisuuden keinoja ja menetelmiä on pyritty saamaan osaksi lainsäädäntöä. Säädösten toteuttaminen ja valvominen on tehty raskaaksi.

Riskiperusteisuus edellyttää näyttöihin perustuvaa palontutkintaa ja palotutkimusta. Vaikka suuristakin paloista on annettu paloturvallisuussuosituksia, ne eivät ole johtaneet toivottuihin tuloksiin.

Savupiippujen käyttämisen yleistyminen ja yhä korkeampien rakennusten rakentaminen Haagissa vuonna 1746 osoittautui paloturvallisuuden kannalta ongelmaksi. Tuolloin säädettiin asetus, jolla määrättiin savupiippujen ja kattojen materiaaleista. Kokemukseen perustuva paloturvallisuustoimenpide määrättiin toteutettavaksi Amsterdamin teatterin palon jälkeen vuonna 1772. Tämän palon jälkeen, Amsterdamin asukas (hänen nimensä on hävinnyt historiankirjoista), kehitti oman palonehkäisyjärjestelmänsä. Menetelmä perustui siihen, että veden tuli olla niin lähellä palon alkulähdettä kuin mahdollista. Hän keksi kuivanousujärjestelmän, joka asetettiin rakennuksen ullakolle. Alempiin kerroksiin rakennettiin putkisto. Laitetta kuvattiin ”*uudeksi keksinnöksi, joka perustuu fysiikan lakeihin ja joka pysäyttää palon kaikissa rakennuksissa parhaimmalla ja turvallisimmalla tavalla sekä parhaalla kokemuksella*”.

Tutkimukset ja tilastot ovat edelleen tärkeitä suunniteltaessa paloturvallisuustoimenpiteitä rakennuksiin. Yksittäisestä palotapahtumasta voidaan saada tietoa, joita tulisi verata samankaltaisiin paloihin, sillä yksittäisestä palosta saadaan harvoin riittävän vakuutavaa ja yleistettävissä olevaa näyttöä paloturvallisuuden kehittämiseen.

Ensimmäinen varsinaisesti paloturvallisuuteen liittyvä menettely tuli voimaan vasta toisen maailmansodan jälkeen. Saksassa, USA:ssa ja Britanniassa oli tehty alkeellisia syttymiseen liittyviä testauksia jo ennen sotaa. Myös standardoituja testejä kokeiltiin. Alankomaissa rakennettiin sodan jälkeen uusia asuin- ja liikerakennuksia. Alankomaiden hallitus valvoi, että paloturvallisuusmääräyksiä helpotettaisiin niin paljon kuin mahdollista. Tästä oli seurauksena, että maatilojen rakennuksia paloi sodan jälkeen enemmän kuin niitä oli ehditty rakentaa. Samoin kymmenesosa tehdasrakennuksista, jotka oli ehditty rakentaa Alankomaihin sodan päättymisen jälkeen, paloi maan tasalle. Sodan jälkeen rakennusmateriaaleista oli pulaa. Rakennusmateriaaleina käytettiin tuotteita, joiden palonkestävyyttä ei tunnettu. Rakennusmateriaalien palotestaukselle oli siksi suuri tarve. Tulipalojen jälkeen Alankomaissa toteutettiin USA:n mallien mukaan standardoituja palotestejä. USA oli aloittanut testit, kun muutamissa tulipaloissa oli menetetty useita henkiä.

## 6.2 Palonkestävyys


### 6.2.1 Palonkestävyys ja palokuorma

Palonkestävyys on materiaalien ja rakenteiden keskeinen ominaisuus. Alankomaat käytti tuotteiden palonkestävyyden testausmenetelmää, joka oli kehitetty Yhdysvalloissa. Menetelmää oli testattu myös Britanniassa ja Saksassa. Palonkestävyyttä kuvataan palonke-



hityskäyrän avulla määrittämällä lämpötilan kehittymistä tulipalon aikana. Menetelmä on käytössä edelleen.

Alankomaissa käytetty palonkehityskäyrä perustuu muiden maiden palonkehityskäyrän keskiarvoihin. Alun perin palonkehityskäyriä alettiin laatia Britanniassa toisen maailmansodan aikana. Hollantilaiset huomasivat, että rauhan aikana palavan materiaalin määrä rakennuksissa oli varsin erilainen sota-aikaan verrattuna. Esimerkiksi varastoissa säilytettiin enemmän tavaraa sota-aikana, kun taas kauppoissa tavaraa säilytettiin rauhan aikaa vähemmän.

Puhuttaessa paloriskeistä,  onkestävyyden lisäksi tulee ottaa huomioon myös palokuorma. Palokuorma-käsite otettiin käyttöön Britanniassa ja sittemmin Hollannissa ja muissa Euroopan maissa toisen maailmansodan jälkeen. Sodan jälkeen Britanniassa alettiin tutkia laajemmin ja systemaattisemmin palon leviämistä, jotta saataisiin tuloksia palokuorman määrän, laadun ja palamisen vaikutuksista tulipalon leviämiseen. Näin rakennuksia voitaisiin suojata paremmin tulipaloilta. Palokestovaatimuksia perusteltiin palokuorman määrällä ja palon kestolla. Tämän jälkeen Alankomaissa alettiin määritellä palonkestovaatimuksia samaan tapaan kuin USA:ssa. Määritelmät perustuivat palokuorman, palon ajalliseen keston ja palon kestävyteen (fire resistance).



## 6.2.2 Osastointi

Vuosina 1950–1980 ei juurikaan esitetty kritiikkiä kokemukseen perustuvien paloturvallisuusnäkökulmien, kuten palonkestävyyden ja palokuormien osalta. Toisen maailmansodan jälkeen paloturvallisuusajattelu kehittyi siten, että rakennuksen sisätiloja alettiin jakaa palo-osastoihin. Tämä oli tarpeellista, koska standardipalokäyrää ei voitu soveltaa suurissa rakennuksissa, joissa oli paljon palokuormaa. Ratkaisuna oli jakaa palokuormaa useaan erilliseen tilaan tai rakentaa tiloja, jotka olisivat palonkestäviä. Jos tiloja ei syystä tai toisesta voitu jakaa pienempiin yksiköihin, ainoaksi ratkaisuksi jäi sprinklerijärjestelmän asentaminen rakennukseen. Jo tuolloin sprinklerien asentamista kritisoitiin ja keskustelua käytiin siitä, että sprinklerien teknisiä vaatimuksia tulisi alentaa, jotta niitä voitaisiin asentaa enemmän.

1970-luvulla hollantilaisessa määräyskokoelmassa Teollisuusrakennusten palosuojelu (*Brandbeveiliging Industrie-terreinen*) määriteltiin palo-osaston koko sillä perusteella, että pelastushenkilöstön tuli päästä esteettä rakennukseen. Nämä määräykset luotiin Alankomaissa pitäen silmällä rakennuspaloja, joita pelastushenkilöstö ei voinut enää sammuttaa rakennuksen sisältä. Määräyksessä sanottiin, että sammutusvettä voitiin suihkuttaa enintään 25 metrin etäisyydellä palosta. Tämä tarkoitti, että rakennuksen, jota voitiin lähestyä neljältä suunnalta, tulisi olla enintään 50 x 50 metriä. Näin rakennuksen enimmäispinta-ala olisi 2 500 m<sup>2</sup>. Arvoa käytetään edelleen, vaikka luku ei perustu tieteellisiin tosiseikkoihin. Myöhemmin vuosina paloturvallisuus ei kehittynyt tässä suhteessa paljoakaan rakenteiden ja rakennusmateriaalin osalta.

## 6.2.3 Rakenteellinen paloturvallisuus

1950-luvulla yleinen mielenkiinto kohdistui rakenteelliseen paloturvallisuuteen, jotta tehokkaat pelastustoimenpiteet olisivat mahdollisia ja jotta pelastustoimi voisi pelastaa savun varaan joutuneet ihmiset, sammuttaa tulipalon ja estää sen leviämisen. Tällöin Alankomaissa päätettiin, että pelastushenkilöstö saattoi sammuttaa sisältä vain yksikerroksisia rakennuksia. Turvallisuusvaatimuksia ei tarvittu kantavien rakenteiden palonkestolle, jos kantavat rakenteet altistuisivat korkeille lämpötiloille. Tällaisessa tapauksessa lämpötila olisi liian korkea pelastustoiminnan aloittamiselle rakennuksen sisällä. Sammutustoimintaa ei voitu toteuttaa, ellei voitu varmistua siitä, että lämpötila olisi enintään 45 astetta ja rakenteiden sortumisvaaraa ei olisi. Tuohon aikaan pelastushenkilöstöllä ei ollut käytössään suojaavia varusteita eikä paineilmalaitteita. Pelastushenkilöstön varusteet alkoivat kehittyä 1970-luvulla, ja näin mahdollisuudet sammuttaa rakennuksia sisältä käsin paranivat. Tällöinkään uusia, rakenteellisia paloturvallisuusmääräyksiä ei pantu täytäntöön. Tuolloin ei oltu perillä leimahduksista, kaasuräjähdyksistä ja muista henkilöstöä uhkaavista vaaroista. Myöhemmin osaamisen, tekniikan ja varusteiden kehittymisen vuoksi sammuttamisen periaatteita on voitu määritellä uudelleen.

Taloudelliset näkökulmat asettavat vahinkojen rajoittamisen vaatimuksen pelastustoimelle. Päätäjien tulee linjata tarkasti se, kuinka paljon paloturvallisuusmääräyksiä rakennuksille asetetaan. Lisäksi käyttäjien ja omistajien tulee päättää, millaisia paloturvallisuusratkaisuja rakennuksissa toteutetaan. Tällä on vaikutuksensa esimerkiksi palovakuutusten hintoihin.

## 6.2.4 Poistumisturvallisuus

1950-luvulla USA:ssa otettiin käyttöön turvallisen poistumisen säädökset. Nämä säädökset sisälsivät ohjeita turvallisten poistumisteiden määriin ja kapasiteettiin. Sodan jälkeen tämän kaltaiset poistumismääräykset otettiin käyttöön myös Britanniassa. Pääasiassa poistumismääräyksiin oli aiemmin kuulunut syttymättömien tai paloa hidastavien materiaalien käyttö. Ihmisten määrä rakennuksessa ei ollut turvallisen poistumisen ensisijainen vaatimusperuste.

Vaikkei sodanjälkeiseen lainsäädäntöön Alankomaissa sisältynytkään poistumisturvallisuutta, kiinnostus siihen kasvoi vähitellen. Esimerkiksi osa asiantuntijoista totesi, että poistumisturvallisuus on tärkeämpää kuin tehokkaasti toimiva pelastusorganisaatio. Siksi joissakin rakennuksissa toimijat saattoivat itsenäisesti päättää poistumisturvallisuuden liittyvistä asioista, kun kyseessä oli muu kuin asuinrakennus.

Joissain maissa alettiin käyttää rakennuksen palokuormaa hätäpoistumista määrittävänä tekijänä. Tästä määrittelytavasta seurasi, että esimerkiksi sairaalat, joissa on suhteellisen vähän palokuormaa, oli määritelty matalariskisiksi rakennuksiksi. Alankomaissa tätä määrittelytapaa ei sellaisenaan hyväksytty, vaan pian päädyttiinkin esittämään, että poistumisteiden turvallisuutta säädeltiin rakennuksessa oleskelevien ihmisten määrän perusteella. Rakennuksesta poistuvien ihmisten käyttäytyminen ja hätäantymisen tunne poistumistilanteessa tulisi ottaa paremmin huomioon poistumisnopeutta arvioitaessa.

Vuonna 1984 Alankomaissa julkaistiin tutkimus, jossa kuvattiin poistumisturvallisuutta paloturvallisuuden merkittävimpana osana. Tämän tutkimuksen mukaan todettiin, ettei poistumisturvallisuutta voi tutkia realistisesti, koska ihmisten käyttäytymistä tulipalossa on vaikea ennustaa. Sen sijaan Alankomaissa kehitettiin malli, jossa paloturvallisuus-suositukseen kuului muun muassa tulipalon huomaaminen, avun hälyttäminen, ihmisten varoittaminen sekä turvalliset ja avoimet pelastustiet. Kokoavasti voidaan todeta, että edelleenkin ihmisten käyttäytyminen tulipalossa ei ole paloturvallisuustutkimuksen keskeinen teema. Alankomaissa tehdyn väitöskirjan mukaan ihmiset eivät kykene hätätilanteessa lukemaan poistumistie-kylttejä poistumisteillä olevan savun vuoksi. Kuitenkin voimassa olevat säädökset edellyttävät poistumistie-kylttien asentamisen.



## 6.2.5 Yleisiä oletuksia palonkestävyydestä

Rakenteiden, osastojen ja poistumisteiden palonkestävyyden määrittämiseksi tässä kuvataan Alankomaissa käytettyjä (Dutch Building Decree) laskennallisia aikoja seuraavasti:

- Palo on havaittu, asianosaisia varoitettu ja pelastusviranomaisille ilmoitettu 15 minuutin kuluessa siitä, kun palo on syttynyt.
- Vaarassa olevien henkilöiden on kyettävä siirtymään turvaan 15 minuutin kuluessa siitä, kun tulipalosta on varoitettu.
- Tehokas pelastustoiminta on alkanut 15 minuutin kuluessa siitä, kun palosta on ilmoitettu.
- Pelastustoimen on saatava palo hallintaan 60 minuutin kuluessa palon alkamisesta. Hallintaan saamisella tarkoitetaan sitä, että palo ei pääse enää leviämään. Tähän aikaan sisältyy rakennuksessa olevien ihmisten pelastaminen.

Edellä mainitun kaltaiset pelastustoiminnan tavoiteajat ovat olleet käytössä jo kymmeniä vuosia, 1950-luvulta lähtien. Ajat ovat laskennallisia, eikä niitä ole todennettu mitenkään. Tuohon aikaan todettiin, että *"mikäli pelastustoimi on asiallisesti varustautunut tilanteeseen, voidaan olettaa, että pelastustoiminta on alkanut viimeistään 15 minuutin kuluessa palon ilmoittamisesta. Tällaisessa tapauksessa uloskäytävän oven tulee kestää paloa 15 minuuttia"*.

Sodan jälkeen todettiin, että palon havaitsemiseen kulunut aika tulisi ottaa huomioon määriteltäessä palonkestävyyttä ja poistumisteitä. Mikäli rakennuksesta ei voida poistua viivytyksettä, rakenteiden tulee olla palonkestävät. Tämä tarkoittaa, että yleisesti ottaen palonkestävyyttä ei voida määritellä palokuorman ja siihen liittyvän tilan perusteella, vaan paloturvallisuusmääräyksissä tulisi ottaa huomioon aika palon havaitsemisesta rakennuksen tyhjentämiseen ihmisistä. Tuolloin päätettiin, että niin sanotun standardiajan määrittämiseksi sovittiin, että viimeistään lieskahduksen tapahtuessa (jolloin lämpötila on noin 750 astetta) voidaan ajatella, että palo on huomattu. Standardin palokäyrän mukaan tuo lämpötila on saavutettu tulipalossa 15 minuutin jälkeen. Kun vasteaika ja pelastustoiminnan aloittamiseen kuluva aika on määritetty, määriteltiin samalla palon havaitsemisen laskennallinen aika. Tämä päättelyketju johti johtopäätökseen, että uloskäytävien tulisi kestää paloa 30 minuuttia. Tämä aika on edelleen Alankomaiden rakennusmääräyksissä.

Perusolettamus siitä, että pelastustoimen on saatava palo hallintaansa 60 minuutin kuluessa sen syttymisestä sisältää oletuksen, että rakenteet kestävät paloa 60 minuuttia. Tämä luku on otettu käyttöön 1950-luvulla seuraavin perustein: "aiempien tulipalojen perusteella voidaan olettaa, että palon sammuttaminen sisältä käsin ei aina johda positiiiviseen sammutustulokseen, sillä tietyissä tilanteissa pelastustoimen on vetäydyttävä rakennuksen sisältä osittain tai kokonaan ja jatkettava sammuttamista rakennuksen ulkoa käsin. Tämä päätös voidaan yleensä tehdä noin puolen tunnin kuluessa pelastustöiden aloittamisesta. Tämä tarkoittaa tavoitelukua 60 minuuttia (30 + 30 minuuttia). Aika koskee rakennuksen kantavia rakennusosia."

## 6.3 Uusia ajatuksia

2000-luvun alussa tulipaloja alettiin tarkastella uudella tavalla, sillä määräysten lisäksi alettiin ottaa huomioon myös riskit. Erityisesti anglosaksisissa maissa ja Skandinaviassa tämä lähestymistapa otettiin käyttöön, kun oli mitattu paloturvallisuustoimenpiteiden onnistumista. Analyysissa alettiin hyödyntää matemaattisia malleja, tulipalon kehittymistä, savun leviämistä ja poistumisturvallisuuteen liittyviä tekijöitä. Tätä tarkoitusta varten kehitetyt digitaaliset sovellukset on alun perin tuotettu muuhun tarkoitukseen, sittemmin niitä on edelleen sovellettu paloturvallisuuteen. Näin päädyttiin palotekniseen suunnitteluun (FSE), jota on käsitelty jo aiemmin tässä teoksessa. Käsitteellä tarkoitetaan siis riskeihin perustuvaa lähestymistapaa paloturvallisuusratkaisujen soveltamisessa. Paloteknisessä suunnittelussa kehitettyjä malleja on siis ensin alettu soveltaa rakennuksesta poistuvien ihmisten käyttäytymisen analysointiin ja ennakointiin. Myöhemmin menetelyä on laajennettu suunnitteluun ja riskianalyysiin.

Myös säädöspohjainen suunnittelu perustuu jossain määrin sovellettuihin taulukkoarvoihin, sillä rakennusmääräyksistä johdetut viitearvojen pohjalla on sopimuksia ja oletuksia. Alankomaissa on viime vuosina alettu käyttää aiempia tulipaloja riskien analysoimiseen ja menettelyä on käytetty erityisesti tutkittaessa palokuolemia aiheuttaneita tulipaloja. Tapauskuvaukset tarjoavat arvokasta tietoa todellisista paloista paloturvallisuustieteen tutkimuksen ja rakennusmääräysten pohjaksi.



Tulipalo ja palon  
kehittyminen

7

# 7 Tulipalo ja palon kehittyminen

## 7.1 Palon syttyminen

Koska tulipalo saa alkunsa palavan materiaalin, hapen ja syttymislämmön yhteisvaikutuksesta, rakennuksissa on aina tulipalon mahdollisuus. Tämä on varmistunut useissa käytännön tilanteissa.

Palossa vapautuu lämpöä (energiaa). Palavan materiaalin vapauttamaa kokonaisenergiämäärää mitataan jouleina kilogrammaa kohden (J/kg). Kun puu on palanut täysin, lämpöä on vapautunut 17–20 MJ kilogrammaa kohden. Materiaalien kyky vapauttaa lämpöä vaihtelee. Esimerkiksi joistain muovityypeistä lämpöä ei vapaudu lähes ollenkaan, kun taas toisista lämpöä vapautuu saman verran kuin nestemäisestä öljystä, eli 40–50 MJ kiloa kohden.

Palavan materiaalin (polttoaineen) tyyppi määrittelee, paljonko energiaa tarvitaan syttymiseen. Esimerkiksi palavat kaasut tarvitsevat yleensä vain pienen syttymislähteen, jotta palamisreaktio voi alkaa. Kiinteässä muodossa olevat palavat aineet, kuten puu, kaasuuntuvat lämmitessään ennen palamaan syttymistä. Puusta siis pyrolysoituu syttymiskelposta kaasua, kun puuainees lämpenee. Nämä kaasut syttyvät palamaan. Syttymiskelpoisen materiaalin sijainti huoneessa määrittelee sen, miten palo leviää. Huokoiset materiaalit ja puu edesauttavat nopeaa palon leviämistä. Toisinaan muovit levittävät paloa nopeasti. Muovimateriaalit sulavat ja valuvat pisarat sytyttävät alla olevat pinnat. Pintojen ominaisuudet ja suunta vaikuttavat siihen, kuinka nopeasti liekit leviävät. Esimerkiksi liekit leviävät huomattavasti nopeammin pystysuoralla kuin vaakasuoralla pinnalla.

Kun palo on alkanut, se jatkuu niin kauan kuin palavaa ainetta, hapetta ja lämpöä on riittävästi. Palamisprosessi tuottaa lämpöä. Mikäli palamisprosessia ei keskeytetä, palaminen jatkuu ja lämpötila nousee. Siksi yhä useammat materiaalit syttyvät ja niistä vapautuu kaasuja, jotka syttyvät. Samalla liekkien koko kasvaa.

Palo leviää ja laajenee, kun

- suurempi määrä materiaalia tuottaa kaasuja
- suurempi määrä kaasuja syttyy palamaan
- liekkipalon koko kasvaa
- lämpösäteily lisääntyy ja kiihdyttää palon kehittymistä.



Kun palossa vapautuva lämpöenergia kuumentaa muut syttyvät materiaalit huoneessa, materiaaleista alkaa vapautua syttyviä kaasuja. Tällöin esimerkiksi huonekaluista ja tapeteista vapautuu myrkyllisiä ja palamiskelpoisia yhdisteitä, jotka syttyvät, kun syttymislämpötila saavutetaan. Palo lämmittää itseään ja leviää ilman ulkopuolista aiheuttajaa. Tämä jatkuu niin kauan, kun happea ja palavaa ainetta riittää. Kun nämä loppuvat, palo sammuu.

## 7.2 Palamistuotteet

Kun materiaali palaa, sen palamiskelpoiset kaasut yhtyvät hapen kanssa ja synnyttävät palamistuotteita. Reaktio hapen kanssa jättää jälkeensä hiiltyneitä pintoja ja kaasumaisia aineita, kuten hiilimonoksidia (häkää) ja hiilidioksidia. Palon aiheuttama lämpötilan nousu johtaa kaasujen laajenemiseen ja nousemiseen ylöspäin. Palokaasuissa olevat palamistuotteet pyrolysoituvat pintojen kuumenemisen vuoksi usein alkupalon ulkopuolella. Palavien tilojen kattorakenteet ovat tyypillisiä voimakkaasti pyrolysoituvia rakennusosia.

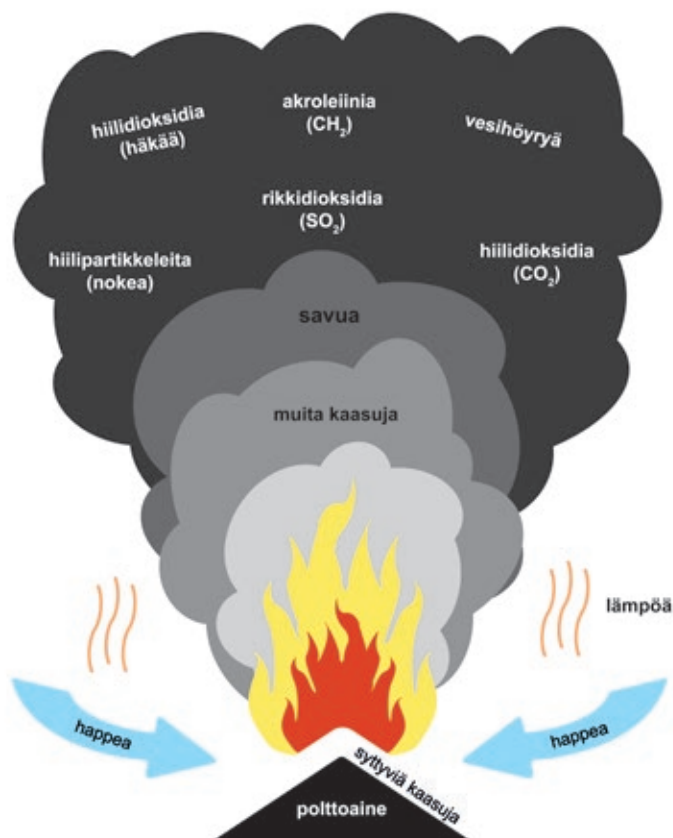
Materiaalin palaessa syntyy seuraavia palamistuotteita:

- liekkejä, jotka ovat palavien kaasujen näkyviä muotoja
- energiaa, kun palavien ainesosien molekyylit aktivoituvat palamisprosessissa ja tuottavat lämpöenergiaa. Lämpötila kuvastaa vapautuvan energian määrää. Korkeasta lämpötilasta käytetään nimitystä kuumuus.
- savu, jota syntyy palokaasuista ja palamattomista hiilipartikkeleista tai hiilihiukkassista (noesta).

Ilman koostumus muuttuu olennaisesti palamisprosessin aikana, koska ilma laajenee ja happi muuntuu hiilidioksidiksi palamisreaktiossa.

Ilmassa olevat hiukkaset lisääntyvät palamisprosessissa. Näitä ovat:

- hiili
- hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>)
- häkä (CO)
- vesihöyry
- muut kaasut ja höyryt.



Kuvio 37. Palamistuotteet.

Mikäli huoneessa on puiset kattorakenteet, palamisprosessissa syntyy paljon häkää, jopa 10–15 prosenttia. Määrän vaihtelu riippuu polttoaineen koostumuksesta. Kriittinen hään määrä on 1 500 ppm, mikä on noin 0,15 prosenttia. Kloorivetyhappoa syntyy tiettyjen kaapeli- ja eristemateriaalien, kuten PVC:n palaessa. Kloorivetyhappo on väritön ja voimakkaasti korrosoiva kaasu. Korrosoivien kaasujen hengittäminen suljetussa huoneetilassa johtaa kuolemaan.

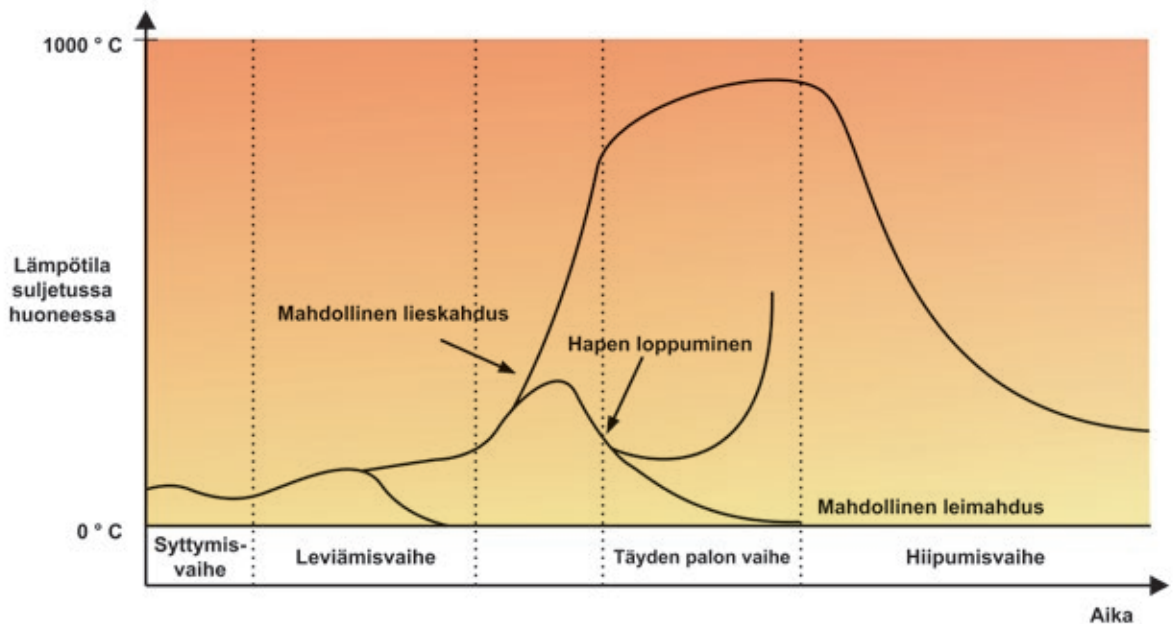
Palamistuotteet ovat yleensä haitallisia ja haitallista on myös huoneilman happipitoisuuden lasku. Mikäli huoneilmassa on vain vähän happea, hengittäminen ja tärkeimmät elintoiminnot vaikeutuvat. Mikäli palamisprosessissa ei ole happea riittävästi, palo muuttuu kyteväksi paloksi. Kytevä palo johtuu epätäydellisestä palamisesta, mikä puolestaan edistää myrkyllisten palokaasujen ja savun leviämistä. Lisäksi kuumien palokaasujen hengittäminen on vaarallista, sillä keuhkoputki vahingoittuu jo melko matalissa lämpötiloissa.

## 7.3 Huonepalon leviäminen

Palon vaiheet suljetussa huonetilassa:

- syttymisvaihe
- täyden palon vaihe
- hiipumisvaihe

Jokaisella vaiheella on omat lämpötila-alueensa. Palokäyrästä voidaan päätellä lämpötila ja palo-aika suljetussa huonetilassa, sillä palokäyrä kuvaa lämpötilan ja ajan suhdetta. (Huom! kyseessä on tässä yksinkertaistettu malli).



Kuvio 38. Palon eri vaihteita kuvaava palokäyrä.

### 7.3.1 Syttymisvaihe

Syttymisvaihe alkaa alkupalosta. Tässä vaiheessa palo kehittyy hitaasti. Tällainen on kyseessä esimerkiksi tilanteessa, jossa kynttilä on sytyttänyt sohvapehmusteen ja -kankaan palamaan.

Kiinteiden materiaalien syttymisherkkyys määräytyy sillä, miten nopeasti materiaali syttyy ja missä lämpötilassa. Materiaalien terminen inertia kuvaa materiaalin lämpenemisen ja jäähtymisen ajat. Kappale, jolla on korkea inertia, vastustaa lämpöä pitkään, mutta se jäähtyy hitaasti. Puolestaan kappale, jolla on matala inertia, lämpenee nopeasti, mutta se jäähtyy nopeasti. Alkupallo nostaa huoneen lämpötilaa ja aiheuttaa muiden huoneessa olevien palavien materiaalien syttymisen. Pyrolyysi eli palamisreaktio alkaa välittömästi palon syttymisen jälkeen ja kiihtyy, kun lämpötila nousee. Pyrolyysi tarkoittaa palavien kaasujen vapautumista jähmeistä, orgaanisista aineista. Tämä johtuu lämmön vaikutuksesta.

Koska palokaasut ovat ilmaa kevyempiä, ne muodostavat kuuman kaasupilven rakennuksen kattoon. Kuumuus varastoituu savupatjan hiilipartikkeleihin. Kuuma kaasupilvi säteilee lämpöä muualle huoneeseen ja muiden syttyvien aineiden molekyyli rakenne hajoaa tuottaen yhä enemmän kattoon nousevia palokaasuja. Näin katonrajassa olevasta savukerroksesta tulee yhä kuumempi. Kun lämpötila on kohonnut 200–300 asteeseen, huonetila täyttyy vaarallisella palokaasun ja ilman seoksella.



Syttymisvaiheen palo huoneessa.

Palon kehittymiseen tästä eteenpäin vaikuttavat useat tekijät. Näistä tärkein on hapen määrä. Toisinaan palo voi sammua jo syttymisvaiheen aikana. Tällöin huoneessa on paljon savua, mutta ei tulta. Tällainen tilanne voi johtua hapen puutteesta tai siitä, että alkupalossa ei ole ollut riittävästi energiaa aiheuttamaan viereisten materiaalien pyrolysoitumista, jota palon kehittyminen edellyttäisi.

### 7.3.2 Täyden palon vaihe

Täyden palon vaiheessa palamisprosessi voidaan jakaa liekkipaloon ja kytöpaloon. Liekkipalosta puhutaan, kun palava aine ja happi ovat samassa muodossa eli kaasuna. Kyteminen tapahtuu pinnoilla, kun palava aine ja happi eivät ole samassa muodossa, esimerkiksi palava aine on kiinteässä muodossa ja happi kaasumaisessa muodossa. Kyteminen tapahtuu huokoisilla pinnoilla, kunnes hapen avulla reaktio voi jatkua. Lämpö voi pysyä materiaalin sisällä ja voi ylläpitää pyrolyysiä itsesyttymiseen asti.

Palaneen, kiinteän hiiltymän pinta on huokoista ja usein siksi palo etenee kytämällä. Kytevä palo tuottaa usein runsaasti pyrolyysituotteita, jotka eivät yhdisty happeen ja oksidoidu samaan aikaan. Suljetun huonetilan palossa pyrolysoituvat kaasut saattavat kerääntyä huoneen yläosaan palamattomina. Näin huone täyttyy vähitellen savusta ja palokaasuista, jotka ovat pääsääntöisesti hiilimonoksidia (häkää). Siksi kytevä palo voi aiheuttaa kuoleman.

Palaa kuvaavassa käyrässä on osa, jossa lämpötila nousee syttymisvaiheen ja täyden palon vaiheen rajapinnassa nopeasti. Täyden palon vaihe kuvaa tilannetta osuvasti, koska huonetila on täysin tulossa ja kaikki palamiskelpoisista materiaaleista pyrolysoituvat höyryt ja kaasut syttyvät palamaan. Tapahtuu lieskahdus. Liekit saavuttavat hetkellisen enimmäiskorkeutensa. Tällöin lämpösäteily ja kaasujen vapautuminen on voimakasta. Jos lieskahdusta ei jostain syystä kuitenkaan tapahdu, lämpötila nousee hitaammin, vaikka palon kehittyminen jatkuisi. Tällaisessa tilanteessa täyden palon vaihe voi alkaa 15 minuutissa. Lämpötila voi nousta tällöin noin 900 asteeseen. Kaikki palava materiaali palaa ja syttymiskelpoiset kaasut syttyvät nopeasti.

### 7.3.3 Hiipumisvaihe

Palamisprosessi hidastuu, kun huoneessa oleva happi on palanut loppuun. Tällöin lämpötila laskee. Täyden palon vaihe vaihtuu hiipumisvaiheeksi, jossa palaminen on usein kytevää palamista. Jäljellä olevat syttyvät materiaalit huoneessa voivat olla hehkuvan punaisia tässä palovaiheessa, mutta liekit ovat jo sammuneet hapenpuutteen vuoksi. Tämä aiheuttaa lämpötilan laskun. Lämpötila on vielä tässä vaiheessa suhteellisen korkea ja ilma on riittävästi syttyviä kaasuja, jotka syttyvät, mikäli huoneeseen tulee jostakin lisää happea. Korkean lämpötilan vuoksi materiaaleista vapautuu myrkyllisiä kaasuja edelleen.

### 7.3.4 Suljetun tilan palo

Mikäli palo syttyy suljetussa tilassa, pyrolyysi eli palamisreaktio jatkuu koko ajan. Koska lämpö ei pääse poistumaan palavasta huoneesta, materiaalit tulevat lämpimämmiksi ja niistä vapautuu edelleen kaasuja. Suljetun tilan palossa tulee huomioida syttymiskelpoisten kaasujen kerääntyminen esimerkiksi yläpuolisiin rakenteisiin, kuten kattorakenteisiin ja erilaisiin kaasutaskuihin.

Polttoaineen ja hapen suhde vaihtelee. Palo voi kehittyä nopeasti, mutta se voi myös sammua. Tämä johtuu nimenomaan hapen määrän vaihtelusta palavassa tilassa. Syttymisvaiheessa huonetilassa on runsaasti happea ja sen vuoksi palo leviää nopeasti ja välittömästi, sen jälkeen, kun palavat aineet ovat saavuttaneet syttymislämpötilan. Palo on polttoainerajoitteinen. Lieskahdus on eräs nopeasti ja räjähdysmäisesti leviävän palon voimakas muoto. Myöhemmin, hiipumisvaiheessa huoneessa ei ole enää riittävästi happea, jotta palavat materiaalit palaisivat täydellisesti loppuun. Tätä kutsutaan happirajoitteiseksi paloksi. Mikäli happirajoitteiseen tilaan alkaa virrata happea, voi tapahtua kaasujen nopea, räjähdysmäinen syttyminen. Tätä kutsutaan leimahdukseksi.

Syttyviä ja palavia kaasuja voi muodostua pienissä tiloissa, joko huoneessa, jossa palo on syttynyt tai viereisissä tiloissa. Kaasut voivat kulkeutua muualle huoneistoon tai kattorakenteisiin. Nämä kaasut voivat syttyä ilman erillistä lisäilmavirtausta, koska ne ovat jo kulkeutuessaan muodostaneet ihanteellisen, syttymiskelpoisen ilma-kaasuseoksen. Tällaista, usein voimakasta syttymistä voidaan verrata leimahdukseen, mutta oikeastaan tulee puhua palokaasujen syttymisestä tai räjähtämisestä. Leimahdus ja lieskahdus ovat ilmiöitä, joita tietyt merkit edeltävät. Palokaasujen äkillistä syttymistä tai räjähtämistä on usein vaikea ennakoita.

## 7.4 Palon laajeneminen

Liekkien leviäminen ja lämpötilan nousu seuraavat toisiaan. Pinnat kuumenevat ja syttymislämpötila saavutetaan nopeammin. Mitä korkeampi lämpötila kohteessa on, sitä nopeammin liekit leviävät. Lisäksi, mitä korkeampi syttyvän materiaalin alkulämpötila on, sitä nopeammin pinnasta vapautuu myrkyllisiä kaasuja.

Kiinteiden aineiden pinnan lämpötilan tulee olla 300–400 astetta syttyäkseen liekistä. Jos liekkiä ei ole lähellä, pinnan tulee saavuttaa yli 500 asteen lämpötila syttyäkseen. Samaa materiaalia oleva huokoinen kiinteä aine syttyy sileäpintaista nopeammin.

Liekit leviävät hitaammin tiheässä materiaalissa: pinnoilla, joiden lämmönsitomiskyky on suuri. Käytännössä raskaat tai tiheet materiaalit ja rakenteet levittävät paloa siis hitaammin kuin kevyet. Kappaleen asento ja liekkien suunta vaikuttavat palon etenemiseen. Pystysuuntainen leviäminen tapahtuu yleensä nopeasti, mutta vaakasuuntainenkin leviäminen voi olla nopeata, esimerkiksi tulen levitessä sisäkattorakenteeseen. Tähän vai-

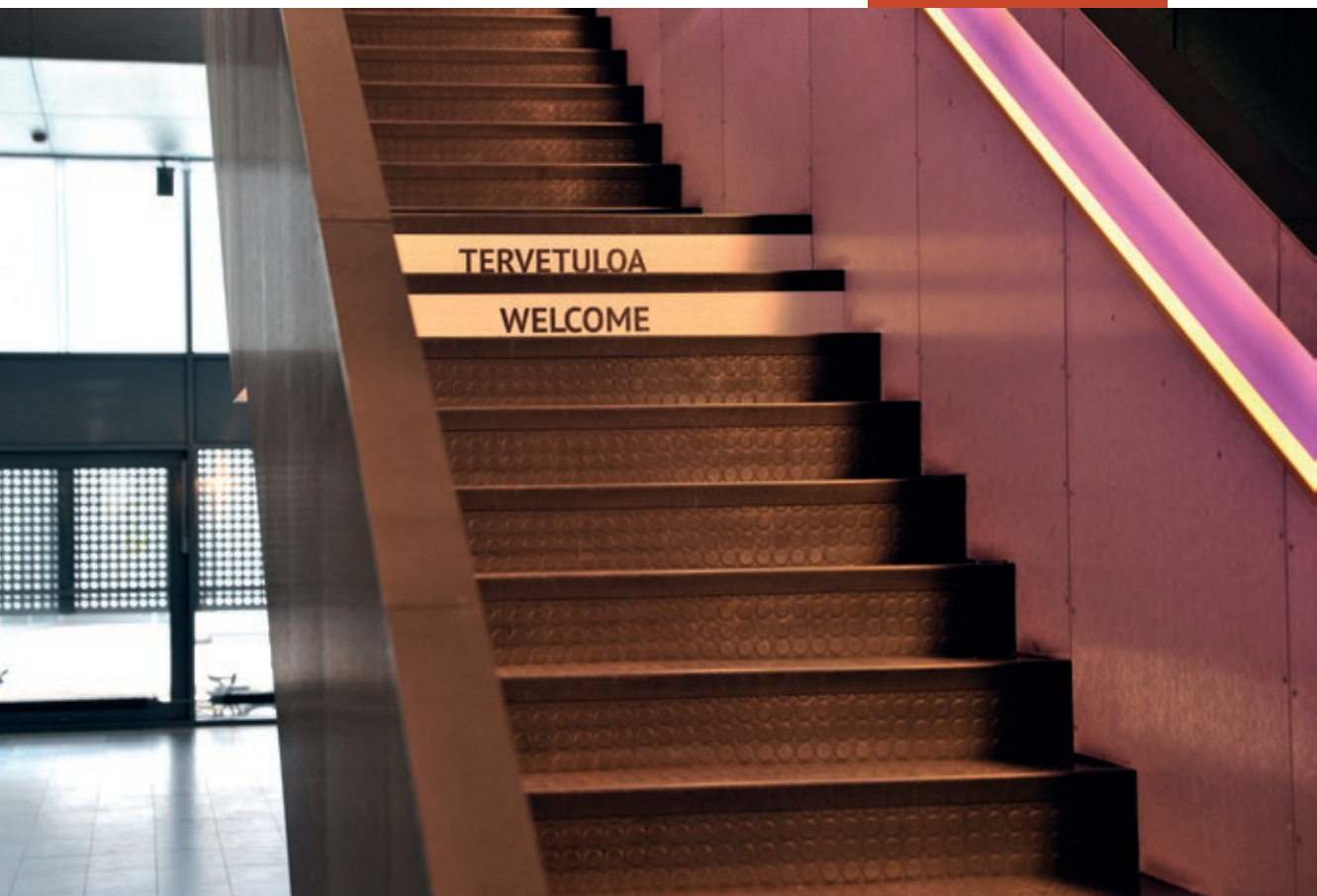
kuttaa nostevoimien vaikutus kohti kattopintaa ja kattopinnan lämpötilan jatkuva nousu. Vaakapintainen palon leviäminen, esimerkiksi seinäpinnassa, on paljon hitaampaa. Joissain tilanteissa lieskahduksen ollessa lähellä liekit voivat kulkea vaakasuunnassa hyvin nopeasti. Tällöin leviämistä auttaa monesti yläpuolisesta palokaasupatjasta tuleva voimakas säteilylämpö.

Liekkien leviäminen sekä palavat kaasut määrittelevät siis palon leviämisen. Palokaasupatjan alaosassa näkyvät liekit ovat tyypillinen merkki siitä, että palon vaihe on muuttumassa. Savusukeltajien tulee tunnistaa tämä ilmiö ja osata toimia oikein. Kun palo leviää pystysuuntaista pintaa, kuten puista kuitulevypintaa pitkin, liekkien korkeus voi kasvaa jopa kaksi kertaa korkeammaksi samassa ajassa.

Lämpö on energiaa, joka muodostuu molekyylien liikkeestä ja jota voidaan mitata lämpömittarilla. Lämmön siirtyminen on energian siirtymistä aineesta tai materiaalista toiseen. Tämä liike on aina yhdensuuntaista, toisin sanoen korkeampilämpöisestä materiaalista matalalämpöiseen materiaaliin. Lämpö kulkeutuu siis aina kuumasta materiaalista kylmemmän suuntaan.

Lämpö voi siirtyä johtumalla, säteilemällä tai kuljettumalla. Johtuminen tarkoittaa prosessia, jossa lämpö kulkee kiinteästä aineesta, joka ei ole liikkeessä. Säteilylämpö on lämpöenergian siirtymistä tilan poikki ilman välittävää ainetta. Kuljettumista tapahtuu, kun lämpöenergia siirtyy aineeseen liikkeessä. Noste on lämmön kuljettumisen erityinen muoto. Nostetta tapahtuu kaikissa palavissa huonetiloissa ja se saavuttaa ylempät kerrokset esimerkiksi portaikoissa. Lämpötilan vaihtelu huonetilassa aiheuttaa paineen vaihtelua.

Palotilanteessa syntyy ylipainetta huoneen yläosaan, missä ilmanpaine ylittää vallitsevan (atmosfäärin) ilmanpaineen, kun taas huoneen alaosaan syntyy alipainetta. Tällä välillä on alue, jossa paine on neutraali eli alueen ilmanpaine vastaa vallitsevaa ilmanpainetta. Sammutuksen yhteydessä hyödynnetään tätä paine-eroa avaamalla aukko ylipaineen puolelta, jolloin kuumat palokaasut vapautuvat huoneistosta ja huonetila jäähtyy. Mikäli tila on suljettu ja tiivis, siihen saattaa kehittyä palon alkuvaiheessa hyvin nopea ylipaineilmiö, mikä voi estää huoneistosta poistumisen tai rikkoa rakenteita.



Liitteet



## Liite 1: Rakennustyypit

Tässä luvussa käsitellään rakennuksien pääkäyttötarkoituksia siten, kun ne on esitelty suomalaisessa asetuksessa rakennusten paloturvallisuudesta (8848/2017, 5 §). Ryhmitte-lylähtökohtana on käyttöaika, kuten päivä-, ilta- tai yökäyttö sekä se, miten hyvin käyttäjät tuntevat tilat ja miten he kykenevät pelastautumaan itse tai toisten avustamana palotilanteessa. Rakennukseen voi kuulua muita kuin sellaisia tiloja, jotka liittyvät pääkäyttötarkoitukseen. Rakennuksen käyttötarkoitus ja paloluokka sekä rakennuksen kerros-luku määrittelevät pääsääntöisesti rakennuksen palo-osastokoon ja käyttäjämäärät. Rakennukset suunnitellaan yleensä pääkäyttötarkoituksen mukaan.

Pääkäyttötarkoitukset ovat

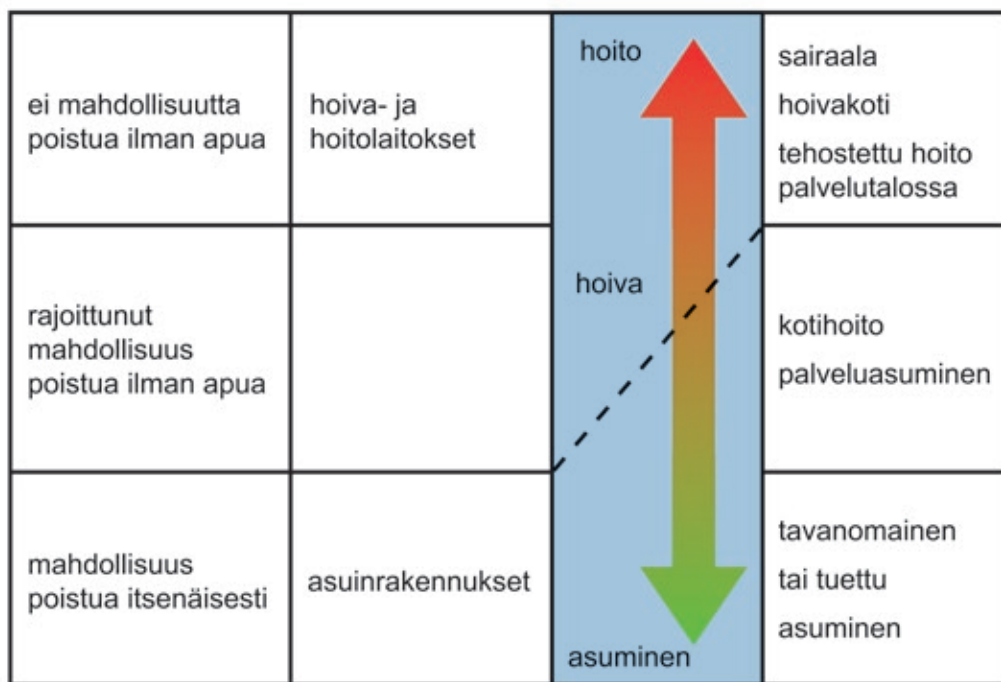
- 1) *asunnot* – ovat asumiseen käytettäviä tiloja, kuten asuinhuoneistoja ja vapaa-ajan asuntoja
- 2) *majoitustilat* – ovat hotelleja, lomakoteja ja asuntoloita, jotka ovat yleensä ympärivuoro-kautisessa käytössä ja joissa ei ole hoidettavia tai eristettyjä henkilöitä
- 4) *kokoontumis- ja liiketilat* – ovat ravintoloita, myymälöitä, kouluja, päiväkoteja ja muita varhaiskasvatuksen tiloja, liikuntahalleja, näyttelyhalleja, teattereita, kirkkoja, kirjastoja ja päivähoitolaitoksia, jotka ovat yleensä päivä- tai iltakäytössä ja joissa on merkittävästi yleisöä tai asiakkaita
- 5) *työpaikkatilat* – ovat toimistoja ja virastoja, jotka ovat yleensä päiväkäytössä ja joissa on pääosin tilat tuntevaa henkilökuntaa paikalla
- 6) *tuotanto- ja varastotilat* – ovat teolliseen toimintaan ja varastointiin liittyviä tiloja, kuten teollisuustiloja, maatalouden tuotantotiloja ja suurehkoja varastoja, joissa on yleensä vakinaista, paikallisiin olosuhteisiin perehtynyttä henkilökuntaa paikalla
- 7) *autosuojat* – on tarkoitettu autojen tai vastaavien moottoriajoneuvojen säilytykseen.

### Ryhmä 1: Asuinrakennukset

Asunnoilla tarkoitetaan asumiseen käytettäviä tiloja, kuten asuinhuoneistoja ja vapaa-ajan asuntoja. Asuinrakennukset voivat olla erillisiä rakennuksiaan tai ne voivat olla toisen rakennuksen osia siten, että näistä osa tai rakennus kokonaan on asumiskäytössä. Asuinrakennukset voivat olla tavanomaisessa käytössä, jolloin asukkaat pääsevät poistumaan rakennuksesta itse hätätilanteessa. Tällöin on luonnollista, että samassa asunnossa asuvat auttavat toisiaan.

Asuinrakennuksia ovat esimerkiksi:

- kerrostalot
- omakotitalot
- rivitalot
- paritalot
- pienkerrostalot
- asunto-osakkeet
- liikehuoneistojen asuttavat osat
- maatilojen yhteydessä olevat asuinrakennukset.



Kuvio 39. Kuvaus asuinrakennusten piirteistä – erityinen ja tavanomainen asuminen.

Osassa tavanomaisessa asumiskäytössä olevista rakennuksista asuu henkilöitä, jotka eivät kykene poistumaan itsenäisesti.

Kun kyse ei ole tavanomaisesta asumisesta, rakennustyyppit voidaan jakaa kahteen asukkaiden poistumiskyvyn perusteella: asuntoihin, joiden asukkaat kykenevät poistumaan itse, ja asuntoihin, joissa asukkaiden kyky poistua hätätilanteessa on rajoittunut kokonaan tai osittain. Rakennukset on yleensä rakennettu vastaamaan käyttötarkoitustaan. Tavallisesti asukkaat ovat oleskelleet asunnossa niin pitkään, että he tuntevat sen poistumisreitit hyvin. Suomessa asunto luokitellaan lainsäädännössä asuinrakennukseksi, kun asukas tulee omatoimisesti toimeen asunnossa. Tämä varmistetaan esteettömällä toimintaympäristöllä ja apuvälineillä.

### Erityisryhmät

Julkista keskustelua käydään siitä, mikä kussakin tapauksessa on erityisasumista ja mikä tavanomaisesta asumista. Käytännössä erityisasumista varten on yleensä haettu viranomaiselta lupa toiminnan harjoittamiseen tai tuettujen asumismuotojen tarjoamiseen. Paloturvallisuuden näkökulmasta lupamenettely ei erottele riskitapauksia riittävästi. Riippumatta siitä, millainen lupamenettely henkilön asumismuodolla on, tulisi tarkastella sitä, pääseekö henkilö poistumaan itsenäisesti asunnostaan hätätilanteessa. Riskien kartoittaminen tulisi tehdä nimenomaan tällä perusteella.

### Pelastuslain 42 § mukaan

Pelastuslaitoksen tulee toimia yhteistyössä muiden viranomaisten, yhteisöjen ja asukkaiden kanssa sekä osallistua paikalliseen ja alueelliseen turvallisuussuunnittelutyöhön onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja turvallisuuden ylläpitämiseksi.

Jos viranomaiset havaitsevat tai saavat tietää rakennuksessa, asunnossa tai muussa kohteessa palonvaaran tai onnettomuusriskin, heidän tulee mahdollisten ilmoittaa asiasta pelastusviranomaiselle. Ilmoitusvelvollisuus koskee myös kuntaa, julkisyhteisöä ja näiden palveluksessa olevaa henkilöstöä sekä hoitolaitoksen ylläpidosta ja palvelu- ja tukiasumisen järjestämisestä huolehtivaa toiminnanharjoittajaa ja tämän palveluksessa olevaa henkilöstöä.

(Pelastuslaki 379/2011, 42 §)

Esimerkkejä asumismuodoista, jotka eivät riskien perusteella ole tavanomaista asumista:

- ikääntyneiden hoitolaitokset ja -kodit
- asunnot, joiden asukkaat eivät pysty poistumaan asunnosta hätätilanteessa itse
- majoitusyksiköt, esimerkiksi asuntolat ja sisäoppilaitokset
- asuntolat, joita käytetään lyhytaikaiseen majoittumiseen siten, että asukkaat eivät tunne toisiaan.

## Ryhmä 2: Majoitustilat

Majoitustiloilla tarkoitetaan tiloja, joissa ihmiset majoittuvat ja jotka yleensä ovat ympärivuorokautisessa käytössä. Majoitustilaksi luokiteltavissa rakennuksissa ei ole hoidettavia tai eristettyjä henkilöitä.

Majoitusrakennukset on suunniteltu yleensä tilapäiseen majoitukseen ja viihtymiseen. Esimerkkejä majoitusrakennuksista:

- hotellit ja motellit
- lomamökit
- hostellit
- maatilamajoitus.

On huomattava, että majoitusrakennuksilla voi olla useita käyttötarkoituksia, esimerkiksi hotelleilla on kokoontumistiloja ja ravintoloiden yhteydessä on keittiötiloja.

Majoitusrakennusten käyttäjät voivat olla minkä ikäisiä tahansa. Hostelleissa voi muita majoitusrakennuksia tyypillisemmin olla paikalla enemmän nuoria, pääosin 14–30-vuotiaita. Kokouskeskuksissa majoittujat ovat yleensä aikuisia. Majoittujien psyykinen ja fyysinen kunto on samalla tasolla kuin tavallisissa asuinrakennuksissa asuvilla. Koska majoittujat viiptyvät tyypillisesti rakennuksessa vain lyhyehkön ajan, on mahdollista, että majoittujat eivät tunne pelastautumisreittejä. Majoitusrakennuksissa olevien ihmisten määrän vaihtelu liittyy esimerkiksi loma-ajankohtiin sekä vuorokauden- ja vuodenaikaan. Joissakin majoitusrakennuksissa henkilökunta on paikalla läpi yön, kun taas toisissa paikoissa henkilökunta ei ole yöllä paikalla. Pienemmissä majoitusyrityksissä paikalla on tyypillisesti vain yksi henkilö, esimerkiksi rakennuksen omistaja tai toiminnanharjoittaja.

Toisinaan majoitusrakennuksissa yöpyy henkilöitä, joiden alkuperäisenä tarkoituksena ei ollut yöpyä rakennuksessa. Lisäksi on mahdollista, että majoittujien tarkka lukumäärä ei ole tiedossa.

Tilapäismajoitukseksi katsotaan sellaisen tilan käyttö majoitustilana, mikä ei ole käyttö-tarkoitukseltaan majoitustila ja joita käytetään majoittumiseen muutamia kertoja vuodessa (esimerkiksi yökoulu).

Kun rakennuksessa majoitutaan, riskikuva muuttuu. Omistajien tai rakennuksen haltijoiden tulee ottaa huomioon muuttuneen tilanteen aiheuttama riski niin, että henkilö- ja paloturvallisuus on riittävällä tasolla tiloissa koko tilapäismajoitustoiminnan ajan.

## Ryhmä 3: Hoiva- ja hoitolaitokset

Hoiva- ja hoitolaitoksilla tarkoitetaan rakennuksia, joissa on hoidettavia ja eristettyjä henkilöitä. Ympäri vuorokautisen käytön päivähoitoa tarjoaviin rakennuksiin ja vankila-rakennuksiin sovelletaan samaa lainsäädäntöä kuin hoiva- ja hoitolaitoksiin.

Hoitolaitosrakennuksiin voi sisältyä:

- potilastiloja
- hoitotiloja
- odotustiloja
- tutkimus- ja toimenpidetiloja
- toimistotiloja
- henkilökunnan tiloja
- kuntoutus- ja terapiatiloja.

Hoito- ja hoivalaitosten lisäksi osa henkilöistä voi saada asumiseen apua kotipalvelulta, jolloin kyse on tuetun asumisen muodosta. On tavanomaista, että tällaisessa asumistilanteessa rakennus on tavallinen asuinrakennus, eikä varta vasten hoitotilaksi rakennettu rakennus.

Hoiva- ja hoitotoiminnassa henkilön kyky huolehtia itsestään on keskeisessä asemassa. Paloturvallisuuden näkökulmasta toimintakyky – havainto- ja liikuntakyky – on merkityksellinen. Keskeistä on nimenomaan se, pystyykö henkilö poistumaan turvaan itsenäisesti hätätilanteessa. Toimintakyvyn tila ei ole pysyvä, sillä fyysinen ja psyykinen hyvinvointi saattaa vaihdella esimerkiksi vuorokaudenajan mukaan ja toisinaan äkillisesti. Henkilön toimintakyky (ja poistumiskyky) voi olla väliaikaisesti estynyt, esimerkiksi sairauden, leikkauksen tai vastaavan vuoksi. Poistumiskykyyn liittyy kyky muistaa, arvioida ja ymmärtää vaaratilanteita, kyky hälyttää apua ja tehdä tarvittaessa päätös poistumisesta.

Koska hoitolaitoksia on varsin monenlaisia, niiden toimintaan liittyvät riskit ovat erilaisia. Osassa huoneita toiminta ei poikkea tavanomaisesta toimistotyöstä, kun taas laboratorio-työskentely edellyttää erityistiloja. Yksiköiden koko vaihtelee yksittäisistä klinikoista suuriin hoito- tai sairaalakomplekseihin. Hoiva- ja hoitolaitoksia yhdistävät tietyt tekijät:

- Ritystoimenpidehuoneet: hoito- ja hoivalaitoksissa on huoneita tai osastoja, joissa toteutetaan erityistoimenpiteitä, kuten kirurgia, sädehoidot tai kuvantamishuoneet. Paloturvallisuuden kannalta kyse on henkilöistä, joiden sijaintia ei voida yksiselitteisesti ja nopeasti määrittää palon sattuessa.
- Vierailijat: useimmissa hoitolaitoksissa on tietyt vierailuajat. Joissain hoitolaitoksissa tai joillain osastoilla voi olla vierailijoita muinakin aikoina.
- Terapiahuoneet: terapiahuoneet ovat enimmäkseen käytössä päiväaikaan. Näissä huoneissa tarjotaan terapiaa yksilöille tai ryhmille.
- Erityiset kokoontumiset: seurakuntapalvelut, yliopistollisten sairaaloiden konferenssit ja muut vastaavat erityistapahtumat ovat tyypillisiä hoito- ja hoivalaitoksille. Näiden tapahtumien ajankohta on tiedossa yleensä etukäteen.
- Potilas- ja asiakassiirrot: potilaita tai asiakkaita siirretään eri tiloihin osana hoito- toimenpiteitä. Nämä siirrot koskevat tavallisesti yksittäisiä asiakkaita tai potilaita, jotka liikkuvat harvoin yksin. Yleensä asiakkaita tai potilaita siirretään tilasta toiseen pyörätuolin tai sängyn avulla.

Tuetun ryhmäasumisen asiakkaat ja potilaat ovat hoidettavana joko fyysisen tai psyykkisen toiminnallisen häiriön tai toimintakyvyttömyyden vuoksi. Tällaisissa asunnoissa on todennäköisesti henkilöitä, joilla on käytössään pyörätuoli tai jotka ovat muutoin sillä tavoin toimintarajoitteisia, etteivät kykene poistumaan ilman apua rakennuksesta hätätilanteessa. Sairaaloissa ja vastaavissa hoitorakennuksissa yövytään yleensä yön yli. Tällaiset rakennukset voivat olla todella suuria ja niissä voivat yöpyä sadat asiakkaat ja potilaat. Sairaaloissa on tavallisesti 36–44 asiakasta yhdellä osastolla, joka on jaettu kahteen pienempään yksikköön. Tavallisimmin yhdessä hoituhuoneessa on yhdestä kolmeen asiakasta tai potilasta.

Ikääntyneiden hoitolaitoksissa on päiväaikaan paljon henkilökuntaa, sen sijaan iltaisin henkilökuntaa on huomattavasti vähemmän. Vartioiduissa yksiköissä on noin kuusi henkilöä samassa yksikössä. Hoitolaitoksissa on tyypillistä, että asiakkaat ja potilaat liikkuvat päiväaikaan seurakunnan tai muun yhteisön järjestämissä tilaisuuksissa. Heillä on tavallisesti mukanaan avustajia, jotka voivat auttaa asiakkaita ja potilaita hätätilanteessa. Osa ikääntyneistä liikkuu pyörätuolilla tai muulla vastaavalla apuvälineellä.

Kun pyörätuolit eivät ole käytössä, ne saattavat olla pysäköityinä poistumisteillä, esimerkiksi halleissa sekä hissien ja portaikkojen läheisyydessä. Mikäli asiakkaat ja potilaat ovat vain käymässä rakennuksessa, on mahdollista, etteivät he tunne poistumisteitä.

Suomessa ikääntyneiden avuntarpeen ja toimintakyvyn määrittelyssä käytetään ns. RAVA-indeksiä, jossa toimintakyky jaetaan karkeasti tuettuun, valvottuun, tehostettuun ja täysin autettavaan ikääntyneen toimintakykyyn. (ks. esim. Päivärinta & Haverinen 2002).

Avun tarpeen mukaan määriteltynä asumiseen liittyviä tukitoimia voidaan luokitella itsenäiseen asumiseen (täysin itsenäinen tai omaisten tuella), kotihoitoon (kotipalvelun tai kotisairaanhoidajan säännölliset käynnit), tuettuun asumiseen (asumisyhteisöön tuotetaan palvelut, mutta asuminen on pääosin itsenäistä), palveluasumiseen (palvelutalossa tai vanhainkodissa), tehostettuun palveluasumiseen (palvelutalotyypinen, jossa tehostetut palvelut) ja laitoshiitoon (sairaala tai terveyskeskussairaala). Todellisuudessa omaishoito ja perhehoito ovat kotihoidon ja tuetun asumisen välimuotoja.

Tiivistetyksi on kyse kotona itsenäisesti asumisesta, kotihoidosta, tuetusta asumisesta tai palveluasumisesta sekä viimekädessä laitos- tai sairaalahoidosta. Kuviossa 39 on kuvattu avun tarvetta ja poistumiskykyä.

## Vankilat, sellirakennukset ja suljetut laitokset

(Suomessa hoiva- ja hoitolaitokset)

Rakennustyyppit voidaan jaotella seuraavasti:

1. Rakennukset, joissa ihmisiä pidetään lukituissa tiloissa, esimerkiksi rikoksiin syyllistyneitä
  - vankilat
  - psykiatriset vankisairaalat
  - tutkintavankilat
2. Rakennukset, joissa pidetään lukituissa tiloissa rikoksista epäiltyjä
  - tutkintavankilat
  - poliisilaitosten ja lentokenttien säilöönottotilat
  - poliisilaitosten pidätystilat
3. Tilat, joissa odotetaan maahan jäämistä koskevaa lupapäätöstä
  - vastaanottotilat, joissa maahanmuuttajat odottavat sijoituspäätöstään
  - poliisilaitosten tilapäiset pidätystilat

4. Toimitilat, joissa odotetaan tutkinnan valmistumista
5. Puolustusvoimien rangaistustilat
6. Tilat, joissa asiakkaista pidetään huolta, kunnes heidän henkinen tilansa on vakaa
  - psykiatriset klinikat
  - kuntoutusklinikat
  - muut vastaavat, esimerkiksi turvakodit ja muut lastensuojelun laitokset

Tämän tyyppiset tilat voidaan jakaa niihin, joissa yövytään ja niihin, joissa viivytään lyhyemmän aikaa, yleensä päivällä.

Jaottelu on merkittävä, kun tiloja ja niiden käyttöä tarkastellaan paloturvallisuuden kannalta. Yöaikaan paikalla on vähemmän vartiointia, ja vangit viettävät aikaa selleissä, joissa on melko paljon palokuormaa, kun taas päivällä paikalla on enemmän vartijoita, ja yleisissä tiloissa on vähemmän palokuormaa.

Sellityyppisiä rakennuksia ovat

- sellit
- tilat, joissa vangit työskentelevät, urheilevat ja viettävät vapaa-aikaa
- tilat, joissa tehdään toimistotöitä, siten, ettei vangeilla ei ole pääsyä niihin.

Osassa rakennuksia, joissa asiakkaita pidetään lukittujen ovien takana, on toimintaa ainoastaan päiväaikaan. Tällaisia ovat esimerkiksi oikeusrakennusten pidätystilat. Joissain tapauksissa on mahdollista, että pidätetyt voivat liikkua vapaasti rakennuksen tietyissä osissa ja tiettyinä aikoina päivästä.

Rakennuksissa voi käydä vierailijoita vain erikseen määrättyinä aikoina ja vierailusääntöjä noudattaen. Vangeilla on valvottua vapaa-aikaa, jolloin he opiskelevat ja osallistuvat kokouksiin. Vangit liikkuvat rakennuksissa valvottuina. Vankiloissa henkilökuntaa on yleensä riittävästi, jotta hätätilanteessa pystytään poistumaan. Iltaisin ja yöaikaan henkilökuntaa on paikalla vähemmän, sillä silloin vankien odotetaan nukkuvan.

Käytännössä vangit voivat olla minkä tahansa ikäisiä, mutta esimerkiksi Suomessa valtaosa vangeista on yli 20-vuotiaita.

Tavallisimmin vangit kykenevät liikkumaan normaalisti ja he pystyvät havainto- ja toimintakykynsä perusteella poistumaan rakennuksesta itsenäisesti. Suomessa on lähes 3 000 vankipaikkaa. Noin 2/3 vankipaikoista on suljetuissa vankiloissa. Käytännössä lähes kaikissa suljetun vankilan selleissä vangit tarvitsevat yöaikaan henkilökuntaa avaamaan sellin lukituksen päästäkseen poistumaan. Evakuointiajat ja -menettelyt on kir-



jattu jokaisen vankilan turvallisuussuunnitelmaan. Uusimpiin vankiloihin rakennetaan Suomessa sprinklausjärjestelmät. Vangit tuntevat rakennuksen pääosin hyvin ja heidän älyllinen kapasiteettinsa on normaali. Tavallisimmin selleissä, joissa yövytään, on majoittuneena 1–2 henkilöä, mutta väliaikaisissa pidätyshuoneissa voi olla majoittuneena jopa kokonainen perhe. Odotusselleissä voi olla yhtä aikaa kymmenenkin vankia. Vierailutiloissa voi olla 60 henkeä ja joissain vapaa-ajan aktiviteeteissa, kuten elokuvailloissa, vielä enemmän.

Jos palo on levinnyt usean osaston alueelle, vankilan henkilökunnan on tarkastettava tilat vielä poistumisen jälkeen. Mikäli palavissa tiloissa on meneillään rikollinen toiminta tai uhkatilanne, esimerkiksi panttivangin ottaminen, tilojen operatiiviset palonsammutustoiminnat keskeytetään. Tällöin on otettava huomioon, että palo saattaa päästä leviämään laajemmalle kuin tavallisesti vastaavissa rakennuksissa. Lisäksi on huomattava, että tämän tyyppisissä rakennuksissa mikroaaltouunit ja kahvinkeitin lisäivät paloriskiä.

## Turvallisuusselvitys hoiva- ja hoitolaitoksissa

Suomessa rakennuksen on oltava sellainen, että siellä olevat voivat palon sattuessa pelastautua tai heidät voidaan pelastaa. Lupaviranomainen voi edellyttää laadittavaksi turvallisuusselvityksen poistumisturvallisuuden kannalta erittäin vaativasta kohteesta. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 117 b)

Rakennuslupaa arvioitaessa hoiva- ja hoitolaitoksiin edellytetään laatimaan turvallisuusselvitys. Siinä on esitettävä:

- a) kauanko keskimäärin kestää henkilöiden poistuminen itsenäisesti (tai tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen avustetusti palo-osastosta ja palo-osaston osista)
- b) arvio siitä, kuinka kauan palon kehittyminen kestää huoneessa ja palo-osastossa
- c) arvio siitä, riittääkö aika poistumiseen tai pelastamiseen vaaraa aiheuttavista olosuhteista.

Jos arvioitu aika ei riitä poistumiseen tai pelastamiseen vaaraa aiheuttavista olosuhteista, rakennushankkeeseen ryhtyvän on määritettävä rakenteelliset tai muut välttämättömät toimenpiteet riittävän turvallisuustason saavuttamiseksi. Jos rakennuksen sijainti, suuri koko tai poikkeukselliset olosuhteet vaarantavat henkilöturvallisuutta, rakennusvalvontaviranomainen voi perustelluista syistä edellyttää, että rakennus varustetaan tarpeellisilta osin paloturvallisuutta parantavilla laitteistoilla tai järjestelyillä. (Asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017)

## Poistumisturvallisuusselvitys

Kun rakennus on jo otettu käyttöön, turvallisuusasiat määritellään poistumisturvallisuusselvityksessä. Tämän asiakirjan sisältö on pääosin sama kuin suunnitteluvaiheen turvallisuusselvityksessä. Poistumisturvallisuusselvitys on laadittava ennen toiminnan aloittamista ja päivitettävä vähintään kolmen vuoden välein tai toiminnan muuttuessa olennaisesti. (Pelastuslaki 379/2011, 18 §) Pelastusviranomaisen tulee arvioida poistumisturvallisuusselvityksen perusteella, täyttääkö poistumisturvallisuus säädetyt vaatimukset. (Pelastuslaki 379/2011, 19 §).

Sairaaloissa, hoiva- ja hoitolaitoksissa sekä suljetuissa rangaistuslaitoksissa ja muissa näihin verrattavissa kohteissa toiminnanharjoittajan on huolehdittava, että asukkaat ja hoidettavat henkilöt voivat poistua turvallisesti hätätilanteessa. Tämä koskee palvelu- ja tukiasuntoja, joissa asuvien toimintakyky on tavanomaista heikompi. Toiminnanharjoittajan on laadittava selvitys siitä, miten rakennuksen tai tilan käyttötapa ja henkilöiden rajoittunut, heikentynyt tai poikkeava toimintakyky otetaan huomioon vaaratilanteisiin varautumisessa ja poistumisjärjestelyissä (poistumisturvallisuusselvitys).

Jos poistumisturvallisuus ei täytä säädettyjä vaatimuksia, toiminnanharjoittajan tulee laatia alueen pelastusviranomaisen asettamassa määräajassa suunnitelma poistumisturvallisuuden saattamiseksi laissa säädettyjen vaatimusten mukaiseksi. (Pelastuslaki 379/2011, 20 §) Jos toiminnanharjoittajan suunnittelemissa toimenpiteillä ei voida saattaa kohteen poistumisturvallisuutta vaatimusten mukaiseksi, alueen pelastusviranomaisen on annettava korjausmääräys. (Pelastuslaki 379/2011, 21 §)

## Kokoontumis- ja liiketilat

### Toimistorakennukset

Tavallisesti tähän ryhmään kuuluvia rakennuksia käytetään vain päiväaikaan. Toimistojen ulkopuolella rakennuksissa saattaa toimia muutamia työntekijöitä, esimerkiksi ylitöitä tekevät, kiinteistönhoidon työntekijät, siistijät ja vartijat. Rakennusten sisätiloissa liikutaan enimmäkseen työhön tultaessa ja työstä lähtiessä. Toimistorakennukset on rakennettu siten, että niissä voidaan suorittaa hallinnollisia tehtäviä. Esimerkkejä tällaisista rakennuksista ovat pankit, vakuutusyhtiöt, lakiasiaintoimistot, kaupan rakennukset, oikeuslaitokset ja kaupungintalot.

Rakennuksessa työskentelevät henkilöt ovat hereillä, tuntevat rakennuksen ja sen uloskäynnit. Useimmat työntekijät pystyvät poistumaan rakennuksista itse. Heillä on tavanomainen aikuisen harkintakyky. Rakennusta käyttävien henkilöiden enimmäismäärä on rajoitettu. Näissä rakennuksissa voi toimia myös sellaisia henkilöitä, joiden havainto- ja liikuntakyky on heikko ja jotka tarvitsevat apua poistumistilanteessa palon sattuessa. On

tavallista, että tällaisten henkilöiden määrä toimistorakennuksessa on vähäinen. Toimistorakennusten liiketilat ovat yleensä vuokrattuja tiloja. Tämän vuoksi yhdessä rakennuksessa voi olla vuokralaisina useanlaisia yrityksiä ja toimijoita. Palotilanteessa tämä voi hidastaa poistumista.

## Oppilaitosrakennukset

Oppilaitosrakennuksissa tarjotaan monenlaista opetusta, esimerkiksi

- varhaiskasvatusta, perusopetusta ja erityisopetusta
- toisen asteen opetusta
- ammatillista opetusta
- korkeakouluopetusta.

Varhaiskasvatuksen ja päivähoidon rakennukset ovat turvallisuuslähdekohdiltaan erityisasemassa. Näissä rakennuksissa hoidetaan lapsia, jotka ovat 0–4-vuotiaita, eivätkä pysty siksi poistumaan itse. Lapset nukkuvat rakennuksissa päiväunia. Mikäli päivähoidon rakennus on auki 24 tuntia vuorokaudessa, rakennusta koskevat samat määräykset ja säädökset kuin hoiva- ja hoitolaitoksia.

Oppilaitoksilla on omien lukujärjestystensä perusteella aikataulutettua ja ennalta ilmoitettua toimintaa. Varhaiskasvatuksen yksiköt ovat avoimia tavallisesti kello 6–18, kun taas perusasteen oppilaitoksissa on opetusta ja siihen liittyvää valmistelutyötä yleisimmin 7–16 välillä. Joissakin oppilaitoksissa järjestetään ilta-aktiviteetteja ja oppilaitoksia voidaan käyttää majoitukseen väliaikaisesti. Tilapäismajoitus on kuvattu tämän luvun majoitusrakennuksia käsittelevässä osuudessa. Tutkimus- ja korkeakoulurakennuksissa opetusta voi olla myöhäiseen iltaan asti. Opetus voi olla teoreettista tai käytännöllistä. Fysiikan ja kemian opettamiseen liittyy suoria paloturvallisuusriskejä, esimerkiksi laboratoriossa työskenneltäessä. Perusasteen nuorimmat oppilaat opiskelevat yleensä omissa luokkahuoneissaan ja monien koulujen perusrakenne on sellainen, että luokista pääsee suoraan ulos. Oppilaitoksissa on tavallisesti tiloja liikuntaa varten ja tilojen välillä liikutaan päivän mittaan paljon.

Oppilaitosrakennusten yleisissä tiloissa, kuten auloissa ja halleissa, leikitään, ja niitä voidaan käyttää opetuksessa. Kaikkiaan rakennukset, joissa toimii lapsia ja nuoria, tulee ottaa turvallisuutta analysoitaessa huomioon erityisrakennuksina, sillä lasten kesken oleva psyykinen, fyysinen ja motorinen kehitys edellyttää aikuisen tukea hätätilanteessa. Osa henkilökunnasta, oppilaista ja opettajista poistuu rakennuksesta päivän aikana, esimerkiksi terveydenhoitoa varten sekä erilaisille retkille ja tutustumiskäynneillä. Myös liikuntatiloihin siirtyminen edellyttää usein poistumista oppilaitosrakennuksesta.

## Julkiset rakennukset

Julkiset rakennukset ovat tiloja, jotka on rakennettu siten, että niissä voidaan tarjoilla ja myydä juomia ja ruokaa sekä ruokailla. Julkisia rakennuksia käytetään esitys- ja urheilutiloina, sekä erilaisina asemina ja terminaaleina liikenteen solmu- ja päätekohtissa. Lisäksi rakennuksissa myydään materiaaleja, tuotteita ja palveluja. Julkisia rakennuksia ovat esimerkiksi:

- kokoontumispaikat tilaisuuksien järjestämistä varten
- ravitsemusliikkeet
- urheilutilat
- asemarakennukset
- kaupan rakennukset.

Rakennusten käyttötarkoitus ei ole yksiselitteinen: esimerkiksi kokoontumistiloissa voidaan järjestää näytöksiä, tanssia tai tarjoilla ruokaa. Urheilutiloissa järjestetään myös muita kuin urheilutapahtumia. Riskien kannalta kyse on kuitenkin rakennuksesta, jonka käyttäjät kykenevät poistumaan ilman ulkopuolista apua.



Esimerkkejä julkisista rakennuksista:

- kokoontumisrakennukset, kuten auditoriot, elokuvateatterit, kirkot, museot, näyttelytilat, teatterit sekä peli- ja leikki-tilat
- urheilurakennukset, kuten tanssistudiot, kuntokeskukset ja -salit, katetut urheilukentät, urheiluhallit, uimahallit
- ravitsemusliikkeet, kuten baarit, ravintolat, kahvilat, diskot
- asemarakennukset, kuten katetut hallit, lento- ja satamaterminaalit
- kaupan alan rakennukset, kuten tavaratalot, rakennustarvikeliikkeet, ostoskeskukset, huonekalukaupat ja puutarhat

On huomattava, että joidenkin rakennusten käyttötarkoitukseen liittyy runsasta alkoholin tai muiden päihteiden käyttöä. Aggressiivisuus ja tajunnan tason vaihtelut ovat riskitekijä poistumistilanteessa. Julkisirakennuksissa puolestaan on töissä melko paljon ihmisiä ja heistä kaikki eivät välttämättä tunne rakennusta, jossa toimivat. Vierailijoiden määrä tulee ottaa huomioon. Mikäli rakennuksessa käy vierailijoita, on tavallista, että heidän määränsä rakennuksessa vaihtelee vierailuajankohtien mukaan. Kun ihmisjoukko siirtyy poistumisteille hätätilanteessa, tätä ihmismassaa ei tulisi pysäyttää. Pysäyttäminen saattaa aiheuttaa paniikin, kaatumisen ja vahingoittumisen. Kun yleisesti käytössä olevat kulkuväylät tukkeutuvat, pelko ja paniikki aiheuttavat lisää vahinkoja. Mikäli rakennuksessa on lasten leikkialueita tai -rakenteita, kuten majoja, kiipeilytelineitä, käytäviä ja vastaavia, myös nämä tulisi varustaa hätäpoistumisteillä.

## Tuotanto- ja varastotilat

Teollisuuden rakennuskannasta ei voi laatia yleisluonteista luokittelua, sillä teollisuuden käytössä olevien rakennusten muoto ja käyttötarkoitus vaihtelevat. Yleisesti voidaan todeta, että rakennuksissa prosessoidaan ja varastoidaan tuotteita. Rakennukset, joissa kasvatetaan ja säilytetään eläimiä kaupalliseen tarkoitukseen, luetaan kuuluvaksi teollisuusrakennuksiin (tuotantotilat).

Teollisuusrakennukset voivat olla työpajatyypisiä, varastoja, tukkumyymälöitä, jakelupisteitä tai tuotantotiloja. Tämän tyyppiset rakennukset ovat yleensä teollisuusalueilla, tosin esimerkiksi pienteollisuuden rakennukset, kuten autokorjaamot, on voitu sijoittaa alueelle, jossa on myös asuinrakennuksia. Useisiin teollisuusrakennuskokonaisuuksiin kuuluu kaksi erillistä rakennusta.

Esimerkkejä teollisuusrakennuksien käytöstä ja toiminnoista:

- prosessiteollisuus, tuotteiden valmistaminen ja pakkaaminen, esimerkiksi elintarviketehdas

- koneteollisuus, tuotteiden valmistaminen raaka-aineista, esimerkiksi betonitehdas, voimala
- korjaaminen, esimerkiksi autokorjaamo
- asentaminen, esimerkiksi metallityöverstaas
- varastoiminen, esimerkiksi jätteiden tai tukkuliike
- kuljetus ja huolinta, esimerkiksi satamien varastorakennukset
- kasvattaminen, esimerkiksi kasvihuoneet
- tarkastaminen, esimerkiksi keskusvalvomot, tarkkailu- ja tuotantotilat

Tässä teoksessa ei käsitellä riskejä, jotka liittyvät vaarallisten aineiden kuljettamiseen, tuottamiseen ja prosessointiin. Teoksessa ei myöskään käsitellä riskejä, jotka rakennuksia uhkaavat ulkopuolelta, esimerkiksi rikollista toimintaa.

Ihmiset viettävät hyvin eripituisia aikoja teollisuusrakennuksissa. Tämä johtuu rakennusten erilaisista käyttötavoista. Tuotantorakennuksissa tehdään tyypillisesti töitä vuorokauden ympäri. Joissakin rakennuksissa taas ilta- ja yöaikaan on vain vartiointi- tai kunnossapitotoimintaa, eikä lainkaan varsinaista tuotantoa.

Teollisuusrakennusten paloriskit vaihtelevat. Tämä erilaisuus liittyy käyttöprosesseihin ja tuotteisiin, joita rakennuksissa valmistetaan. Riskejä tunnistettaessa tulisi ottaa huomioon seuraavia asioita:

- tuotteiden, raaka-aineiden ja materiaalien paloriskit (myrkyllisyys, syttymislämpötila, fyysinen olomuoto)
- tuotteiden varastointi ja säilytys (syttyvät tuotteet, säilytys paineistetussa, kylmässä tai kuumassa)
- rakennuksen palokuorman määrä
- mahdolliset syttymisen syyt

## Palovaarallisuusluokat

Tuotanto- ja varastotiloissa toiminnat jaetaan kahteen palovaarallisuusluokkaan:

- 1, toiminnat, joihin liittyy vähäinen tai kohtuullinen palovaara;
- 2, toiminnat, joihin liittyy huomattava tai suuri palovaara taikka joissa voi esiintyä räjähdysvaara.

Suomen lainsäädännössä tuotanto- ja varastorakennuksissa määritellään palovaarallisuusluokka. Palovaarallisuusluokkia on kaksi (pvl 1 ja pvl 2). Palovaarallisuusluokkaan 1 kuu-

luvissa tiloissa voi olla yksittäisiä palovaarallisempia kohtia, mitkä on huomioitava räjähdysvaaran arviointina.

Rakennukseen, jossa on asuntoja, majoitustiloja, hoitolaitostiloja tai kokoontumis- ja liiketiloja, ei saa sijoittaa palo- tai räjähdysvaarallista tilaa. Käyttötarkoituksen edellyttämiä välttämättömiä palo- tai räjähdysvaarallisia tiloja voi sijoittaa edellä mainittujen tilojen yhteyteen, kun tehokkain järjestelyin on varmistettu, ettei tämä vaaranna henkilöturvallisuutta.

### **Palovaarallisuusluokka 1**

Tähän luokkaan kuuluvat toiminnot, joihin liittyy vähäinen tai kohtuullinen palovaara. Tällaisia ovat esimerkiksi toiminnot, joissa:

- aineita jähmeässä tai sulassa olomuodossa käsiteltäessä tai työstettäessä esiintyy pieni palovaara (esimerkiksi säteilylämpö, valokaari tai avoin liekki)
- käsitellään kosteita raaka-aineita tai joissa kerrallaan käsiteltävien raaka-aineiden tai puolivalmisteiden määrä on pieni
- tuotannon tai varastoinnin yhteydessä käsitellään aineita, joihin kokemuseräisesti prosessiin kuuluvana tai käyttökokemuksiin liittyvänä sisältyy rajoitettu palovaara
- käsitellään teollisesti tai varastoidaan palavia nesteitä, joiden leimahduspiste on yli 55 °C tai sellaisia höyryjä ja pölyjä, jotka ovat vain rajoitetussa määrin palovaarallisia.

### **Palovaarallisuusluokka 2**

Tähän luokkaan kuuluvat toiminnot, joihin liittyy huomattava tai suuri palovaara tai joissa voi esiintyä räjähdysvaara. Tällaisia ovat esimerkiksi toiminnot, joissa:

- tuotannossa tai varastoinnissa syntyy prosessin laadun tai muun syyn johdosta sellaisia höyryjä tai hienojakoisia pölyjä, jotka yhdessä ilman kanssa voivat muodostaa räjähtävän tai helposti syttyvän seoksen
- käsitellään tuotannon tai varastoinnin yhteydessä herkästi syttyviä ja nopeasti lämpöä luovuttavia raaka-aineita, puolivalmisteita tai valmisteita
- teollisesti käsitellään tai varastoidaan eriasteisesti palavia nesteitä, joiden leimahduspiste on enintään 55 °C ja joiden höyryt voivat muodostaa ilman kanssa räjähtävän seoksen
- käsitellään varsinaisia räjähdysaineita tai aineita, jotka esimerkiksi veden, ilman, kitkalämmön tai tärähdyksen vaikutuksesta voivat syttyä itsestään tai räjähtää.

Palo- tai räjähdysvaarallisia tiloja voidaan joissain tapauksissa sijoittaa Palovaarallisuusluokka 1 tilojen yhteyteen. Tällöin pitää varmistaa erikoissuunnittelun menetelmin, ettei tästä aiheudu haittaa ihmisille. Esimerkkejä tällaisista tiloista ovat koulujen puutyötilat

ja kemian luokat, myymälöiden palavien nesteiden tilat, ilotulitteiden varastointi- tai myyntitilat sekä sairaaloiden kaasukeskukset.

Useimmat käyttäjät tuntevat rakennuksen. Vierailijoiden määrää on tavallisesti rajoitettu. Teollisuus työllistää väli- ja määräaikaisia työntekijöitä ja sesonkityöntekijöitä. Voidaan olettaa, että käyttäjät ovat rakennuksessa hereillä ja he pystyvät poistumaan sieltä ilman ulkopuolisten apua ja heillä on normaali liikkumis- ja havaintokyky. Lisäksi voidaan olettaa, että teollisuusrakennuksissa ei ole henkilöitä, joilla on liikkumisrajoitteita ja jos tällaisia on rakennuksissa, heille on tarjolla apua poistumiseen hätätilanteessa. Rakennuksen pohjapinta-alaan ja poistumisteiden määrään suhteutettuna teollisuusrakennuksissa on tavallisesti kaikkiaan melko vähän ihmisiä. Vaikka tässä teoksessa ei juurikaan käsitellä rakennusten ympäristöjä, ympäristöä tulisi kuitenkin tarkastella paloturvallisuusnäkökulmista. Esimerkiksi suuronnettomuusonnettomuuksia aiheuttavia toimintoja ei maankäytöllisesti suunnitella haavoittuvien toimintojen läheisyyteen. Tällaisina riskeille herkinä tiloina voidaan pitää esimerkiksi hoiva- ja hoitolaitoksia tai asuinrakennuksia.

Lähtökohtaisesti maankäyttöasiat ratkaistaan kaavoituksella. Teollisuusrakennusten ympäristön riskitekijät ovat yhteydessä tuotannon määrään ja laatuun, tuotteiden käyttöön ja varastointiin. Osa tuotteista voi olla myrkyllisiä vesieliöstölle, esimerkiksi öljyt, muovit, radioaktiiviset tuotteet, myrkylliset tuotteet tai asbesti.

## Ajoneuvosuoja

Pysäköintirakennukset ovat keskenään erilaisia. Ne on sijoitettu yleensä tiiviisti rakennetuille alueille, esimerkiksi liiketonteille, urheilualueiden reunoille tai satamien ja asemien läheisyyteen. Pysäköintirakennukset rakennetaan tyypillisesti maanpinnan alapuolelle ja ne voivat olla välittömässä yhteydessä asuinrakennuksiin tai esimerkiksi ostoskeskukseen. Pysäköintitilojen aukiolo liittyy niiden käyttöön. Osa pysäköintitiloista on käytössä vuorokauden ympäri ja osa taas ainoastaan päiväaikaan.

Mikäli pysäköintitila on toisen rakennuksen yhteydessä, tilassa saattaa liikkua henkilöitä, jotka eivät kykene poistumaan itsenäisesti hätätilanteessa. Käyttäjien määrä vaihtelee. Voidaan olettaa, että pääosa käyttäjistä on täysi-ikäisiä eikä heidän liikunta-, harkinta- ja havaintokyvyssään ole häiriöitä. On mahdollista, että käyttäjät eivät tunne pysäköintitiloina toimivaa kiinteistöä. Erityistä huomiota ajoneuvosuojoissa tulee kiinnittää palokuormaan ja savuntuottoon. Poistuttaessa melko suuri määrä ihmisiä poistuu tiloista yhtä aikaa. Esimerkiksi näytöksen päätyttyä saattaa syntyä ruuhkatilanteita, kun yleisö kulkee ajoneuvoilleen ja poistuu pysäköintirakennuksesta.



## Lähteet:

Asetus rakennusten paloturvallisuudesta (2017). 848/2017.

Maankäyttö- ja rakennuslaki (1999). 131999, 117 b §

Päivärinta, E. & Haverinen, R. (2002). Ikäihmisten hoito- ja palvelusuunnitelmaopas. Opas työntekijöille ja palveluista vastaaville. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö.

# Liite 2 Poistumisturvallisuuden analysoinnin malli

Tässä liitteessä esitetyn mallin avulla voidaan toteuttaa järjestelmällinen poistumisturvallisuuden analysointi. Malli kehitettiin alun perin Alankomaiden pelastusopistolla (NIFV; Kobes & Oberijé 2010). Alkuperäisessä versiossa oli analysoitu poistumista jalkapallostadionilta tapaustutkimuksena ja kirjallisuuskatsauksen avulla.

## Johdanto

Rakennuksia suunnittelevien asiantuntijoiden on välttämätöntä ymmärtää inhimillistä käyttäytymistä rakennetussa ympäristössä. Ymmärrys rakennuksen toiminnoista ja ihmisten käyttäytymisestä mahdollistaa turvallisuusratkaisujen liittämisen osaksi rakennussuunnittelua. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon, millaisille riskeille rakennuksen käyttäjät altistuvat ja kuinka hyvin rakennusta käyttävät pystyvät poistumaan hätätilanteessa. Palon alkuvaiheessa rakennuksessa oleskelevien on osattava toimia ilman ulkopuolista apua ja kyettävä poistumaan itse ja auttamaan niitä, jotka eivät kykene poistumaan rakennuksesta itse hätätilanteessa. Pelastustoimen tai muiden rakennuksen ulkopuolella olevien auttajien apu on paikalla vasta muutaman minuutin kuluttua hälytyksen tekemisestä. Kun arvioidaan ihmisten selviämismahdollisuuksia palotilanteessa, käyttäytymisen arviointi palon ensimmäisten minuuttien aikana on keskeistä.

Ihannetilanteessa rakennuksessa oleskelevat huomaavat palon nopeasti sen syttymisen jälkeen ja poistuvat heti kuullessaan hälytyksen tai havaittuaan savua tiloissa. Suomessa on käytäntönä opettaa kansalaisille alkusammutustaitoja ja rohkaista aloittamaan alkusammutus. Alkusammutus aloitetaan vain, jos se voidaan tehdä turvallisesti. Tässä tulee käyttää tapauskohtaista harkintaa, sillä käytäntö on osoittanut, että palavassa tilassa olevat ihmiset eivät käyttäydy kuten ihannetilanteessa.

Paloturvallisuuteen liittyvät psyykkiset toiminnot koskevat ihmisen käsityksiä tulipalosta ja rakennetusta ympäristöstä. Tarkoituksenmukainen käyttäytyminen tulipalotilanteessa voi toteutua vain, jos henkilön päätökset perustuvat tietoon keskeisistä tulipaloon liittyvistä fyysisistä, psyykkisistä ja sosiaalisista tekijöistä. Kyky poistua hätätilanteessa, poistumiskyky, on yhteydessä havaintoihin ja tulkintoihin, joita henkilö tekee palotilanteessa. Havainnot ja tulkinnat johtavat päätöksentekoon ja toimenpiteisiin, joita henkilö toteuttaa palotilanteessa. Päänäkökulmia on kolme:

- vaara- ja palotilanteen tiedostaminen aistihavaintojen perusteella (havaintojen tekemisen hetki)

- vaarasignaaleihin reagoiminen ja reagointi (päätöksenteon hetki)
- toimintaan ryhtyminen, esimerkiksi poistuminen (toiminnan aloittaminen)

Rakennuspalossa ihmisen poistumismahdollisuudet liittyvät kolmenlaisiin tekijöihin:

- palon kehittymiseen
- rakennukseen
- ihmisten käyttäytymiseen ja reagointiin.

Poistuminen on siis havainnoinnin ja päätöksenteon seurausta. Se on tavoitteellista toimintaa. Toiminnan tavoitteena on pelastautuminen.

## 1 Tavoite ja sen todentaminen

### 1.1 Poistumisturvallisuuden analyysimallin käyttämisen tavoitteet

Poistumisturvallisuuden analysointimallia voidaan käyttää, kun halutaan analysoida rakennuspalosta pelastautumisen kannalta keskeisiä näkökulmia. Malli tarjoaa teoreettisen viitekehyksen niistä tekijöistä, jotka ovat osallisina poistumisturvallisuuteen. Rakennussuunnitteluvaiheessa mallia voidaan hyödyntää, kun arvioidaan rakennuksen paloriskejä ja rakennuksen käyttöä. Lisäksi mallia voidaan hyödyntää suunniteltaessa rakennuksen poistumisturvallisuutta. Malli on osa paloteknistä suunnittelua. Jos paloturvallisuussuunnittelu perustuu malleihin tai toiminnallisuuteen, rakennuksen toiminta ei voi olla suunnittelussa käytettyä tasoa vaativampaa. Mallinnuksesta saatua tietoa tulee soveltaa sellaiseen muotoon, että rakennuksen käyttäjät hyötyvät siitä. Teoreettisen tarkastelun eli mallien hyötynä on mahdollisimman monen, palon leviämiseen vaikuttavan tekijän ottaminen huomioon.

Tämän mallin käyttöön liittyy reunaehtoja ja rajoituksia. Malli on luotu, jotta palotilanteita voitaisiin mallintaa ja ennustaa. Osa mallista on luotu kirjallisuuskatsauksen perusteella. Vaikka tämä teoreettinen tarkastelu olisikin perusteellinen, kaikkia riskitekijöitä on mahdoton ennustaa. Esimerkiksi turvakilpien näkyvyyttä palossa on vaikea arvioida totuudenmukaisesti. Lisäksi turva- ja merkkivalaituksen, rakennuksen koon, vähäisen henkilömäärän, käyttäjäprofiilien (ikä, sukupuoli, henkilöiden koulutus) persoonallisuuden ja temperamentin vaikutusta on vaikea arvioida. Mallin analyysi on laadullinen. Laadulliseen analyysiin liittyy aina tulkintaa. Tulkintaa tekevät tässä paloturvallisuuden asiantuntijat.

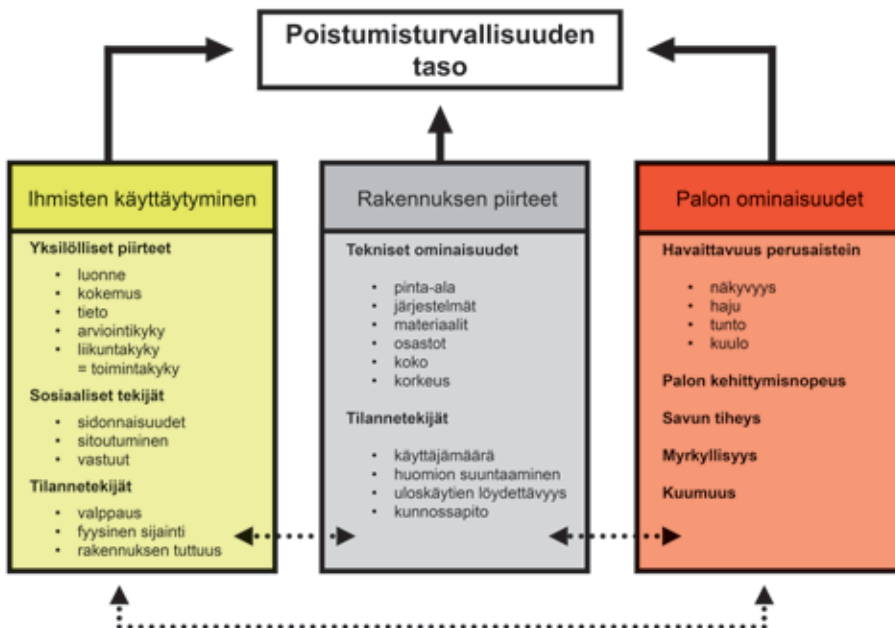
## 1.2 Mallin käyttö tapaustutkimuksessa

Teoreettista poistumisturvallisuutta käytettiin Euroborgin jalkapallostadionin palon arvioinnissa. Euroborgin jalkapallostadionissa syttyi tulipalo vuonna 2008. Palo pystyttiin analysoimaan systemaattisesti mallin avulla. Lisäksi malli tarjosi ymmärrettävän ja kokonaisvaltaisen kuvan poistumisturvallisuuteen liittyvistä näkökulmista. On huomattava, että jalkapallostadion ei ole tyypillinen rakennus. Stadion ei ole suljettu tila, minkä vuoksi savun leviäminen on eri tyyppistä kuin sisätiloissa. Myös kulkureittien löytäminen poikkeaa tavanomaisemmista rakennuksista. Palon analysointi osoitti mallin käyttökelpoisuuden erityisesti, kun havainnoitiin ihmismassojen poistumista palavasta tilasta. Malli ei tarjonnut tietoa mahdollisista kannattajaryhmiin liittyvistä käyttäytymispiirteistä. Tällaisia ovat esimerkiksi havaintokyky (mahdollinen alkoholin vaikutus), fyysinen asento (istuva, seisova) ja yleinen liikkumiskyky.

## 2 Poistumisturvallisuuteen liittyvät keskeiset tekijät

### 2.1 Teoreettinen malli

Poistumisturvallisuuden teoreettinen malli tarjoaa koosteen keskeisistä poistumisturvallisuuteen liittyvistä tekijöistä. Nämä on esitetty alla olevassa kuviossa.



Kuvio 40. Poistumisturvallisuuteen liittyvät keskeiset tekijät.

## 2.2 Paloon liittyvät tekijät

Kun ihmiset poistuvat rakennuksesta uloskäyntejä käyttäen, palo estää ja rajoittaa ihmisten mahdollisuutta liikkua rakennuksesta ja poistua sieltä turvallisesti. Palo siis rajoittaa ihmisten mahdollisuuksia poistua ilman apua. Keskeisiä palon piirteitä ovat:

- palon aistittavat piirteet
- leviämisenopeus
- savun tiheys
- palokaasujen myrkyllisyys
- kuumuus eli lämpöenergian vapautuminen palon aikana.

### Palon näkyvät piirteet

Palo voidaan nähdä, haistaa tai kuulla. Näiden havaintojen avulla voidaan määritellä, kuinka nopeasti palo havaitaan. Myös tuntoaisti voi liittyä palon havaitsemiseen, mutta tuntoaistilla ei näytä olevan suurtakaan merkitystä kokonaisuudessa. Useissa kokeissa on havaittu, että poistumissignaali (palokello tai palovaroitin) ei kuulu kaikissa palotilanteissa siten kuin sen on tarkoitettu kuuluvan. Mikäli rakennuksessa oleskelevat ovat päihytyneitä tai rakennuksessa on melua, on mahdollista, että poistumissignaaliin ei reagoita. Palon havaitseminen haistamalla tai liekkien näkeminen ovat vahvoja merkkejä siitä, että palo on syttynyt ja hätäpoistuminen on tarpeen.

### Palon leviämisen nopeus

Palon kehittymisnopeutta voidaan kuvata leviävän palon mallilla, jossa palon kehittymisnopeuteen vaikuttaa palava materiaali. Mallissa on luotu tapahtumakulku yhdeksälle erityyppiselle palomallille. Palo kehittyy todella nopeasti, jos palokuormassa on synteettisiä materiaaleja, kuten polyuretaania (PU, PUR). Arvioitaessa palon vaarallisuutta nimenomaan palon kehittyminen ja leviäminen on keskeistä. On huomattava, että palonkehittymismallit ovat laskennallisia, eivätkä ne välttämättä edusta keskimääräistä palon kehittymistä.

Esimerkkejä paloista, joissa palo on levinnyt nopeasti:

- Coconut Grove Dance Hall (Boston 1942), jossa 490 palokuolemaa
- DuPont Plazan palo (Puerto Rico 1986), jossa 83 palokuolemaa
- Göteborgin diskopalo (Ruotsi 1986), jossa 63 palokuolemaa
- Tulipalo Café 't Hemeltjessä (Hollanti 2001), jossa 14 palokuolemaa
- The Station yökerhon palo (Rhode Island 2003), jossa 100 palokuolemaa

Useat palokuolemat johtuvat siitä, että ihmiset ovat hengittäneet myrkyllisiä palokaasuja. Muut riskitekijät ovat:

- tajunnan menetys
- hidastunut päätöksentekokyky (henkilö valitsee pidemmän poistumisreitit)
- psyykkiset tekijät ja vaaraan reagoiminen riskitilanteessa
- pidempikestoiset terveydentilaan liittyvät tekijät, esimerkiksi keuhkovauriot.

Hengittäminen on yhteydessä siihen, kuinka hyvin ihmisellä on mahdollisuus tehdä havaintoja ja liikkua. Paloja analysoitaessa on havaittu, että poistumistilanteissa olleet ovat altistuneet savulle poistumisen aikana. Osa palossa poistuneista ihmisistä kuvailee, että poistuminen on edellyttänyt vaihtoehtoisten reittien etsimistä tai jopa alkuperäiseen paikkaan palaamista. Tämä päätös on tehty, koska savu on estänyt näkemisen, vaikeuttanut hengittämistä tai aiheuttanut pelkoa. Palotilanteissa ihmisillä on taipumusta kulkea seinän vierellä. Mikäli tiloissa on savua, ihmiset liikkuvat tavanomaista hitaammin. Ääniärsykkeet (esimerkiksi varoitussänet, palosignaalit) aktivoivat poistujia liikkumaan nopeammin. Savu on näkemäeste; tavallisissa oloissa ihmisen tulisi nähdä 3–5 metrin päähän. Kun henkilö ei tunne ympäristöä, jossa hän liikkuu, tarvitaan vähintään 15–20 metrin näkyvyys.

## Kuumuus

Kuumuudelle altistuneet henkilöt kärsivät pulssin nopeutumisesta ja hikoilusta. Tämä vaikeuttaa päätöksentekoa. Pidempi altistuminen kuumuudelle aiheuttaa palo- ja liekkivammoja, jonka vuoksi henkilö menehtyy.

Toisaalta kuumuus on selkeä merkki rakennusta käyttäville, että palosta tulee poistua. Euroborgin jalkapallostadionin videoinnissa havaittiin, että yleisö alkoi poistua jalkapallostadionilta vasta, kun kuumuus tuli sietämättömäksi. Yhden yleisöstä kuultiin sanovan videolla ”Eikö täällä olekin todella kuuma? Lähdetään pois”. Tämän jälkeen poistuminen kohti uloskäyntejä alkoi. Kun kuumuus lisääntyy, olosuhteista tulee hengenvaaralliset. Tällöin lämpötila on yli 120 °C ja säteily kohoaa 2.5 kW:iin neliötä kohden tai hapen määrä ilmassa on laskenut alle 12 prosentin.

Olosuhteet muuttuvat nopeasti vaarallisiksi, jos vaahtomuovi tai muovi palaa. Esimerkiksi The Station -yökerhon palon videoinnissa huomattiin, että olosuhteista tuli vaaralliset jo 90 sekuntia palon syttymisen jälkeen. Lämpö nousi korkeimmilleen 61 sekunnin jälkeen palon syttymisestä ja lämpötila nousi 120 asteeseen 76 sekunnissa. Happitaso laski alle 12 prosentin 87 sekunnin kuluessa.

## 2.3 Rakennukseen liittyvät tekijät

### Rakennukseen liittyvät tilannetekijät

Rakennukseen liittyviä tilannetekijöitä ovat esimerkiksi ihmisten määrä rakennuksessa, poistumisreittien löytäminen, rakennuksen turvallisuusorganisaation toiminta ja rakennuksen yleinen kunnossapito. Mikäli rakennuksissa on paljon ihmisiä sisällä palohetkellä, todennäköisyys palokuolemille kasvaa. Kun rakennuksen pohjaratkaisu on yksinkertainen, ulko-oville on helppo löytää poistumistiet.

Nämä tekijät ovat yhteydessä poistumisturvallisuuteen:

- näkyvyys (matkana, metreinä)
- rakennuksen selkeä pohjaratkaisu
- kyltit ja opasteet
- pohjakuva tai kerroskartta
- rakennuksen tunteminen

Esitys- ja luentotiloissa rakennuksessa oleskelevien ihmisten huomio on ohjattu esitykseen. Mikäli esitystä jatketaan, yleisö ei poistu, vaan istuu paikoillaan. Tällaisessa tilanteessa rakennuksen turvallisuusorganisaation tulee tiedottaa yleisöä, käynnistää alkusammutustoimet ja ohjata hätäpoistumista. Rakennuksen turvallisuusorganisaation kyky toimia on yhteydessä tehokkaaseen toimintaan poistumistilanteessa. Yleisesti tiedetään, että rakennuksen yleinen kunnossapito parantaa turvallisuutta.

### Rakenteelliset tekijät

Rakenteellisia tekijöitä ovat pohjaratkaisu, rakennusmateriaalit ja osastointi, tekniset järjestelmät ja laitteet, rakennuksen koko sekä poistumisteiden ja portaikkojen sijainti. Analysoitaessa paloja on huomattu, että mikäli poistumistie ei ole tavanomaisessa käytössä, poistumistietä ei käytetä myöskään hätätilanteessa. Erityisesti tämä koskee lukittuja ovia ja ovia, jotka on kytketty palokellon tai muun hätäsignaalin toimintaan.

Rakenteelliset turvallisuusratkaisut voidaan jakaa teknisiin järjestelmiin, kuten hisseihin ja muihin nostimiin, palon ilmoitus- ja hälytysjärjestelmiin, hätävalaistuksen järjestelmiin ja sprinklerijärjestelmiin.

Käytäntö on osoittanut, että kuuloon perustuva hätäsignaali tai palokello ei ole riittävä ärsyke toiminnan eli hätäpoistumisen aloittamiselle. Mikäli kuuloärsykkeeseen liittyy sanallinen viesti, hätäpoistuminen aloitetaan todennäköisemmin. Hissejä ei suositella käytettäväksi tulipalon aikana sähkökatkovaaran vuoksi. Kun tutkittiin ihmisten poistumisreittejä

World Trade Center -rakennuksen häiriötilojen aikana vuosina 1993 ja 2001 havaittiin, että luultua enemmän ihmisiä joutui vaikeuksiin nimenomaan portaikon kautta poistuttaessa. Erityisesti korkeissa rakennuksissa hissien käyttö voi lyhentää poistumisaikaa merkittävästi. Portaiden laskeutuminen edellyttää hyvää kuntoa. Mikäli hissejä käytetään aina, portaikojen sijainti voi olla epäselvä. Rakennusmateriaalilla on keskeinen merkitys palon leviämisen kannalta. Palo-osastointi estää palon leviämistä rakennuksessa.

## 2.4 Ihmiseen liittyviä tekijöitä

Poistumisturvallisuuden kannalta ihmisiin liittyvistä tekijöistä keskeisiä ovat yksilölliset tekijät, sosiaaliset tekijät ja tilanteeseen liittyvät tekijät.

### Yksilölliset tekijät

Yksilölliset tekijät ovat yhteydessä henkilön tietoihin, taitoihin ja kokemuksiin sekä henkilön kykyyn arvioida tilannetta. Poistumisturvallisuuden kannalta fyysinen ja psyykinen toimintakyky on eräs merkittävistä tekijöistä.

Tavallisesti sisäiset järjestelmät hallitsevat ajatuksia, tunteita, motivaatiota ja tekoja. Nämä skeemoiksi kutsutut järjestelmät ovat yhteydessä tiedolliseen kapasiteettiin, tunteisiin, temperamenttiin ja biologisiin piirteisiin. Tutkimuksissa on havaittu, että hätätilanteissa osa ihmisistä on johtajia, osa seuraajia. Seuraajat eivät reagoi hätätilanteisiin heti; he odottavat muiden reagoivan tilanteeseen ennen kuin aktivoituvat itse. Yksilön stressinsieto liittyy toimintakykyyn stressiä aiheuttavissa tilanteissa; osa ihmisistä pystyy toimimaan vaativista olosuhteista huolimatta. Palotilanteessa stressitaso nousee, sillä ihminen joutuu yllättävään ja odottamattomaan tilanteeseen. Tällöin henkilö joutuu tekemään toimintaan ja käyttäytymiseen liittyviä päätöksiä, vaikka informaatiota ei ole tai sitä ei ole mahdollista käsitellä samoin kuin normaalitilanteessa. On huomattava, että stressitilanne ei ole sama kuin paniikki. Paniikiksi määritetään irrationaalinen, epälooginen ja kontrolloimaton käytös.

Käsitys- ja huomiokyky ovat yksilöllisiä piirteitä, jotka mahdollistavat vaarasignaalien havainnoinnin. Alkoholin ja muiden päihteiden käyttö alentaa havaintokykyä väliaikaisesti. Samoin havaintokyky on väliaikaisesti alentunut, kun ihminen nukkuu. Mikäli henkilö pitää paloa erityisen vaarallisena, poistumispäätös tehdään helpommin. Ihmiset eivät tunnista tulipalon leviämisen voimaa ja savun muodostumista. Liikuntakyky ja näin ollen myös poistuminen voi vaikeutua, mikäli henkilö on fyysisesti vajaakuntoinen tai hän on sänkytillaana tai majoittuu suljetussa sellissä tai muussa suljetussa tilassa.

### Sosiaaliset tekijät

Sosiaaliset siteet, sitoutuminen meneillään olevaan tehtävään ja vastuullinen asema yhteisössä ovat esimerkkejä sosiaalisista piirteistä, jotka ovat yhteydessä käyttäytymiseen hätätilanteessa.



Tutkimukset osoittavat, että ihmiset ovat taipuvaisia tekemään yhteistyötä hätätilanteissa, ennemmin kuin että he toimisivat itsenäisesti. Ihmisten välillä on voimakkaita sosiaalisia siteitä, jota voidaan verrata esimerkiksi sukulaisuuteen – ihmisillä on taipumus saavuttaa tavoitteita mieluummin ryhmässä kuin yksin. Onnettomuustutkinnassa on havaittu, että ihmiset käyttäytyvät rakennuksessa tavallisesti käytössä olevien normien mukaisesti. Toisinaan nämä normit voivat estää ihmisiä reagoimasta tarkoituksenmukaisella tavalla, vaikka palo olisikin syttynyt; esimerkiksi henkilö aloittaa poistumisen vasta, kun on suorittanut aloittamansa tehtävän loppuun. Mikäli työhön liittyy vastuuta, niitä noudatetaan myös hätätilanteessa. Turvallisuusorganisaatioon kuulumisen hyvä esimerkki tällaisesta vastuusta. Mikäli turvallisuusorganisaatioon kuuluville on järjestetty riittävästi koulutusta, he kykenevät toimimaan hätätilanteessa ennen kuin pelastuslaitoksen operatiiviset toimet alkavat.

## Tilannetekijät

Yksilölliset tilannetekijät liittyvät henkilön yleiseen vireyteen, valppauteen ja fyysiseen tilaan (esimerkiksi passiivinen tai liikkeessä). Valve- ja unitila jakavat ihmisen vireystilan selkeästi kahteen. Kun ihminen nukkuu, hänen vireystilansa on alhainen, eikä hän reagoi siihen, mitä lähiympäristössä tapahtuu. Lääkkeiden ja alkoholin käyttö on yhteydessä vireystilaan. Istuvat tai makuulla olevat henkilöt eivät ole yhtä taipuvaisia poistumaan hätätilanteessa kuin seisovat tai jo valmiiksi liikkeessä olevat henkilöt.

Se, kuinka hyvin henkilö tuntee rakennuksen, voi olla yhteydessä poistumisturvallisuuteen. Ihmisillä on tapana käyttää sitä uloskäyntiä, josta he ovat tulleet sisään. Joissain tapauksissa se, että ihminen on hänelle ennalta tutussa rakennuksessa, saattaa olla yhteydessä siihen, että henkilö ei koe tarvetta poistumiseen.

## 3 Keskeiset tekijät – Alankomaiden malli

Poistumisturvallisuuden tasot on määritelty neljään ryhmään. (Tällaista jakoa ei ole käytössä Suomessa, mutta se on esitelty tässä soveltamismahdollisuuksien vuoksi.)

- **Korkea:** tarkoittaa, että tekijä johtaa hyvään tai parempaan poistumisturvallisuuteen
- **Neutraali:** tarkoittaa, että tekijällä ei ole merkitystä poistumisturvallisuuden kannalta
- **Matala:** tarkoittaa, että tekijä johtaa huonoon tai heikompaan poistumisturvallisuuteen
- **Ei tunnettu:** tarkoittaa, että tekijän yhteyttä ei voitu määritellä kirjallisuuden perusteella

## Palon piirteet

- Mikäli palo voidaan havaita, ihmiset kykenevät reagoimaan paloon tarkoituksenmukaisella tavalla. Tällä on positiivinen vaikutus poistumisturvallisuuteen.
- Mikäli henkilön kyky poistua palosta on hyvä, tällä on positiivinen vaikutus poistumisturvallisuuteen.
- Mikäli henkilö ei kykene tekemään havaintoja hätäsignaaleista (esimerkiksi palokello), tällä on negatiivinen vaikutus poistumisturvallisuuteen.
- Palon nopea leviäminen jättää vain vähän aikaa poistumiseen. Palon leviämällä on negatiivinen vaikutus poistumisturvallisuuteen.
- Savu vaikeuttaa näkyvyyttä ja vaikuttaa siksi negatiivisesti poistumisturvallisuuteen.
- Kuumuus voi aktivoida ihmiset poistumaan hätätilanteessa. Siksi vähäisellä kuumuudella voi olla positiivinen vaikutus poistumisturvallisuuteen.

Tekijä	Kuvaus	Yhteys poistumisturvallisuuteen*
Palon havaittavuus aistein	Havaittavissa	0
	Ei havaittavissa	–
Palon leviäminen	Hidas	+
	Nopea	–
Savun tiheys	Suuri	+
	Pieni	–
Myrkyllisyys	Ei myrkyllinen	+
	Myrkyllinen	–
Kuumuus	Ei kuuma	+
	Melko kuuma	+
	Kuuma	–

- \* + parantaa mahdollisuuksia poistua  
 – heikentää mahdollisuuksia poistua  
 0 ei yhteyttä poistumisturvallisuuteen  
 – yhteyttä poistumisturvallisuuteen ei tunneta

*Taulukko 3. Tulen ominaisuuksien yhteys poistumisturvallisuuteen.*

## Rakennuksen piirteet

Tapa, jolla poistumisreitit ja uloskäynnit on merkitty ovat osa rakennuksen suunnittelua. Tutkimuskirjallisuuden perusteella näyttää siltä, että poistumisteiden eli hätätilanteiden uloskäyntien on oltava tavanomaisessa käytössä, jotta ihmiset voivat käyttää näitä poistumiseen. Rakennussuunnittelussa tämä voidaan ottaa huomioon suunnittelemalla poistumistiet siten, että poistumisteitä käytetään tavanomaisissa tilanteissa. Jos rakennuksen yleiset kulkureitit on suunniteltu siten, että hätäpoistumisteitä käytetään, myös hätätilanteessa poistuminen onnistuu samaa, totuttua reittiä.

Tekijä	Kuvaus	Yhteys poistumisturvallisuuteen
Turvakilpien sijoittelu	Turvakilvet asennettu/ turvakilpiä ei asennettu	Ei tutkittu
	Helposti havaittava	Ei tutkittu
	Hankalasti havaittava	–
EXIT-uloskäynti	Tavanomaisesti käytössä oleva poistumistie	+
	Poistumistie käytössä vain hätätilanteessa	–
	Poistumistie kokonaan lukittu	–
Poistumisreitti	Savuton	+
	Savuinen	–
	Avattavissa	+
	Tukittu (esimerkiksi varastoinnin vuoksi)	–
Palohälytyn	Varoitusääni	0
	Puhuttu viestiääni	+
	Palohälyttimen puuttuminen kokonaan	–
Hätätilanteen valot	Toiminnassa	Ei tutkittu
	Eivät toiminnassa	Ei tutkittu
Sprinkleri	Asennettu ja toimii	+
	Ei asennettu tai ei toiminnassa	0
Savunpoistojärjestelmä	Asennettu	+
	Ei asennettu	–

Tekijä	Kuvaus	Yhteys poistumisturvallisuuteen
Paloletku (-kaappi)	Asennettu ja toimii	0
	Ei asennettu tai ei toimi	–
Paloturvalliset materiaalit	Paloturvalliset materiaalit	+
	Muut materiaalit	–
Materiaalien myrkyllisyys	Ei myrkylliset	+
	Myrkylliset	–
Osastointi	Rakennus on osastoitu	+
	Rakennusta ei ole osastoitu tai osastointi ei toimi	–
Rakennuksen koko	Pieni/iso	Ei tutkittu

Taulukko 4. Rakennuksen teknisten ominaisuuksien yhteys poistumisturvallisuuteen.

Tekijä	Kuvaus	Yhteys poistumisturvallisuuteen
Huomion kiinnittäminen	Ei erityistä huomion kiinnittämistä	0
	Huomion kiinnittäminen poistumisohjeisiin	+
	Huomion kiinnittäminen esitykseen tai aktiveettiin	–
Käyttö	Rakennuksessa vähän ihmisiä	Ei tutkittu
	Rakennuksessa paljon ihmisiä	–
Reittien löytäminen	Helppoa	+
	Monimutkaista	–
Turvallisuusorganisaatio	Rakennuksessa ja osaa toimia riittävästi	+
	Ei rakennuksessa tai ei osaa toimia riittävästi	–
Huolto ja ylläpito	Asianmukaisesti toimiva	0
	Puutteita tai ei toimi ollenkaan	–

Taulukko 5. Rakennukseen liittyvät tilannetekijät ja niiden yhteys poistumisturvallisuuteen.

## Ihmisen käyttäytymisen piirteet

Tekijä	Kuvaus	Yhteys poistumisturvallisuuteen
Sukupuoli		Ei tutkittu
Ikä	Ikääntynyt/keski-ikäinen/nuori	Ei tutkittu
Luonteenpiirre	Johtamistilanteisiin pyrkivä	+
	Seuraaja	0
Stressaantumiselle altis		Ei tutkittu
Itseluottamus		Ei tutkittu
Kokemus ja asiantuntijuus	Kokemusta tai asiantuntijuutta on	+
	Kokemusta tai asiantuntijuutta ei ole	-
Havaintokyky	Hyvä	+
	Heikko	-
Arviointikyky	Hyvä	+
	Heikko	-
Fyysinen toimintakyky	Hyvä	+
	Heikko	-
Vuorovaikutus ja sosiaaliset yhteydet	Yksilö	+
	Ryhmä	-
Tehtävään sitoutuminen, kiinnittyminen tai uppoutuminen	Heikko	+
	Vahva	-
Roolit ja vastuut	Henkilö vastaa toiminnasta	+
	Vieras tai henkilö, joka ei vastaa toiminnasta	-

Tekijä	Kuvaus	Yhteys poistumisturvallisuuteen
Vireystila	Hyvä, hereillä	+
	Heikko – unessa, toiminta- ja havaintokykyä heikentävän lääkityksen tai päihteiden vaikutuksen alaisena	–
Fyysinen tila	Aktiivinen	+
	Passiivinen	–
Rakennuksen tunteminen	Tuntee rakennuksen tilat	–
	Ei tunne rakennuksen tiloja	Ei tutkittu

Taulukko 6. Ihmisen käyttäytymisen yhteys poistumisturvallisuuteen.

## Havaitseminen, tilanteen arviointi ja turvaan siirtyminen

- Poistumisen ensimmäisessä vaiheessa paloista varoitettava merkkiäni, esimerkiksi palokello, havaitaan. Jos rakennuksessa olevilla henkilöillä on hyvä havaintokyky, rakennuksessa oleskelevat kykenevät havaitsemaan palon aikaisin. Hyvä havaintokyky on positiivisesti yhteydessä poistumisturvallisuuteen.
- Poistumisen toisessa vaiheessa rakennuksessa olevat ihmiset tulkitsevat signaaleja ja päättävät, kuinka toimitaan. Viimeisessä vaiheessa, mikäli ihmisten liikuntakyky on hyvä, he voivat siirtyä turvalliseen paikkaan. Hyvä liikuntakyky lisää poistumisturvallisuutta ja on siihen positiivisesti yhteydessä.

## Sosiaaliset siteet

- Voimakkaat sosiaaliset siteet rakennuksissa olevien ihmisten välillä ovat positiivisesti ja negatiivisesti yhteydessä poistumisturvallisuuteen.
- Positiivinen yhteys tarkoittaa, että henkilöt auttavat toisiaan palotilanteessa. Negatiivinen yhteys tarkoittaa, että ihmiset odottavat toisiaan palavan rakennuksen sisällä tai päättävät yhdessä lähteä takaisin palavaan rakennukseen hakemaan kadonnutta lähimmäistä.

## Tehtäviin sitoutuminen

- Vahva sitoutuneisuus meneillään olevaan tehtävään tai tehtävään uppoutuminen alentaa poistumisturvallisuutta. Mikäli henkilö ei ole valmis keskeyttämään meneillään olevaa tehtävää, poistumisturvallisuus voi vaarantua.

## Rakennuksen tunteminen

- Rakennuksen tuntemisella voidaan ajatella olevan lähtökohtaisesti positiivinen yhteys poistumisturvallisuuteen.
- Tutkimukset ovat osoittaneet, että näin ei aina ole. Jos henkilö tuntee rakennuksen, hän voi hätätilanteessa päätyä käyttämään tavanomaista poistumisreittiä, vaikka muita, lähempiä ja parempia hätäpoistumisteitä olisi matkan varrella. Tällaisessa tilanteessa rakennuksen tunteminen voi olla negatiivisessa yhteydessä poistumisturvallisuuteen.

## 5 Vaihteittain etenevä malli analyysin soveltamiseksi

Mallia voidaan soveltaa etenemällä vaihteittain. Mallissa riskejä tarkastellaan tulipalon, rakennuksen ja tilannetekijöiden avulla.

1.	Määrittele tilanteessa vaikuttavat tekijät (tekijä).
2.	Arvioi jokaisen tekijän vaikutus poistumiseen (kuvaus).
3.	Analysoi tekijät, jotka ovat yhteydessä negatiivisesti poistumisturvallisuuteen (yhteys poistumisturvallisuuteen).
4.	Analysoi tekijät, jotka ovat positiivisesti yhteydessä poistumisturvallisuuteen ja sovelta parhaiten sopivaa vaihtoehtoa.

*Taulukko 7. Mallin soveltamisen eteneminen vaihteittain.*

## Sovellusesimerkki

**Vaihe 1.** Rakennuksen määrittely ja kuvaus. Tässä kyseessä on rakennus, jota käytetään urheiluun ja kulttuuritoimintaan sekä messuihin. Rakennuksessa toimii paljon ihmisiä.

**Vaihe 2.** Tulipalon määrittely ja kuvaus. Tässä tilanteessa palossa rakennukseen muodostuu paljon tiheää savua nopeasti, jolloin olosuhteet muuttuvat vaarallisiksi. Tulipalon voidaan tässä tapauksessa katsoa leviävän nopeasti, sillä rakennuksen materiaalit ovat syttyviä ja näyttelytoiminnassa käytettävät välineet, kalusteet ja sisustuselementit sekä näyttelyjen aikainen toiminta lisäävät rakennuksen palokuormaa ja riskejä tulipalon aikana. Rakennuksen useat käyttötarkoitukset lisäävät riskiä tulipalon syttymiselle.

**Vaihe 3.** Analyysivaihe, jossa haetaan sopivia vaihtoehtoja paloturvallisuusratkaisuille. Ratkaisuvaihtoehtoja on kaksi: joko riskin aiheuttaja poistetaan kokonaan tai ratkaisuja haetaan siten, että tulipalon toteutuessa pystytään toimimaan mahdollisimman tehokkaasti.

**Vaihe 4.** Analyysin tässä vaiheessa pyritään löytämään kaikkein tarkoituksenmukaisin ratkaisu. Riskinaiheuttajan poistaminen kokonaan ei ole tässä tapauksessa mahdollista, sillä rakennuksen omistaja on halunnut, että rakennuksessa pystytään toimimaan joustavasti ja monipuolisesti. Näin ollen vaihtoehdoksi jää rakennuksen varustaminen automaattisella vesisammutuslaitteistolla tai vastaavalla.

## Lähteet

Hostikka, S. & Kallada Janardhan, R. (2017). Pressure management in compartment fires. Painnehallinta huoneistopaloissa. Aalto yliopisto. Aalto University publication series ScIENCE + Technology. 1/2017. <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/24038>



## Liite 3 Kirjan käännöksessä käytettyjä käsitteitä

Käsite englanniksi	Käsite suomeksi
alertness	vireystila, havaintokyky
alertness and mobility	havainto- ja toimintakyky
approach	lähestymistapa
arson	tahallaan sytytetty palo
cascade model	kaskadimalli, tapahtumasarjamalli
combustibility	syttyvyys
fire compartment	palo-osasto
flash over	lieskahdus
backdraft	leimahdus
fully developed fire	täysi palo, täyden palon vaihe, täyteen mittaan kehittynyt palo
fire prevention	palon ehkäisy, turvallisuusviestintä, tarkastukset, se osa palontorjuntaa, joka tapahtuu ennen palon syttymistä
fire safety	ihmisten taktisia ja strategisia tekoja hallitsemattoman tulen eli tulipalon estämiseksi ja turvallisuuskulttuurin parantamiseksi. Palonehkäisy (fire prevention) on se osa palontorjuntaa, joka tapahtuu ennen palon syttymistä. Nämä strategiset teot ovat toimenpiteitä, jotka liittyvät turvallisuusjohtamiseen, turvallisen toiminnan opettamiseen, turvalliseen rakentamiseen ja rakennusten ylläpitoon sekä pelastustoimen valmiuteen ja riskien arvioimiseen. Palotorjunta (fire protection) on vahingontorjuntaan liittyviä tekoja ja toimenpiteitä, joilla estetään tulipalon syttymistä, sytyttämistä ja leviämistä sekä toimimalla siten, että tulipalosta aiheutuvat vahingot jäävät mahdollisimman pieneksi.
fire protection	se osa palovahingon torjuntaa, jolla pyritään estämään palon syttymisen tai pitämään vahingot mahdollisimman pieninä
fire safety engineering	palotekninen suunnittelu
hazard	vaara, uhka
in-house action	omatoiminen pelastustoiminnan aloittaminen, rakennuksen oma turvallisuusorganisaatio
turnout time	pelastuslaitoksen lähtöaika
performance requirements	tekniset edellytykset, suorituskykyvaatimus

Käsite englanniksi	Käsite suomeksi
performance-based (approach)	palo-ominaisuuksiin perustuva tarkastelu
repressive, repression	tukahtunut, tukahduttaminen
risk-based approach	riskiperusteinen lähestymistapa
rule-based approach	säädöspohjainen lähestymistapa
scenario	kuvitteellinen palotilanne, palotapahtuma, skenaario
standard curve	standardipalokäyrä, standardin mukainen kuvaaja palon kehittymisestä
exit route	poistumistie, uloskäytävä

# Lähdeluettelo ja lisälukemista

Lähdeluetteloon on kirjattu lähteet, joita on hyödynnetty alkuperäisteoksessa. Suomenkielisen version lähteet on mainittu kunkin kappaleen lopussa.

Aneziris, O., Baedts, E. de, et al. (2009) Kwantitatieve risicoanalyse voor arbeidsveiligheid. De ontwikkeling van een risicomodel en software. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven

Boven, P.L. van, et al. (1949). Brandbeveiliging. VUGA, Groningen

Brand, R. van den, Witloks, L, Kobes, M., (2005). Leidraad gelijkwaardigheid en brandveiligheid. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem

BZK (1991). Dutch Housing Act (Woningwet - Act of 29 August 1991 amending the Housing Act).

BZK (1994). Brandbeveiligingsconcept cellen en cellen gebouwen. Dutch Ministry of the Interior (BZK), The Hague

BZK (1994). Brandbeveiligingsconcept woningen en woongebouwen. Dutch Ministry of the Interior (BZK), The Hague

BZK (1995). Brandbeveiligingsconcept gezondheidszorggebouwen. Dutch Ministry of the Interior (BZK), The Hague

BZK (1995). Brandbeveiligingsconcept gebouwen met een publieksfunctie. Dutch Ministry of the Interior (BZK), The Hague

BZK (1995). Brandbeveiligingsconcept industriegebouwen. Dutch Ministry of the Interior (BZK), The Hague

BZK (1995). Brandbeveiligingsconcept bedrijfshulpverlening. Dutch Ministry of the Interior (BZK), The Hague

BZK (1995). Brandbeveiligingsconcept beheersbaarheid van brand (inclusief reken- en beslis-model). Dutch Ministry of the Interior (BZK), The Hague

BZK (1996). Brandbeveiligingsconcept logiesgebouwen en bijzondere woongebouwen. Dutch Ministry of the Interior (BZK), The Hague

BZK (1996). Brandbeveiligingsconcept kantoorgebouwen en onderwijsgebouwen. Dutch Ministry of the Interior (BZK), The Hague

BZK (2009). Eindrapport Actieprogramma Brandveiligheid 2007–2008. Dutch Ministry of the Interior and Kingdom Relations (BZK), The Hague

BZK (2009). Visie op brandveiligheid, gedeelde verantwoordelijkheid en heldere kaders vanuit een risicobenadering. Dutch Ministry of the Interior and Kingdom Relations (BZK), The Hague

BZK (2011). 2012 Dutch Building Decree (Bouwbesluit 2012 – Decree of 29 August 2001, laying down regulations on building, occupying and demolishing buildings). Dutch Ministry of the Interior and Kingdom Relations (BZK), The Hague

- BZK (2007). Leidraad Repressie Brandweezorg/bijgewerkte conceptversie 6.4. Dutch Ministry of the Interior and Kingdom Relations (BZK), The Hague
- Cajot, L.G., Haller, M. and Pierre, M. (1994–1998). Disseminatie van fire safety engineering kennis, deel 1: thermische & mechanische belastingen. Difisek
- CBS (1993-2012). Brandweerstatiiek (199–2011). Statistics Netherlands (CBS), Voorburg/Heerlen
- CCV (2010). Model integrale brandveiligheid bouwwerken, handboek voor toepassing. Dutch Centre for Crime Prevention and Safety (CCV), Utrecht
- Alders Committee (2001). Cafébrand Nieuwjaarsnacht. Committee of inquiry into fire in Volendam on New Year's Eve 2001, The Hague
- Dikkenberg, R. van den and Tonnaer, C. (2009). Verbetering brandveiligheid, gebruik brandkrommen in Nederland. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem
- Dikkenberg, R. van den, Post, J., Schaaf, J. van der and Tonnaer, C. (2012). Verbeteren brandveiligheid, proof of concept cascademodel 2.0. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem
- Groenewegen-ter Morsche, K., et al. (2008). Kennis van het niveau van de kennis. Een onderzoek naar het kennis- en vaardighedeniveau van toetsers en adviseurs gelijkwaardigheid. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem
- Hagen, R.R. and Witloks, L. (2005). Essay deregulering bouwregelgeving brandveiligheid. Netherlands Institute for Fire Service and Disaster Management (Nibra), Arnhem
- Hagen, R.R. (2007). Het kerkje van Spaarnwoude, over een nieuw elan in brandveiligheid in 10 ambities. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem
- Hagen, R.R., Witloks, L. et al. (2009). Visie op brandpreventie in de veiligheidsregion Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem
- Hagen, R.R., Meijer, C.E., et al. (2011). Nodeloze uitrukken terugdringen (onderzoek naar de consequenties van het voorstel herziening doormelding in het Bouwbesluit 2012). NIFV/NVBR, Arnhem
- Hagen, R.R. (2013). Dodelijke slachtoffers bij branden periode 2001 t/m 2012. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem
- Helsloot, I., Oomes, E and Weewer, R. (2008). Verkennend onderzoek brand met dodelijke afloop in De Punt
- Herpen, R. van, Voogd, N., (2007) Fysisch brandmodel. Achtergronden: Normalisatie fysische brandmodel Basismodel. Adviesburo Nieman B.V. Zwolle
- Hoogstraten, C.W. van and Sante, F.J. van (1960). Enige beschouwingen over de grondslagen die een basis kunnen vormen voor door de overheid aan gebouwen te stellen brandveiligheidseisen. TNO, Delft
- Kobes, M. (2006). Fire Safety Engineering, een innovatieve benadering van brandpreventie. Utrecht University, Utrecht/Nibra, Arnhem
- Kobes, M. et al. (2006). Verkenning van simulatiemodellen, brand- en rookontwikkeling, evacuatie- en interventiemodellering. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem

Kobes, M, Groenewegen ter Morsche, K. (2008). Zelfredzaamheid bij brand; tien mythen ontcracht. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem

Kobes, M. (2008). Zelfredzaamheid bij brand, kritische factoren voor het veilig vluchten uit gebouwen. Boom Juridische Uitgevers, The Hague

Kobes, M. (2010). Understanding human behaviour in fire, validation of the use of serious gaming for research into fire safety psychonomics. VU University, Amsterdam

Kobes, M, Oberije, N. (2010). Analysemodel vluchtveiligheid, systematische analyse voor vluchtveiligheid uit gebouwen. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem

Kobes, M., Rosmuller, N., et al. (2006–2008). Verkenning van simulatiemodellen: Brand- en rookontwikkeling, evacuatie- en interventiemodellering. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem

Kobes, M., et al. (2008). Dossierstudie Simulatie, Studie bij gemeenten naar de beoordeling van gelijkwaardige brandveiligheid met simulatie en rekenmodellen. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem

Leur, P.H.E. van de, Oerle, N.J. van (1995). Rookverspreiding en warmteoverdracht bij brand. Stichting Bouwresearch (Building research foundation), Rotterdam

#### Part C Annex D Bibliography

Martinez de Aragon, J.J., Rey, F. and Chica, J.A. (1994–1998). Disseminatie van fire safety engineering kennis, deel 4: software voor het brandveiligheidsontwerp. Difisek

Mierlo, R.J.M. van (1991). Rookafvoer uit hoge ruimten: ontwerpregels/rekenmethoden. Stichting Bouwresearch (Building research foundation), Rotterdam

Mil, B.P.A. van, Dijkzeul, A.E., Pennen, R.M.A. van, et al. (2006). Zicht op risico's – Handboek risicoanalysemethodieken, Berenschot/TU-Delft, Utrecht

NBDC (2013). Overzicht fatale branden in Nederland. Dutch National Fire Service Documentation Centre (NBDC), website [www.nbdc.nl](http://www.nbdc.nl)

NBDC (2013). Geschiedenis brandpreventie. Dutch National Fire Service Documentation Centre (NBDC), website [www.nbdc.nl](http://www.nbdc.nl)

NEN (1995). NEN 6093:1995, Brandveiligheid van gebouwen – beoordelingsmethode van rook- en warmteafvoerinstallaties. NEN, Delft

NEN (2011). NEN 6055:2011, Thermische belasting op basis van het natuurlijk brandconcept – bepalingsmethode. NEN, Delft

NEN (2011). NEN-EN 1991-1-2+C1:2011/NB:2011, National annex to NEN-EN 1991-1-2+C1. Eurocode 1 - Actions on structures - Part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire. NEN, Delft

NEN (2012). NEN 6098:2012, Rookbeheersingssystemen voor mechanisch geventileerde parkeer garages. NEN, Delft

NIFV (2007). Brandveiligheidsvisie gezondheidszorg, Handreiking Brandweer, beleidsadvies (concept). Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem

- NIFV (2007). Brandveiligheid in cellen en cellingebouwen (concept 2.0), Leidraad. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem
- NIFV (2009). Brandveiligheid in cellen en cellingebouwen, Deskundigenadvies. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem
- NIFV (2008-2012). Presentaties nationale congressen fire safety engineering 2008–2012. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem
- NVBR (2010). De brandweer over morgen, strategische reis als basis voor vernieuwing. Dutch Association for Fire Service and Disaster Relief (NVBR), Arnhem
- NVBR (2010). Brandbeveiligingsinstallaties. Dutch Association for Fire Service and Disaster Relief (NVBR), Arnhem
- (TOOM), Nederlandse Vereniging voor Brandweer en Rampenbestrijding, Arnhem
- Oerle, N.J. van, Janse, E.W., Leur, P.H.E. van de (1996). Richtlijn vultijdenmodel grote brandcompartimenten, deel 1 t/m 4. TNO Centre for Fire Safety, Rijswijk
- Onderzoeksraad voor Veiligheid (2006). Brand cellencomplex Schiphol-Oost (eindrapport van het onderzoek naar de brand in het detentie- en uitzetcentrum Schiphol-Oost in de nacht van 26 op 27 oktober 2005). Onderzoeksraad voor Veiligheid (Dutch Safety Board), The Hague
- Onderzoeksraad voor Veiligheid (2009). Brand De Punt (onderzoek naar het verongelukken van drie brandweerlieden bij het bestrijden van een brand in De Punt op 9 mei 2008). Onderzoeksraad voor Veiligheid (Dutch Safety Board), The Hague
- Onderzoeksraad voor Veiligheid (2012). Brand in Rivierduinen: veronderstelde brandveiligheid. Onderzoeksraad voor Veiligheid (Dutch Safety Board), The Hague
- Oomes, E. (2006). De vanzelfsprekendheid van alledag, een beschouwing in drie delen over de gewoonten van het brandweervak. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem
- Open University of the Netherlands (1998). Risico's: besluitvorming over veiligheid en milieu. Heerlen
- Cieraad, C.D.J., Veek, J.H. van der, Haas, C.E. (2007). Beheersbaarheid van brand. Deel 1: Methode Beheersbaarheid van brand, Integrale Leidraad. Deel 2: Toepassingsinstructie, Toelichting, praktijkinformatie. Deel 3: Afwegingsmodel, Complexe situaties. Oranjewoud/SAVE, V2BO-advies, EFPC, Deventer
- Overveld, M. van, Graaf, P.J. van der, Eggink, S. and Berghuis, M.I. (2011). Praktijkboek Bouwbesluit 2012. Sdu Uitgevers b.v., The Hague
- SBR (1982). Een brandveilig gebouw ontwerpen, handleiding voor ontwerpers. Stichting Bouwresearch (Building research foundation), Rotterdam
- SBR (1984). Menselijk gedrag bij brand (B 29-2). Stichting Bouwresearch (Building research foundation), Rotterdam
- Scherjon, J.W., Hagen, R.R., Witloks, L. (1999). Brandpreventie in een andere dimensie. Netherlands Institute for Fire Service and Disaster Management (Nibra), Arnhem
- Schleich, J.B. et al. (2001). (Twilt, L. translation). Valorisatie project, Natuurlijk Brandconcept. ProfilArbed s.a., Luxembourg

- Soomeren, P. van, Stienstra, H., et al. (2007). Menselijk gedrag bij vluchten uit gebouwen. DSP-groep/SBR, Amsterdam/Rotterdam
- Straalen, IJ., Schraven, J., et al. (2008). Regels voor resultaat. NIFV/Efectis/TNO, Delft
- SZW (1997). Working Conditions Decree (Arbeidsomstandighedenbesluit – Decree of 15 January 1997 laying down rules in the interests of safety, health and wellbeing related to work.)
- SZW (1999). 1998 Working Conditions Act (Arbeidsomstandighedenwet 1998 – Act of 18 March 1999 laying down provisions to improve working conditions).
- Sozawe (2012). Brochure Storeybuilder, Leren van ongevallen. Dutch Ministry of Social Affairs and Employment (SZW, Sozawe), The Hague
- Suurenbroek, Y. (2010). Grote gebouwen, grote branden. Saxion University of Applied Sciences, Enschede
- Twilt, L. (1994-1998). Disseminatie van fire safety engineering kennis, deel 2: thermische response. Difisek
- Veld, L. van het, Ham, K., et al. (2005). Risico's en Risicoanalyse, nader toegelicht. TNO, Apeldoorn
- VenJ (2010). Safety Regions Act (Wet veiligheidsregio's – Act of 11 February 2010 laying down provisions for the fire service, disaster response, crisis management and medical assistance)
- VenJ (2010). Safety Regions Decree (Besluit veiligheidsregio's – Decree of 24 June 2010 laying down provisions on the fire service, disaster response, crisis management and medical assistance)
- Vliet, V.M.P. van, Kobes, M., Schokker, J.J. (2007). Staalkaart adviesbureaus. Onderzoekprogramma Simulatie. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem
- VNG (2011). Model-bouwverordening (14e serie wijzigingen MBV 1992). Association of Netherlands Municipalities, The Hague
- VROM-Inspectie, et al. (2011). Brandveiligheid van justitiële inrichtingen, herhalingsonderzoek. VROM-Inspectie, The Hague
- VROM-Inspectie, et al. (2011). Brandveiligheid van zorginstellingen. VROM-Inspectie, The Hague
- VROM (2007). Handreiking grote brandcompartimenten. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM), The Hague
- VROM (2007). Achtergronden van de handreiking grote brandcompartimenten. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM), The Hague
- VROM (2007). Doelstellingen brandveiligheid grote brandcompartimenten. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM), The Hague
- Weges, J., et al. (2003). Miljoenenbranden. Netherlands Institute for Fire Service and Disaster Management (Nibra), Arnhem
- Witloks, L., et al. (2009). Visie op Bedrijfshulpverlening: werken vanuit (brand)scenario's. Document voor educatie. Netherlands Institute for Safety (NIFV), Arnhem
- Zhao, B. (1994-1998). Disseminatie van fire safety engineering kennis, deel 3: mechanische response. Difisek









Instituut Fysieke Veiligheid  
P. O. Box 7010  
6801 HA Arnhem  
The Netherlands  
+31 (0)26 355 24 00  
[www.ifv.nl](http://www.ifv.nl)

# Rakennusten paloturvallisuus

Tämä kirja on vapaa suomennos ja Suomen oloihin sovitettu versio teoksesta *The Basis for Fire Safety. Substantiating fire protection in buildings*. Alan-komissa huomattiin, että palot eivät vähentyneet, vaikka lainsäädäntöä kehitettiin. Tämän arveltiin johtuvan siitä, että kukin laki lähestyi paloturvallisuutta omista lähtökohdistaan ja paloturvallisuuden kokonaiskuva puuttui. Teoksen kirjoittajien tavoitteena oli kuvata paloturvallisuutta rakennuksen, siinä toimivien ihmisten ja tulipalon kehittämisen näkökulmasta käytettäväksi rakennussuunnittelun tukena ja pelastustoimen turvallisuusviestinnässä.

Teos on saanut alkunsa käytännön tarpeesta ja lopputuloksena on saatu malli, jossa kuvataan paloturvallisuusajattelua ja yhdistetään rakennustyyppit riskitekijöihin. Riskitekijöitä tarkastellaan palon kehittymisen, rakennusten ominaisuuksien ja ennen kaikkea rakennusta käyttävien ihmisten näkökulmista. Keskiössä on poistumisturvallisuus.

Suomeksi julkaistaan melko vähän kirjallisuutta, jossa käsitellään muiden maiden pelastustoimintaa tai paloturvallisuusnäkökulmia. Alan kehittämisen kannalta on merkittävää, että suomalaiseseen paloturvallisuuskeskusteluun voidaan liittää ajatuksia maista, joissa turvallisuuskulttuuriin kiinnitetään erityisen paljon huomiota. Kaikki kirjan ajatukset eivät sellaisenaan sovi Suomen oloihin, mutta periaatteet ovat sovellettavissa meilläkin.

Kirjan osia voidaan soveltaa rakennussuunnittelussa, pelastustoiminnan ja palojen ehkäisyn opettamisessa sekä turvallisuusviestinnässä. Teoksen käännöstyötä on tukenut Palosuojelurahasto ja kirja on painettu European Fire Safety Alliancen tuella.



ISBN 978-952-94-2594-5 (nid.)

ISBN 978-952-94-2595-2 (PDF)

Etukannen kuva: Varsinais-Suomen pelastuslaitos / Riku Koskinen

Takakannen kuva: Varsinais-Suomen pelastuslaitos