PELASTUSOPISTO

# Rakennuspalon sammutus

**Ismo Huttu, Ville Ala-Kokko, Pasi Paloluoma, Mika Smura, Juha Ronkainen, Jani Jämsä, Ari Mustonen, Karoliina Meurman ja Marko Hassinen**

**A**
OPPIMATERIAALI

# Rakennuspalon sammutus

**Ismo Huttu, Ville Ala-Kokko, Pasi Paloluoma,
Mika Smura, Juha Ronkainen, Jani Jämsä,
Ari Mustonen, Karoliina Meurman ja Marko Hassinen**

Pelastusopiston julkaisu
A-sarja: Oppimateriaalit
3/2022

ISBN 978-952-7217-66-5 (nidottu)
ISSN 1795-9152 (nidottu)
ISBN 978-952-7217-67-2 (pdf)
ISSN 2343-435X (pdf)

Pelastusopisto
PL 1122
70821 Kuopio
www.pelastusopisto.fi

Taitto ja paino: Grano Oy
Kansikuva: Seppo Syrjä

# Alkusanat

Tämä julkaisu on syntynyt Pelastusopiston hankkeessa Sammutustekniikka Rakennus- ja liikennevälinepaloissa. Hanketta rahoitti **Palosuojelurahasto**, jonka tuki on mahdollistanut tämän julkaisun tekemisen. Kiitos tästä tuesta Palosuojelurahastolle.

Rakennuspalon sammutus -julkaisun alkuperäinen työnimi oli Sammutustekniikka rakennuspaloissa. Julkaisun sisällön laadinnan edetessä huomattiin, että sammutustekniikka käsitteenä oli aivan liian suppea kuvaamaan tämän julkaisun sisältöä. Sammutustekniikka on vain osa rakennuspalon sammuttamisen kokonaisuutta. Tässä julkaisussa rakennuspalon sammuttamista käsitellään laajemmin myös sammutustaktiikan, pelastustoiminnan johtamisen, rakenteellisen paloturvallisuuden, palontutkinnan ja työturvallisuuden näkökulmasta.

Julkaisun sisällön tuottamiseen on osallistunut useita henkilöitä, jotka omalla ammattiosaamisellaan ovat tuoneet julkaisuun oman arvokkaan panoksensa. Kiitos tässä heille kaikille yhteisesti. Ilman heidän suurta panostaan tämä julkaisu ei olisi ollut mahdollinen!

**Pasi Paloluoma** on kirjoittanut luvun 2 kokonaisuudessaan, ja se käsittelee sammuttamisen nelikenttämallia. Samoin luku 9, Rakennuspalon tutkinta, on Paloluoman käsialaa. Luvun 4.1 rakennuspalojen tilastot prontosta on seulonut **Tuomas Kuikka**. **Marko Hassinen** on selvittänyt virtausten merkitystä rakennuspaloissa ja kirjoittanut luvun 4.3 sekä toiminut julkaisun sisällön asiantuntijana. **Ville Ala-Kokko** on kirjoittanut useita lukuja, kuten 4.2 Palon leviäminen ja 4.4 Tiedustelu sekä sammutustekniikaan ja sammutustoimintan liittyvät luvut 5.1, 6.1 ja 6.5. Nykyisen nelikenttämallin (kaavio 2) esitysmuoto on Ala-Kokon käsialaa, onhan hän ollut nelikenttämallin arkkitehtina aktiivinen. **Brita Somerkoski** esitteli nelikenttämallin suomennoksen ensimmäisenä julkaisussaan Rakennusten paloturvallisuus (Somerkoski 2019). **Karoliina Meurman** on ollut laatimassa luvut, kuten 5.12.1 ja 5.12.3, joissa käsitellään alkusammuttimia. Ontelopaloja ja niiden sammuttamisesta on kirjoittanut **Juha Ronkainen** luvussa 4.5. Luku 7 Sammutettavan rakennuskohteen rakenteellinen turvallisuus ja palotekniset laitteistot on **Jani Jämsän** ja **Ari Mustosen** yhdessä laatima iso kokonaisuus. Pelastustoimen johtamista on käsitelty luvussa 8, jonka on kirjoittanut **Mika Smura**. Luku 5.3.1 käsittelee sammutustuuletusta kerrostalopalossa, ja kyseessä on alun perin Helsingin pelastuslaitoksen kehittämä HYP-toimintamalli (hyökkäävä ylipainetuuletus). Asiantuntijoina ovat olleet **Vesa Hyvönen**, **Petri Strandberg** ja **Marko Kouko**. **Arto Latvala** on toiminut asiantuntijana ja julkaisun sisällön tarkistajana. **Antti Korhonen** on kommentoinut julkaisua käytännön näkökulmasta. **Taneli Rasmus** on antanut rakentavia kommentteja julkaisun sisältöön. **Keski-Uudenmaan pelastuslaitoksen** pelastusryhmä **Mikko Honkasen** johtamana esiintyy useissa julkaisun videoissa, ja videot on kuvannut ja editoinut **Iiro Immonen**. Kuvia julkaisuun on ottanut Immosen lisäksi **Jonna Kolehmainen** ja **Pekka Toivanen**. Julkaisussa on myös aikaisemmassa projekissa (Huttu 2018) Keski-Uudenmaan Pelastuslaitoksen kanssa otettuja Pelastusopiston kuvia.

Julkaisussa on viitattu lukuisiin ansiokkaisiin Pelastusopiston päällystötutkinnon opinnäytetöihin ja alipäällystötutkinnon kehittämishankkeisiin. Kiitos näiden töiden tekijöille. He ovat näin oman opinnäytetyönsä kautta olleet mukana tämän julkaisun teossa.

Kuopiossa 15.12.2022
Ismo Huttu

# Sisällys


**Alkusanat** ..... **3**

**Määritelmät** ..... **9**

**Johdanto** ..... **12**

**1 Sammutustekniikan lyhyt historia** ..... **14**
1.1 Riittävän vesivirran ongelma ..... 14
1.2 Sammutustekniikka ennen sammutusruiskuja ..... 14
1.3 Sammutusruiskujen kehitys rakennuspalojen sammutustekniikan kulmakivi ..... 15
1.4 Sammutusruiskuista paloautoihin ..... 15
1.5 Hyökkäävän sisältä sammuttamisen kehityskulku ..... 16
1.6 Täydentävät sammutustekniikat uusi vanha keksintö ..... 17
1.7 Savutuuletus, palokuntien ilma-ase ..... 17

**2 Sammutustaktiikan nelikenttämalli** ..... **19**
2.1 Taustaa ..... 19
2.2 Nelikenttämallin kehittämisen perusteet ..... 20
2.3 Nelikenttämallin hyödyntäminen ja tavoitteet ..... 20
2.4 Nelikenttämalli sammutustaktiikan perustana ..... 22
2.5 Nelikenttämallin hyödyntäminen operaation aikana ..... 24
2.5.1 Alkuvaihe (ennakko-, hälytys- ja lisätiedot) ..... 24
2.5.2 Tiedusteluvaihe (kohteessa) ..... 25
2.5.3 Toteutusvaihe ..... 26
2.5.4 Pelastustoiminnan päättäminen ..... 26
2.6 Rakennuksen ominaisuudet, linkki palonehkäisyn ja pelastustoiminnan välillä ..... 26
2.6.1 Puolustava ulkoa – palon leviämisen estämisen taktiikka ..... 26
2.6.2 Hyökkäävä ulkoa – sammuttamisen ja rajoittamisen taktiikka ..... 27
2.6.3 Puolustava sisältä – rajoittamisen ja sammuttamisen taktiikka ..... 27
2.6.4 Hyökkäävä sisältä – sammuttamisen taktiikka ..... 27

**3 Sammuttamisen perusteet** ..... **29**
3.1 Palamisen perusteet ..... 29
3.2 Syttymisrajat ..... 33
3.3 Sammutteet ja niiden ominaisuudet ..... 35
3.3.1 Vesi ..... 35
3.3.2 Veden sammutusvaikutukset rakennuspalossa ..... 36
3.3.3 Tarvittava vesivirta ..... 37

3.3.4 Sammutusveden pisarakoon merkitys ..... 38
3.3.5 Veden lämpösäteilyn absorptiokyky ..... 39
3.3.6 Sammutusjauheet ..... 40
3.3.7 Aerosolisammute ..... 41
3.3.8 Hiilidioksidi ..... 42
3.3.9 Vaahdot ..... 43
3.3.10 Sammutusveteen lisättävät lisäaineet ..... 45
3.3.11 Sammutusjätevesi ..... 46

**4 Rakennuspalot ..... 47**
4.1 Rakennuspalot tilastojen näkökulmasta ..... 47
4.1.1 Tulipalotehtävien määrät ..... 47
4.1.2 Rakennuspalojen ja rakennuspalovaarojen määrät ..... 47
4.1.3 Rakennuspalojen määrä erityyppisissä rakennuksissa ..... 48
4.1.4 Rakennuspalojen jakaantuminen paloluokittain ..... 49
4.1.5 Rakennuspalon kehittymisaste rakennuspaloissa pelastuslaitoksen saapuessa kohteeseen ..... 50
4.1.6 Rakennuspaloissa käytetyt sammutusmenetelmät ..... 51
4.2 Palon kehittyminen ja leviäminen rakennuksessa ..... 52
4.2.1 Palo rakennuksessa vai rakennuspalo? ..... 52
4.2.2 Palon leviäminen rakennuksessa ..... 53
4.2.3 Palon leviäminen rakennuksessa, esimerkkinä rivitalopalo ..... 56
4.3 Virtausreitin huomioiminen työturvallisuudessa ..... 59
4.4 Rakennuspalon tiedustelu ..... 62
4.4.1 Tieto ja tilannekuva ..... 62
4.4.2 Rakennuspalon tehtävälaji ..... 63
4.4.3 Tiedusteltavat asiat ..... 65
4.4.4 Tiedustelu kohteessa ..... 67
4.4.5 Tiedustella vai toimia? ..... 68
4.4.6 Rakennuksen sisätilojen määrittäminen ..... 70
4.5 Ontelopalot ..... 73
4.5.1 Ontelopalon keskeinen ongelma ..... 73
4.5.1 Ontelopalon sammuttamisen haasteet ..... 74
4.5.2 Palon rajoittaminen ja leviämisen estäminen onteloon ..... 74
4.5.3 Tiedustelu ontelopalossa ..... 76
4.5.4 Ontelopalon sammuttaminen ..... 76
4.5.5 Normaalikorkuisen yläpohjan ontelon sammuttaminen sivuilta, päädystä ja alapuolelta ..... 77
4.5.6 Normaalikorkuisen yläpohjan ontelon sammuttaminen katon lappeelta ..... 78
4.5.7 Matalat yläpohjaontelot ..... 79
4.5.8 Palon rajoittaminen ontelossa ..... 80

**5 Sammutustekniikat ..... 81**
5.1 Suihkuputkisammutustekniikka ..... 81
5.1.1 Suihkuputkella sammuttaminen ..... 82
5.1.2 Suihkukulma ..... 85

5.1.3 Suihkuputkisavutuuletuksessa hyödynnetään suihkun aiheuttamaa imua ..... 86
5.1.4 Suihkukulman merkitys sammutuksessa ..... 88
5.1.5 Rakennuspalon sammuttaminen suihkuputkella ulkoapäin ..... 90
5.1.6 Sisäsammutustekniikka ..... 91
5.1.7 Siirtymäsammutustekniikka ..... 94
5.2 Järeä suihkuputki- ja maavesitykki-sammutustekniikka ..... 96
5.3 Sammutustuuletus ylipaineella ..... 98
5.3.1 Sammutustuuletus ylipaineella kerrostalossa ..... 101
5.4 Sammutustuuletus alipaineella ..... 105
5.5 Täydentävien sammutustekniikoiden mahdollisuus ..... 107
5.6 Korkeapainesammutuslaitteet ..... 109
5.7 Sammutinleikkurin sammutustekniikka ..... 110
5.8 UHPS- ja HPS-sammutustekniikka ..... 112
5.9 CAFS-sammutustekniikka ..... 115
5.10 Pistosuihkuputki-sammutustekniikka ..... 120
5.11 Varsi- ja keihässammuttimet ..... 124
5.12 Käsisammuttimien käyttö rakennuspaloissa ..... 126
5.12.1 Käsisammuttimien määritelmät ja teholuokat ..... 126
5.12.2 Jauhe- ja vesipohjaisen sammuttimen käyttö rakennuspalossa ..... 130
5.12.3 Käsisammutin ja litiumioniakkupalo ..... 133
5.13 Heittosammuttimen käyttö rakennuspalossa ..... 134
5.14 Pikapalopostien käyttö rakennuspaloissa ..... 136

**6 Sammutustoimenpiteet rakennuspaloissa ..... 138**
6.1 Altistumisen vähentäminen rakennuspalon sammutuksessa ..... 138
6.2 Vaara-alueiden määrittäminen ..... 142
6.3 Taktinen nelikenttämalli rakennuspaloissa teknisen johtamisen perusta ..... 144
6.4 Ensitoimenpiteisiin kuuluvat selvitykset ..... 147
6.5 Sammutusreitti ja rajoituslinja ..... 148
6.6 Kerrostalopalo ..... 151
6.6.1 Kellaripalon erityispiirteitä ..... 154
6.6.2 Ullakkopalon erityispiirteitä ..... 155
6.6.3 Korkeiden rakennusten erityispiirteitä ..... 156
6.6.4 Toimisto- ja majoitustilojen erityispiirteitä ..... 159
6.7 Rivitalopalo ..... 160
6.8 Omakotitalopalo ..... 162
6.9 Hallityyppiset teollisuuskohteet ..... 163
6.10 Aurinkopaneelien huomioiminen sammutustyössä ..... 167

**7 Sammutettavan rakennuskohteen rakenteellinen turvallisuus ja palotekniset laitteistot ..... 171**
7.1 Asuinrakennukset ..... 172
7.1.1 Omakotitalot ..... 172
7.1.2 Rivitalot ..... 177
7.1.3 Asuinkerrostalot ..... 181
7.2 Majoitustilat ja hoitolaitokset ..... 187

7.3 Toimistorakennukset ... 193
7.4 Kokoontumis- ja liiketilat ... 200
7.4.1 Koulut, päiväkodit, ravintolat ja myymälät ... 200
7.4.2 Muut isot kokoontumisrakennukset ... 208
7.5 Tuotanto- ja varastorakennukset ... 215
7.5.1 Pienteollisuuskohteet ... 215
7.5.2 Suuret tuotanto- ja varastorakennukset ... 218
7.6 Autosuojat ... 226
7.6.1 Pienet autotallit ja -katokset ... 226
7.7 Korkeat rakennukset (yli kahdeksankerroksiset) ... 229
7.8 Muut pienet talousrakennukset ... 236

**8 Pelastustoiminnan johtaminen rakennuspaloissa ... 240**
8.1 Pelastusmuodostelmat ... 241
8.2 Pelastustoiminnan johtamisen säädösperusta ... 241
8.3 Pelastustoiminnan johtajan toimivaltuudet ... 242
8.4 Pelastustoiminnan johtamistasot ... 243
8.4.1 Tekninen johtamistaso ... 243
8.4.2 Taktinen johtamistaso ... 244
8.4.3 Strateginen johtamistaso ... 244
8.5 Tilannepaikan johtaja ... 244
8.6 Pelastustoiminnan johtamisen taktiset yleisperiaatteet ... 245
8.7 Johtamisprosessi ... 246
8.8 Työturvallisuuden johtaminen sammutustoiminnassa ... 247
8.8.1 Pelastustoiminnan johtaja turvallisuusjohtajana ... 247
8.8.2 Työturvallisuutta tehdään ennakoimalla ... 248

**9 Rakennuspalon tutkinta ... 250**
9.1 Palontutkinta pelastustoimessa ... 250
9.2 Tutkinnan edellytykset ... 250
9.3 Keskeiset tehtävät pelastustoiminnan aikana ... 250
9.3.1 Tilanteen havainnointi ... 251
9.3.2 Kohteen tutkintaedellytysten säilyttäminen ... 254
9.3.3 Rakennuspalon dokumentoiminen ... 255
9.3.4 Kommunikointi palopaikalla ... 255
9.4 Muistilista ensihavainnoista rakennuspalopaikalla ... 255
9.5 Rakennuspalo tutkinnan kohteena ... 256
9.6 Pelastustoiminnan kulku ja arviointi ... 256
9.6.1 Pelastustoiminnan kulun selvittäminen ... 256
9.6.2 Pelastustoiminnan arviointi ... 257
9.6.3 Toiminnan kehittäminen ja onnettomuuksista oppiminen ... 257

**Lähteet ... 259**

# Määritelmät

Julkaisun tekstissä käytetään palo- ja pelastussanaston mukaisia termejä, mutta edelleen osaa termeistä ei ole määritelty lainkaan tai riittävän kuvaavasti, joten seuraavassa on määritelty tähän julkaisuun liittyvät asiat:

**Alkupalo** on rakennuspalon syttymiskohdassa oleva palava irtaimisto ja palavat rakenteet.

**Alkupalon vaihe** on palon syttymisestä alkava palon vaihe, joka päättyy lieskahdukseen, vakiotehon vaiheeseen tai hiipumiseen.

**Alkusammutustiedustelu** tarkoittaa tiedustelua ja alkusammuttamista. Alkusammutustiedusteluun liittyy epävarmuus tilanteesta ja mahdollisia vaaroja, jotka kohdistuvat alkusammutustiedustelua tekevään henkilöön. Alkusammutustiedustelussa tulee huomioida työturvallisuus ja käyttää asianmukaisia suojavarusteita kuten paloasua ja paineilmahengityslaitetta.

**Altistumisella** tarkoitetaan haitallisen kemikaalisen, fysikaalisen tai biologisen tekijän kohtaamista, joka voi aiheuttaa haitallisia muutoksia altistuneen elimistössä.

**CAFS** (Compressed Air Foam System) on painevaahtosammutuslaitteisto, jossa ilma sekoitetaan vesi-vaahdoteliuokseen. Vaahdotetta vedessä on 0,3–1 %. Muodostuneessa sammutteessa on 1 osa vettä ja 6 osaa paineilmaa.

**HYP** tulee lyhenteestä hyökkäävä ylipainetuuletus. Muun muassa Helsingin kaupungin pelastuslaitos käyttää tätä termiä, kun tarkoitetaan sammutustuuletusta ylipaineella.

**Interventiolla** tarkoitetaan negatiivisen onnettomuuskehityksen katkaisua, joka tarkoittaa käytännössä sammutustoimien aloittamista. Interventio voi onnistua jo ennen pelastuslaitoksen saapumista kohteeseen.

**Ontelotilat** ovat rakennuksen ja rakenteiden piilossa olevia tiloja. Ne ovat usein vaikeapääsyisiä tiloja, jotka muodostavat merkittävän tulipalovaaran.

**Palon leviämisen estämisellä** tarkoitetaan toimenpiteitä, joiden tavoitteena on estää palon leviäminen ympäristöön ja muihin rakennuksiin sekä estää palon aiheuttamat haittavaikutukset ympäristölle.

**Palon rajoittaminen** tarkoittaa palon rajaamista palo-osastoon tai palavaan tilaan. Tätä voidaan toteuttaa esimerkiksi sammutussuihkujen avulla sekä savun hallinnalla.

**Palon sammuttaminen** tarkoittaa liekkipalon sekä hehkupalon sammuttamista sekä kuuman savun jäädyttämistä.

**Palon jälkisammuttaminen** tarkoittaa lähinnä hehkupalon sammuttamista ja kuumien pintojen jäähdyttämistä.

**Pelastettavalla** tarkoitetaan palavassa tai savuisessa tilassa tai savun saartamassa tilassa olevaa henkilöä tai eläintä, joka ei omin avuin pääse poistumaan tilasta.

**Porrashuoneella tai porraskäytävällä** tässä julkaisussa tarkoitetaan osastoitua uloskäytävää.

**Poistoaukolla** tarkoitetaan savutuuletuksessa tai sammutustuuletuksessa aukkoa, jonka kautta savu poistuu palotilasta. Poistoaukosta on käytetty myös nimitystä pakoaukko ja savunpoistoaukko.

**Rajoituslinjalla** tarkoitetaan sitä kohtaa, mihin palo pyritään rajaamaan.

**Riski** on vaaratilanteen aiheuttamien vahinkojen vakavuuden ja todennäköisyyden yhdistelmä. Riski kuvaa vaaran suuruutta.

**Sammutusreitti** tarkoittaa rakennuksen sisällä pelastushenkilöstön käyttämiä kulkureittejä palon rajoittamiseksi ja sammuttamiseksi.

**Sammutustaktiikka** tarkoittaa suunnitelmallista menettelytapaa käyttää pelastusmuodostelmia palon sammuttamiseksi, rajoittamiseksi tai leviämisen estämiseksi. Rakennuspaloissa sovelletaan taktiikan valinnassa nelikenttämallia.

**Sammutustekniikalla** tarkoitetaan sammutuksessa käytettäviä välineitä ja keinoja.

**Sammutustuuletus** on sammuttamista ylipainetuuletuksen tai alipainetuuletuksen avulla. Palo- ja pelastussanastossa 2006 käytetään termiä palotuuletus. Sammutustuuletus voidaan tehdä yli- tai alipaineella, ja englanninkielinen vastine on Positive Pressure Ventilaiton (PPV) ja Negative Pressure Ventilation (NPV).

**Savusukellus** on sammutus- ja pelastustehtävän suorittamista sisällä rakennuksessa tai muussa rajatussa sisätilassa, missä on tiheä savupatja. Tiheä savupatja tarkoittaa palamisessa syntyneen savun kerääntymistä rajattuun tilaan siten, että tilassa näkyvyys ja liikkuminen on savun takia merkittävästi heikentynyt. Savusukeltaminen edellyttää savusukellusvarustusta ja paineellista työjohtoa tai vastaavaa. Työskentely palavan rakennuksen katolla rinnastetaan savusukellukseen.

**Savusukellustekniikalla** tarkoitetaan savusukelluksessa käytettäviä välineitä ja keinoja.

**Savusukellusvalvonnalla** tarkoitetaan järjestelyä, jonka avulla seurataan savusukeltajien viestejä, valvotaan sukellusaikaa ja ilmoitetaan ryhmänjohtajalle ja sukellusparille sukellukseen liittyvistä tarpeellisista asioista. Sukellusvalvonnasta pidetään valvontapöytäkirjaa.

**Savusukellusvalvojalla** tarkoitetaan henkilöä, joka huolehtii savusukellusvalvonnasta. Savusukellusvalvojana toimii pelastusryhmän kuljettaja eli konemies, ellei muusta järjestelystä ole päätetty.

**Siirtymäsammutustekniikka** on sammutustekniikka, jossa ensin suoralla suihkulla suihkutetaan vettä palavan tilan kattoon palotilan ulkopuolelta, minkä jälkeen siirrytään sisäsammutukseen.

**Sisäsammutustekniikka** tarkoittaa huonepalon sammuttamista suihkuputkella rakennuksen sisällä. Tekniikka edellyttää savusukellusta.

**Suihkukulma** on suihkuputkesta lähtevän suihkun leveyden muodostama kulma.

**Suojaparilla** tarkoitetaan kahden savusukeltajan muodostamaa sukeltavan savusukellusparin tai -parien toimintaa turvaamaan varautunutta työparia.

**Taktinen nelikenttämalli rakennuspaloissa** sisältää hyökkäävän ja puolustavan taktiikan ulkoa ja sisältä. Puolustavan taktiikan tavoitteena on palon rajoittaminen ja sammuttaminen sekä palon leviämisen estäminen. Hyökkäävän taktiikan tavoitteena on palon sammuttaminen ja rajoittaminen.

**Täydentävät sammutustekniikat** ovat sammutustekniikoita, joita käytetään ns. perinteisten sammutustekniikoiden rinnalla, kuten, sammutustekniikka pistosuihkuputkilla, sammutinleikkurilla, CAFS- tai UHPS-sammutinlaitteella, käsisammuttimilla tai varsi- ja kehihässammuttimilla. Aikaisemmin käytettiin näistä termiä vaihtoehtoiset tai täydentävät sammutusmenetelmät.

**Vaaralle altistuminen** tarkoittaa, että henkilö joutuu vaaran vaikutusalueelle eli vaaravyöhykkeelle ja on alttiina vaaran aiheuttamille haitallisille seurauksille.

**Vaaratilanteessa** henkilöön kohdistuu yksi tai useampia vaaratekijöitä.

**Vaaroilla tai vaaratekijöillä** tarkoitetaan työssä esiintyviä tekijöitä, ominaisuuksia tai ilmiöitä, jotka voivat aiheuttaa haittaa tai vaaraa työntekijöiden terveydelle tai turvallisuudelle, esimerkiksi tapaturman, onnettomuuden, ammattitaudin tai liiallista ruumiillista tai henkistä kuormittumista. Vaaratekijöitä ovat esimerkiksi melu, liukkaat lattiat, jatkuva kiire tai huono työasento.

**Varmistaminen** on palon rajoittamista tai sammuttamista tai siihen varautumista eri sammutusmenetelmillä ja -välineillä. Yleensä varmistamista edeltää tiedustelu.

**Ventilaatio palossa** on palamisilman kulkeutuminen rakennuksessa palotilaan.

**UHPS** (Ultra-high Pressure System) ja **HPS** (High Pressure System) on korkeapainesammutuslaite, jonka suihkupaine on yli 100 baaria ja pisarakoko on mikropisaran kokoista (alle 0,1 mm).

# Johdanto

Edellinen rakennuspalojen sammutusta käsittelevä julkaisu on yli kolmekymmentä vuotta vanha, vuodelta 1988 (Alho 1988. Sammutustekniikka. Suomen palontorjunta liitto). ”Vanhan sammutustekniikkakirjan” korvasi Palofysiikan kirja, jonka ensimmäinen painos tuli vuonna 2000 (Hyttinen 2000) ja myöhemmin uusi painos vuonna 2008 (Hyttinen, Tolonen & Väisänen 2008). Sammutustekniikan ja sammutusvälineiden kehittyminen on vaikuttanut sammutustaktiikan uudelleen tarkastelua: mikä on järkevää, tehokasta ja työtuvallista sammutustoimintaa missäkin tilanteessa? Sammutustaktiikan ja tekniikan valinnalla on myös vaikutus altistumiseen sekä työssä kuormittumiseen.

Huonepalon sammutustekniikka oli vielä 1970-luvulla suoraa sammuttamista: vettä suoraan palavaan kohteeseen reilulla vesivirralla suurella pisarakoolla. Sammutusvarusteiden parantuessa ja savusukelluksen tultua mukaan sammutustekniikkaan siirryttiin epäsuoraan sammuttamiseen. Pienpisarasammutusmenetelmä tuli 1980-luvun lopulla Ruotsista Suomeen. Se on ollut vallitseva sisäsammutustekniikka huonepalossa jo kolmekymmentä vuotta. Tekniikka on tehokas ja oikein käytettynä turvallinen. Tekniikka on jopa niin hyvä, että Suomessa huonepalon sammutustekniikan kehitys on jäänyt lähes paikoilleen. On myös muita uusia tehokkaita sammutusmenetelmiä ja myös vanhoja vaihtoehtoja. Ulkomailla on käytetty menestyksellisesti jo pitkään erilaisia sammutusmenetelmiä, kuten sammutustuuletusta yli- ja alipaineella (PPV ja NPV) sekä siirtymäsammutustekniikkaa. Myös virtauksia ja virtausreittejä (flow paths) rakennuspaloissa on tutkittu ulkomailla. Sammutussuihkun käyttö sisäsammutuksessa on meillä fokusoitunut lähinnä palokaasujen hallintaan sumusuihkulla. Tästä johtuen sammutussuihkua käytettäessä sumusuihku on lähes ainut suihkun muoto, jota käytetään sisäsammutuksessa ja myös ulkoa sammuttamisessa, mutta se ei ole kaikissa tilanteissa palon hallinnan kannalta edullista.

Tässä julkaisussa rakennuspalon sammuttamista käsitellään kokonaisuutena, jossa mukana ovat sammutustaktiikka, sammutustekniikka, sammutus- ja pelastustyön tekniset toimenpiteet, pelastustoiminnan johtaminen ja rakenteellisen paloturvallisuus. Lisäksi julkaisussa on tarkasteltu rakennuspaloja tilastojen valossa sekä palon leviämisen ja tiedustelun merkitystä sammutustaktiikan valinnalle. Erityisesti on tarkasteltu ontelopaloja, koska ne ovat hankalia palon leviämisen ja palon sammuttamisen näkökulmasta. Julkaisussa esitellään myös palontutkintaa, koska tutkinnan kannalta on hyvin merkityksellistä, mitä havaintoja ja toimenpiteitä rakennuspalon sammutustoiminnan aikana tehdään.

Palofysiikkaa on käsitelty sammuttamisen perusteiden näkökulmasta vain siltä osin, kun sillä on merkitystä tässä julkaisussa esitetyissä sammutustekniikoissa. Palofysiikan lainalaisuudet kannattaa siis lukea Palofysiikan kirjasta (Hyttinen, Tolonen & Väisänen 2008 tai uudemmat painokset).

Sammutustaktiikan perustana tässä julkaisussa on nelikenttämalli. Palon sammuttamisen nelikenttämalli on tullut meille Alankomaista. Brita Somerkoski esitteli nelikenttämallin suomennoksen ensimmäisenä julkaisussaan Rakennusten paloturvallisuus (Somerkoski 2019). Savusukellusoppaassa (Ala-Kokko 2021) nelikenttämallia on kehitetty edelleen sammutustekniikan näkökulma huomioiden. Tässä julkaisussa nelikenttämallia on käsitelty omassa luvussaan alkuperäisen julkaisun mukaan (Hagen, Hendriks & Molenaar 2014, Quadrant Model for Fighting Structure Fires). Lisäksi nelikenttämallia on sovellettu julkaisun

muissa luvuissa ja sen esitysmuotoa on kehitetty lisää savusukellusoppaasta.

Täydentävistä sammutusmenetelmistä on ollut Palosuojelurahaston rahoittama hanke, samoin ensitoimenpiteisiin kuuluvista selvityksistä sekä savusukelluksesta. Pelastusopiston julkaisussa Pelastusryhmän ensitoimenpiteisiin kuuluvat selvitykset sammutustehtävissä (Huttu 2018) on tarkemmin kuvattu selvitysmallit rakennuspaloissa ja myös rakennusten tekniset ratkaisut sammutus- ja pelastustyön kannalta. Pelastusopiston julkaisussa Savusukellusopas (Ala-Kokko 2021) on käsitelty savusukeltamiseen liittyviä toimintoja laajasti, muun muassa savusukeltajan suojavarusteet, työturvallisuus, sisäsammutustekniikka ja savusukellustekniikka. Savusukellusoppaan sisältöä on osittain myös mukana tässä julkaisussa, ja niihin lukeutuvat esimerkiksi vaara-alueet, altistumisen vähentäminen, sisäsammutustekniikka sekä joitakin videoita.

Tässä julkaisussa käsitellään savun poistoa ja savun hallintaa vain siltä osin, kun se liittyy yksittäiseen sammutustekniikkaan tai sammutustoiminepiteisiin rakennuspaloissa. Savun hallinnasta on tehty erillinen Pelastusopiston julkaisu, Savutuuletus pelastustyössä (Savola 2010). Savusukellusopas, pelastusryhmän ensitoimenpiteisiin kuuluvat selvitykset sammutustehtävissä, savutuuletus pelastustyössä ja tämä julkaisu tukevat sisällöltään toisiaan.

Jälkivahinkojen torjunta (JVT) on tärkeä osaalue, mikä myös tulee huomioida rakennuspalon sammutustoiminnassa. JVT-toimenpiteiden tarkoitus on estää lisävahinkojen syntyminen ja luoda paremmat olosuhteet varsinaisten saneerustoimenpiteiden onnistumiselle (Lappi ym. 2008). Tässä julkaisussa ei käsitellä jälkivahinkojen torjuntaa erikseen. Jälkivahinkojen torjunnasta on tehty Palopäällystöliiton julkaisu (Lappi A., Lempinen J., Leppänen J. 2008. Jälkivahinkojen torjunta. Ensitoimenpiteet vahinkopaikalla).

# 1 Sammutustekniikan lyhyt historia

Rakennuspalojen sammutus on vuosisatoja perustunut lähes yksin omaan veden jäähdyttävään vaikutukseen. Ongelmana on ollut jäähdytysveden riittävyys ja riittävän vesivirran saaminen paloon. Tekniikan kehittyessä letkujen, autopumppujen ja palopostiverkostojen myötä vedenkuljetukseen liittyvät ongelmat jäivät taka-alalle. Sammutusvälineiden ja suojavarusteiden kehittymisen myötä siirryttiin ns. pienpisarasammutustekniikkaan, puolustavasta ulkoa sammuttamisesta hyökkäävään sisältä sammuttamiseen. Vaikka hyökkäävä sisältä sammuttaminen todettiin tehokkaaksi, niin myöhemmin tuli tarve kehittää ns. vaihtoehtoisa ja täydentäviä sammutustekniikoita. Nykyaikaiset sammutusvälineet ja rakennusten tekniset ratkaisut mahdollistivat siirtymisen hyökkäävästä sisältä sammuttamisesta hyökkäävään ulkoa sammuttamiseen. Tietämyksen lisääntyessä ja tekniikan kehittyessä rakennuspalojen sammuttaminen on muuttunut haasteellisemmaksi, mutta myös tehokkaammaksi ja työturvallisemmaksi. Tilanteessa tulee valita sopiva sammutustaktiikka ja siihen soveltuva sammutustekniikka. Enää ei pelkästään jäähdytetä paloa vedellä, vaan on muitakin eri sammutusmenetelmiä valittavana ja näiden yhdistelmiä.

## 1.1 Riittävän vesivirran ongelma

Vanhin tunnettu ja edelleen merkittävin sammutusmenetelmä on jäähdytys. Jäähdytyksessä sammutteena on perinteisesti käytetty vettä. Sammutustekniikan vuosisatainen ongelma on ollut vedensaannin järjestelyt ja vedenkuljetus palopaikalle, jotta palon sammuttamiseksi saataisiin riittävä vesivirta. (Alho 1988, 14.)

Vedenkuljetus palopaikalle pelkällä lihasvoimalla (ihmiset, hevoset, härät) ei tuottanut kovinkaan suurta vesivirtaa varsinkin, kun itse sammutushyökkäys tehtiin pelkillä ämpäreillä. Paloruiskut olivat suuri edistysaskel vedenkuljetuksessa. Aluksi ruiskut toimivat miesvoimalla ja vesi piti kantaa paloruiskun vesikammioon, koska paloletkuja ei ollut vielä olemassa. Lisäksi suihkuputki oli kiinteä osa pumppua, joten sammutusveden saanti oikeaan kohteeseen oli hankalaa ja iso osa sammutusvesivirrasta meni hukkaan. Myöhemmin pumput kehittyivät höyry- ja polttomoottorikäyttöisiksi ja keksittiin paloletku, mikä oli merkittävä edistysaskel sammutustekniikan kehittymisessä. (Alho 1998.)

## 1.2 Sammutustekniikka ennen sammutusruiskuja

1700- ja 1800-luvuilla tuhoisia kaupunkipaloja oli paljon, koska rakennukset olivat pääosin puurakenteisia ja vieri viereen rakennetuista puutaloista kerran irti päästyään tuli levisi helposti koko kortteliin. Esimerkiksi Turun palo vuonna 1827 on suurin Pohjoismaissa sattunut kaupunkipalo. (Juuti 1993, 10.) Sammutusvälineinä tuohon aikaan olivat nahkaämpärit ja köysiluudat, joilla vettä pirskottiin palavalle katolle. Palohaalla ja palokirveellä suoritettiin sammutusraivausta repimällä katto- ja seinärakenteita. Naapurirakennuksia suojattiin nahkaisilla tai kankaisilla palopurjeilla. (Alho 1988, 15.) Sammutustaktisessa mielessä sammuttaminen oli lähinnä **puolustavaa ulkoa sammuttamista**, koska sammutusvälineet eivät antaneet muuhun mahdollisuutta. Koska tulipalot olivat tuohon aikaan tuhoisia

ja sammutustoiminta tehotonta suurissa paloissa, kaupunkien yksi tärkeimpiä järjestyssääntöjä oli palojärjestys. Palojärjestyksessä oli määräyksiä muun muassa tulen käsittelystä, yövartioinnista, palon sammuttamisesta sekä kaupunkilaisten velvoitteista osallistua sammutustyöhön. (Juuti 1993, 22.)

## 1.3 Sammutusruiskujen kehitys rakennuspalojen sammutustekniikan kulmakivi

Sammuttaminen pelkällä kantovedellä ja sammutusveden toimittaminen palokohteeseen ämpärillä oli suuremmissa paloissa työlästä ja tehotonta. 1700-luvulla tulivat ensimmäiset sammutusruiskut, jotka toimivat miesvoimalla. Ruiskuissa oli kiinteä suihkuputki, letkuja ei tuolloin vielä ollut käytössä ja vesi piti kantaa miesvoimapumpun vesikammioon. Kiinteän suihkuputken vuoksi pumppu piti saada lähelle palavaa rakennusta, jotta sammutussuihku edes jotenkin tavoitti sammutuskohteen. Tämä oli kuitenkin huima kehitys siihen, kun vettä heitettiin ämpärillä paloon. Kiinteillä suihkuilla saavutettiin kuitenkin jopa 30 metrin kantama. Sammutustaktisessa mielessä sammuttaminen oli edelleenkin **puolustavaa ulkoa sammuttamista.**

Ensimmäiset nahkaiset niitatut sammutusletkut tulivat 1800-luvun alussa, mikä muutti ratkaisevasti sammutustekniikan. Letkun avulla päästiin vaikuttamaan suoraan palokohteeseen ja voitiin siirtyä sammuttamaan myös rakennuksen sisälle. (Alho 1988, 19.) Sammutustaktiikassa oli siirrytty seuraavaan vaiheeseen: **hyökkäävään sammutustaktiikkaan ulkoa ja myös sisältä.**

Myöhemmin ruiskujen käyttövoimaksi tuli höyrykone, joka oli iso edistysaskel verrattuna pelkällä miesvoimalla toimivaan ruiskuun. Ensimmäiset polttomoottoriset sammutusruiskut tulivat 1800-luvun lopussa. Saksan valtakunnallisilla palontorjuntapäivillä vuonna 1889 esiteltiin uusi polttomoottorikäyttöinen moottoriruisku, jonka myötä sammutustekniikka aloitti uuden aikakauden.

Nykyiset autopumput ovat rakenteeltaan keskipakopumppuja, ja tekniikan kehittyessä pumput

**Kuva 1.** Nykyaikainen autopumppu.

ovat muuttuneet tehokkaammiksi ja pienemmiksi. Sammutusveden tuotto nykyisillä autopumpuilla on yleensä mallista riippuen noin 3000–4000 l/min (Kuva 1). Vaikka itse pumppu on rakenteeltaan yksinkertainen, moderni autopumppu on monimutkainen kokonaisuus, joka koostuu useista erillisistä laitteista ja niiden ohjausjärjestelmistä. (Höök 2010, 22–32.)

## 1.4 Sammutusruiskuista paloautoihin

1900-luvun alussa otettiin toinen merkittävä edistysaskel sammutustekniikan saralla, kun polttomoottorikäyttöiset paloautot tulivat käyttöön. Aikaisemmin höyry- tai polttomoottorikäyttöisiä ruiskuja tarvittiin vetämään hevoset. Suomessa ensimmäinen bensiinikäyttöinen Scania-Vabis-paloauto hankittiin Helsinkiin 1916. Siinä oli teholtaan 51 kW:n moottori ja tuotoltaan 1500 l/min

oleva peräpumppu. Tosin Helsingin ensimmäinen paloauto hankittiin jo vuonna 1909, ja se oli sähkökäyttöinen. (Alho 1988, 21–24.) Tuohon aikaan hevoset kuitenkin hoitivat valtaosan pelastuskaluston kuljetuksesta valtakunnassa, myös Helsingissä, jossa palokunnalla oli 29 hevosta vuonna 1915 (Nuoreva 1980, 120–123).

Itsestään kulkevat autoruiskut eli paloautot vaikuttivat käänteentekevästi sammutustoiminnan tehoon. Palopumput kehittyivät keskipakopumpuiksi, joiden toiminta niin paine- kuin imupuolella oli toista luokkaa kuin vanhojen mäntätoimisten palopumppujen. Paloautojen ja moottoriruiskujen määrä myös Suomessa lähti hitaaseen kasvuun, ja vuonna 1952 Suomessa oli 1500 moottoriruiskua, 400 autoruiskua ja 600 paloautoa. (Juuti 1993, 57–58.)

Paloautojen kehityksen myötä sammutustoiminnan teho lisääntyi merkittävästi ei pelkästään siitä syystä, että paloautossa oli mukana pumppu, joko kiinteä tai irtoruisku, vaan myös siitä syystä, että miehistö ja muu kalusto saatiin palopaikalle nopeasti. Aluksi paloautoissa ei ollut katettua hyttiä, vaan auto oli ”avoauto” ja palomiehet kulkivat muun kaluston mukana autossa. ”*Kaikki palokunnat ajoivat ennen välkkyvin kypärin avovainuissa, täyskatetut autot herättivät ammattipiireissä suunnatonta pahennusta*” (Pesonen 1957, 5).

## 1.5 Hyökkäävän sisältä sammuttamisen kehityskulku

Sammutuskaluston ja -varusteiden kehittyessä sammutustaktiikka keskittyi **hyökkäävään sisältä sammuttamiseen**. Vastaavasti sammutustekniikan osalta siirryttiin suorasta sammuttamisesta epäsuoraan sammuttamiseen. Se sopi paremmin sisäsammutukseen, jossa usein oli kova kuumuus ja palokohdetta oli vaikea paikallistaa. Vielä 1970-luvulla hyökkäävässä sisältäpäin sammutustaktiikassa käytettiin kuitenkin lähinnä suorasammuttamista: vettä suoraan palavaan kohteeseen reilulla vesivirralla suurella pisarakoolla. Sen aikaiset suihkuputket olivat suorasuihkuputkia (kuva 2), joihin sai myös tarvittaessa suojasumun liekkejä vastaan.

**Kuva 2.** Vanha suorasuihkuputki.

**Kuva 3.** Nykyaikainen automaattisuihkuputki.

1980-luvulla sammutus- ja savusukellusvarusteiden parantuessa siirryttiin epäsuoraan sammuttamiseen, jota Palo-opistossakin opetettiin 1980-luvulla. Tällöin myös suihkuputket muuttuivat siten, että niissä oli kunnollinen sumusuihku. Toiminnaltaan ne kuitenkin olivat manuaaliputkia. Pienpisarasammutusmenetelmä tuli 1980-luvun lopulla Ruotsista Suomeen. Palomestari Raimo Silvander kiersi pitkin Suomea kouluttamassa uutta sisäsammutustekniikkaa. Sammutusmenetelmän alkuperäinen kehittäjä oli paloinsinööri Krister Giselsson. Pienpisarasammutusmenetelmässä pääpaino oli savussa olevissa syttyvissä kaasuissa, palokaasuissa ja niiden eliminoinnissa (Giselsson 1987, 3). Pienpisarasammutusmenetelmä löi itsensä lopullisesti läpi, kun saatiin nykyaikaiset paloasut käyttöön sarka- ja puuvillasammutusasujen tilalle. Manuaalisuihkuputkista siirryttiin automaattisuihkuputkiin (kuva 3). Tosin manuaaliputkilla oli omat kannattajansa ja niitä käytetään edelleenkin. Pienpisarasammutustekniikka,

jota on myös kutsuttu hyökkääväksi sammutustekniikaksi tai ns. tsup-tsup-tekniikaksi, on ollut vallitseva sammutustekniikka rakennuspaloissa jo yli kolmekymmentä vuotta. Tekniikka on tehokas ja oikein käytettynä turvallinen. Tekniikka on jopa niin hyvä, että muiden sammutustekniikoiden kehitys taantui pitkäksi aikaa. Pienpisarasammutustekniikan myötä sammutussuihkun käytössä siirryttiin melkein yksinomaan sumusuihkun käyttöön, joka ei kaikissa sammutustilanteissa ole paras mahdollinen. Sumusuihku aiheuttaa palotilaan virtauksia, jotka ovat epäedullisia palon sammuttamisen kannalta. (Axelsson 2019).

## 1.6 Täydentävät sammutustekniikat uusi vanha keksintö

Jo vuonna 1926 Leo Pesonen kiteytti hyvin nopeiden sammutustoimenpiteiden merkityksen, joka on yksi täydentävien sammutusmenetelmien idea: *”Hyvin tavallinen virhe on se, että palokunta hyökkää suurella touhulla ja tarmolla oman palokalustonsa kimppuun ja unohtaa tulipalon. Monta kertaa voisi kuitenkin yksi ainoa suljettu ovi olla hyödyllisempi kuin iso moottoriruisku, mutta tuo pieni asia unohdetaan kaluston kanssa häärätessä. Monta kertaa voitaisiin hiekalla, lumella ja eteenkin vesisankoilla saada suuria aikaan, mutta tämä unohdetaan ja annetaan tulen rauhassa tehdä työtään sillä aikaa kuin esimerkiksi letkujohtoja selvittään jostain kauempaa olevasta vedenottopaikasta tai jonkun viivästyttävän esteen läpi.”* (Pesonen 1926, 24.)

Pienpisarasammutus koettiin Ruotsissa 2000-luvun alussa liian riskialttiiksi työtehtäväksi, ja siten tuli tarve kehittää **vaihtoehtoisia sammutustekniikoita** ja siirtyä sammutustaktiikassa **hyökkäävään ulkoa sammuttamiseen**. Sammutinleikkuri oli yksi keskeinen sammutusväline, joka oli voimakkaasti mukana tuossa kehityksessä. Ruotsalaiset vetivät muun muassa kansainvälistä hanketta vuonna 2009 (EU Firefight II Project), jossa sammutustekniikka keskittyi lähinnä sammutinleikkurin käyttöön ja sammutustuuletukseen ylipaineen avulla (PPV-tekniikkaan). Tuossa hankkeessa myös Pelastusopisto oli mukana. Myös Suomessa tehtiin tutkimuksia sammutinleikkurin käyttökelpoisuudesta huoneistopaloon (Jäntti, Loponen & Miettinen 2009). Sammutinleikkurin lisäksi muitakin sammutuslaitteita otettiin käyttöön, kuten UHPS- ja CAFS-sammutuslaitteet. Lisäksi aerosolisammuttimet eli heittosammuttimet tulivat uusina sammutusvälineinä yhdeksi mahdollisuudeksi rajoittaa paloa.

Työelämässä tehdyissä havainnoissa oli huomattu, että osan rakennuspaloista olisi pelastuslaitos sammuttanut heti alkuvaiheessa pienemmälläkin volyymillä, esimerkiksi käsisammuttimilla tiedusteluvaiheessa. Myös niissä tilanteessa, jossa ensimmäinen yksikkö ei kyennyt tunkeutumaan sisälle palavaan huoneistoon, paloa voitiin rajoitta tehokkaasti käsisammuttimilla esimerkiksi ikkunan kautta. Näin virisi ajatus täydentävistä sammutusmenetelmistä**, jotka eivät olisi pelkästään vaihtoehtoisia menetelmiä, vaan sammutusmenetelmiä perinteisten sammutustekniikoiden rinnalla** (Latvala 2011). Täydentävien sammutusmenetelmien mahdollisuuksista tehtiin tutkimuksia myös Suomessa (Hassinen, Huttu, Kuikka & Latvala 2017). Täydentävät sammutustekniikat myös tukevat perinteisiä sammutustekniikoita. Esimerkiksi palon rajoittaminen ulkoa tekee sisältä sammuttamisen turvallisemmaksi, ja täydentävät sammutustekniikat mahdollistavat sammutustaktiikan vaihtamisen hyökkäävästä ulkoa sammuttamisesta sisäsammutukseen turvallisemmin ja tehokkaammin. (Meraner ym. 2021.)

## 1.7 Savutuuletus, palokuntien ilma-ase

*”Keventäköön kirjani sisukkaiden savunnielijöiden tappavaa työtä, ja olkoon suuntapainetuuletus Suomen lahja kaikkien maiden tulentorjujille”* (Pesonen 1946). Leo Pesonen oli edelläkävijä suuntapainetuuletuksessa (sammutustuuletuksessa ylipaineella), jossa ideana oli käyttää savutuuletusta nimenomaan palonsammuttamiseen huonepalossa eikä

pelkästään näkyvän savun poistoon. Vuonna 1954 Yhdysvalloissa LAFD:ssä tehtiin jo ensimmäisiä testejä suuntapainetuuletuksella, mutta vasta reilun kolmenkymmen vuoden päästä suuntapainetuuletus vakiinnutti asemansa Yhdysvalloissa tulipalon sammutuksessa. Esimerkiksi vuonna 1988 Yhdysvalloissa vain kolme yritystä kauppasi suuntapainetuulettimia, mutta kolme vuotta myöhemmin jo 14. (Tuomisaari 1997, 6–9.)

Vaikka suuntapainetuuletuksen hyödyt oli tutkimuksissa osoitettu kiistattomasti, ei ylipainetuuletussammutustekniikka ollut vakiinnuttanut asemaansa Suomessa vielä 2000-luvulla pl. Helsingin kaupungin pelastuslaitos, joka on ottanut toimintamallin käyttöön vuodesta 2009 alkaen kerrostalojen huoneistopaloissa vakioituna toimintamallina. Moni palokunta on kokeillut tekniikkaa talonpolttoharjoituksissa, mutta operatiivisessa käytössä se on ollut vähäistä. Ongelmaksi on koettu muun muassa ylipaineen aiheuttamat savuvahingot rakenteissa ja viereisissä tiloissa, ja lisäksi rakenteelliset ratkaisut tuuletusilman läpivirtauksessa ovat aiheuttaneet ongelmia (väliovet ym.). Tuomisaaren (1997) mukaan kiinnostusta palokunnilla on ollut ja hyödyt tunnustetaan, mutta uskallus ja harjoittelun puute ovat olleet esteinä. Siksi sammutustuuletus ylipaineella (PPV, Positive Pressure Ventilation) ei ole vakiinnuttanut asemaansa Suomessa kuten Yhdysvalloissa. Sammutustuuletuksessa alipaineella (NPV, Negative Pressure Ventilation) on kaikki vastaavat hyödyt kuin ylipainetuuletuksessa, mutta ei juurikaan vastaavia haittoja. Alipainesammutustuuletuksessa ongelmana olivat tuulettimen saaminen poistoaukolle ja sen kestävyys kuumuudessa. Kiinnostus sammutustuuletustekniikkaan alipaineella on kasvanut, kun 2010-luvulla otettiin käyttöön alipainesuihkuputket (mm. Hydrovent), joilla tuulettimen ongelma saatiin ratkaistua.

# 2 Sammutustaktiikan nelikenttämalli

*Pasi Paloluoma*

Luvun teksti perustuu pääosiltaan alkuperäislähteeseen (Hagen, Hendriks & Molenaar 2014, Quadrant Model for Fighting Structure Fires). Muut lähteet on mainittu tekstissä erikseen.

Nelikenttämalli luotiin Alankomaiden operatiivisten toimenpiteiden työkaluksi ja turvallisemman ja tehokkaamman pelastustoiminnan tueksi. Alankomaissa menehtyi sammutustöissä vuosien 1987 ja 2008 välisenä aikana yli 20 palomiestä. (Hagen 2020.) Suurin osa vakavista henkilövahingoista syntyi tilanteissa, joissa ei ollut ihmishenkiä pelastettavana, vaan sammutustyötä tehtiin rakennusten sisällä liian haastavissa olosuhteissa tai sammutustoimintaa jatkettiin liian pitkään suhteessa rakennuksen kantavien rakenteiden palonkestävyyteen. Vaikka mallin ensisijaisena tavoitteena oli pelastushenkilöstön työturvallisuuden parantaminen, pelastajien parantunut turvallisuus ei kuitenkaan ollut ainoa nelikenttämallin hyöty, sillä sen hyödyntämisen avulla voitiin parantaa myös pelastettavien selviytymismahdollisuuksia. Myös Suomessa syntyy useita vaaratilanteita vuosittain, kun palo rasittaa rakennusta liian pitkään tai palokaasujen jäähdytys ei onnistu. Usein operoidaan myös liian lähellä palavaa rakennusta eikä huomioida riittävästi rakennuksen tai sen osien sortumavaaraa.

## 2.1 Taustaa

Suomessa on vuosikymmeniä sammutettu rakennuspaloja hyökkäävällä sisältä sammuttamisen taktiikalla, joka perustuu rakennusmassan sisäpuolella tapahtuvaan hyökkäävään sammutukseen pääasiassa kahta letkukokoa ja erilaisia yhdistelmäsuihkuputkia hyödyntäen. Etenkin asuinrakennusten sammutus on perustunut pienpisarasammutukseen, jossa optimikokoinen vesipisara on pyritty saamaan suoraan kuumiin kaasuihin ja lopulta palavaan tilaan ja materiaaliin. Kun syystä tai toisesta on jouduttu luopumaan sisältä sammuttamisesta, on käytännössä tunnistettu tilanne, jossa rakennus tullaan menettämään ja sammuttaminen on muuttunut passiiviseksi ulkoa sammuttamiseksi. Sammuttamisen tehokkuus on siis perustunut käytännössä vain yhteen tehokkaaseen taktiseen vaihtoehtoon, koska jäljelle jäänyt ulkoa sammuttamisen taktiikka on koettu tehottomaksi vaihtoehdoksi. Koska ulkoa sammuttaminen on koettu tehottomaksi, on usein sisältä sammuttamista saatettu jatkaa ”viimeiseen” saakka, jotta palavasta rakennuksesta jäisi edes jotain jäljelle. Samalla on otettu riskejä myös pelastushenkilöstön työturvallisuuden kannalta.

Tässä luvussa käsiteltävän nelikenttämallin vaihtoehdoista kaksi (hyökkäävä–sisältä ja puolustava–ulkoa) ovat eräänlaisia pitkään alalla käytössä olleita taktiikoita, mutta kaksi muuta vaihtoehtoa (puolustava–sisältä ja hyökkäävä–ulkoa) edustavat hieman uudempaa taktista ajattelua. Mallin mukaisen taktiikan valinta erilaisissa tilanteissa tulee olla suunniteltua ja perustua pelastustoimintaa johtavan henkilön osaamiseen ja tilannetietoisuuteen. Taktiseen valintaan vaikuttaa palon voimakkuus, sijainti ja sen mahdollinen etenemisnopeus ja suunta sekä käytössä olevat resurssit, kuten sammutushenkilöstön määrä ja suorituskyky. Nelikenttä toimii siis eräänlaisena työkaluna, kun harkitaan toiminnan tavoitteita ja riskejä suhteessa toisiinsa.

## 2.2 Nelikenttämallin kehittämisen perusteet

Rakennuspalot ovat muuttuneet viimeisten vuosikymmenten aikana. Toiminta muuttuneessa ympäristössä edellyttää kehitystä sammutustyössä. Toiminnan tulee olla tehokasta, mutta se ei saa johtaa heikentyneeseen työturvallisuuteen. Nelikenttämallin kehittäminen on perustunut neljään keskeiseen tekijään:

**1) Rakennuspalojen olosuhdemuutos**
Pelastustoimintaa tulee kehittää vastaamaan tapahtunutta muutosta rakentamisessa ja asumisessa. Viimeisten vuosikymmenten aikana palodynamiikka on muuttunut merkittävästi. Synteettisten materiaalien käyttö on lisääntynyt, huone- ja tilakoko on kasvanut, rakennusten tiiveysvaatimukset ovat kiristyneet ja rakennusmateriaalit sekä rakentaminen ylipäätään ovat kehittyneet. Tämän seurauksena rakennuspalot tuottavat aiempaa enemmän vaarallisia kaasuja ja korkeampia lämpötiloja ja ne ovat yhä useammin happirajoitteisia. Kasvaneiden huonekokojen ja avoimien tilojen lisääntyessä myös suurempien pinta-alojen romahdusvaara on lisääntynyt ja savun leviäminen laajemmalle on aikaisempaa todennäköisempää.

**2) Savu on polttoainetta**
Nykyaikaisten synteettisten materiaalien kyky tuottaa savua palaessaan on usein hyvin voimakasta. Siellä, missä palo syttyy, alkaa myöhemmin myös pelastustoiminta. Savun havaitseminen ja lukeminen heti tiedustelun alkuvaiheessa on taktisen suunnittelun perusta. Koska savun vaarallisuus ja ominaisuus polttoaineena eli palon levittäjänä on kiistatonta, tulee savunhallinnasta huolehtia entistä nopeammin ja tehokkaammin. Savukaasut täytyy jäähdyttää ja poistaa sieltä, missä se on mahdollista, muuttamatta kuitenkaan palamisen olosuhteita otollisemmiksi esimerkiksi ventilaation osalta. Suihkuputkitekniikoiden osaaminen, kuumien kaasujen jäähdyttäminen ja aukkojen hallinta ovat keskeisiä tekniikoita hyvään lopputulokseen pääsemiseksi.

**3) Turvallisuus ensin**
Kaikessa pelastustoiminnassa turvallisuus on tärkein tekijä. Pelastustoiminnassa ei ole sijaa riskinotolle, joka suurella todennäköisyydellä voi johtaa pelastushenkilöstön vakaviin vahinkoihin. Hyökkäävä sisältä sammuttaminen ei ole itseisarvo, mikäli olosuhteet eivät ole riittävän turvalliset eikä pelastettavia ole.

**4) Pelastustoiminnan kehittäminen**
Pelastustoiminnassa tulee tunnistaa ja kehittää malleja vastaamaan nykyisen palodynamiikan aiheuttamaa arvaamattomuutta. Tiedustelun merkitystä tulee korostaa ja tilanteiden tunnistamista kehittää. Hetkellinen pysähtyminen ja ajatteleminen ennen päätöksentekoa on perusteltua. Tällöin eri vaihtoehtojen punninta johtaa todennäköisimmin tehokkaampiin ja turvallisempiin valintoihin. Kun taktisia malleja kehitetään, voidaan saavuttaa parempi tietoisuus siitä, mikä on operaation tavoite.

## 2.3 Nelikenttämallin hyödyntäminen ja tavoitteet

Nelikenttämallissa sammutustaktiikka on jaettu nimensä mukaisesti neljään taktiseen vaihtoehtoon sisältä–ulkoa- sekä puolustava–hyökkäävä-käsitteiden avulla. Taktisilla valinnoilla pyritään tehokkaaseen onnettomuuskehityksen katkaisuun ja tilanteen turvalliseen haltuun ottoon.

Malli on luotu sammutustaktisen suunnittelun tueksi ja toimii eräänlaisena ohjenuorana taktisia valintoja suunnitellessa ja niistä päätettäessä.

Koska sisältä sammuttaminen on usein riskialttein valinta, ei rakennuspalotilanteessa sisältä sammuttaminen voi milloinkaan olla itsetarkoitus, vaan taktisten valintojen tulee aina perustua hankittuun tietoon. Esimerkiksi hyökkäävällä ulkoa sammuttamisella ja rajoittamisella aloitetulla taktiikalla voidaan tutkimusten (Zevotek, Stakes & Willi 2018) mukaan parantaa ja pidentää hengissä säilymismahdollisuuksia rakennuksen sisällä vaikuttamalla lämpötilaan, happipitoisuuteen

ja hiilimonoksipitoisuuksiin ja näin antaa myös pelastustoiminnalle lisäaikaa ihmishenkien pelastamiseen. Samalla voidaan parantaa kohteen operoitavuutta ja pienentää pelastushenkilöstöön kohdistuvaa riskiä. Koko operaatioon voi tällaisessa tilanteessa syntyä eräänlaisia sammuttamisen vaiheita ja välitavoitteita, joiden onnistumista tulee arvioida aktiivisesti koko toiminnan ajan. Alkuvaiheessa valitun hyökkäävän ulkoa sammuttamisen ja rajoittamisen tavoite voikin olla esimerkiksi hyökkäystien turvaaminen hyökkäävää sisältä sammuttamista varten. Tällöin välitavoitteen saavuttamisen jälkeen vaihdetaan nelikenttää ja siirrytään seuraavaan vaiheeseen.

Vaikka jotkut välitavoitteet ovat prioriteetiltaan korkeampia kuin toiset, ovat ne taktisesti ajatellen vain kokonaisen operaation eri vaiheita. Esimerkiksi ihmisen pelastaminen on prioriteetiltaan korkean tason välitavoite, mutta toiminta jatkuu välitavoitteen saavuttamisen jälkeen. Operaation kokonaistavoite eli koko onnettomuustilanteen haltuunotto ja vahinkojen minimoiminen pyritään saattamaan loppuun mahdollisimman tehokkaasti.

Välitavoitteita voivat olla esimerkiksi:
- ihmisten pelastaminen
- ihmisten evakuointi ja sen avustaminen tarvittaessa
- hengissä säilymismahdollisuuksien parantaminen
- hyökkäystien turvaaminen
- palon leviämisen estäminen viereisiin rakennuksiin
- palon rajoittaminen rakennuksen sisällä
- palon sammuttaminen
- ympäristövahinkojen lieventäminen.

Jotta nelikenttää voidaan hyödyntää tehokkaasti, tulee ymmärtää rakennuspalon piirteisiin käytännössä lähes aina vaikuttavat tekijät (kaavio 1), jotka ovat yhteydessä toisiinsa ja vaikuttavat yksilöllisesti kunkin tilanteen kehittymiseen:
- ihmisten käyttäytyminen ja toiminta
- rakennus ja sen ominaisuudet
- palon kehittyminen.

Onnettomuuden osatekijät ovat kohteessa läsnä jo ennen onnettomuutta ja määrittävät ylipäätään kohteen paloturvallisuuden tason, mutta niiden vaikutus näkyy merkittävimmin pian onnettomuuden syntyhetken jälkeen. Kun onnettomuus on tapahtunut, tapahtumien kulkuun ja tilanteen kehittymiseen voivat vaikuttaa:
- interventio
- ympäristö.

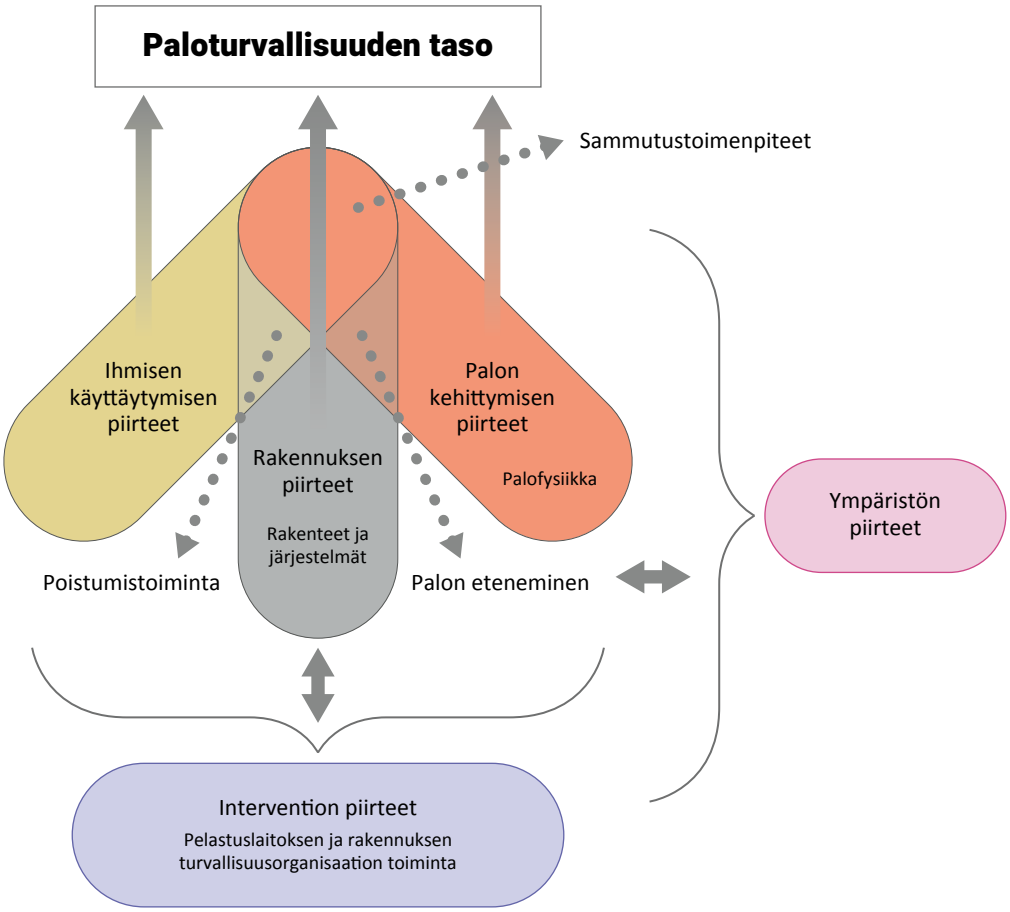
**Ihmisen käyttäytymisellä** on merkitystä palon syttymisen, havaitsemisen, palosta ilmoittamisen, alkusammuttamisen ja poistumisen kannalta. Toiminta rakennuksessa ja epäonnistuminen palon syttymisen jälkeisissä toimissa voivat johtaa tilanteisiin, joissa pelastustoiminnan taktinen suuntaaminen on painotettu ihmisten pelastamiseen.

**Rakennuksen ominaisuuksilla** on vaikutusta siihen, miten palo voidaan havaita, miten poistuminen onnistuu ja millaiset mahdollisuudet palon kehittymiselle sekä savun leviämiselle ovat olemassa. Sokkeloisessa rakennuksessa savu pääsee leviämään voimakkaasti ja palon havaitseminen myöhästyy, mikä voi aiheuttaa sen, että ihmisiä jää palavan rakennuksen sisälle.

**Palon kehittyminen** riippuu useista tekijöistä, ja niiden arvioiminen on välttämätöntä taktiseen päätöksentekoon ryhdyttäessä. Savun ominaisuudet, liekkien läsnäolo, lämpöjäljet ja aukot rakenteissa voivat antaa merkittävää lisätietoa päätöksenteon tueksi. Kun rakennuksen ominaisuuksista on ymmärrys, voidaan muodostaa käsitys myös palon leviämisen edellytyksistä.

**Interventiolla** tarkoitetaan negatiivisen onnettomuuskehityksen katkaisua, joka tarkoittaa käytännössä sammutustoimien aloittamista. Interventio voi onnistua jo ennen pelastuslaitoksen saapumista kohteeseen.

**Ympäristö** voi vaikuttaa pelastustoiminnan onnistumiseen merkittävästi. Sääolosuhteet voivat vaikeuttaa tai hidastaa kohteen tavoittamista sekä vaikuttaa palamiseen, savun kulkeutumiseen tai toiminnan aloittamiseen.




**Kaavio 1.** Rakennuspaloon piirteisiin vaikuttavat tekijät (Somerkoski 2019, 14).

## 2.4 Nelikenttämalli sammutustaktiikan perustana

Kun tulipalo syttyy rakennuksessa, tulee pelastustoiminnan alkuvaiheessa tunnistaa tilanne: palaako rakennus vai onko rakennuksessa palo? Palon muodostama uhka tulee myös suhteuttaa rakennuksen ominaisuuksiin. Kun **rakennus palaa**, on tilanne jo lähtökohtaisesti riskialtis esimerkiksi hyökkäävän sisältä sammuttamisen kannalta. Palo on silloin levinnyt syttymiskohdastaan ja saattaa heikentää rakenteita sekä muodostaa kohonneen työturvallisuusriskin. Toisaalta kun **rakennuksessa palaa**, on olennaista muodostaa käsitys palon sijainnista rakennuksessa ja arvioida siten palon kehittymistä ja leviämismahdollisuuksia.

Palon kehittyminen, rakennuksen ominaisuudet ja rakennuksessa vielä olevien ihmisten tilanne vaikuttavat olennaisesti toiminnan tavoitteeseen ja taktiseen valintaan. Kun pelastuslaitos aloittaa toimintansa kohteessa, tulee edellä mainituista olla mahdollisimman selkeä käsitys, jotta sammuttaminen, pelastaminen, evakuointi ja palon leviämisen estäminen voidaan toteuttaa tehokkaasti ja turvallisesti.

Kaaviossa 2. olevat nelikenttämallin taktiset vaihtoehdot ovat seuraavat:

**Puolustava ulkoa – palon leviämisen estämisen taktiikka** tukee vahinkojen hallintaa estämällä palon ja savun leviämistä sekä suojaamalla ympäristöä sammuttamalla. Puolustava ulkoa -taktiikkaa käytetään, kun palon lähdettä ei ole saatu selville, savua on paljon ja rakenteiden romahtaminen on mahdollista.

**Kaavio 2.** Sammutustaktiikan nelikenttämalli.

On oletettavaa, että rakennus kärsii merkittäviä vahinkoja tai tuhoutuu kokonaan. Tällöin pelastushenkilöstö toimii rakennuksen ulkopuolella päätavoitteenaan palon leviämisen estäminen palavasta rakennuksesta. Turvallinen työskentelyetäisyys rakennukseen nähden määritellään tyypillisesti 1,5 x rakennuksen korkeus.

**Hyökkäävä ulkoa – sammuttamisen ja rajoittamisen taktiikka** sopii tilanteeseen, jossa pelastushenkilöstö sammuttaa rakennuksen ulkopuolelta vaara-alueella ja rakennuksen romahdusalueella. Hyökkäävä ulkoa taktiikkaa käytetään, kun pelastushenkilöstön ei ole turvallista heti siirtyä rakennuksen sisälle tai kun hyödynnetään nopeaa sammuttamista tai siirtymäsammutusta. Taktiikalla saatetaan parantaa myös mahdollisten uhrien hengissä säilymisen mahdollisuuksia, turvataan työskentelyä, estetään palon leviämistä ja rajoitetaan tai sammutetaan palo. Taktiikka voi myös nopeuttaa uhrien pelastamista.

**Puolustava sisältä – rajoittamisen ja sammuttamisen taktiikka** on käyttökelpoinen tilanteessa, jossa pelastushenkilöstö rajoittaa paloa rakennuksessa tai rakennusmassan sisällä esimerkiksi viereisestä palo-osastosta. Tällä taktiikalla mahdollistetaan evakuointi, palon leviämisen estäminen muihin osastoihin ja muiden osastojen palovahinkojen rajoittaminen. Puolustava sisältä -taktiikka edellyttää, että pelastushenkilöstö menee rakennuksen sisälle, mutta rajoittaminen tai sammuttaminen toteutetaan osasta, jossa paloa ei ole ja rakenteet ovat ehjät. Tämä taktiikka edeltää usein perinteistä sammutushyökkäystä.

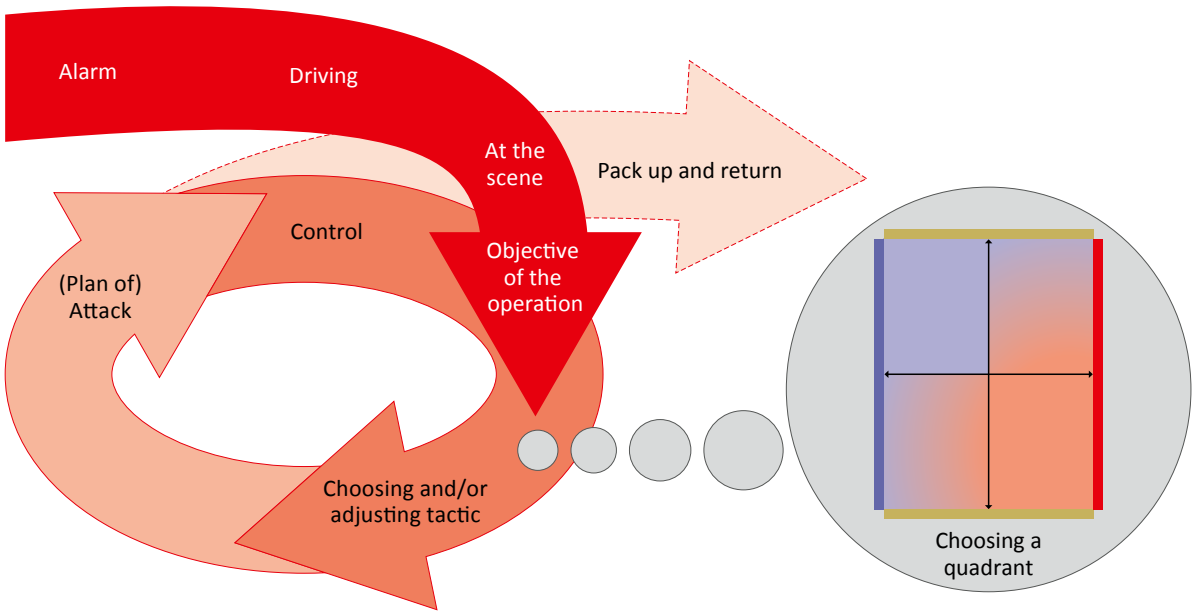
**Hyökkäävä sisältä – sammuttamisen taktiikka** tarkoittaa perinteistä sammutushyökkäystä, jonka tavoitteena on toteuttaa pelastustoimet palavassa palo-osastossa. Tällöin pelastustoimien ensisijaisena tehtävänä on sammuttaa palo ja pelastaa mahdolliset pelastettavat. Tämä taktiikka on mahdollinen vain tilanteessa, jossa palavan tilan lämpötila on niin alhainen, että palokaasut eivät voi syttyä ja rakenteet kestävät riittävästi palon rasitusta. Toisin sanoen olosuhteiden tulee olla riittävän turvalliset, tai ne tulee tehdä sellaisiksi esimerkiksi palokaasuja jäähdyttämällä, jotta sisällä voidaan operoida.

## 2.5 Nelikenttämallin hyödyntäminen operaation aikana

Pelastustoiminnan johtajalla tulee olla kyky tunnistaa tilanne, hankkia tietoa tilanteesta sekä pysähtyä ja tehdä päätös taktiikan valinnasta. Tämän jälkeen kyse on pitkälti tilanteen ja valitun taktiikan arvioinnista ja tarvittaessa uudesta päätöksentekoketjun muodostamisesta (kaavio 3). Nelikenttämallin käyttäminen ei ”lukitse” valittua taktiikkaa mihinkään, vaan kenttää (taktiikkaa) voi vaihtaa tai sen osia voi hyödyntää eri puolilla esimerkiksi isoa rakennusta. Tyypillisesti nelikenttää (taktiikkaa) vaihdetaan, kun onnettomuustilanne kehittyy, tavoite saavutetaan, siitä joudutaan luopumaan tai operatiivinen kapasiteetti muuttuu. Esimerkiksi pelastamisen onnistuminen tiettyä taktiikkaa käyttämällä johtaa yleensä uuden tavoitteen määrittämiseen ja tarpeeseen muuttaa taktiikkaa, jotta päästään parempaan tulokseen esimerkiksi rakennuksen sammuttamisessa. Valitusta taktiikasta voi myös luopua, eikä jokaista paloa ole välttämätöntä yrittää sovittaa nelikenttämallin taktisen suunnittelun alle.

### 2.5.1 Alkuvaihe (ennakko-, hälytys- ja lisätiedot)

Kun pelastuslaitos on hälytetty kohteeseen, alkaa onnettomuudesta kertyä lisätietoa. Pelastustoiminnan johtajan tulee jo ensimmäisten tietojen perusteella muodostaa alustavat ensimmäiset tavoitteet operaatiolle ja aloittaa taktinen suunnittelu niihin pääsemiseksi. Tavoitteiden ja taktiikan tulee perustua käytettävissä oleviin resursseihin suhteessa olemassa olevaan tilanteeseen. Tavoitteet tulee myös kertoa tilannepaikalla johtamista toteuttaville tilannepaikan johtajalle ja ryhmän johtajille, jotka kykenevät suunnittelemaan oikeantyyppistä tekniikkaa valitun tavoitteen saavuttamiseksi.




**Kaavio 3.** Nelikentän soveltaminen operaation aikana (Hagen ym. 2014, 23).

### 2.5.2 Tiedusteluvaihe (kohteessa)

Kattava tiedustelu on välttämätöntä ennen taktiikan toteuttamista. Tiedustelulla pyritään hankkimaan lisää tietoa tilanteesta ja vertaamaan sitä aiemmin saatuun tietoon. Tulipaloon liittyvä lisätieto, rakennuksen ominaisuudet ja tieto ihmistä ovat taktiikan kannalta välttämättömiä. Myös intervention mahdollisuudet ja ympäristön vaikutus luovat edellytyksiä taktiikan toteuttamiselle.

Heikko tiedustelu rampauttaa päätöksentekoa, eikä taktiikan valinta perustu enää tilannekohtaiseen tiedustelutietoon, vaan päätökset tehdään rutiineihin perustuen. Paine tehdä nopeita päätöksiä altistaa väärille valinnoille ja saattaa ohjata toimimaan jopa havaintoja vastaan. Tämän vuoksi taktiset painopistealueet tuleekin päättää vasta huolellisen tiedusteluvaiheen jälkeen, vaikka tämä veisikin hiukan aikaa. (Weewer, Baaij, Huizer & de Witte 2018, 11.)

Tiedustelulla hankitaan tietoa seuraavista:

**Tilanne**
Liittyykö paloon vaarallisia aineita? Millaisia vaihtoehtoja on olemassa ja millaisia vaaroja niihin liittyy? Miten onnettomuus kehittyy? Millainen vaikutus interventiolla voidaan saada? Kun tilanne on erittäin kompleksinen, tulee suunnitteluun ja päätöksentekoon panostaa normaalia enemmän.

**Palon sijainti**
Missä osassa rakennusta palaa ja mikä on lyhyin tai turvallisin reitti suorittaa sammutustoimia? Kuinka suuri palo on kyseessä ja mikä on sen korkeusasema? Kun näihin kysymyksiin saadaan vastauksia, voidaan muodostaa käsitys siitä, päästäänkö paloa sammuttamaan myös ulkokautta ja paljonko sammutuskapasiteettia tarvitaan, jotta palo saadaan hallintaan. Lämpökameralla voidaan tuottaa lisää tiedustelutietoa palon sijainnin ja voimakkuuden määrittämisessä.

**Rakennuksessa olevat ihmiset**
Onko rakennuksessa ihmisiä? Voivatko he poistua omatoimisesti? Onko pelastaminen mahdollista ja onko sille edellytyksiä?

**Tulipalon piirteet**
Polttoainerajoitteinen, happirajoitteinen, aliventiloitu, savun lukeminen, näkyvät liekit ja havaittava dynamiikka?

**Rakennuksen piirteet**
Millaisia suojauksia rakennuksessa on ja mistä rakennukseen pääsee? Mikä on lyhin reitti ulkoa palon tai rakennuksessa vaarassa olevien ihmisten luokse? Voidaanko poistumisteitä käyttää hyökkäysteinä?

Tiedustelutieto vahvistaa tai muuttaa suunniteltua tavoitetta ja taktiikkaa. Ensisijainen tavoite ja taktiikka voidaan päättää. Tiedustelu kuitenkin jatkuu, kunnes palo on täysin hallinnassa.

### 2.5.3 Toteutusvaihe

Kun sopiva taktiikka on valittu ja sen toimivuus arvioitu, tehdään päätös taktiikan noudattamisesta ja annetaan tarvittavat käskyt operaation toteuttamiseksi. Kun valittu taktiikka on käytössä, arvioidaan sen toimivuutta säännöllisesti. Mikäli taktiikkaa on tarpeen muuttaa, tulee huolehtia siitä, että kyseessä on tietoinen päätös ja että kaikki operatiiviseen toimintaan osallistuvat ovat tietoisia taktiikan vaihtamisesta. Suurissa paloissa, esimerkiksi teollisuusrakennusten paloissa, on mahdollista, että samanaikaisesti käytetään useampaa taktiikkaa rakennuksen eri osissa.

### 2.5.4 Pelastustoiminnan päättäminen

Kun onnettomuustilanne etenee ja valittu taktiikka alkaa toimia, resurssitarve alkaa keventyä. Pelastustoiminnan johtajan ilmoittama ”Palo hallinnassa” -tieto varmistaa taktiikan toimineen toivotulla tavalla. Tarvittaessa luodaan viimeisen vaiheen taktiikka ja sopivat keinot saavuttaa lopullinen tavoite.

## 2.6 Rakennuksen ominaisuudet, linkki palonehkäisyn ja pelastustoiminnan välillä

Rakennuskannasta ja kohteista olevaa ennakkotietoa voidaan hyödyntää pelastustoiminnan johtajan päätöksenteon tukena. Sammutustaktiikkaan vaikuttavaa ennakkotietoa ovat esimerkiksi vastesuunnittelu, toimintavalmius ja kohdekortit. Kun rakennusta suunnitellaan ja rakentaminen toteutetaan, on noudatettava voimassa olevia rakennusmääräyksiä. Tyypillisesti rakentamisen turvalliset vaatimukset täytetään siten kuin ne on määräyksiin kirjattu. Tällöin saavutetaan turvallisen rakentamisen minimivaatimukset.

Vain osa rakennusmääräyksistä perustuu rakennuksen käyttäytymiseen tulipalossa. Rakentamisen suunnitteluvaiheessa tulisi huomioida toiminnallinen linkki niihin tahoihin, jotka toimivat rakennuksessa, kun jotain menee pieleen. Tämä on välttämätöntä, koska rakennuksen valmistumisen jälkeen havaitut toiminnalliset puutteet ja niiden korjaaminen ovat monesti hankalia ja kalliita korjattavia. Ne eivät välttämättä ole myöskään rakennusmääräysten laiminlyöntejä, joten suoranaista velvoitetta korjaustöille ei ole.

Rakennuksen valmistumisen jälkeen sitä saatetaan esitellä pelastuslaitokselle ja tutustumisen yhteydessä käydään läpi tyypilliset paloskenaariot rakennuksessa ja se, miten rakennus on toteutettu suhteessa niihin. Suunnittelun perusteena on voitu huomioida pelastuslaitoksen toimintavalmius ja toimintaedellytykset esimerkiksi rakennuksen sisällä. Nämä voivat kuitenkin olla epärealistisia todellisuudessa muodostuneeseen onnettomuustilanteeseen.

Kun pelastustoiminta syttyneessä rakennuksessa käynnistyy, on rakennuksen ominaisuudet tunnistettava ja niiden tulee olla taktisen suunnittelun keskiössä. Kun kyseessä on omakotitaloa kompleksisempi rakennus, voidaan olettaa siinä olevan osastoivia rakenteita. Pelastustoiminnassa tulee olla kyky tunnistaa ja hyödyntää palo-osastorajoja osana sammutustyötä. Samalla tällaisten rakenteiden tulee olla tunnistettavia ja loogisia, jotta niiden hyödynnettävyys toimii toivotusti.

### 2.6.1 Puolustava ulkoa – palon leviämisen estämisen taktiikka

Kun palo on kehittynyt siten, että turvallinen ja tehokas sisältä sammuttaminen ei enää ole mahdollista – edes hyökkäävän ulkoa sammuttamisen avulla – tulee pelastustoiminnassa siirtyä puolustavaan

ulkoa sammuttamiseen ja palon leviämisen estämiseen. Sammuttamisen painopiste ei enää välttämättä ole palavassa rakennuksessa, vaan viereisten rakennusten ja tilojen suojaamisessa. Samalla viereisten rakennusten ominaisuudet tulee tunnistaa, jotta niitä voidaan suojata tehokkaasti. Mikäli rakennuksessa tai sen osassa on sortumavaara, on suositeltavaa työskennellä vähintään 1,5 x rakennuksen tai sen osan korkeuden etäisyydellä maatasossa.

Kun palo ei ole enää sisältä sammutettavissa, se todennäköisesti leviää voimakkaasti ja uhkaa koko rakennusmassaa. Tällöin syntyy rakennuksen sortumisvaara, joka tulee huomioida pelastustoiminnassa. Rakennuksen palokuorma, palamisen nopeus, kantavat rakenteet ja seinät vaikuttavat sortumistodennäköisyyteen ja sen laajuuteen. Seinien kaatuminen on usein mahdollista, kun esimerkiksi kattorakenteet sortuvat. Palon leviäminen sortuneiden rakenteiden kautta on silloin todennäköisempää ja sortumisvaaralliset rakennusosat muodostavat korkean riskin pelastushenkilöstölle. Pelastustoiminnan johtajan tuleekin hankkia tietoa rakennuksen ominaisuuksista, jotta puolustavaa ulkoa sammuttamista voidaan toteuttaa asianmukaisesti.

### 2.6.2 Hyökkäävä ulkoa – sammuttamisen ja rajoittamisen taktiikka

Hyökkäävän ulkoa sammuttamisen ja rajoittamisen keskeiset tavoitteet ovat yleisimmin:

- parantaa rakennuksen sisällä olevia olosuhteita siten, että vielä rakennuksessa olevilla ihmisillä olisi paremmat edellytykset säilyä hengissä
- luoda turvalliset olosuhteet pelastustoiminnalle todennäköisen seuraavan taktisen vaiheen toteuttamiseksi.

Vaikka hyökkäävä ulkoa sammuttaminen voi edeltää puolustavaa sisältä sammuttamista, tyypillisin taktinen vaihto tehdään hyökkäävästä ulkoa sammuttamisesta hyökkäävään sisältä sammuttamiseen. Joissain tapauksissa hyökkäävällä ulkoa sammuttamisella tavoitellaan myös palon rajoittamista tai sen sammuttamista. Tällöin rakennuksen ominaisuuksien tunnistaminen on välttämätöntä.

### 2.6.3 Puolustava sisältä – rajoittamisen ja sammuttamisen taktiikka

Kun rakennuksessa on useita palo-osastoja, voidaan hyödyntää puolustavaa sisältä rajoittamista ja sammuttamista. Palon leviämistä voi estää viereisestä palo-osastosta, jotta esimerkiksi voitetaan aikaa muulle rakennuksessa tapahtuvalle toiminnalle, kuten pelastamiselle tai evakuoinnille. Palo-osastoja hyödynnettäessä ne tulee tunnistaa ja niiden jäljellä oleva palonkestoaika arvioida. Mikäli osastoiva rakenne menettää ominaisuutensa, on siirryttävä hyökkäävään sisältä sammuttamiseen hallittuine riskeineen tai vetäydyttävä tilasta tai rakennuksesta hyödyntäen muita taktiikoita tai palo-osastorajoja.

Tyypillisesti palo-osastorajoja tai jakoa osiin voidaan hyödyntää esimerkiksi hotelleissa, vankiloissa ja hoito-/huoltolaitoksissa. Asiakas- tai potilashuoneet on tyypillisesti jaettu osiin palo-osaston sisällä. Tiloille on kuitenkin ominaista, että palavan tilan ulko-oven avaamisen jälkeen savu pyrkii leviämään nopeasti kaikkialle ja se altistaa ihmiset välittömään vaaraan. Mikäli hyökkäävä sisältä sammuttaminen toteutetaan huomioimatta savun leviämismahdollisuuksia, saatetaan vaarantaa useita ihmishenkiä syttymishuoneen viereisissä tiloissa palo-osaston sisällä.

### 2.6.4 Hyökkäävä sisältä – sammuttamisen taktiikka

Hyökkäävässä sisältä sammuttamisessa pyritään katkaisemaan onnettomuuden kehitys sisätilaan. Työskentely tapahtuu siinä palo-osastossa, jossa palaa. Kun hyökkäävä sisältä sammuttaminen valitaan taktiikaksi, tulee siihen liittyvä riski olla hyväksyttävissä.

Palon kehittymisvaihe, pelastettavat ja rakennuksen ominaisuudet tulee tunnistaa nopealla, mutta tehokkaalla tiedustelulla. Pelastamisen ja sammuttamisen edellytykset tulee harkita perusteellisesti. Lisätietoa toimintaedellytyksistä voidaan hankkia esimerkiksi pelastustoimen laitteista saatavan tiedon perusteella. Kun toimintaa palo-osastossa suunnitellaan, on samalla arvioitava

oletettu, jäljellä oleva pelastamis- ja toiminta-aika palo-osastossa. Mikäli tilanne on täysin tuntematon eikä luotettavia arvioita voida tehdä, tulee hyökkäävästä sisältä sammuttamisesta luopua tai sen aloittamista siirtää, kunnes toimintaedellytykset on saavutettu.

## Tärkeää

- Hyökkäävä sisältä sammuttaminen ei saa olla itsestään selvä taktinen valinta, vaan sen tulee olla harkitun tilannearviopäätösketjun tulos, jonka avulla voidaan perustellusti ja turvallisesti suorittaa pelastustoimintaa haluttuun tavoitteeseen saakka.
- Nelikenttämallin tehokkaan hyödyntämisen päämääränä on pelastustoiminnan riskien vähentäminen, mutta silti tehokkaan pelastustoiminnan säilyttäminen.
- Kun pelastustoiminta syttyneessä rakennuksessa käynnistyy, on rakennuksen ominaisuudet tunnistettava ja niiden tulee olla taktisen suunnittelun keskiössä.

### Mitkä neljä tekijää ovat olleet nelikenttämallin suunnittelun perusteina?

- Rakennuspalojen olosuhdemuutos, savu on polttoainetta, turvallisuus ensin ja pelastustoiminnan kehittäminen.

### Mitkä kolme keskeistä tekijää vaikuttavat tyypillisesti rakennuspalon piirteisiin?

- Ihmisten käyttäytyminen, rakennusten ominaisuudet ja palon kehittyminen.

### Mikä on suositeltava varmuuskerroin suhteessa rakennuksen korkeuteen työskenneltäessä rakennuksen ulkopuolella sortumavaara-alueen ulkopuolella?

- 1,5 x rakennuksen tai sen osan korkeus.

## Lisätietoa

Sammutustaktiikan nelikenttämallia on käsitelty laajasti hollantilaisessa julkaisussa **"Quadrant model for Fighting Structure Fires"** (Hagen ym. 2014). Nelikenttämalliin viitataan myös Brita Somerkosken suomentamassa julkaisussa **"Rakennusten paloturvallisuus"** (2019), jonka alkuperäinen versio on **"The Basis for Fire Safety, Substantiating fire protection in buildings"** (Hagen & Witloks 2014). Nelikenttämalli on esitetty myös viimeisimmässä, vuonna 2021 päivitetyssä savusukellusoppaassa (Pelastusopisto).

Nelikenttämallia sovelletaan syvemmin julkaisussa **"The Renewed View on Firefighting. An evidence-based approach"** (Weever ym. 2018)

# 3 Sammuttamisen perusteet

Palofysiikkaa tarkastellaan usein yksittäisten tarkastelukohteiden kautta: palaminen, palokaasujen syttyminen, sammutteiden sammutusvaikutukset, veden jäähdytysteho ym. Todellisissa sammutustilanteissa palofysiikkaan ja sammutukseen liittyvät ilmiöt vaikuttavat samanaikaisesti, joihin myös olosuhteilla on suuri merkitys. Sammutuksen syvällisempi ymmärtäminen vaatii kykyä analysoida erillisten ilmiöiden yhteisvaikutusta (Vaari 2004.)

Tässä luvussa käsitellään sammuttamiseen liittyviä palofysikaalisia ilmiöitä kuten palamisen perusteita, savuilmaseoksen syttymisrajoja ja sammutteiden sammutusvaikutuksia. Eri sammutustekniikoita ja sammutusvälineitä käytettäessä on tärkeää tietää mikä kyseisen sammutustekniikan tai sammutusvälineen sammutusvaikutukset ja mihin ne perustuvat. Rakennuspaloissa joudutaan käytännössä usein soveltamaan sammutustekniikoita tilanteen mukaan. Tällöin on tärkeää, että ymmärretään sammutustekniikoiden, sammuttamisen ja palofysikaalisten ilmiöiden keskinäinen yhteys.

## 3.1 Palamisen perusteet

Palaminen on aineen yhtymistä happeen siten, että syntyy yleensä korkea lämpötila ja valoilmiö. Hapettumisessa aine yhtyy happeen niin hitaasti, ettei synny korkeaa lämpötilaa eikä valoilmiötä. Tällaisia ilmiöitä ovat esimerkiksi raudan ruostuminen ja puun lahoaminen. Palamisreaktio on eksoterminen reaktio, eli palamisessa vapautuu energiaa. Vapautuva lämpöenergia ylläpitää palamista, ja lämpötilan kohoaminen edelleen kiihdyttää aineen yhtymistä happeen. Hiilivetyjen, kuten jähmeiden orgaanisten aineiden, nesteytyvien aineiden ja polttonesteiden liekillä palamista edeltää niiden pyrolysoituminen tai höyrystyminen lämmön vaikutuksesta. **Pyrolyysi** on aineen kemiallista hajoamista lämmön vaikutuksesta. (Hyttinen ym. 2014.) Kuvassa 4 pyrolyysituotteet palavat liekillä, kuvassa 5 pyrolysoitumista tapahtuu katto- ja seinäpinnoissa runsaasti eivätkä kaikki pyrolyysituotteet ehdi palaa.

Nesteiden ja kiinteiden aineiden liekehtivässä palamisessa on kynnysehtona polttoaineen kaasuuntuminen eli faasimuutos kaasumaiseen olomuotoon. Tätä kutsutaan nesteiden yhteydessä höyrystymiseksi ja kiinteiden aineiden yhteydessä pyrolyysiksi. (Vaari 2004, 56.)

**Kuva 4.** Pyrolyysituotteet palavat liekillä.

Aineet palavat periaatteessa kahdella erilaisella tavalla:

- liekehtien
- hehkuen.

**Liekehtivässä palossa** kemialliset reaktiot tapahtuvat kaasussa. Kaasut ja höyryt palavat näin (kuva 6). **Hehkuen palaminen** tapahtuu jähmeän polttoaineen pinnalla, esimerkiksi puhdas hiili ja monet metallit jähmeänä tai sulana (kuva 7). Useissa paloissa esiintyvät molemmat palamistyypit joko peräkkäin tai samanaikaisesti. Alussa, kun puu sytytetään, se pyrolysoituu ja palaa liekehtien. Myöhemmässä vaiheessa hiili palaa hehkuen, mutta pyrolisoitumista tapahtuu myös saman aikaisesti edelleen. Kyteminen on hidasta hehkuen palamista huokoisessa, hiiltyvässä aineessa ja suhteellisen matalassa lämpötilassa. Kytöpalo jatkuu pienessäkin happipitoisuudessa. Suuret puuhake-, sahanpuru- ja hiilikasat voivat kyteä viikkoja, jopa kuukausia. Lämpökameralla voidaan paikallistaa rakenteissa olevat kytöpalot. (Hyttinen ym. 2014.)

Jotta palamisilmiö tapahtuisi, tulee kaikkien palamisen perusedellytysten olla samanaikaisesti voimassa. Kuvassa 8 on esitetty liekki- ja hehkupalon edellytykset. Jos jokin perusedellytys puuttuu, palaminen estyy kokonaan. Liekehtivän palon perusedellytyksiä ovat: polttoaine, happi (ilma), riittävä lämpötila ja häiriintymätön kemiallinen reaktio. Hehkupalon perusedellytyksiä ovat: polttoaine, happi (ilma) ja riittävä lämpötila. Hehkupalossa happi yhtyy suoraan polttoaineeseen aineen pinnassa ilman välittäviä reaktioita. Kytemisessä eli hehkupalossa hapettuminen on ”heterogeenistä” polttoaineen pinnalla, eli hapetin ja polttoaine eivät ole samassa olomuodossa (polttoaine kiinteä, hapetin kaasumainen). Liekehtivässä palossa polttoaine ja hapetin ovat samassa olomuodossa eli samassa faasissa.

**Kuva 5.** Pyrolyysituotteita muodostuu runsaasti.

**Kuva 6.** Liekehtivä palo.

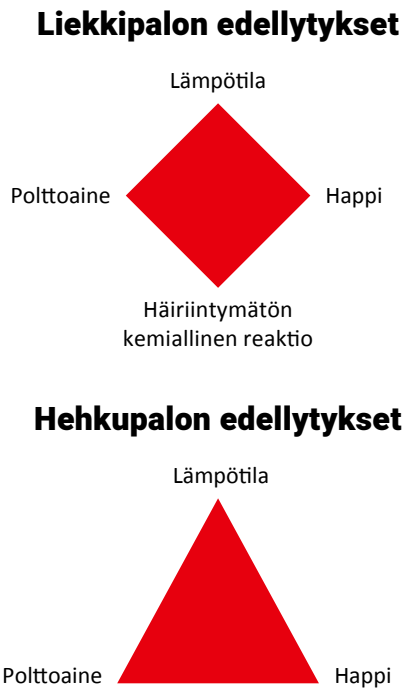
**Kuva 7.** Hehkuen palamista, myös liekehtivää palamista.

**Lämpötila:** Riittävän korkea lämpötila on edellytys sille, että syttyvästä jähmeästä aineesta muodostuu pyrolyysin vaikutuksesta kaasuja ja palavasta nesteestä höyrystymisen avulla höyryä ja kaasua. Palamisreaktio kiihtyy lämpötilan kasvaessa.

**Happi:** Ilmassa on normaalisti 21 t-% happea, joka riittää hyvin palamiseen. Jos happipitoisuus laskee alle 16 t-%:iin, liekkipalo usein sammuu, mutta liekillä palamista voi tapahtua pienemmässäkin happipitoisuudessa. Pieni liekki palaa harvoin, kun happipitoisuus alittaa arvon 12 t-%. Kuitenkin palaminen jatkuu huonepalossa täyden palon vaiheen aikana, vaikka happipitoisuus olisi pudonnut pienemmäksi, sillä korkeassa lämpötilassa kaikki käytettävissä oleva happi reagoi polttoaineen kanssa.

**Polttoaine** (= syttyvä aine): Syttyvää ainetta tulee olla palamisreaktiossa. Syttyvillä aineilla ymmärretään yleensä hiilivetyjä, esimerkiksi puuta, kivihiiltä ja polttoöljyä. Palontorjunnassa syttyviksi aineiksi luetaan kaikki aineet, jotka palavat eksotermisesti eli synnyttävät enemmän lämpöä palaessaan kuin mitä kuluu palamisreaktioihin.

**Häiriintymätön kemiallinen reaktio**: Häiriintymätön kemiallinen reaktio on yksi liekehtivän palon neljästä edellytyksestä. Liekkipalo tapahtuu useiden, jopa kymmenien osareaktioiden kautta. Hehkuen palamisessa ei tarvita välttämättä häiriintymättä kemiallista reaktiota, koska tässä palotyypissä happi yhtyy aineeseen suoraan aineen pinnassa ilman välittäviä reaktioita.

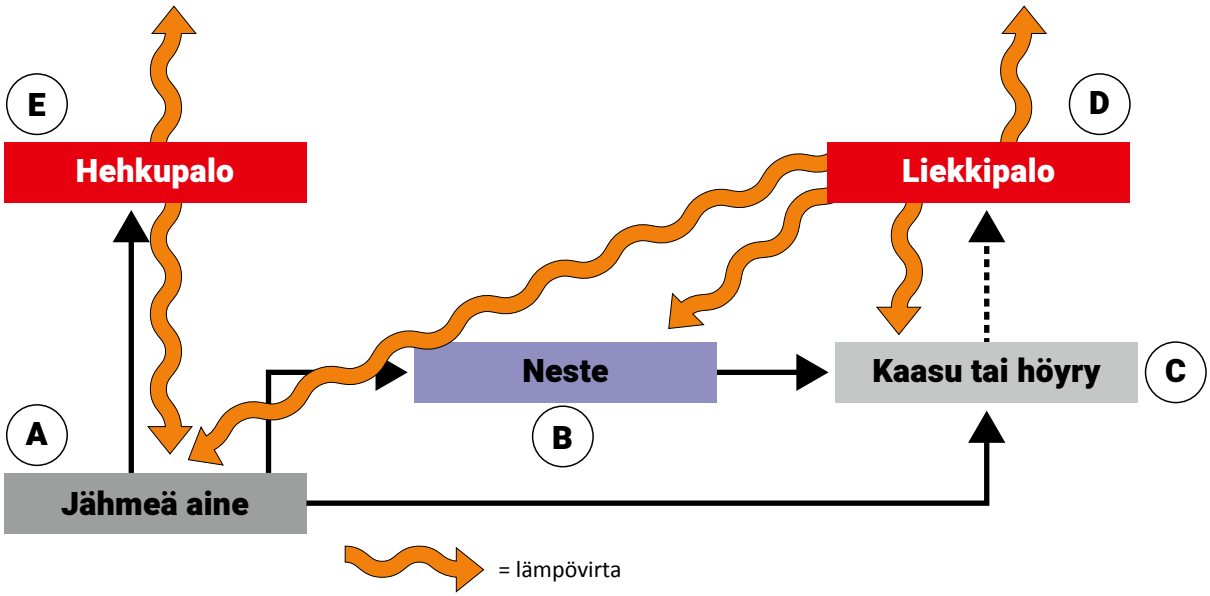



**Kuva 8.** Liekki- ja hehkupalon edellytykset (Hyttinen ym. 2014).

Paloluokat määritellään eurooppalaisessa standardissa SFS-EN 2:1993 ja SFS-EN 2/A1:2004. Paloluokkia esittäviä kirjaimia käytetään myös käsisammuttimien merkinnöissä. Standardi jakaa palot palavan aineen mukaan viiteen luokkaan. Taulukossa 1 on paloluokat, aineen palamistavat sekä esimerkki paloluokkaan kuuluvasta aineesta.

| Paloluokat | Aineen palamistavat | Esimerkkejä |
|---|---|---|
| **A** = kiinteiden, tavallisesti orgaanisten aineiden palot, joissa palamisen yhteydessä yleensä muodostuu hehkuva hiillos | liekehtien, hehkuen | puu, paperi, hiili |
| **B** = nestemäisten ja nesteytyvien aineiden palot | liekehtien | bensiini, diesel, steariini |
| **C** = kaasujen palot | liekehtien | nestekaasu, asetyleeni |
| **D** = metallien palot | liekehtien, hehkuen | alumiini, magnesium |
| **F** = elintarvikerasvapalot, joissa käytetään kasvis- tai eläinperäisiä öljyjä tai rasvoja | liekehtien | ruokaöljy, kookosrasva |

**Taulukko 1.** Paloluokat standardin SFS-EN 2:1993 ja SFS-EN 2/A1:2004 mukaan soveltaen.




**Kaavio 4.** Palamisen mekanismit (Hyttinen ym. 2014).

Kaaviossa 4 on esitetty palamisen mekanismit. Puu ja muut orgaaniset aineet palavat aluksi liekehtien (A-C-D) silloin, kun ne pyrolysoituvat, mutta lopuksi palo muuttuu melkein puhtaaksi hehkupaloksi (A-E). Nesteytyvät aineet, kuten steariini tai useammat muovit, ensiksi nesteytyvät, ja sitten neste höyrystyy ja kaasuuntuu. Kaasu palaa liekehtien (A-B-C-D). Neste, esimerkiksi bensiini, höyrystyy ja kaasuuntuu. Kaasu palaa liekehtien (B-C-D). Kaasut palavat liekkipalona (C-D). Palamisen lämpöenergia siirtyy lämpövirtana takaisin palopesäkkeeseen, mikä ylläpitää ja kiihdyttää paloa. (Hyttinen ym. 2014.)

Rakennuspaloissa palamista tapahtuu koko ajan kaikilla eri mekanismeilla sekä palamistavoilla. Kiinteää ainetta palaa saman aikaisesti liekillä ja hehkuen. Muovia rakennuksissa on paljon muun muassa rakenteissa, huonekaluissa ja kodinkoneissa. Kuvassa 9 palamista tapahtuu liekkipalona ja hehkuen.

### Mistä palo saa tarvitsemansa lämpöenergian jatkaakseen palamista?

- Palamisreaktio on eksoterminen reaktio, eli palamisessa vapautuu lämpöenergiaa. Palamisen lämpöenergia siirtyy lämpövirtana takaisin palopesäkkeeseen, mikä lisää pyrolysoitumista sekä palamisreaktion nopeutta.

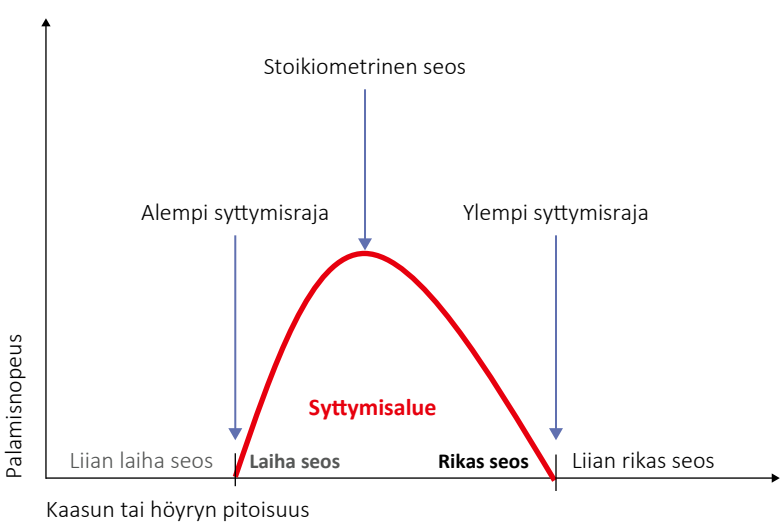
## Tärkeää

- Liekkipalolla on neljä palamisen edellytystä: happi, polttoaine, lämpötila ja häiriintymätön kemiallinen reaktio.
- Hehkupalolla on kolme palamisen edellytystä: happi, polttoaine ja lämpötila.
- Kaikkien palamisen edellytysten täytyy olla samanaikaisesti voimassa, jotta palamista voi tapahtua.
- Kiinteä aine pyrolysoituu ennen kuin pystyy palamaan liekillä.
- Nestemäinen aine höyrystyy ennen kuin pystyy palamaan liekillä.

**Kuva 9.** Rakennuspalossa palamista tapahtuu liekillä sekä hehkuen samaan aikaan.

## 3.2 Syttymisrajat

Aerosolit ja kaasuilmaseokset, niin myös palokaasut, syttyvät ja palavat tietyllä pitoisuusalueella, jonka alarajana on alempi syttymisraja ja ylärajana ylempi syttymisraja (kaavio 5). Näiden rajojen välissä on pitoisuusalue, jota kutsutaan syttymisalueeksi. Liian laiha tai liian rikas seos ei syty eikä pala. Stoikiometrinen seos on kemian kaavan määrittämä aerosoli tai kaasuilmaseoksen ”ihanneseos”. Laiha seos on alemman syttymisrajan ja stoikiometrisen seoksen välissä. Rikas seos on stoikiometrisen seoksen ja ylemmän syttymisrajan välissä. Stoikiometrisen seoksen palaessa kaikki polttoaine ja happi kuluvat palamisprosessissa. Laihalla seoksella jää osa hapesta palamatta. Vastaavasti rikkaalla seoksella osa polttoaineesta jää palamatta. (Hyttinen ym. 2014.)




**Kaavio 5.** Kaasuilmaseosten ja aerosolien syttymisrajat (Hyttinen ym. 2014).

**Voiko liian rikas savuilmaseos syttyä palamaan, jos se on riittävän kuumaa?**

- Ei voi. Savuilmaseoksen pitää olla syttymisvälillä, jotta se voi syttyä. Syttyäkseen liian rikkaan seoksen pitää ensin laimentua syttymisvälille.

Huonepalossa **laiha savuilmaseos** syttyy, kun huoneen yläosaan kertynyt savuilmaseos saavuttaa **alemman syttymisrajan.** Kuvassa 10 laiha savuilmaseos syttyy huonepalossa. **Rikas savuilmaseos** syttyy, kun huoneeseen kertynyt liian rikas seos laimenee **syttymisvälille**, esimerkiksi kun huoneiston ovi avataan tai ikkuna menee rikki. Kuvassa 11 rikas savuilmaseos laimenee syttymisvälille ja syttyy ja muodostuu pistoliekki. **Savun humahdus** on räjähdyksen omainen savuilmaseoksen syttyminen. Humahduksessa koko savupatja on sekoittunut palamisilmaan ja seos on syttymisvälillä. Syttyminen tapahtuu viivästyneen syttymislähteen ollessa kauempana, jolloin savuilmaseos ehtii sekoittua kokonaan syttymisvälille. Humahduksessa

- koko savupatja on sekoittunut palamisilmaan
- syttyminen tapahtuu viivästyneenä
- savuilmaseos on syttymisvälillä
- tilaan virtaava ilma sekoittuu koko savupatjan kaasuihin, jotka syttyvät viivästyneenä äkillisesti ja kokonaan.

Pistoliekki syntyy, kun liian rikas savuilmaseos purkaantuu esimerkiksi avatusta ovesta ja laimenee syttymisvälille. Syttymisvälille sekoittunut savuilmaseos syttyy, kun se saa liekkikontaktin alkupalosta huoneen sisällä.

## Tärkeää

- Savuilmaseos voi syttyä vain syttymisvälillä, eikä liian laiha tai liian rikas seos syty.
- Laiha savuilmaseos syttyy huonepalossa alkuvaiheessa, kun savuilmaseos saavuttaa alemman syttymisrajan.
- Rikas savuilmaseos syttyy, kun liian rikas seos laimenee jostakin syystä syttymisvälille.

**Kuva 10.** Laiha savuilmaseos syttyy.

**Kuva 11.** Rikas savuilmaseos syttyy.

## 3.3 Sammutteet ja niiden ominaisuudet

Sammuttaminen on palamisen edellytysten poistamista:

- jäähdytys (lämpötilan alentaminen)
- tukahdutus (happipitoisuuden pienentäminen)
- sammutusraivaus (palavan aineen poistaminen)
- inhibitio (kemiallisen reaktion hidastaminen).

Tehokkain tapa on **jäähdyttää** samalla sekä palavaa ainetta että liekkejä. Esimerkiksi huonepalon sammutuksessa päästään hyvään lopputulokseen jäähdyttämällä samanaikaisesti tai vaiheittain liekehtivää savua ja palavaa ainetta. Huoneistopalossa tehokas savunpoisto jäähdyttää paloa merkittävästi. Savutuuletuksessa savun mukana kuljettuu suuri lämpömäärä pois, mikä jäähdyttää paloa omalta osaltaan. Tätä käytetään hyväksi myös sammutustuuletustekniikassa (sammutustuuletus yli- tai alipaineella). Pelkästään savua ja lämpöä poistamalla ei yksin sammuteta paloa, vaan hyvään lopputulokseen päästään yhdessä vesisammutuksen kanssa. Kuumat savukaasut myös kuljettavat lämpöä ja voivat levittää paloa, mikä tulee ottaa huomioon savunpoistossa.

**Tukahdutuksessa** pienennetään ilman happipitoisuus alle rajahappipitoisuuden, jolloin palo sammuu. Rajahappipitoisuudella tarkoitetaan ilman happipitoisuuden suurinta arvoa, jossa palo sammuu. Useimmat liekkipalot sammuvat 12–15 t-%:n happipitoisuudessa. Tukahdutus on siis palavan aineen eristämistä ilmasta, kuten tilan sulkeminen. Inertoinnissa pienennetään happipitoisuutta kemiallisesti reagoimattomalla aineella, esimerkiksi CO2:lla, typellä, heliumilla tai vesihöyryllä.

**Sammutusraivauksessa** palava materiaali poistetaan, esimerkiksi palava seinä puretaan tai palava huonekalu siirretään rakennuksesta ulos. Koura-auton käyttö rakennuspaloissa ja palavan katon purkamisessa on sammutusraivausta.

**Häiriintymätön kemiallinen reaktio** on yksi liekehtivän palon neljästä edellytyksestä. Liekkipalo tapahtuu useiden, jopa kymmenien osareaktioiden kautta. **Inhibitiolla** hidastetaan palamisen kemiallista reaktiota. Jauhe- ja aerosolisammuttimet (heittosammuttimet) toimivat osaksi ”inhibitio-periaatteella”, ja jauheen lämmönsitomisella on hyvin merkittävä sammutusvaikutus.

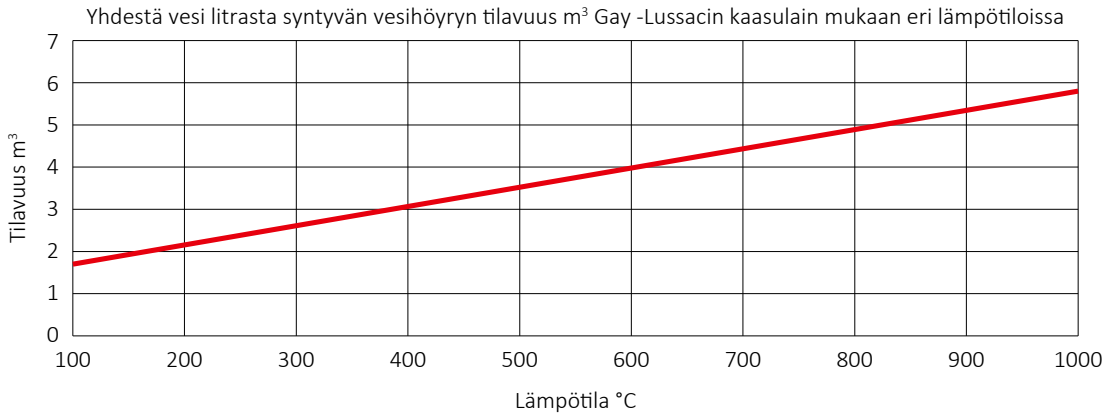
**Sammutteita** käytetään operatiivisessa sammutustoiminnassa, muun muassa palojen sammutuksessa, rakennusten suojaamisessa ja syttymisen estämisessä, mutta myös automaattisissa sammutuslaitteissa, joilla parannetaan rakenteellista paloturvallisuutta. Sammutteita käytetään erilaisissa sammutuslaitteissa ja välineissä, esimerkiksi seuraavissa: työsuihku (vesi), jauhesammutin (jauhe), vaahtosammutin (vaahto), sammutinleikkuri (vesi), UHPS (vesi, vaahto), CAFS (vaahto), ”heittosammutin” (kaliumnitraatti, KNO3). Sammutuksessa yleensä käytetään yhtä sammutetta, joka kyseisessä välineessä tai sammuttimessa on sillä hetkellä käytössä. Sammutteita voi myös käyttää yhdessä yhtä aikaa tai erikseen. Esimerkiksi huoneistopalon sammutuksessa voidaan ensin käyttää jauhesammutinta tai heittosammutinta ja lopuksi vettä tai jauhesammuttimella voidaan sammuttaa ensin liekkipalo ja sammutus viimeistellä vaahtosammuttimella.

### Tärkeää

- Sammuttaminen on palamisen edellytysten poistamista: jäähdytys, tukahdutus, sammutusraivaus, inhibitio.
- Mitä useampi palamisen edellytys saadaan poistettua sammutuksessa, sitä tehokkaampaa sammuttaminen on.

### 3.3.1 Vesi

Veden pääasiallinen sammutusvaikutus on jäähdytys. Vesihöyryn tukahdutusvaikutus lisää sammutustehoa suljetussa tilassa, esimerkiksi huonepalossa. Vedellä on suuri lämmön sitomiskyky. Paloon kulkeutunut vesi kuumenee ja höyrystyy, jolloin se sitoo noin 2,6 MJ lämpöä yhtä vesikilogrammaa kohti (vesi 10 °C → vesihöyry 100 °C). Yhdestä vesikilogrammasta muodostuu noin 1700 litraa 100 °C:n lämpöistä vesihöyryä, jonka katsotaan syrjäyttävän huonepalossa vastaavan tilavuuden




**Kaavio 6.** Syntyvän vesihöyryn tilavuus eri lämpötiloissa (Kuikka 2017).

ilmaa ja savua. Lisäksi vesihöyry nostaa painetta palotilassa ja heikentää siten ulkoilman virtausta tilaan. Lämpötilan noustessa höyryn tilavuus kasvaa edelleen (kaavio 6). (Hyttinen ym. 2014.)

Valmista vesihöyryä voidaan myös käyttää palojen sammuttamiseen siellä, missä höyryä on helposti saatavissa, kuten laivoissa, höyryvoimaloissa ja muualla, missä on höyrykattila ja siinä sopivat höyryn ulosotot. Vesihöyry on inerttikaasua, joka syrjäyttää palamisilmaa. Sammutusvaikutus on yksinomaan tukahdutus. Etuna on, että vesihöyry ei vie likaa tiloja ja laitteita eikä aiheuta vesivahinkoja. (Hyttinen ym. 2014.) Vesihöyryä voidaan myös käyttää rakennusten ontelopaloissa, jos riittävän tehokas höyrykone on saatavilla palopaikalle ja höyry saadaan johdettua onteloon.

Eri sammutustekniikoilla on vaikutusta siihen, miten paljon höyrystynyt sammutusvesi nostaa palohuoneessa painetta. Esimerkiksi, jos sammutusvesi höyrystetään yksinomaan kuumissa palokaasuissa eikä kuumilla seinillä, niin palohuoneessa paine ei juuri nouse, se voi jopa aiheuttaa alipaineen. Tämä johtuu siitä, että tuotetun kaasun määrä (höyrystynyt vesi) on niin pieni, että kaasun jäähtymisestä aiheutuvan tiheyden kasvu kumoaa veden höyrystymisen aiheuttaman paineen nousun. Samalla saadaan pienemmällä vesimäärällä sama jäähdytysvaikutus kuin tapauksessa, jossa sammutusveden höyrystyminen tapahtuisi palohuoneen seinillä. Sammutustoiminnassa tulee kuitenkin huomioida, että pelkkä kaasujen jäähdytys ei vaikuta pyrolyysinopeuteen ja sitä kautta palotehoon yhtä tehokkaasti kuin palavan pinnan suora jäädytys. Palavaa pintaa tulee siis jäädyttää sammutuksen aikana, eikä tyytyä jäädyttämään pelkästään palokaasuja. (Vaari 2004, 171–175.)

### 3.3.2 Veden sammutusvaikutukset rakennuspalossa

Vaarin (2004) mukaan tulipaloissa sammutus vedellä perustuu epäsuoraan tai suoraan sammutukseen tarkoituksena liekehtivän palon ja palavan pinnan sammutus. Tulipaloissa pyritään sammuttamaan kummatkin, mutta toisinaan on edullista pyrkiä ensin sammuttamaan palava pinta, toisinaan taas liekkipalo. Suorassa sammutuksessa sammute kohdistetaan palavaan pintaan, liekkien juureen, paikkaan jossa palavan aineen kaasuuntuminen tapahtuu. Tavoitteena on estää palamiskelpoisten höyryjen pääseminen kosketuksiin ilman kanssa, mikä voidaan saada aikaan jäähdyttämällä palavaa pintaa. Palavan pinnan jäähtyessä kaasuuntumisnopeus alenee, jolloin polttoaineen ja ilman seossuhde jää alemman syttymisrajan alapuolelle. Toinen keino on muodostaa palavalle pinnalle höyryjä läpäisemätön kalvo, esimerkiksi CAFS:n vaahto. (Vaari 2004, 161.)

Vaarin (2004, 162) mukaan vesipisaroilla on seuraavat vaikutusmekanismit rakennuspalossa, kun paloa sammutetaan vedellä:

1. Pisarat **liekissä**. Liekkipalo sammutetaan jäädyttämällä liekit (reaktioalue) adiabaattisen rajalämpötilan alapuolelle. Palavien pintojen pyrolyysinopeus pysyy kuitenkin hetken aikaa korkeana, jolloin uudelleensyttyminen on mahdollista. Liekin sammuttua palavien pintojen jäähdyttäminen helpottuu (sammutusvaikutus on jäähdytys liekkialueella).
2. Pisarat kuumissa **palokaasuissa**. Lämpö siirtyy palokaasuista pisaroihin.
3. Pisarat kuumilla **palamattomilla** pinnoilla. Osa pisaroista höyrystyy joutuessaan kuumille pinnoille. Syntynyt höyry syrjäyttää hapen suljetuissa tiloissa (sammutusvaikutus on tukahdutus). Suuri höyryn määrä vaikeuttaa olosuhteita sammuttajan kannalta, jos sammuttaja on sisällä palotilassa.
4. Pisarat kuumilla **palavilla** pinnoilla. Sammutusvaikutus perustuu palavan pinnan jäähdyttämiseen. Höyryä syntyy suuri määrä.
5. Pisarat **palamiskelpoisen** aineen pinnoilla. Pyritään ennaltaehkäisemään liekin leviäminen estämällä pyrolyysikaasujen synty palamattomilla pinnoilla.

Eri sammutustekniikoissa edellä mainitut vesipisaroiden vaikutusmekanismit tulevat hyvin esille vedellä sammutettaessa. Esimerkiksi sisäsammutustekniikassa työsuihkua käytettäessä sammutetaan liekkipaloa ja jäähdytetään palokaasuja sekä kuumia palavia ja palamattomia pintoja.

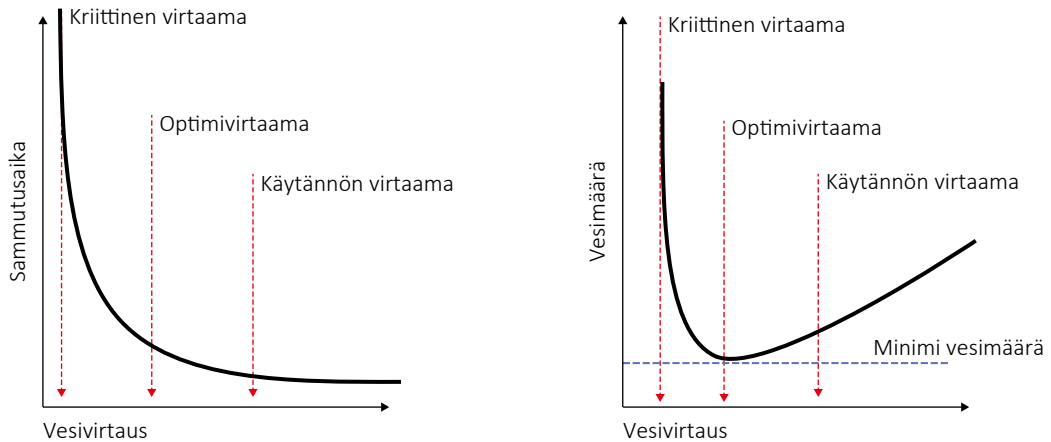
### 3.3.3 Tarvittava vesivirta

Operatiivisessa toiminnassa sammutusvesivirrat ovat huomattavasti suuremmat kuin teoreettinen vesivirta. Laboratoriokokeissa sammutusveden koko sammutusteho voidaan käyttää hyväksi, mutta käytännössä se ei onnistu. Sammutusveden käyttöä lisäävät muun muassa seuraavat tekijät **suorassa sammutuksessa** (Vaari 2004, 163):

- Palavan pinnan liiallinen jäähdyttäminen: palavaan pintaan johdetaan enemmän vettä kuin pyrolyysinopeuden alentaminen liekehtivän palon kannalta kriittiselle tasolle edellyttäisi.
- Sammutussuihkulta kokonaan tai osittain piilossa olevat palavat pinnat.
- Näkyvyyden ollessa huono vesi ei osu palopesäkkeeseen. Sammutus on tällöin osittain epäsuoraa, vaikka pyritään suoraan sammuttamiseen.
- Väärät vesisuihkun ominaisuudet. Vesi ei kulkeudu palavalle pinnalle.
- Palon suuri koko estää sammutussuihkujen kohdistamista palaviin pintoihin.

Kriittinen virtaama on teoriassa määritelty pienin mahdollinen virtaama, jolla palo sammuu, mutta vesimäärä ja sammutusaika ovat suuria. Optimaalinen virtaama on kriittistä virtaamaa suurempi, mutta kokonaisvesimäärä on pienin mahdollinen. Kaaviossa 7 (Vaari s.164) on esitetty kriittinen ja optimaalinen virtaama sammutusajan ja vesimäärän suhteen. Kriittinen vesivirta edustaa tilannetta, jossa vesivirta on minimaallinen, jolloin palavien pintojen lämpötilan alaneminen on ääretömän hidasta. Käytännön sammutuksessa tämä yhtälö ei ole hyvä, koska sammutus- ja pelastustoiminnassa pyritään nopeaan sammuttamiseen. Tällöin pyritään riittävän suureen vesivirtaan ja mahdollisimman pieneen kokonaisvesimäärään, jolloin voidaan puhua optimaalisesta vesivirrasta. Optimaalinen vesivirta on kriittistä vesivirtaa 3–4 kertaa suurempi. Turvallisuussyistä käytännön virtaamat ovat vieläkin suurempia kuin optimaalinen virtaama. (Vaari 2004, 164.)

Edellä olevilla määritelmillä on merkitystä siksi, että ymmärrämme, että vesivirrassa teoriassa ja käytännössä on huomattava ero. Vaarin (2004) mukaan laboratorio-olosuhteissa tehtyjen tutkimusten ja käytännön vesivirran ero voi olla jopa 10–100-kertainen. Tästä seuraa, että todellisissa tilanteissa on olemassa tekijöitä, jotka johtavat sammutusveden tehottomaan käyttöön (Vaari 2004, 75). Toisaalta voidaan pohtia, onko olemassa sammutustekniikkaa, jossa voidaan turvallisesti käyttää optimivirtaamaa, tai miten tehokkaasti voidaan käyttää veden sammutusvaikutuksia eri sammutustekniikoissa.




**Kaavio 7.** Sammutusajan riippuvuus vesivirrasta ja tarvittavan vesimäärän riippuvuus käytetystä vesivirrasta (Vaari 2004, 164).

**Miksi sammutusvesivirta on käytännössä huomattavasti suurempi kuin laboratorio-olosuhteissa mitattu vesivirta?**

- Todellisissa tilanteissa palavat pinnat ovat kokonaan tai osittain piilossa sammutussuihkulta.
- Sammutussuihkua ei käytetä tehokkaasti, eikä osa vedestä kohdistu palavaan materiaaliin.
- Todellisissa tilanteissa pyritään nopeaan sammuttamiseen ja työturvallisuuden vuoksi käytetään riittävän suurta vesivirtaa.

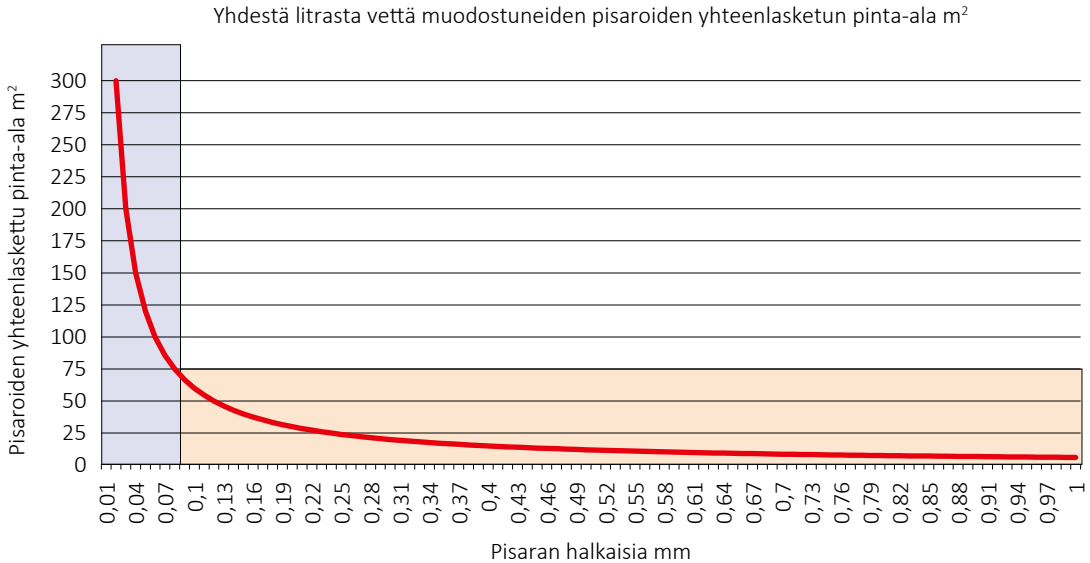
### 3.3.4 Sammutusveden pisarakoon merkitys

Sammutussuihkun keskimääräinen pisarakoko on merkittävä tekijä. Sumusuihkun vesipisaroiden höyrystymisnopeus riippuu muun muassa pisaroiden yhteenlasketusta pinta-alasta. Mitä pienempi on sumusuihkun keskimääräinen pisarakoko, sitä suurempi on pisaroiden yhteen laskettu pinta-ala samalla vesivirralla ja sitä **nopeammin** lämpö siirtyy liekkitilasta pisaroihin. (Hyttinen ym. 2014.)

Vaikka pieni pisara höyrystyy tehokkaasti, ongelmana on pienen pisaran kantama savukaasussa ja liekissä. Pisaran halkaisijan muuttuminen pienemmäksi muuttaa pisaran elinaikaa merkittävästi pienemmäksi, kun mitataan pisaran elinaika eri lämpöisissä kaasuissa (Vaari 2008, 121). Suurikokoiset pisarat lentävät pisimmälle, ja niillä on lyhyt lentoaika kohteeseen. Vastaavasti pienikokoiset pisarat pysähtyvät suuresta alkunopeudesta huolimatta hyvin lyhyellä matkalla (Vaari 2008, 125).

Käytännössä on havaittu, että sisäsammutustekniikassa **savupatjan jäähdytyksessä sumusuihkulla** 0,35 mm:n keskimääräinen pisarakoko on paras. Sisäsammutustekniikassa pisaroilta vaaditaan riittävää jäähdytystehoa ja ennen kaikkea riittävää kokoa, jotta ne lentävät pitkälle jäähdyttäen savua sekä palavia ja palamattomia pintoja. VTT:n mittausten mukaan nykyiset automaattisuihkuputket tuottavat 0,2–0,4 mm:n pisarakoon (Tuomisaari 1993). Lisäksi pisarakoko pysyy lähes vakiona vesivirran muuttuessa, koska automaattisuihkuputki pyrkii pitämään suihkupaineen vakiona. Automaattiputkessa jousikuormitteinen venttiili säätää vesivirran purkausalaa suihkupaineen avulla. Nykyiset automaattisuihkuputket ovat tästä näkökulmasta varsin käyttökelpoisia sisäsammutustekniikassa.

Korkeapaineisissa sammutuslaitteissa, kuten sammutinleikkurissa ja ultrakorkeapainejärjestelmissä, pisarakoko on hyvin pieni, noin 0,08 mm suihkupaineen ollessa 10 000–35 0000 kPa (100–350 bar). Näiden sammutuslaitteiden teho




**Kaavio 8.** Yhdestä litrasta muodostuneiden pisaroiden yhteenlaskettu pinta-ala m² pisarakoon mukaan. Kuvassa vasemmalla (sinisellä korostettu alue) ovat mikropisarat ja kuvassa oikealla (vaaleankeltainen alue) sumusuihkun tuottamat pisarakoot. (Kuikka 2017, 34.)

perustuu erittäin pieneen pisarakokoon. Yhdestä vesilitrasta saadaan paljon pieniä pisaroita, joiden yhteen laskettu pinta-ala on suuri, ja näin veden höyrystymisnopeus kuumassa savussa on suuri. Kaaviossa 8 on esitetty pisaroiden pinta-ala suhteessa pisarakokoon. Vaikka pieni vesipisara on tehokas, kuumassa savussa pisaran kantama ja elinaika ovat lyhyitä. Lisäksi pientä pisarakokoa käyttävien laitteiden sammutusvesivirta on pieni, vain 38–60 l/min, kun vastaavasti perinteisen sumusuihkun vesivirta on 300–500 l/min. Pienen vesivirran ja pienen pisarakoon vuoksi vesipisaran sammutusvaikutusta palaville ja palamattomille pinnoille ei välttämättä synny, koska lähes kaikki sammutusvesi höyrystyy kuumassa savussa ja liekissä.

### Miksi erittäin pienellä pisarakoolla on hyvä sammutusteho?

- Keskimääräisen pisarakoon pienentyessä samasta vesimäärästä saadaan enemmän pisaroita, jolloin pisaroiden yhteen laskettu pinta-ala kasvaa. Suuren pisarapinta-alan vuoksi veden höyrystymisnopeus on suuri.

## Tärkeää

- Veden sammutusvaikutus on jäähdytys ja rajatussa tilassa myös vesihöyryn aiheuttama tukahdutus.
- Tarvittavaan sammutusvesivirtaan vaikuttavat muun muassa käytetty sammutustekniikka ja se, kuinka hyvin sammutusvesi saavuttaa palokohteen.
- Mitä pienempi on sammutuslaitteen pisarakoko, sen nopeammin käytetty vesimäärä höyrystyy ja jäähdytysvaikutus on tehokkaampi. Toisaalta pientä pisarakokoa käyttävien laitteiden sammutusvesivirta on pieni eikä vesipisaran sammutusvaikutusta palaville ja palamattomille pinnoille synny, koska lähes kaikki sammutusvesi höyrystyy.
- Sisäsammutustekniikassa vaaditaan riittävää vesivirtaa sekä oikeanlaista pisarakokoa, jotta sammutustekniikka olisi tehokasta ja työturvallista.

### 3.3.5 Veden lämpösäteilyn absorptiokyky

Lämpösäteily on lämmön siirtymistä sähkömagneettisena säteilynä. Lämpösäteily ei tarvitse etenemiseensä väliainetta. Se ei lämmitä ilmaa, eikä ilma jäähdytä säteilyä lyhyillä matkoilla. Osuessaan

jähmeään kappaleeseen lämpösäteily muuttuu jälleen lämmöksi kappaleen pinnassa. Tulipalon lämpösäteily nostaa syttyvän aineen lämpötilan syttymislämpötilaan ja aine syttyy palamaan. (Hyttinen ym. 2014.)

Rakennuspaloissa viereisiä rakennuksia tai rakennusosia voidaan suojella lämpösäteilyltä sumusuihkulla tai vesiverholiittimellä. Vesisumun lämpösäteilyn absorptiokyky kasvaa sumun pisarakoon pienetessä, koska sumu on tällöin tiheämpää. Vesivirralla on myös suuri merkitys absorptiokykyyn, koska vesivirran kasvaessa sumu on tiheämpää ja suojaa paremmin. (Hyttinen ym. 2014, Vaari 2004.)

Paras suojaus lämpösäteilyltä kuitenkin saadaan, jos samalla suojattavaa kohdetta valellaan vedellä (Weewer 2015). Esimerkiksi 0.5 millimetrin paksuinen vesikalvo kykenee absorboimaan noin 95 prosenttia liekin lämpösäteilystä. Veteen absorboitunut säteilylämpö kuljettuu pois suojattavalta pinnalta lämmenneen veden mukana. Vesivalelu on huomattavasti tehokkaampi suoja lämpösäteilyltä kuin pelkkä suojasumu. Yhdessä vesivalelu ja suojasumu esimerkiksi vesiverholiittimellä suojaavat suojeltavaa kohdetta varsin tehokkaasti lämpösäteilyltä. (Vaari 2004).

### 3.3.6 Sammutusjauheet

Sammutusjauheilla on kaksi pääasiallista sammutusmekanismia: liekkivaikutus ja pintavaikutus (Vaari 2004, 93).

**1. Liekkivaikutus**

Liekkivaikutus perustuu sammutejauheen lämpenemisen ja hajoamisen aiheuttamaan jäähdytysvaikutukseen ja hajoamistuotteiden kemialliseen vaikutukseen. Inhibitiolla hidastetaan palamisen kemiallista reaktiota liekkipalossa. (Vaari 2004, 93; Hyttinen ym. 2014, 107.)

Jauheen sammutusvaikutus **liekkipalossa** perustuu jauheen hienojakosuuteen, jossa jauhehiukkaset hidastavat liekillä palamisen kemiallista reaktiota, sekä kemialliseen reaktioon, jossa sammutusjauheena oleva ”suola” (natriumkaliumbikarbonaatti) hajoaa lämmön vaikutuksesta. Sammutusvaikutus liekkipalossa on siis **inhibitio** ja **jäähdytys**. Prosessiin kuluu paljon lämpöä, joka jäähdyttää paloa (endoterminen reaktio). Käytännössä jauheen sammutusvaikutus liekkipalossa on enemmän jäähdyttävä kuin inhibitio. (Hyttinen ym. 2014, 107–108.)

**2. Pintavaikutus**

Pintavaikutus aiheutuu palavan aineen pinnalle muodostuvasta epäorgaanisesta polymeeristä, ja tämä mekanismi on oleellinen A-palojen sammutuksessa. Palavan aineen pinnalle muodostunut epäorgaaninen polymeeri pysäyttää pyrolyysin ja estää hapen pääsyn kosketuksiin palavan aineen kanssa. Sammutusvaikutus on tukahdutus. (Vaari 2004, 93; Hyttinen ym. 2014, 107.)

Jauheet sopivat A-, B- ja C-luokan paloihin. Palavan nesteen paloissa jauhe sammuttaa liekit, mutta uudelleen syttymisvaara on olemassa, koska jauhe ei muodosta kalvoa nesteen pinnalle. Jauhesammuttimet (kuva 12) ovat tehokkaita alkusammutuksessa, mutta myös rakennuspaloissa. Rakennuspaloissa niitä voidaan käyttää alkupalojen sammutuksessa heti palon alkuvaiheessa tai palon rajoittamisessa esimerkiksi rakennuksen ulkopuolelta pistojauheputkella. Jauhesammuttimia käytettäessä kannattaa huomioida, että sammutusjauhe sotkee paikkoja ja aiheuttaa korroosiota metallipinnoille. Väärässä paikassa käytettynä jauhe voi aiheuttaa merkittävää lisävahinkoja. Tällöin palo olisi voitu sammuttaa ehkä vesipohjaisella sammuttimella jauhesammuttimen sijaan.

**Kuva 12.** Jauhesammutin.

## Tärkeää

- Sammutusjauheen sammutusmekanismi perustuu liekkivaikutukseen ja pintavaikutukseen.
- Liekkivaikutus perustuu jäähdytykseen ja inhibitioon, pintavaikutus tukahdutukseen.
- Jauhesammuttimet ovat erittäin tehokkaita alkusammutuksessa ja myös rakennuspaloissa palon rajoittamisessa.
- Sammutusjauhe leviää herkästi isolle alalle sotkien pintoja ja aiheuttaen mahdollisia lisävahinkoja.

### 3.3.7 Aerosolisammute

Aerosolisammute purkautuessaan katkaisee kemiallisesti tulipalon ketjureaktion liekkialueella vastaavasti kuin sammutusjauhe. Laitteen toimintaperiaate ja sammutusvaikutus perustuvat pääasiallisesti ketjureaktion katkaisemiseen eli **inhibitioon** sekä toissijaisesti jäähdyttämiseen palosta kaliumhydroksidiin sitoutuvan energian vaikutuksesta. Aerosolit eivät syrjäytä happea, ja happipitoisuus sammutuksessa pysyy 17–20 prosentin tasolla. Aerosolisammute on suunniteltu toimivaksi A-, B- ja C-luokan palojen sammuttamiseen **suljetussa tilassa**. Aerosolin **pitoisuus** suljetussa tilassa on ratkaiseva, eli jos pitoisuus ei ole riittävä, palo ei sammu. Useimmissa järjestelmissä lähtöaineena on kaliumnitraatti ($KNO_3$). Sammutteen syntytapa on muihin sammutteisiin verrattuna poikkeava, sillä itse sammute syntyy eksotermisen eli lämpöä tuottavan reaktion tuloksena ja muodostaa näin pieniä partikkeleita. Purkautuva aerosoli pyrkii katkaisemaan liekkipalon sekoittamalla reaktioon, siis liekin alueelle, kaliumradikaaleja ($K^+$), jotka toimivat kemiallisena sammutteena. (Rinne & Vaari 2005; Kuikka 2018.)

Rinteen ja Vaarin (2005) mukaan aerosolisammutteen kaliumnitraatin ($KNO_3$) reaktiotuotteena syntyy vapaita kaliumradikaaleja K, jotka toimivat kemiallisena sammutteena. Vapaat radikaalit reagoivat palosta syntyvien kaasujen (O, H, OH) kanssa seuraavan reaktioyhtälön mukaan:

$K + OH + E \rightarrow KOH + E$
$KOH + H \rightarrow H_2O + K$
$KOH + OH \rightarrow H_2O + KO$, missä E on palosta otettu energia.

Aerosolisammutteita käytetään tila- ja kohdesuojauksessa. Pelastustoiminnassa käytetään niin sanottuja heittosammuttimia, jotka sisältävät aerosolisammutetta (kuva 13). Nimi heittosammutin tulee sammuttimen käyttötavasta: sammutin aktivoidaan sytyttimellä ja heitetään palotilaan, jossa heittosammutin purkautuu. Purkautumisessa kiinteä sammute ($KNO_3$) muuttuu aerosoliksi. Aerosoli on vaaleaa, kaasumaista ja tiheää usvaa, jolla on tunnusomainen hieman kitkerä tuoksu. Aerosolin raekoko on paljon pienempää kuin jauhesammuttimen, eikä aerosolisammute sottaa eikä aiheuta jälkivahinkoa kuten sammutusjauhe.

**Kuva 13.** Eri kokoisia heittosammuttimia.

Aerosolisammutteen pääainesosat ovat kiinteitä kaliumkarbonaatteja, typpeä, hiilidioksidia ja vesihöyryä, eivätkä ne syrjäytä happea. Aerosolisammutteiden vaikutus happipitoisuuteen on siis hyvin vähäinen, eivätkä ne aiheuta tukehtumisvaaraa. Aerosolisammute muodostetaan ”palamisreaktiossa” sammutesylinterin sisällä, mistä johtuen ne sisältävät aina joissain määrin haitallisia sivutuotteita, kuten hiilimonoksidia (CO) ja typen oksideja (NOx). Aerosolin hengittäminen aiheuttaa kihelmöintiä ja ärsytystä hengitysteissä ja limakalvoilla sekä mahdollista hengenahdistusta, jos henkilö altistuu korkealle sammutepitoisuudelle. (Salgrom technologies oy 2018.)

Sammutteen, kaliumnitraatin aktivoitumislämpö on noin 270 °C ja purkautumislämpötila 400 °C:een ja 75 °C:een välillä riippuen etäisyydestä purkautuvaan sammutteeseen. Purkautuva aerosoli on noin 400 °C noin 25 cm:n päässä purkausaukolta ja 75 °C astetta noin 1,5 metrin päässä. (Jäntti, Loponen & Miettinen 2009, 20–21.)

Pelastustoiminnassa käytettävissä heittosammuttimissa on sammutetta yleensä 1–3,5 kg. **Sammutemäärällä** on suuri merkitys, koska sammutusvaikutus perustuu tilassa olevaan aerosolin **pitoisuuteen**. Aerosolia pitää tilassa olla riittävästi, jotta liekkipalo sammuu. Valmistajien mukaan riittävän sammutteen määrä lähtee 25 g:sta ylöspäin tilavuusyksikköä kohden (Rinne & Vaari 2005). Jotkut valmistajat ovat polttokokeissa hyvissä olosuhteissa päässeet niinkin matalaan sammutusainepitoisuuteen kuin 28 g/m³. Esimerkiksi jos käytetään pitoisuusrajana 28 g/m³, kolmen kilon sammutin tehoaa noin 44 m²:n tilaan. Näin matala sammuteainepitoisuus ei käytännössä pysty kuitenkaan liekkipaloa täysin sammuttamaan. Koska aerosolipitoisuus on hyvin ratkaiseva sammutusvaikutuksen kannalta, pelastustoiminnassa kannattaa käyttää mahdollisimman isoja, 2–3,5 kg:n heittosammuttimia.

Tilan tiiveys ja tilassa olevat aukot vaikuttavat myös sammutustehoon sekä sammutteen vaikutusaikaan. Liekkipalon sammuttua hehkupalo jatkuu ja pyrolysoitumista tapahtuu edelleen. Jos tilassa oleva aerosoli tuulettuu pois, leikkipalo syttyy uudestaan palamaan. Jos tila on tiivis eikä tilassa ole aukkoja, kestää aerosolin sammutusvaikutus jopa kymmeniä minuutteja. Vastaavasti jos tilassa on suuria aukkoja ja aerosoli pääsee tuulettumaan pois, sammutusvaikutus jää hyvin marginaaliseksi.

## Tärkeää

- Aerosolisammuttimen (heittosammuttimen) pääasiallinen sammutusvaikutus on inhibitio, toissijaisesti jäähdytys.
- Sammutettavassa tilassa pitää olla riittävä aerosolipitoisuus, jotta liekkipalo sammuu. Jos pitoisuus on liian pieni, sammutusvaikutusta on lähes nolla.
- Pelastustoiminnassa kannattaa käyttää riittävän isoja, 2–3,5 kg:n heittosammuttimia.
- Aerosolisammutetta ei ole syytä hengittää tilassa, jossa sitä on käytetty. Tällöin tulee käyttää hengityssuojaimia (paineilmahengityslaitetta).
- Heittosammutin sekoittaa palotilassa savukaasut ja hävittää näkyväisyyden. Lisäksi lämmöt tasaantuvat, jolloin ylälämpö laskee ja alalämpö nousee.

### 3.3.8 Hiilidioksidi

Hiilidioksidi ($CO_2$) on väritön ja hajuton inerttikaasu. Hiilidioksidi on 1,5 kertaa ilmaa raskaampaa. Hiilidioksidi sopii hyvin B- ja C-luokan paloihin, mutta huonosti A-luokan paloihin. A-luokan paloissa hiilidioksidi sammuttaa liekkipalon, mutta hehkupalon sammutus onnistuu vain, jos pitoisuus on riittävä ja sammutteen toiminta-aika riittävän pitkä, jotta hehkupalo jäähtyy riittävästi. Kuvassa 14 on hiilidioksidikäsisammutin.

Hiilidioksidin sammutusvaikutus perustuu pääosin tukahdutukseen. Sen avulla pienennetään ilman happipitoisuus palotilassa rajahappipitoisuuden alapuolelle. Useimpien aineiden liekkipalo sammuu 12–15 t-%:n happipitoisuudessa. Monilla aineilla on mentävä vieläkin pienempiin happipitoisuuksiin. 15 t-%:n happipitoisuus edellyttää noin 30 t-%:n hiilidioksidipitoisuutta ilmassa. Tämä pitoisuus saavutetaan, kun tilaan johdetaan

noin 0,6 kilogrammaa hiilidioksidia tilan jokaista kuutiometriä kohti. Hiilidioksidin jäähdyttävä vaikutus on hyvin pieni. (Hyttinen ym. 2014.)

Hiilidioksidi sopii hyvin esimerkiksi metallikuorella päällystettyjen koneiden ja laitteiden sammuttamiseen, kun sammute saadaan huoltoluukun kautta suljettuun tilaan. Hiilidioksidi sopii hyvin elintarviketeollisuuden kohteisiin ja keittiöihin, sillä hiilidioksidi ei aiheuta elintarvikkeiden pilaantumista. Hiilidioksidi sopii hyvin myös kohteisiin, joiden käyttölämpötilat ovat korkeat tai joissa esiintyy korkeita lämpötiloja, eikä hiilidioksidista synny vaaraa aiheuttavia hajoamistuotteita. (Hyttinen ym. 2014.) Vaikka standardin SFS-EN 3-7 (ks. luku 5.12.1) mukaan hiilidioksidisammuttimen käyttöä F-luokan palojen sammuttamiseen pidetään vaarallisena, käytännössä on todettu, että hiilidioksidisammuttimella voi yrittää sammuttaa rasvapaloa. Todennäköistä on kuitenkin, että rasva syttyy uudestaan palamaan, kun hiilidioksidipitoisuus laskee, jollei rasva ole tarpeeksi jäähtynyt hiilidioksidin vaikutuksesta.

**Kuva 14.** Hiilidioksidikäsisammutin.

### 3.3.9 Vaahdot

Vaahdot jaetaan A- ja B-luokan vaahtoihin (A-luokan palot ja B-luokan palot). A-vaahtojen ominaisuutena on se, että ne alentavat veden pintajännitystä, jolloin vesi pystyy tunkeutumaan paremmin huokoiseen materiaaliin. B- vaahtojen ominaisuutena taas on se, että ne kelluvat palavan nesteen päällä. Tällöin vaahto muodostaa kalvon, jolla eristetään ilman ja palavien kaasujen kontakti toisiinsa. (Rinne & Vaari 2005.)

A-luokan vaahtoja muodostettaessa tarvitaan noin 0,1–1,0 prosentin seos, jolloin vesi pystyy hyvin tunkeutumaan materiaaliin. Esimerkiksi CAFS-sammutuslaitteessa käytetään 0,1–1,0 prosentin seosta ja UHPS-sammutuslaitteessa voidaan käyttää 0–6 prosentin seosta. B-luokan (synteettiset ja proteiinivaahdot) vaahtoja valmistettaessa konsentraattia tarvitaan noin 1–6 prosenttia (AR-AFFF jopa 10 %). Esimerkiksi yhdistelmävaahtoputkea käytettäessä seossuhde on 1–6 prosenttia. Taulukossa 1 kuvataan vaahtojen ominaisuuksia eri vaahtoluvuilla eri vaahdon valmistuslaitteilla.

## Tärkeää

- Hiilidioksidin pääasiallinen sammutusvaikutus on tukahdutus.
- Hiilidioksidin purkautumislämpötila on alle –76 °C, joten tämä vaaratekijä on otettava huomioon sammutettaessa.
- Hiilidioksidista ei jää jäämiä eikä vaarallisia hajoamistuotteita, se ei johda sähköä, ei sotke paikkoja eikä aiheuta korroosiota metallipinnoilla.
- Hiilidioksidi sammutteena on kaasumaista, ja se voi näin levitä myös vaikeapääsyisiin tiloihin.
- Kaasumaisena aineena hiilidioksidi ei sovellu hyvin ulkotiloihin eikä sammuta hehkupaloa.

| Vaahto | Raskasvaahto | | | Keskivaahto | Kevytvaahto |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tyyppi CAFS-vaahto** | märkä | fluidi | kuiva | | |
| **Vaahtoluku** | 1–5 | 5–10 | 10–20 | 20–200 | >200 |
| **Olomuoto** | vetinen | vetinen ”partavaahto” | jäykkä ”partavaahto” | kuiva vaahto | erittäin kuiva vaahto |
| **Vaahdon valmistuslaite** | raskas-vaahtoputki, suihkuputki UHPS/HPS CAFS | raskas-vaahtoputki UPRIM LX CAFS | yhdistelmä-vaahtoputki CAFS | yhdistelmä-vaahtoputki vaahtopistooli UPRIM MX | kevytvaahdon-kehitin |

**Taulukko 2.** Vaahtojen ominaisuuksia eri vaahtoluvuilla ja vaahdon valmistuslaitteita (NFPA 2000; Rinne & Vaari 2005).

**Kuva 15.** Yhdistelmävaahtoputki ja keskivaahtoa.

**Kuva 16.** UPRIM ja keskivaahtoa.

Vaahdon sammutusvaikutus **palavan nesteen paloissa** (B-luokan palo) on jäähdytys ja tukahdutus:

- Jäähdytysvaikutuksessa vaahdon sisältämä vesi jäähdyttää paloa ja vaahtopatja estää lämmön siirtymisen liekistä palavaan nesteeseen vaikeuttaen nesteen höyrystymistä.
- Tukahdutusvaikutuksessa vaahtopatja estää ilman pääsyn kosketuksiin polttonesteen höyryjen kanssa. (Hyttinen ym. 2014.)

A-luokan paloissa sammutusvaikutus on jäähdytys, ja vaahtoliuos pienentää veden pintajännitystä tehostaen veden tunkeutumista huokoiseen materiaaliin. CAFS- sammutelaitteen muodostaman vaahdon sammutusvaikutus A-luokan paloissa on

myös tukahdutus. CAFS:n painevaahto kykenee tarttumaan palaviin ja palamattomiin pintoihin estäen pyrolisoitumisen ja muodostaa eristepatjan palavan materiaalin päälle estäen hapen yhtymisen palavaan aineeseen.

Sammutusvaahtojen valmistajia on lukuisia ja erilaisia vaahtonestetyyppejä on kymmeniä. Vaahtonesteet voidaan jakaa fluorattuihin ja fluoraamattomiin vaahtoihin. Fluoratuilla vaahdoilla on pitkäaikaisia ympäristövaikutuksia. Useimmat sammutusvaahdot ovat vesiliukoisia ja kulkeutuvat siten helposti ympäristöön päästyään maaperässä pohjaveteen ja vesistöihin. Suomen ympäristökeskuksen vuonna 2006 tekemässä selvityksessä (Suomen ympäristökeskus 2006) todetaan pelastuslaitosten aiheuttavan suhteellisen suuren riskin ympäristölle vaahtonesteiden käytössä, koska vaahtonesteitä käytetään tilanteissa, joissa sammutusjätevesiä ei ole mahdollista kerätä talteen ja kuormitus siirtyy suoraan ympäristöön. Tällä hetkellä käytettävissä olevan tiedon perusteella ei voida kuitenkaan arvioida, mikä on ympäristöystävällisin tapa sammuttaa tulipalo. Suuri sammutusvesimäärä johtaa suureen sammutusjätevesien määrään. Sammutusvaahdon käyttö pienentää tarvittavan sammutusveden määrää, mutta sen poiskerääminen ja jatkokäsittely vaativat huolellisuutta vaahdon sisältämien ympäristölle haitallisten aineiden vuoksi. (Flood ym. 2018.)

Sammutusvaahdoissa käytettyjen fluoriyhdisteen PFOA, sen suolojen ja samankaltaisten aineiden käyttöä on rajoitettu terveys- ja ympäristöriskien takia EU:ssa. PTFE:n ja PVDF:n valmistus tiettyihin käyttötarkoituksiin sallii PFOA-aineita sisältävien sammutusvaahtojen käytön 4.7.2020 jälkeen 4.7.2025 asti B-luokan palojen sammutuksessa kuitenkin niin, että vuoden 2023 alusta käyttö on sallittua vain paikoissa, joissa kaikki sammutusvedet saadaan kerättyä talteen. Rajoitus koskee myös käsisammuttimissa käytettäviä sammutusvaahtoja. Tulevaisuudessa pysyvien orgaanisten yhdisteiden käyttöä sammutusvaahdoissa tullaan todennäköisesti rajoittamaan tiukasti. [(EU) N:o 2019/1021.] **Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että sammutusvaahtojen käyttö kielletään**, vaan sammutusvaahdoissa käytetyille kemikaaleille tulee tiukempia vaatimuksia.

## Tärkeää

- Vaahtoja käytetään B-luokan paloissa (palavien nesteiden sammutuksessa) sekä A-luokan paloissa. B-luokan paloissa tarkoituksena on saada palavan nesteen pinnalle tiivis vaahtopatja. A-luokan paloissa vaahtoliuoksen tarkoituksena on pienentää veden pintajännitystä.
- Vaahdon sammutusvaikutus B-luokan paloissa on jäähdytys ja tukahdutus.
- Vaahdon sammutusvaikutus A-luokan paloissa on jäähdytys.
- CAFS-sammutuslaitteen painevaahdon sammutusvaikutus A-luokan paloissa on jäähdytys ja tukahdutus.

### 3.3.10 Sammutusveteen lisättävät lisäaineet

Veden tunkeutumiskykyä huokoisiin materiaaleihin voidaan parantaa alentamalla veden pintajännitystä. Veden pintajännitystä voidaan pienentää sekoittamalla veteen pinta-aktiivista ainetta. Esimerkiksi astianpesuaineet alentavat veden pintajännitystä. Pelastuslaitoksen käyttävät yleensä vaahdotteita alentaakseen sammutusveden pintajännitystä, koska sitä on sammutusautoissa yleensä saatavilla. UHPS ja CAFS-sammutuslaitteiden yksi toimintaperiaate on myös se, että laitteiden A-vaahdote alentaa sammutusveden pintajännitystä ja tehostaa veden tunkeutumiskykyä. Pinta-aktiivista ainetta ei tarvitse lisätä paljon, jo 0,5 t-%:n määrä vähentää veden pintajännitystä puoleen alkuperäisestä arvosta. Tätä suuremmat pitoisuudet vedessä ovat vain haitaksi. (Hyttinen ym. 2014, 99.)

Sammutusveden pintajännitystä alentavia aineita on tarjolla muitakin kuin vaahdotteita, kuten X-Fog ja PATU-vedenpehmennysaine. X-Fog on Ruotsissa testattu tensiditön lisäaine A-luokan paloihin (Holmstedt 2017). X-Fog-lisäainetta voidaan käyttää matala- ja korkeapainejärjestelmissä 1–3 prosentin seossuhteella välisekoittajalla tai säiliöön valmiiksi sekoitettuna.

SoftEX-kauppanimellä tunnettu sammute on vesipohjaista nestettä, jossa on SoftDrops-lisäainetta 10 t-% ja vettä 90 t-%. SoftEX-sammutetta suihkutetaan paloon tätä varten suunnitelluilla suuttimilla, joilla saadaan pienipisarainen sumu aikaiseksi. (Hyttinen ym. 2014, 100.)

Palonestoaineita käytetään myös sammutustyössä. Niitä käytetään lähinnä maastopaloissa rajoituslinjoilla. Palonestoaineita voidaan käyttää myös paloalueelle jäävien alueiden ja rakennusten suojaamiseksi. Palonestoaineet ovat hyvin tehokkaita mutta myös kalliita. (Laitinen ym. 2022, 38.)

### 3.3.11 Sammutusjätevesi

Tulipalojen sammuttamisessa käytettävästä vedestä osa höyrystyy tai imeytyy palokohteen rakenteisiin ja irtaimistoon. Jäljelle jäävää vettä kutsutaan sammutusjätevedeksi. Sammutusjätevesien määrä voidaan arvioida olevan noin puolet sammutukseen käytetystä kokonaisvesimäärästä (Paloposki ym. 2005). Sammutusjätevesi voi sisältää ympäristölle haitallisia kemikaaleja, jotka aiheuttavat vesistön, maaperän ja pohjaveden pilaantumista. Tämän vuoksi sammutusjäteveden pääsyä ympäristöön on vältettävä. Sammutusjätevesien ympäristövaikutukset riippuvat palavasta kohteesta, palavasta materiaalista ja sammutuksessa käytetyn veden määrästä. (Flood ym. 2018.)

Toiminnanharjoittajien pitäisi etukäteen varautua ja suunnitella miten sammutusjätevesi kerätään ja sen pääsy ympäristöön estetään tulipalotilanteissa. Esimerkiksi kaikki vaarallista kemikaalia teollisesti käsittelevät ja varastoivat laitokset laativat sammutusjätevesien hallintasuunnitelman toimintansa edellyttämässä laajuudessa. Kemikaaliturvallisuuslainsäädännön mukaan toiminnanharjoittajan on estettävä rakenteellisin ratkaisuin kemikaalien saastuttaman sammutusjäteveden leviäminen ympäristöön tai hallitsemattomasti jätevedenpuhdistamolle. Toiminnanharjoittajalla on oltava suunnitelmat ja sen mukaiset laitteistot, menetelmät ja henkilöstö saastuneen sammutusjäteveden keräämiseksi ja käsittelemiseksi. Talteenottojärjestelmiä suunniteltaessa otetaan huomioon, että järjestelmät eivät voi perustua ainoastaan **pelastuslaitoksen tekemiin toimenpiteisiin**, koska pelastuslaitoksen ensisijaisena tehtävänä onnettomuustilanteissa on sammutus- ja pelastustyö, ei sammutusjätevesien keräilyn järjestäminen. (Tukes 2019.)

Sammutusjätevesien talteenottojärjestelmä tulee mitoittaa ottamaan talteen suurimman tuotantotilan, palo-osaston tai säiliön ja vallitilan tulipalon sammuttamiseen tarvittava vesimäärä. Talteenotossa otetaan myös huomioon mahdollisen huleveden ja vuotaneiden kemikaalien määrä. Talteenottojärjestelmä voi olla kiinteä tai siirrettävä rakenne, laite tai laitteisto tai näiden yhdistelmä. Talteenottojärjestelmän voi korvata järjestelmällä, joka pystyy luotettavasti erottelemaan haitalliset aineet sammutusjätevedestä. (Tukes 2019.)

# 4 Rakennuspalot

Tässä luvussa tarkastellaan rakennuspaloja tilastojen valossa, selvitetään miten savu ja palo leviää rakennuksessa, miten virtausreitit palavassa rakennuksessa vaikuttavat työturvallisuuteen. Tiedustelun merkitys rakennuspalon aikana ja erityisesti alkuvaiheessa on suuri. Tiedustelutiedon avulla pelastustoiminnan johtaja valitsee sammutustaktiikan ja tilanteessa käytettävät sammutustekniikat. Tästä syystä tiedustelua onkin käsitelty laajasti tässä luvussa.

Tässä luvussa käsitellään ontelopaloja erikseen, koska ne ovat hankalia palon leviämisen ja palon sammuttamisen näkökulmasta. Ontelopalojen sammuttamista on käsitelty myös luvussa viisi eri sammutustekniikoiden yhteydessä.

## 4.1 Rakennuspalot tilastojen näkökulmasta

Tässä luvussa tarkastellaan ajanjaksolla 2017–2021 tapahtuneita rakennuspaloja. Tilastot perustavat Pronto-järjestelmästä saatuihin tietoihin. Vaikka Pronton selosteet täytetään parhaalla mahdollisella saatavilla olevilla tiedolla virkavastuulla, selosteissa saattaa olla puutteita tai jopa virheitä, jotka luonnollisesti vaikuttavat tilastoihin. Se, mitä ei ole kirjattu Prontoon, ei myöskään tilastoissa näy tapahtumana.

Pronto on pelastustoimen resurssirekisteri ja onnettomuustilastointijärjestelmä, johon **tilastoidaan** Suomessa tapahtuneet onnettomuudet ja tehtävät. Pronto-järjestelmä pitää sisällään erilaisia tietoja onnettomuuksista, joita Suomessa tapahtuu. Onnettomuuksien tiedot kerätään eri selosteille. Jokaisesta hälytetystä tehtävästä syntyy sekä hälytysseloste että onnettomuusseloste. **Rakennuspaloista ja rakennuspalovaaroista tehdään lisäksi rakennusseloste** sekä tarpeen mukaan palontutkintaseloste. Näistä selosteista muodostuu myös palontutkinnan eri tasoja. Valmiit selosteet ovat viranomaisen julkisia asiakirjoja pois lukien salassa pidettävät tiedot. Seloste on dokumentti tapahtuneesta ja selvitys pelastuslaitoksen toiminnasta onnettomuuspaikalla. Selosteista voidaan poimia erilaisia **tilastoja**, joilla voidaan ohjata ja valvoa pelastuslaitoksen toimintaa sekä kehittää pelastusalaa.

Prontossa onnettomuudet on jaettu kahteen eri alakategoriaan: tulipaloihin ja muihin onnettomuuksiin. Tulipalot jaotellaan **rakennuspaloihin**, rakennuspalovaaroihin, maastopaloihin ja liikennevälinepaloihin sekä muihin tulipaloihin.

### 4.1.1 Tulipalotehtävien määrät

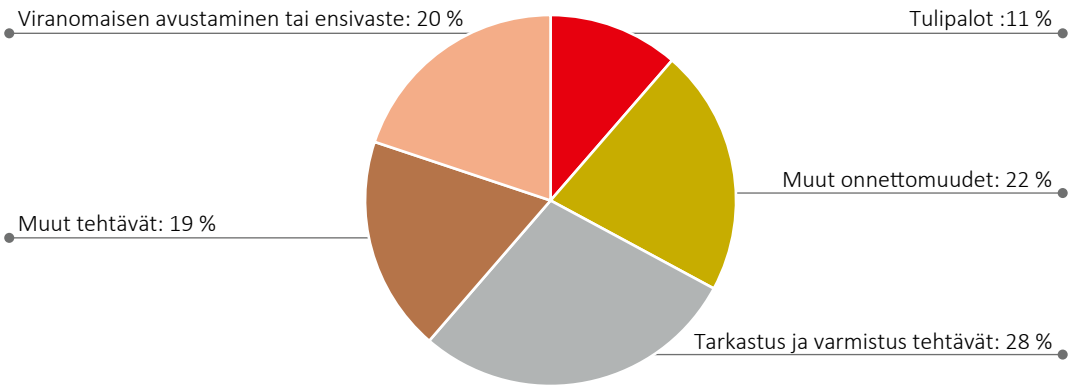
Suomessa kirjattiin toimenpiderekisteriin 531 171 hälytystehtävää vuosina 2017–2021. Tarkasteluvuosien keskiarvo on 106 234 tehtävää per vuosi. Tulipalojen osuus näistä tehtävistä oli vain 11 prosenttia, keskimäärin 12 594 tehtävää vuodessa. Kaaviosta 9 nähdään onnettomuustyypeittäin tyypillisimmät Suomessa tapahtuneet onnettomuudet tarkastelujaksolla 2017–2021, ja niitä olivat:

- tarkastus- ja varmistustehtävät, 28 prosenttia
- muut onnettomuudet, 22 prosenttia
- viranomaisen avustaminen tai ensivaste, 20 prosenttia
- muut tehtävät, 19 prosenttia
- **tulipalot, 11 prosenttia.**

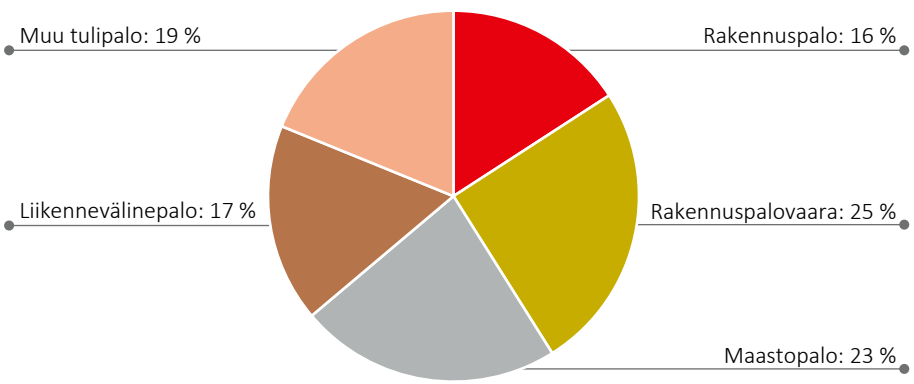
### 4.1.2 Rakennuspalojen ja rakennuspalovaarojen määrät

**Rakennuspalo vai rakennuspalovaara**

Rakennuspalo määritellään Prontossa seuraavasti: Palo, jossa palo on levinnyt syttymiskohdastaan sytyttäen rakennuksen rakenteet tai irtaimiston palamaan, joko liekehtien tai kytemällä. Lisäksi




**Kaavio 9.** Hälytystehtävien prosentuaalinen jakautuminen tarkastelujaksolla 2017–2021.




**Kaavio 10.** Tulipalotehtävien prosentuaalinen jakautuminen tarkastelujaksolla 2017–2021.

rakennuspaloksi kirjataan myös omatoimisesti sammutetut tai itsestään sammuneet rakennuspalot, vaikka pelastuslaitoksella ei ole ollut kohteessa sammutustehtävää.

Rakennuspalovaara määritellään Prontossa seuraavasti: Palosta, kuumenemista tai kärähtämisestä on syntynyt näkyvää savua. Tilanteesta olisi ollut mahdollista kehittyä rakennuspalo, mutta se ei ole levinnyt kuumenemis- tai syttymiskohdasta rakennuksen rakenteisiin tai irtaimistoon. Myös sammutetut tai itsestään sammuneet rakennuspalovaarat kirjataan rakennuspalovaaroiksi, vaikka pelastuslaitoksella ei ole ollut kohteessa sammutustehtävää.

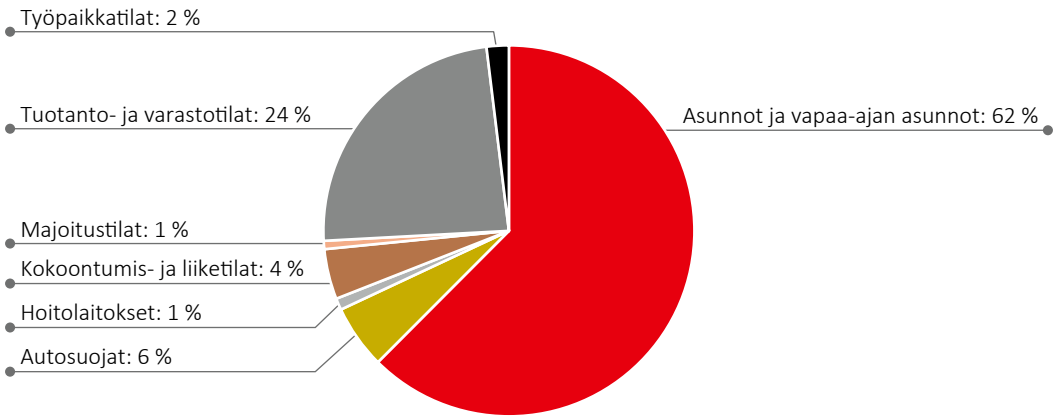
Suomessa tapahtui 62 972 tulipalotyyppistä onnettomuutta vuosina 2017–2021 eli keskimäärin 12 594 tulipaloa vuodessa. Kaaviossa 10 tarkasteltuna tulipalotyyppiset onnettomuudet:

- rakennuspalovaarat, 25 prosenttia, noin 3 174 vuodessa
- maastopalot, 23 prosenttia, noin 2 870 vuodessa
- muut tulipalot, 19 prosenttia, noin 2 374 vuodessa
- liikennevälinepalot, 17 prosenttia, noin 2 178 vuodessa
- **rakennuspalot, 16 prosenttia, noin 1 997 vuodessa.**

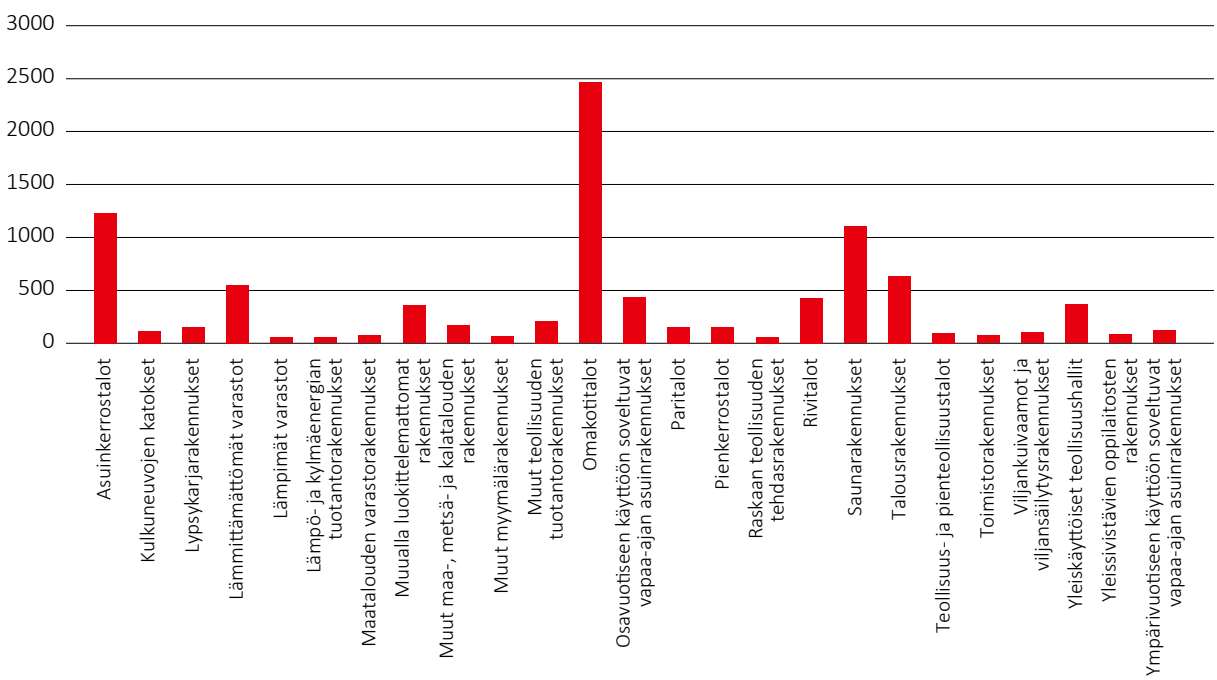
### 4.1.3 Rakennuspalojen määrä erityyppisissä rakennuksissa

Rakennuspaloista 62 prosenttia tapahtuu asunnoissa ja vapaa-ajan asunnoissa, 24 prosenttia tuotanto- ja varastotiloissa ja kuusi prosenttia autosuojissa. Kokoontumis- ja liiketiloissa rakennuspaloista tapahtuu vain neljä prosenttia. Kaaviossa 11 rakennuspalot on esitetty käyttötavan mukaan (E1).

Kaaviosta 12 nähdään tarkemmin rakennuspalojen jakautuminen rakennustyypeittäin. Kaavion




**Kaavio 11.** Rakennuspalot käyttötavan mukaan jaoteltuna tarkastelujaksolla 2017–2021.

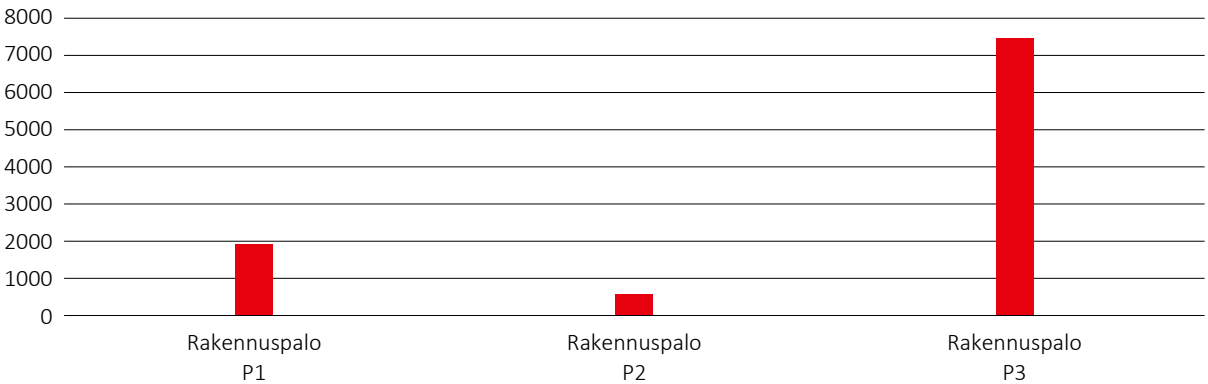



**Kaavio 12.** Rakennuspalojen jakautuminen rakennustyypeittäin tarkastelujaksolla 2017–2021.

mukaan rakennuspaloja eniten on omakotitaloissa. Seuraavaksi eniten rakennuspaloja on asuinkerrostaloissa ja saunarakennuksissa.

### 4.1.4 Rakennuspalojen jakaantuminen paloluokittain

Kaaviosta 13 havaitaan, että rakennuspaloja tapahtuu P3-luokan rakennuksissa 75 prosentissa tapauksista. P1-luokan rakennuksissa rakennuspaloja tapahtui 19 prosentissa tapauksista sekä P2-luokan rakennuksissa kuudessa prosentissa tapauksista. On siis hyvin todennäköistä, että sammutustyön kohteena on yleensä P3- luokan rakennus, jolloin kantavilla rakenteilla ei ole kantavuuden osalta palokestoajan vaatimuksia. Sortumavaaran huomioiminen on tilastojenkin valossa tärkeää rakennuspaloissa.



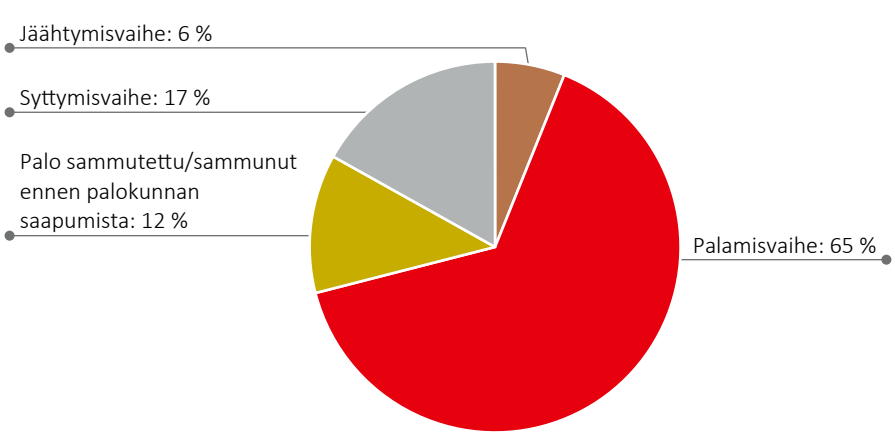

**Kaavio 13.** Rakennuspalojen palotekninen luokka tarkastelujaksolla 2017–2021.

### 4.1.5 Rakennuspalon kehittymisaste rakennuspaloissa pelastuslaitoksen saapuessa kohteeseen

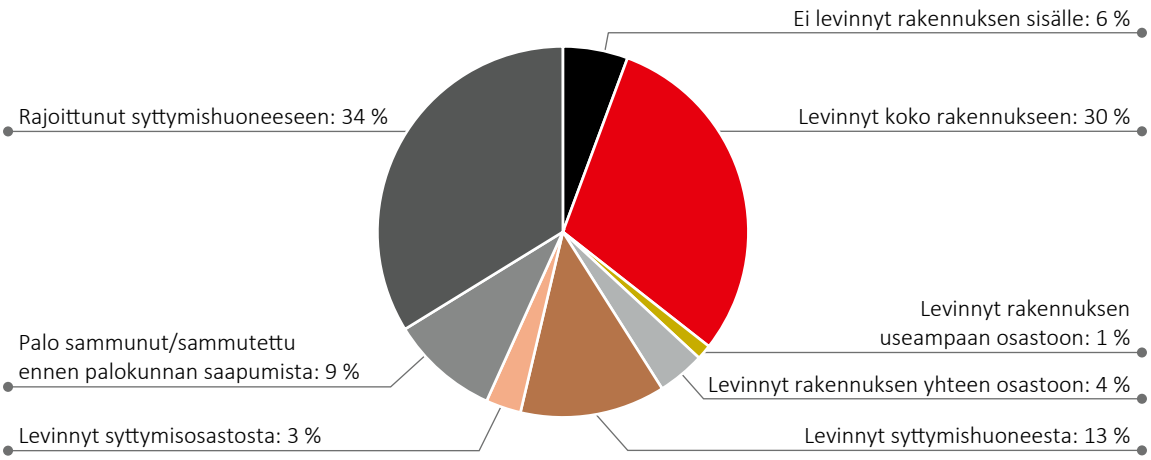
Rakennuspalon kehittymisasteella ja palamisvaiheessa olevan rakennuspalon laajuudella on merkitystä, kun pohditaan kohteen vaatimia sammutustoimenpiteitä. Pelastuslaitoksen saapuessa kohteeseen rakennuspalo oli 65 prosentissa tapauksista palamisvaiheessa ja 17 prosentissa syttymisvaiheessa, ja 12 prosentissa palo oli sammunut tai sammutettu ennen pelastuslaitoksen saapumista kohteeseen. Kuudessa prosentissa tapauksista palo oli jo jäähtymisvaiheessa (kaavio 14).

Pelastuslaitoksen saapuessa kohteeseen 34 prosentissa rakennuspaloista palo oli rajoittunut syttymishuoneeseen ja 30 prosentissa rakennuspaloista palo oli levinnyt koko rakennukseen (kaavio 15). Tiedusteluvaiheessa on tärkeää huomioida, palaako **rakennus** vai palaako **rakennuksessa**.

Yhteenvetona voidaan sanoa, että pelastuslaitoksen saapuessa kohteeseen rakennus on yleensä joko palamisvaiheessa tai syttymisvaiheessa (82 % tapauksista). Syttymisvaihe voi tilanteen aikana nopeasti muuttua palamisvaiheeksi, jos nopeita sammutustoimenpiteitä ei tehdä. Toisaalta palamisvaiheessa palo on usein (34 %) kuitenkin rajoittunut syttymishuoneeseen. Nopeat sammutustoimenpiteet olisivat myös tässä vaiheessa tärkeitä, ettei palo leviä syttymishuoneesta rakennuksen muihin osiin. Täydentävät sammutustekniikat ja ulkoa sammuttaminen nopeuttaisivat edellisissä tapauksissa tehokkaan sammutustoiminnan aloittamista ja palo saataisiin jäämään syttymisvaiheeseen tai jo palamisvaiheessa oleva palo rajattua syttymishuoneeseen.



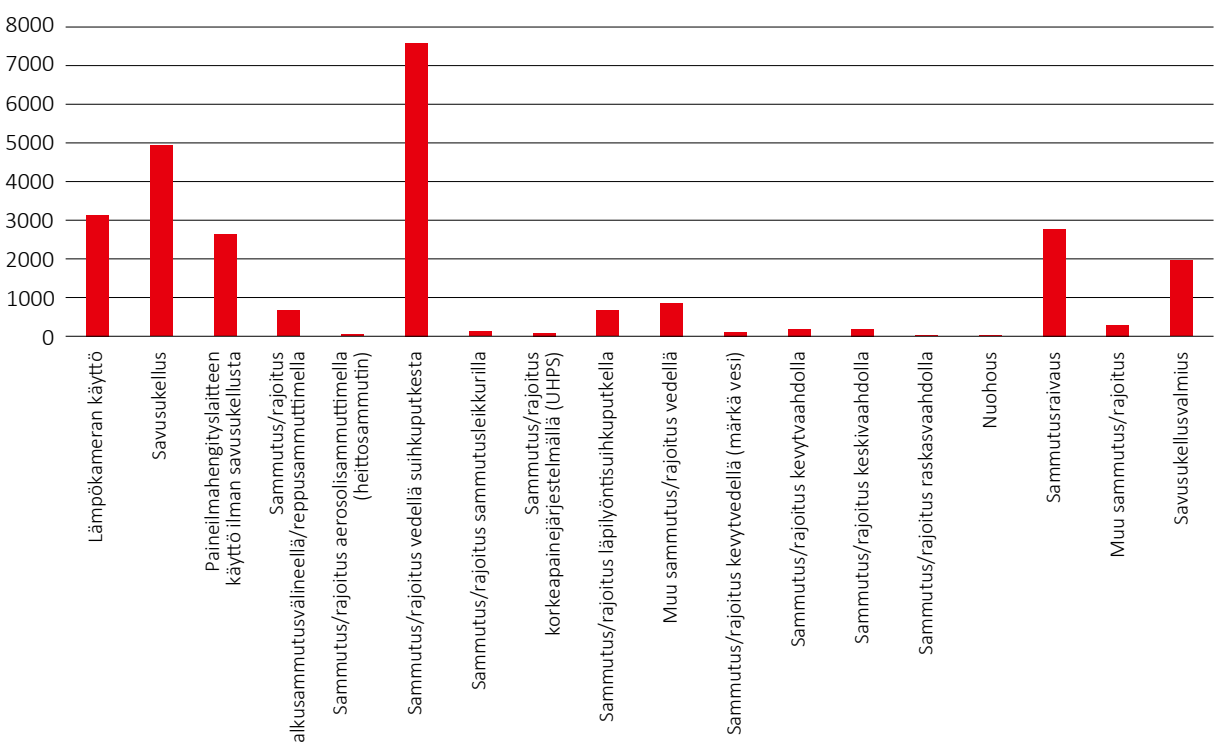

**Kaavio 14.** Rakennuspalon kehittymisaste pelastuslaitoksen saapuessa kohteeseen, tarkasteluajanjakso 2017–2021.




**Kaavio 15.** Palon laajuus pelastuslaitoksen saapuessa kohteeseen, tarkasteluajanjakso 2017–2021, kaikki rakennuspalot.

### 4.1.6 Rakennuspaloissa käytetyt sammutusmenetelmät

Kaavion 16 mukaan rakennuspaloissa suihkuputkella sammuttamista on käytetty valtaosassa tehtäviä, mikä on hyvin luonnollista, koska perusselvitys on yleinen selvitysmalli rakennuspaloissa. Savusukellustoimintaa on tapahtunut useassa sammutustehtävässä, mikä kuvaa hyökkäävän sisältä sammuttamisen taktiikan ja sisäsammutustekniikan suosiota rakennuspaloissa. Toisaalta paineilmahengityslaitteita on käytetty useassa tehtävässä ilman savusukeltamista, mikä voisi kuvata myös muiden sammutustaktiikoiden käyttöä kuin hyökkäävää sisältä sammuttamista.




**Kaavio 16.** Rakennuspaloissa käytetyt sammutus-/palonrajoittamistoimenpiteet ja siinä käytetyt menetelmät, tarkasteluajanjakso 2017–2021.

## 4.2 Palon kehittyminen ja leviäminen rakennuksessa

*Ville Ala-Kokko*

**Rakennuspalo** määritellään Palo- ja pelastussanostossa (TSK 33) paloksi, jossa rakennuksen rakenteet ovat syttyneet palamaan. **Rakennuspalo ja rakennuspalovaara** määritellään pelastustoimen onnettomuus- ja resursointitietojärjestelmässä (PRONTO) seuraavasti: Rakennuspalo on palo, jossa palo on levinnyt syttymiskohdastaan sytyttäen rakennuksen rakenteet tai irtaimiston palamaan. Rakennuspalovaara on palo, joka ei ole levinnyt syttymiskohdasta rakennuksen rakenteisiin tai irtaimistoon, mutta josta olisi ollut mahdollista kehittyä rakennuspalo. Esimerkiksi automaattisen paloilmoittimen ilmoittamat ”läheltä piti” tilanteet, nokipalo, koneiden, laitteiden ja loisteputkien ”kärähtämiset” ja rakennuksen vieressä syttyneet roskis- yms. palot kirjataan rakennuspalovaaraksi, jos ne eivät levinneet syttymiskohdastaan. (Palo- ja pelastussanasto 2006; Pronto.)

**Huonepalo** määritellään Palo- ja pelastussanastossa ja Palofysiikan kirjassa seuraavasti: Huonepalo on suljetussa tai osittain suljetussa tilassa tapahtuva palo, jossa palamisilman saatavuus on rajallinen ja josta savu ja lämpösäteily eivät pääse poistumaan esteettä. Lisäksi molemmissa teoksissa on määritelty samalla tavalla myös rajoitteiset palot. **Happirajoitteinen palo** on huonepalon vaihe, jossa palotehoa rajoittaa palavaan tilaan virtaavan hapen määrä. (Hyttinen ym. 2014; Palo- ja pelastussanasto 2006.)

**Savua** syntyy palamisen tuotteena. Savu on aerosolimuotoinen palamistuote, joka koostuu palokaasuista, hiukkasmaisista palamistuotteista ja pienistä pisaroista. (Hyttinen ym. 2014; Palo- ja pelastussanasto 2006.)

### 4.2.1 Palo rakennuksessa vai rakennuspalo?

Mitä termiä tulisi käyttää ja milloin on kyse rakennus-, huone-, huoneisto- tai rajatun tilan palosta? Ongelmalliseksi asian sammutus- ja pelastustoiminnassa tekee se, että ihmiset voivat ymmärtää käsitteet eri tavoin. Onko rakennus täyden palon vaiheessa vai onko rakennuksessa oleva yksi huone täyden palon vaiheessa? Onko kyseessä rakennuspalo vai palo rakennuksessa? **Tehokas ja turvallinen sammutus- ja pelastustoiminta edellyttää täsmällistä terminologiaa, jotta tulipalotilanteessa viestit ymmärretään oikein.** Määritelmiä onkin syytä tarkentaa.

**Puhuttaessa rakennuspalosta kannattaa käyttää termiä, joka muodostuu rakennuksen käyttötarkoituksen tai yleisesti käytetyn nimen mukaan.** Esimerkiksi omakotitalopalo, kerrostalopalo, sairaalapalo, teollisuushallipalo tai ilmanvaihtokonehuonepalo terminä kuvaa ymmärrettävästi kaikille, mistä on kyse. Raportoinnissa on merkitsevää, levisikö palo rakennuspaloksi, rajoittuiko se yhteen huoneeseen tai vain syttymiskohtaan, mutta sammutustoiminnassa kaikkiin paloihin tulee suhtautua siten, että palo uhkaa koko rakennusta. Pääsääntöisesti palo on ensin irtaimistossa yhdessä huoneessa, ja sen jälkeen se leviää rakennukseen. Rakennuksen käyttötarkoitus auttaa sammutustyöntekijöitä ymmärtämään, mitä kaikkea sammutustoiminnassa on huomioitava.

Palot isoissa tiloissa, jotka ovat esimerkiksi korkeita tai laajoja, käyttäytyvät eri tavalla kuin pienehköt asuinhuoneistopalot. Näissä tiloissa pääsee muodostumaan tilavuuksiltaan suuria savupatjoja. Palon kulkuun näissä vaikuttavat muun muassa palokuorma, palo-osastointi sekä sammutus- ja savunpoistolaitteistot.

Seuraavaksi pohditaan rakennuspalon syttymiskohdan merkitystä palon kulkuun. Helposti ajatellaan, että rakennuspalo syttyy aina sisältäpäin. Tämä on todennäköisin vaihtoehto, mutta rakennus voi syttyä palamaan myös ulkopuolelta tai rakenteiden sisältä. Rakennuksen sisäpuolisessa syttymisessä palo voi alkaa yksittäisessä huoneessa esimerkiksi kynttilästä, savukkeesta tai viallisesta sähkölaitteesta, jolloin tavanomaisesti rakennuksessa oleva irtaimisto syttyy palamaan. Tulipalo voi saada alkunsa myös rakenteiden sisällä esimerkiksi sähköjohdoissa, jolloin palon kehittyminen on erilainen. Rakennus voi syttyä palamaan myös ulkopuolelta, esimerkiksi terassilla olevasta grillistä tai ulkotulesta. Tällöin palo kehittyy aluksi

avopalona irtaimistossa ja rakennuksen ulkopuolisissa rakenteissa. Voimistuessaan palo leviää herkästi yläpohjaan, ja palolle alttiina oleva ikkuna saattaa rikkoutua lämmön vaikutuksesta, jolloin palo leviää rakennuksen sisäpuolelle.

**Pelastushenkilöstö tuntee tulipalon kehittymisen vaiheet ja vaarat, kun kyseessä on yksittäinen huone. Asia monimutkaistuu, kun palo leviää laajemmalle alueelle.** Asian ymmärtäminen edellyttää, että tuntee palon kehittymisen, leviämisen ja kulun rakennuksessa. Lisäksi tulee tuntea tyypilliset rakennusten ominaispiirteet, kuten palo-osastointi, poistumisreitit, rakenteiden palonkesto sekä paloteknisten laitteiden merkitys ja vaikutus palon kehitykseen. Rakennus koostuu yksittäisistä tiloista eli huoneista, jotka yhdessä muodostavat palo-osastoja. Yksittäisinä tiloina tulee ymmärtää myös muut kuin varsinaiset huoneet, esimerkiksi rakennuksen yläpuoliset tilat eli ullakot ja yläpohjan ontelot.

### 4.2.2 Palon leviäminen rakennuksessa

Yleisesti puhutaan palon leviämisestä, mutta todellisuudessa **rakennuspalossa tulee huomioida sekä palon että savun leviäminen. Palon levitessä savu leviää ensin ja ”palo tulee perässä”.** Tarkastellaan ensin palon leviämiseen vaikuttavia seikkoja.

Alkupalo syttyy ja palo leviää lämmön siirtymisen mukaan. Lämpö siirtyy kolmella eri tavalla:

1. johtumalla
2. lämmön kuljettumisen eli konvektion välityksellä
3. lämpösäteilyn avulla.

**Kuva 17.** Palokekäle.

Rakennuspalossa **palo voi levitä johtumalla** esimerkiksi metallisten putkien ja johtojen kautta. **Lämpöä kulkeutuu** rakennuksesta ulos purkautuvan savun mukana leijailevissa kevyissä kekäleissä (kuva 17), jotka voivat levittää paloa kauaksikin ympäristöön. Kevyet kekäleet ja kipinät nousevat palon edetessä avopaloksi korkealle kuuman nosteen vaikutuksesta ja saattavat levitä siten kauaskin rakennuksesta. Savun mukana kulkeutuu merkittävästi lämpöä, joten palo leviää rakennuksessa tehokkaasti. Tätä käsitellään tarkemmin seuraavassa kappaleessa. Voimakas liekkipalo aiheuttaa voimakkaan lämpösäteilyn, joka voi levittää paloa. Esimerkiksi, kun palo kehittyy, että se humahtaa, humahduksessa syntyvät liekit aiheuttavat voimakkaan lämpösäteilyn. Lämpösäteily aiheuttaa pintojen kuumenemisen sekä voimakkaan pintojen pyrolysoitumisen ja sen jälkeen tilan lieskahtamisen. **Lämpösäteilyn avulla palon leviämiseen** vaikuttavat lämpösäteilyn suuruus (mm. liekkien koko, pinta-ala) ja alttiina olevien pintojen pinta-ala sekä absorptiokyky. Osa lämpösäteistä imeytyy, osa heijastuu ja osa läpäisee pinnan. Siihen vaikuttavat muun muassa pinnan materiaali, väri, kovuus ja kiiltävyys. Lämpösäteilyn voimakkuuteen vaikuttavat myös etäisyys ja lämpösäteiden tielle osuvat esteet. (Hyttinen ym. 2014; Saukonoja 1997.)

Huonepalo on suljetussa tai osittain suljetussa tilassa tapahtuva palo, jossa palamisilman saatavuus on rajallinen ja josta savu ja lämpösäteily eivät pääse poistumaan esteettä. Jos savu ja lämpösäteily eivät pääse poistumaan, ne jäävät sisälle ja leviävät sisätiloissa. Savua syntyy palamisen seurauksena, ja sen koostumukseen vaikuttavat palava materiaali ja hapen saanti. **Palamisessa vapautuvaa lämpöenergiaa sitoutuu savuun** (palokaasuihin, hiukkasiin ja pisaroihin). Savu leviää nopeasti lämpimänä ylöspäin. Kohdatessaan sisäkaton savu jatkaa leviämistään katon rajassa sivusuuntiin joka puolelle ympäristöön. Kun savu kohtaa huonetta ympäröivät seinät, savun leviäminen estyy ja savu alkaa täyttää tilaa ylhäältä alaspäin. Tällöin muodostuu selkeä nollaraja, jonka alapuolella on ilmakerros ja yläpuolella tumma läpinäkymätön savukerros. Nollaraja ei ole

kuitenkaan absoluuttinen rajapinta, joka erottaa ilman ja savun, vaan savu sisältää myös ilmaa ja ilmakerroksessakin on aina jonkin verran savua. **Palo leviää savun avulla, koska savu kuljettaa lämpöä mukanaan.** Kuvassa 18 on nuolilla korostettu savun leviämissuuntia.

**Kuva 18.** Savun leviäminen.

## Milloin savu on syttyvää?

- Sitä ei voi yleispätevästi määritellä.
- Savun syttymiseen vaikuttavat seuraavat asiat:
  - savun sisältämät palokaasut
  - palokaasujen pitoisuus
  - savun lämpötila
  - savun seassa oleva mahdollinen vesihöyry
  - savuun sekoittunut ilma.

Savu levittää paloa myös toisessa muodossa. Savussa olevat palokaasut ovat nimensä mukaisesti palavia kaasuja. Niitä muodostuu pyrolyysin ja epätäydellisen palamisen seurauksena. **Levitessään savu kuljettaa mukanaan lämpöä ja palavia kaasuja (palavaa materiaalia).** Kaasumaisessa muodossa oleva palava materiaali on herkästi syttyvää. Kun savussa olevien palokaasujen pitoisuus ylittää alemman syttymisrajan ja kaasut ovat riittävän lämpimiä, ne syttyvät palamaan liekillä. Alkuvaiheessa palokaasujen pitoisuuden kasvaessa ja savun lämmetessä savussa liikkuu vaeltavia liekkejä. Palon voimistuessa osa savupatjasta tai koko savupatja syttyy palamaan. Tällöin puhutaan leimahtamisesta. Leimahtamisen jälkeen savun lämpötila nousee äkisti 400–600 asteeseen. Teoriassa leimahtamista seuraa hyvin nopeasti lieskahdus, jossa kaikki huoneen pinnat syttyvät palamaan. Todellisuudessa lieskahdus tapahtuu vain osittain tai ei lainkaan, koska palo muuttuu happirajoitteiseksi paloksi. Lieskahtamisen yhteydessä tällöin vain osa pinnoista syttyy palamaan. (Hyttinen ym. 2014.)

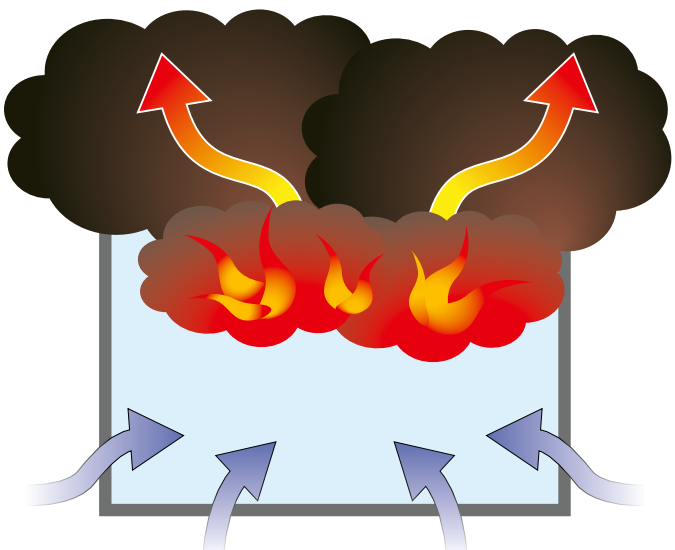
**Avoimet aukot, kuten ovet, ikkunat, portaikot tai tilojen avoimuus, vaikuttavat merkittävästi palon leviämiseen rakennuksessa.** Toimintaohjeessa tulipalon varalta on ollut jo pitkään maininta: ”Rajoita paloa sulkemalla ovet, ikkunat ja ilmanvaihto.” Tällä toiminnalla on suuri merkitys palon leviämiseen ja kehittymiseen rakennuksessa. Mikäli kaikki ovet ja ikkunat ovat kiinni, palo ei saa palamisilmaa eikä savu pääse leviämään. Pienehkössä suljetussa tilassa, kuten tavallisessa asuinrakennuksen huoneessa, olevasta palosta muodostuu hyvin nopeasti happirajoitteinen huonepalo. Palo voi tällöin jopa sammua hapen puutteeseen tai palo siirtyy hengitysvaiheeseen. Hengitysvaiheessa oleva palo ikään kuin hengittää. Vuoron perään tilasta tupruttaa savua pienistä raoista ja tilaan virtaa ilmaa. Hengittäminen muodostuu palotilassa vallitsevan paineen muutoksista, eli välillä tilassa vallitsee ylipaine ja välillä alipaine. **Hengitysvaiheessa oleva happirajoitteinen palo saattaa purkautua esimerkiksi avatun oven kautta ulos pistoliekkinä.** Palolle otollisissa olosuhteissa savu voi jopa humahtaa. (Hyttinen ym. 2014.)

Palo voi myös jäädä paikalliseksi polttoainerajoitteiseksi paloksi. **Polttoainerajoitteinen palo** on huonepalo, jossa palotehoa rajoittaa tilassa olevan polttoaineen määrä (Hyttinen ym. 2014; Palo- ja pelastussanasto, 2006). Esimerkiksi

sähkölaitteen palaessa tilassa, jossa rakenteet ja niiden pinnat ovat syttymättömiä, palo jää paikalliseksi polttoainerajoitteiseksi paloksi. Samaten isossa korkeassa tilassa oleva palo voi jäädä paikalliseksi polttoainerajoitteiseksi paloksi. Tällöin palossa muodostuva savu tilan suuren koon vuoksi jäähtyy ja laimenee, eikä muodosta palon leviämisvaaraa.

Mikäli palavaan tilaan on vain yksi aukko, samasta aukosta purkautuu kuumaa savua ja palavaan tilaan virtaa palamisilmaa. Kuvasta 19 nähdään, miten palavan tilan rikki menneestä ikkunasta purkautuu kuumaa, osin liekehtivää savua. Tämä on havainnollistettu punaisilla nuolilla. Purkautuminen tapahtuu aukon yläosasta, ja samanaikaisesti aukon alaosasta virtaa ilmaa palotilaan. Tämä on havainnollistettu sinisillä nuolilla. Kuvassa 20 voidaan havaita palossa muodostuvan savun leviäminen levytetyn ikkuna-aukon raoista.

Mikäli suljetusta palavasta huoneesta rikkoutuu ikkuna, **palo purkautuu** ulos ikkunasta kuvan 19 mukaisesti kaltaisesti. Ikkunan yläosasta purkautuu ulos kuumaa savua, ja alaosasta paloon virtaa ilmaa. Mikäli paloon ei vaikuteta mitenkään, palo voimistuu sisään virtaavan hapen vaikutuksesta. Kuuma purkautuva savu syttyy liekehtien palamaan. Purkautuvan palon käyttäytymiseen vaikuttavat muun muassa huoneessa olevan palon vaihe, alkupalon sijainti suhteessa ikkuna-aukkoon, palon voimakkuus, virtaukset ja palon rajoittuneisuus. Purkautuva savu voi syttyä hyvin nopeastikin pistoliekillä, jos huoneessa on happirajoitteinen palo ja purkautuva savu on kuumaa.



**Kuva 19.** Teoreettinen kuva purkautuvasta palosta.

**Kuva 20.** Levytetyn ikkuna-aukon raoista purkautuu savua.

### Mistä tunnistaa hengitysvaiheessa olevan rakennuspalon?

- Palotilan ikkunat ovat ehyet, ja niissä voi olla veden aiheuttamia valumajälkiä.
- Mustaa tai ruskeaa savua tupruaa ajoittain ulos palotilasta oven ja ikkunan raoista.
- Palotilassa tapahtuu oven ja ikkunan lähellä pientä palamista sen vuoksi, että ilmaa virtaa raoista tilaan.
- Ikkunasta näkyy palon kajastusta ja muita palon merkkejä palotilassa.
- Palotilan ovi tuntuu lämpimältä, kun sen yläosaa koskettaa paljaalla kädellä.

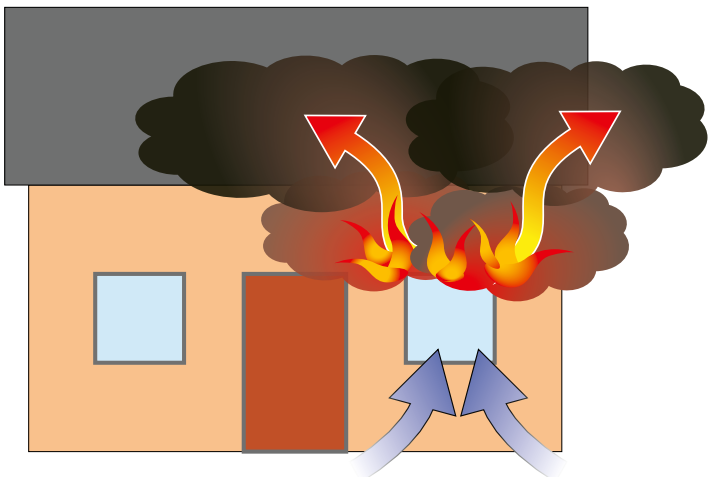
(Hyttinen ym. 2014.)

Ikkunasta ulos purkautuva savu leviää rakennuksen ulkoseinää myöten ylöspäin. **Palo leviää rakennuksessa avoimen ikkuna-aukon kautta nopeasti yläpuolisiin kerroksiin tai räystään tuuletusrakojen kautta yläpohjaan (kuva 21).** Savun mukana siirtyy lämpöä ja palokaasuja. Tilanteen jatkuessa savua kerääntyy esimerkiksi yläpohjaan koko ajan enemmän. Yläpohjassa savuun sekoittuu lisäksi koko ajan ilmaa. Yläpohjassa oleva savuilmaseos sisältää palavaa materiaalia palokaasujen muodossa sekä happea ja lämpöä. On vain ajan kysymys, milloin yläpohjassa oleva savupatja syttyy palamaan. Todennäköisimpänä syttymislähteenä toimii ikkunasta purkautuva liekehtivä savu, joka sytyttää yläpohjan savupatjan palamaan. (Saukonoja 1997.)

**Palon leviämiseen rakennuksen ulkoverhoukseen** vaikuttavat muun muassa ulkoverhouksen materiaali ja sen paloherkkyys. On huomioitava, että **ulkoverhouksen alla rakenteissa on ilmaraot.** Näissä ilmaraoissa palo leviää tehokkaasti, koska niihin muodostuu niin sanottu hormivaikutus. Hormivaikutus tehostaa palon leviämistä ilmaraossa ylöspäin ja ilmaraon alaosasta virtaa koko ajan palamisessa tarvittavaa ilmaa. Suomessa vuodenajalla ja sääolosuhteilla on jonkin verran merkitystä palon leviämisessä rakennuksen ulkopuolella. Kesällä ulkoverhous lämpenee auringonpaisteessa, mutta talvella ulkoverhous voi olla kymmeniä asteita pakkasen puolella. Toisaalta taas talvella rakenteet ovat kuivia, mikä edesauttaa palamista. Talvella kylmä ulkoilma jäähdyttää ulos purkautuvaa savua ja hidastaa jonkin verran palon leviämistä.

## Tärkeää

- Palo leviää rakennuspaloissa enimmäkseen savun avulla. Savu kuljettaa mukanaan lämpöä ja palavia kaasuja, ja syttyessään savu levittää paloa myös suoralla liekkikontaktilla.
- Avoimilla aukoilla on suuri merkitys rakennuspalon kehittymisessä.
- Hengitysvaiheessa oleva happirajoitteinen palo saattaa purkautua ulos pistoliekillä.
- Purkautuvassa palossa rakennuksessa olevasta avoimesta aukosta purkautuu ulos liekehtivää savua.

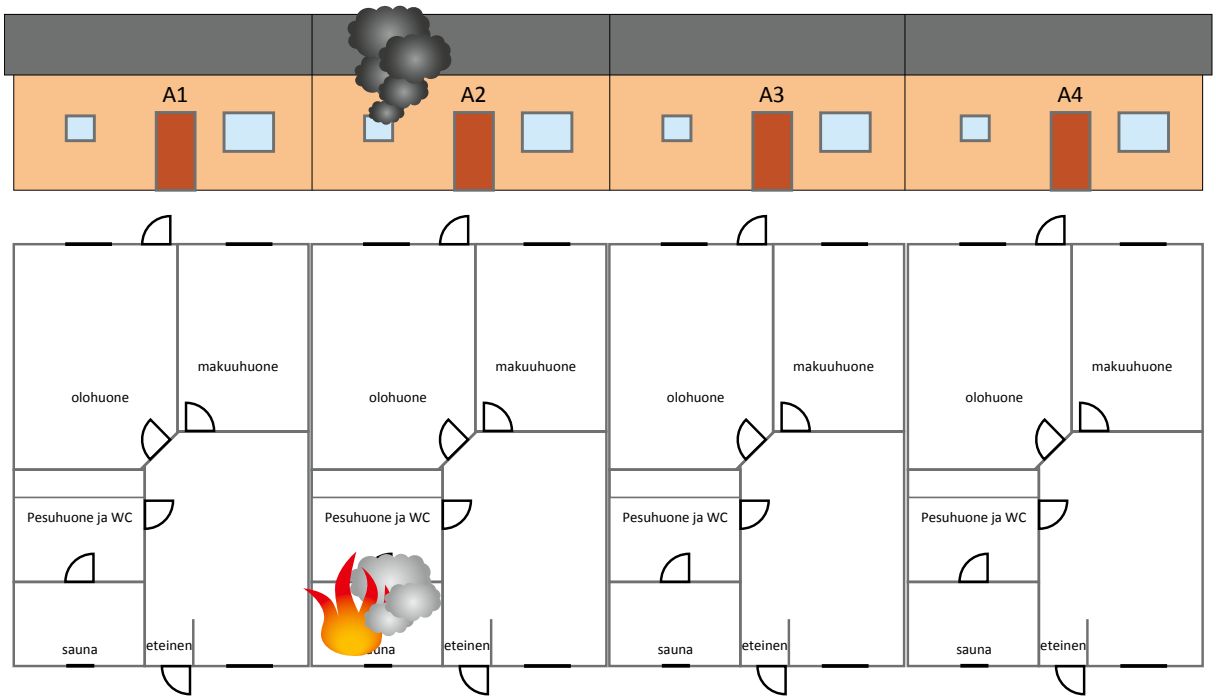


**Kuva 21.** Purkautuva palo leviää herkästi yläpohjaan.

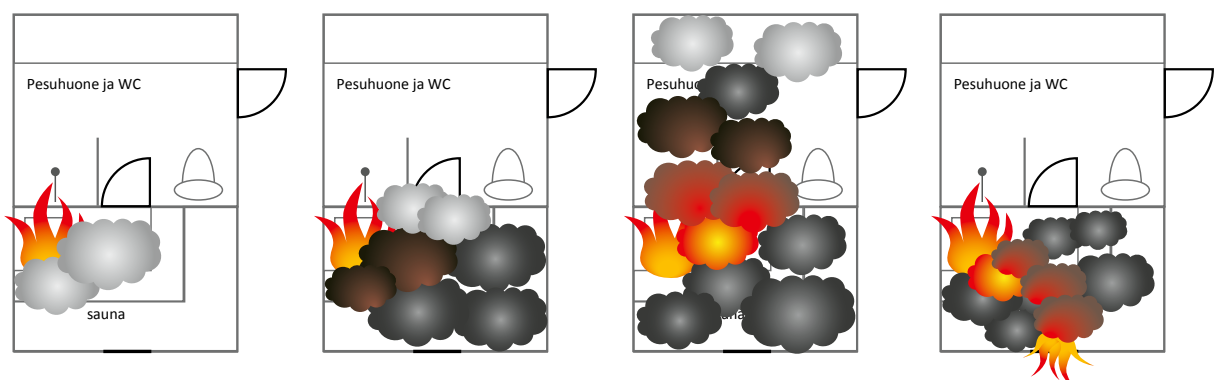
### 4.2.3 Palon leviäminen rakennuksessa, esimerkkinä rivitalopalo

**Seuraavassa käytetään esimerkkinä neljän asuinhuoneiston rivitaloa ja tarkastellaan rakennuspalon kehittymistä teoriassa.** Palon kehittymisen eri vaiheisiin vaikuttaa useita muuttujia, joista tässä on otettu huomioon merkittävimmät. Esimerkissä asuinhuoneiston saunassa syttyy alkupalo, kun kiukaan yläpuolelle kuivamaan laitetut vaatteet ovat tippuneet kuuman kiukaan päälle. Alkupaloa on kuvattu kuvassa 22 punakeltaisella liekkisymbolilla. Alkupalossa muodostuu savua, joka nousee ylöspäin kertyen aluksi saunan sisäkaton alapuolelle. Savupatja alkaa laskeutua palon kehittyessä alaspäin. Saunassa on kaksi aukkoa, ikkuna ja ovi, joka johtaa pesuhuoneeseen.

**Palon kehittymiseen vaikuttavat oleellisesti avoimet aukot.** Kuvassa 23 on kuvattu palon kehittymisen vaihtoehdot 1, 2 ja 3. **Vaihtoehto 1: Mikäli saunassa oleva ikkuna ja ovi ovat kiinni, hidastaa se palon kehittymistä merkittävästi.** Palo saattaa myös tukahtua hapen puutteen vuoksi. Saunan ovi on yleensä alhaalta osittain avoin saunan ilmanvaihdon vuoksi, mikä estää paloa kokonaan sammumasta, sillä palo pysyy hengitysvaiheessa oven alaosan kautta virtaavan ilman avulla. Hengitysvaiheessa oleva palo vuoroin ”työntää” raosta savua pesuhuoneeseen ja vuoroin ”imee” ilmaa sisään. Joka

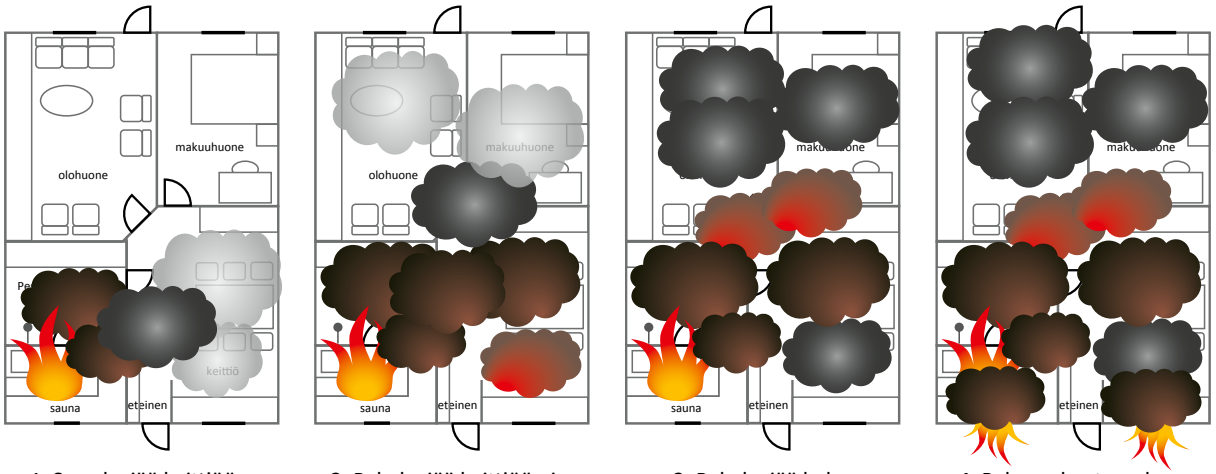



**Kuva 22.** Rakennuspalon leviäminen rivitalossa.




**Kuva 23.** Rakennuspalon leviäminen rivitalon saunasta.

tapauksessa kiinni oleva ovi rajoittaa ja hidastaa palon kehittymistä rakennuksessa merkittävästi. **Vaihtoehto 2: Jos saunan ja pesuhuoneen välinen ovi on auki tai raollaan, savu leviää nopeasti saunasta myös pesuhuoneeseen.** Samalla oviaukosta virtaa lisää ilmaa saunaan, mikä mahdollistaa palon jatkumisen. Leimahdus tapahtuu joko saunassa tai yhtäaikaisesti saunassa ja pesuhuoneessa. Leimahduksen jälkeen sauna ja pesuhuone lieskahtavat. Mikäli ikkuna ei mene lieskahduksen yhteydessä rikki tai pesuhuoneen ja käytävän välinen ovi ei ole auki, palo siirtyy happirajoitteiseksi paloksi. **Vaihtoehto 3: Mikäli saunan ikkuna on auki joko kokonaan tai osittain, savu leviää ikkunan kautta ulkopuolelle.** Ikkuna voi myös rikkoutua palon voimistumisen seurauksena. Kun ikkuna-aukko on auki, savua poistuu ikkunasta ulos ja ikkunasta virtaa sisään ilmaa. Sisään virtaava ilma taas edesauttaa palamista ja palo voimistuu. Palo voi levitä kuuman purkautuvan savun mukana ulkoverhoukseen ja yläpohjaan. Palon laajuus yläpohjassa riippuu yläpohjan palo-osastoinnista.




1. Savu leviää keittiöön

2. Palo leviää keittiöön ja savu leviää muihin huoneisiin

3. Palo leviää koko asuinhuoneistoon

4. Palo purkautuu ulos ikkunoista ja leviää yläpohjaan

**Kuva 24.** Rakennuspalon leviäminen rivitalon asuinhuoneistossa.

**Tarkastellaan seuraavaksi vaihtoehdon 2 mukaista rakennuspalon kehittymisen kulkua rivitalossa.** Saunan ja pesuhuoneen lieskahtamisen jälkeen palo siirtyy a) hengitysvaiheeseen, b) sammuu hapen puutteeseen tai c) leviää pesuhuoneen oviaukosta viereiseen huoneeseen. Viereinen huone täyttyy ensin savusta, ja sen jälkeen huoneessa tapahtuu leimahdus ja mahdollisesti lieskahdus joko kokonaan tai osittainen. Savu jatkaa leviämistään asuinhuoneiston muihin huoneisiin, ja palo tulee perässä. Huomioitavaa on, että tulipalossa on aina paljon muuttujia ja tämän kuvaus on teoreettinen malli. Savu leviää myös ilmanvaihtokanaviin ja yläpohjan tiiveydestä riippuen myös rakenteiden läpi yläpohjaan. Ikkunoiden rikkoutuminen vaikuttaa myös oleellisesti palon kulkuun ja kehittymiseen. Avoimesta ikkuna-aukosta savu ja palo leviävät ulkoverhoukseen ja yläpohjaan. Yläpohjasta palo leviää edelleen kattomateriaaleihin. Lopulta koko rakennuksen syttyessä palamaan palo saattaa levitä ympäristöön, esimerkiksi läheisiin rakennuksiin, maastoon ja liikennevälineisiin. Kuvassa 24 on havainnoitu rakennuspalon leviämistä rivitalon asuinhuoneistossa.

**Avoimet aukot muodostavat rakennuspaloissa virtausreittejä, joihin myös tuulen suunnalla ja voimakkuudella on ratkaiseva merkitys.** Virtauksia käsitellään tarkemmin seuraavassa luvussa. Palo pyrkii leviämään toisiin asuinhuoneistoihin, mutta palo-osastoinnin tiiveys ja laajuus vaikuttavat oleellisesti palon leviämiseen rakennuksessa. Erityisesti rivitalojen osalta sillä, onko palo-osastointi ulotettu vesikatteeseen saakka, on oleellinen merkitys palon leviämiselle. Oikein toteutettu palo-osastointi hidastaa palon leviämistä merkittävästi. Palo-osastoinnin tiiveyteen ja toimivuuteen vaikuttavat läpivientien ja rakenteiden liitoskohtien tiiveys sekä huolellinen palo-osastoinnin suunnittelu ja toteutus.

## Tärkeää

- Rakennuspalon kehittymiseen vaikuttavat monet tekijät.
- Rakennuspalo voi levitä rakennuksen eri osiin riippuen
  - avoimista aukoista
  - palo-osastoinnista ja sen tiiveydestä
  - rakennusmateriaalien syttymisherkkyydestä ja palavuudesta
  - palokuormasta ja palavasta materiaalista
  - virtauksista ja tuulesta.
- Rakennuspalossa tyypillisesti savu leviää ensin ja palo savun jälkeen.

## 4.3 Virtausreitin huomioiminen työturvallisuudessa

*Marko Hassinen*

Suomalaisille tuttuja ilmiöitä puusaunan lämmittämisestä ovat veto ja hormi-ilmiö. Kiuas ”vetää” paremmin, kun luukku on kiinni, jolloin ilma kulkee arinan kautta ja palavien puiden alta. Hormin vaikutus tehostaa ”vetoa”.

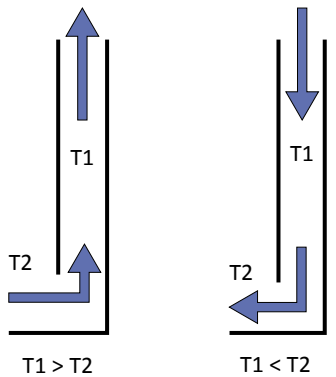
Ilman liike syntyy tiheyserosta, joka yleensä syntyy lämpötilaerosta. Tavanomainen painovoimainen ilmanvaihto toimii (kylmällä tai viileällä säällä) siten, että sisällä oleva ulkoilmaa lämpimämpi ilma nousee ylöspäin ilmanvaihtokanavia pitkin ulos.

Kaasu laajenee lämmetessään. Jos kaasun määrä ei lisäänny, sen tiheys pienenee. Porraskäytävässä (kuva 25, vasen puoli) oleva ulkotilaa lämpimämpi (lämpötila T1) sisäilma on ulkoilmaa (lämpötila T2) kevyempää suhteessa tilavuuteen, joten sen tiheys on pienempi kuin ulkoilman. Tiheämpi ulkoilma painaa kevyempää sisäilmaa ylöspäin. Vastaavasti saman kuvan oikealla puolella sisäilma (lämpötila T1) on ulkoilmaa tiheämpää ja poistuu alhaalla olevasta aukosta.

Tämän tiheyseron vuoksi painovoimaisessa ilmanvaihdossa sisään virtaava (tiheämpi) korvausilma työntää kevyempää sisäilmaa tieltään ja kevyempi sisäilma nousee ylös, kun sisällä on lämpimämpää kuin ulkona. Saunan hormin tapauksessa fyysikko puhuisi ehkä mieluummin työnnöstä kuin vedosta. Juuri tästä syystä sammutustuuletus ei toimi ilman korvausilmaa.

Drysdalen (2011) mukaan savun ja samalla kuumien palokaasujen liikkeeseen vaikuttavat

a) palon tuottama noste (kun kaasun tiheys pienenee sen lämmetessä)
b) ulkoilman ja sisäilman lämpötilaeron aiheuttama noste
c) rakennuksen ulkopuolisen tuulen aiheuttama liike
d) rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä.




**Kuva 25.** Kun lämpötila ulkona (T2) on matalampi kuin sisällä (T1) ja sisällä oleva kaasumassa pääsee poistumaan yläkautta, syntyy vertikaalinen virtausreitti ja kaasu virtaa ylöspäin. Jos lämpötila ulkona (T2) on korkeampi kuin sisällä (T1), kaasu virtaa alaspäin.

Kun palon alkuvaiheessa palavassa tilassa on riittävästi happea ilman ulkopuolista ilmatietä, paine nousee hetkellisesti korkeaksi palavassa tilassa (Hostikka 2017), mutta tämä vaikutus tasaantuu nopeasti eikä sillä ole merkittävää vaikutusta palokaasujen liikkeisiin myöhemmin.

Kiukaan luukun avaaminen ja sulkeminen vaikuttaa palotapahtumaan. Miksi palaminen silmin nähden kiihtyy, kun luukku suljetaan? Vastaus ei ole, että ”veto” paranee, vaan ilman kulkureitti muuttuu. Luukun ollessa auki suuri osa järjestelmään tulevasta ilmasta kulkee luukun kautta suoraan palavan puumassan yli kiukaan kanaviin. Kun luukku suljetaan, virtausreitti muuttuu ja ilma kulkee arinan kautta suoraan palavaan puumassaan. Tällöin palaminen saa enemmän happea ja palo kiihtyy. Vastaava ilmiö auttaa nuotion sytyttämisessä, kun kituva nuotio saadaan kunnolla palamaan, kun siihen puhalletaan. Palon hallinnan yksi tärkeimmistä kulmakivistä onkin paloilman saannin rajoittaminen.

Erityisesti ulkoa sammutettaessa (hyökkäävä ulkoa sammuttaminen) on huolehdittava, ettei sammutteen mukana lisätä palon ilman saantia. Ulkoa sammutettaessa tehokas sammutustapa on tehdä pieni aukko rakenteeseen ja viedä pistosuihkuputki, varsisammutin, sammutuskeihäs tai vastaava väline palotilaan, jolloin vesisuihku purkautuu sisätilassa eikä sen aikaan saama

ilmavirta lisää palon hapen saantia. Suihkuputkella ulkoa sammutettaessa tulee käyttää suoraa suihkua, jolloin veden mukaansa ottaman ilman määrä on pieni. Sumusuihku vie mukanaan paljon ilmaa, minkä vuoksi se on tehokas tuuletettaessa. Samaa tuuletusta ulkoa sisälle ei kannata tehdä. Yhdysvalloissa pitkää käytössä ollut transitional attack -menetelmä sisältää ensi-iskun ulkoa suoraan palavan tilan laipioon suoraa suihkua (smooth bore nozzle) käyttäen. Laipiosta vesi pirskottuu palavaan tilaan ja aikaan saadaan lyhytaikainen sammutusvaikutus (knock down). Tämän jälkeen sammuttajat siirtyvät nopeasti sisälle. Jos samaan käytettäisiin sumusuihkua, olisi vaikutus negatiivinen.

Virtausreitti (flow path) on olennainen tekijä sammuttajan työturvallisuudessa. Englanninkielisessä sammutustekniikan kirjallisuudessa aiheeseen käytetään paljon palstatilaa ja virtausreitistä on kirjoitettu kokonaisia kirjoja (mm. Grimwood). Virtausreitin periaatteen ymmärtäminen ja huomioiminen sammutustyössä on olennainen osa jokaisen sammuttajan työturvallisuutta.

Virtausreitissä on kaksi selkeää osuutta, joista ensimmäinen on kylmä osa. Huomionarvoista on, että virtausreitti voi olla yksi- tai kaksisuuntainen. Kaksisuuntainen virtausreitti syntyy, kun palokaasut purkautuvat samasta aukosta, josta palo saa raitista korvausilmaa. Yksisuuntaisessa virtausreitissä kaasut poistuvat eri aukosta kuin mistä korvausilma tulee sisään.

Kylmässä osassa virtaava ilma on ympäristön kanssa samassa lämpötilassa, jolloin voidaan puhua raittiista ilmasta. Kylmä osa päättyy palamiskohtaan, jossa virtausreitti muuttuu kuumaksi. Saunassa tämä tapahtuu kiukaan pesässä. Kuumassa osassa ilmaan on sekoittuneena savua ja nokea, ja kaasuseoksen happipitoisuus on ulkoilmaa pienempi ja lämpötila korkeampi.

Kuumat palokaasut ovat ulkoilmaa kevyempiä (suhteessa tilavuuteen), joten tiheyserosta johtuen tiheämpi ympäröivä ilma painaa niitä ylöspäin. Virtausreitin kuuma osa muodostuukin yleensä (ei aina) tilassa siten, että sen purkausaukko on palokohtaa korkeammalla. Kerrostalon rappukäytävään purkautuva savu nousee rappukäytävää ylöspäin. Poikkeuksellisia virtausreittejä voi muodostua tuulen vaikutuksesta (wind-driven fires). Voimakas tuuli voi lisätä palon tehoa huomattavasti, mutta se voi myös muuttaa virtausreitin kulkemaan painovoimaista reittiä vastaan, jolloin purkausaukko voi olla palokohtaa alempana rakenteessa.

Virtausreitin suurin riski on sammuttajan joutuminen syystä tai toisesta kuumaan osaan. Esimerkkinä tästä on kaksikerroksisen rintamamiestalon palo, jossa syttymiskohta oli alakerrassa. Tehtävä sijoittui aamuyöhön, eikä talon asukkaista ollut havaintoja. Naapurin kertoman mukaan lapsiperheen makuuhuoneet olivat yläkerrassa. Pelastustehtävän painopiste hyvin rajallisilla resursseilla oli päästä yläkertaan, jossa mahdollisesti oli pelastettavia. Sisäkautta tehty savusukellusyritys epäonnistui yläkertaan vievässä portaikossa vallinneen kuumuuden vuoksi, ja sammuttajien oli pakko perääntyä. Kuvitelma siitä, että yläkerrassa olisi liian kuuma toimia, oli virheellinen, sillä kuumuus nousi portaikkoon alakerrasta. Sitä oli kuitenkin vaikea havainnoida savun täyttämässä tilassa sammutusvarustuksessa. Tehtävä päättyi siinä mielessä onnellisesti, että asukkaat eivät olleet kotona rakennuksessa, joka paloi purkukuntoiseksi.

Tärkein virtausreitin työturvallisuussääntö on, että **sammuttajat ovat kaikissa tilanteissa virtausreitin kylmällä puolella**.

Virtausreittiin ja sammuttamiseen liittyviä periaatteita (Grimwoodia 2017 mukaillen):

1. **Rajoita palon ilmansaantia** aina kun mahdollista. Sulje kaikki aukot, jotka voi sulkea. Ikkunan särkeminen sammutustoimintaa varten tulisi olla viimeisiä keinoja, ja se tulisi tehdä vasta tarkan harkinnan jälkeen.
2. Sisäänmenoaukko **savusukelluksessa** tulisi sulkea niin tiiviisti kuin mahdollista sammutusparin mentyä sisään (on myös muita sammutustekniikoita, joissa sisäänmenoaukkoa ei suljeta, vaan tehostetaan virtausta, kuten sammutustuuletus).
3. Tarkkaile tuulen suuntaa. Sisäänmeno tulisi tehdä tuulen yläpuolelta, jos mahdollista. Tällöin riski sille, että tuuli painaa kuuman virtausreitin päin sammuttajia, on huomattavasti pienempi.

4. Rakennuksen sisällä jokaisella ovella on mahdollista rajoittaa paloa. Sulje ovet, jotka voi sulkea.
5. **Virtausreitti voi muuttua yllättäen.** Tämä on sisällä sammuttajalle suuri työturvallisuusriski, ja se on johtanut useisiin vakaviin työtapaturmiin. Ikkunan rikkoutuminen sopivassa paikassa kuumuuden vuoksi voi muuttaa virtausreitin kulkureitin ja voimakkuuden hetkessä etenkin, jos tähän liittyy tuulinen sää.
6. Aukon tekeminen rakenteeseen voi muuttaa virtausreittiä ja palon voimakkuutta. **Ennen aukon tekemistä on varmistuttava siitä, ettei se käännä virtausreittiä sisällä mahdollisesti olevien sammuttajien suuntaan.**
7. **Älä yritä tuulettaa vastatuuleen**, sillä se ei todennäköisesti onnistu. Erityisesti riskialtis yhdistelmä on avata aukko tuulen puolelle ja käyttää ulkopuolista tuuletusta silloin, kun sisällä on sammuttajia.
8. Palossa on aina jonkinlainen virtausreitti, joten pidä huoli siitä, että **menoaukko on pienempi kuin purkausaukko**.
9. Aukkojen tekeminen rakennuksen tuulen puolelle tulisi tehdä vasta harkinnan jälkeen.

Virtausreitin käsite ja sen huomioiminen on erityisen tärkeää kohteissa, joissa on korkeita rappukäytäviä tai pitkiä vaakatasossa olevia käytäviä. Kerrostalot ja muut laajat rakennukset ovat kohteita, joissa virtausreitin muutos voi osoittautua kohtalokkaaksi sammuttajille, mutta vaara ei ole olematon pienemmissäkään kohteissa. Ikkunan rikkoutuminen tuulisella säällä omakotitalon palossa voi yhtä lailla osoittautua hyvin vaaralliseksi sisällä oleville sammuttajille ja etenkin monikerroksisessa rakennuksessa.

Virtausreitin käsitteen sisäistäminen auttaa myös sammutustoiminnassa. Kaksisuuntaisen virtausreitin muuttaminen yksisuuntaiseksi sammutustuuletuksella parantaa huomattavasti sammuttajien työympäristöä, kun on huolehdittu siitä, että he toimivat virtausreitin kylmällä osuudella. Samalla on luonnollisesti tärkeä huolehtia siitä, että riittävä sammutusvoima on käytettävissä ennen virtausreitin kääntämistä. Tästä esimerkkinä on ST-putki, jolla virtausreitti saadaan muutettua helposti. Mikäli samalla ei huolehdita palon sammuttamisesta, on tuloksena todennäköisesti palon voimakas kiihtyminen. Tuotteen nimi sammutus- ja tuuletusputki on hieman harhaanjohtava, sillä putken sammutusvaikutus on varsin rajallinen ja rajoittuu siihen huoneeseen, jonka ikkunaan putki on asetettu. Alkuperäinen englanninkielinen termi hydrovent kuvaa tuotteen ominaisuuksia paremmin. Luonnollisesti sama pätee kaikkeen tuulettamiseen. Tuulettaminen muuttaa virtausreittiä ja lisää hapen saantia, joten sammuttamisen tulee olla koordinoitua aina, kun paloa tuuletetaan.

Ulkoa sammutettaessa rakennuksen tiiveys on eduksi. Vedellä sammutettaessa syntyvä vesihöyry toimii inertin kaasun tapaan ja tukahduttaa paloa. Samoin jauhetta käytettäessä on eduksi, että jauhe jää rakennukseen eikä tuuletu ulos. Hyökkäävä sisältä sammuttaminen muuttaa tilannetta, koska sammuttajien on helpointa työskennellä ”raittiin ilman” puolella eli virtausreitin kylmällä osalla. Jos tällaista ei ole, se voidaan tuottaa avaamalla rakennetta ja käyttämällä tuuletusta. Virtausreitti on näin ollen olennainen osa sammutustekniikan nelikentässä toimimista.

## Tärkeää

- Virtausreitissä on kylmä osa, josta palo ottaa ilmaa, ja kuuma osa, josta palosta vapautuvat palokaasut ja kuumuus poistuvat.
- Sammuttajien tulee aina pysytellä virtausreitin kylmällä osalla, sillä kuumalla osalla työskentely on erittäin vaarallista.
- Virtaustien muutos voi olla suuri työturvallisuusriski. Aina ennen aukon avaamista mieti, miten se voi vaikuttaa virtausreittiin ja liittyykö mahdolliseen muutokseen riskejä.
- Huomioi tuulen vaikutus. Sammutushyökkäys tai tuuletus vastatuuleen tulee harkita tarkoin.
- Pidä rakenne suljettuna, jos sammutat ulkoa. Palo kasvaa, kun se saa ilmaa.
- Ota virtausreitti huomioon ja hallintaan, jos sammutat sisältä.

## 4.4 Rakennuspalon tiedustelu

*Ville Ala-Kokko*

Tiedustelu yleisesti mielletään pelastustoiminnanjohtajan ja muiden johtamistasojen johtajien toiminnaksi, mutta tiedusteluahan tapahtuu todellisuudessa kaikkien toimijoiden toimesta. Pelastustoiminnan tai tilannepaikan johtajan tulee nimenomaan hankkia tietoa tiedustelun avulla, että johtaja kykenee muodostamaan tilannekuvan ja tekemään päätöksiä. Tiedustelulla tarkoitetaan jalkaisin, ajoneuvolla tai teknisen apuvälineen avulla tehtävää kohteen havainnointia, muiden ihmisten haastattelua, puhelintiedustelua ja eri tietojärjestelmistä tiedon hakemista.

### 4.4.1 Tieto ja tilannekuva

Rakennuspalon tiedustelua tapahtuu monen eri toimijan tekemänä. Ensimmäisenä tiedustelu käynnistyy silloin, kun palo havaitaan. Palon voi huomata ihminen tai tekninen laite. Tekninen laite voi ilmoittaa palosta paikallisesti, viestiyhteyden välityksellä ilmoituksen vastaanottajalle tai automaattisesti viestiyhteyden välityksellä suoraan hätäkeskukseen. Paikallisesti palosta ilmoittavat palovaroittimet. Viestiyhteyden välityksellä palosta ilmoittavat palovaroitinjärjestelmät ja paloilmoittimet. Suoraan hätäkeskukseen palosta ilmoittavat automaattiset paloilmoitinlaitteistot. Automaattisen paloilmoittimen tieto antaa tiedon siitä, mistä hälytys tulee. Se, mistä hälytys aiheutuu, ei selviä ilmoituksesta. Sen sijaan muissa tapauksissa palosta tekee ilmoituksen ilmoittaja soittamalla hätäkeskukseen. Ilmoittajalta hätäkeskuspäivystäjä pyrkii saamaan oleelliset tiedot tilanteesta. Hätäkeskus välittää saamansa tiedot hälytetyille yksiköille. Hätäkeskuksen päivystäjän rooli tiedustelussa on merkittävä. Tästä tarkemmin seuraavassa luvussa 4.4.2 Rakennuspalon tehtävälaji.

Tiedustelu jatkuu tehtävän käynnistymisestä aina tehtävän päättymiseen saakka. **Tiedustelussa pyritään saamaan rakennuksesta ja kohteessa vallitsevasta tilanteesta tietoa tilannekuvan muodostamiseksi.** Tiedustelun tarkoitus on auttaa pelastustoiminnan johtajaa tekemään oikeita päätöksiä. Ideaalitilanteessa kaikilla pelastustoiminnan johtamisen tasoilla on sama tilannekuva ja käsitys toimenpiteistä sekä siitä, mihin suuntaan tilanne etenee. Todellisessa tilanteessa kaikilla on kuitenkin hieman eri näkemys ja käsitys tilanteesta, toimenpiteistä ja siitä, miten tilanne etenee.

**Tilannekuvan muodostamiseen vaikuttavat tiedon tulkinta ja ymmärtäminen.** Viestinnällä on keskeinen merkitys tiedon välittymisessä eri osapuolten välillä. Viestinnän täytyy olla oikea-aikaista ja kyseisessä vaiheessa oleellista ja ymmärrettävää tietoa sisältävää. Viestinnän tulee olla tehokasta ja sujuvaa eri viranomaisten ja toimijoiden välillä sekä erityisesti pelastustoimen organisaation sisällä. Tiedon ymmärtämiseen ja tulkintaan vaikuttaa saatavan tiedon määrän ja laadun lisäksi henkilön kyky muodostaa tilannekuva. Tilannekuvan muodostamiseen vaikuttavat osaaminen, koulutus, kokemus, paikallistuntemus, henkilön persoonalliset ominaisuudet ja henkilön senhetkinen vireystila.

**Ensimmäisenä kohteen saavuttavan yksikön tiedustelulla ja toimenpiteillä voi olla ratkaiseva merkitys pelastustoiminnan onnistumiseen.** Kohteen voi saavuttaa ensimmäisenä mikä tahansa hälytetyistä yksiköistä. Yksikkö voi olla pelastustoimen lisäksi myös esimerkiksi ensihoito- tai poliisiyksikkö. Ensimmäisen yksikön saapuessa kohteeseen pelastustoiminnan johtajan tulee pitää yhteys tiedustelua tekevään yksikköön. Tällöin vuoropuhelussa korostuvat oikeat ja oleelliset kysymykset, joiden avulla pelastustoiminnan johtaja voi ohjata tiedustelua ja toimenpiteitä. Reaaliaikaisen videon lähettäminen tiedustelevalta yksiköltä pelastustoiminnan johtajalle ja tilannekeskukseen auttaa huomattavasti tilannekuvan muodostamista.

Alhon (1999) mukaan tiedustelu voidaan jakaa kolmeen eri vaiheeseen:

1. hätäkeskuspäivystäjän tekemä tiedustelu
2. matkan aikana tehtävä tiedustelu
3. kohteessa tehtävä tiedustelu.

## Tärkeää

- Tietoa alkaa kertyä hätäilmoituksesta alkaen.
- Tilannekuva muodostuu kohteena olevan rakennuksen ja kohteessa vallitsevan tilanteen tiedoista.
- Tilannekuvan muodostamiseen vaikuttavat tiedon tulkinta ja ymmärtäminen.
- Tiedustelua tehdään
  - hätäkeskuksessa
  - matkan aikana
  - kohteessa.

### 4.4.2 Rakennuspalon tehtävälaji

Jokaisen rakennuspaloon osallistuvan pelastustyöntekijän tulisi osata tulkita rakennuspaloon liittyvät tehtäväkoodit oikein. Tällöin hätäkeskuspäivystäjän tekemä tiedustelu ja hänen käytettävissään oleva tieto saavuttavat kaikki. Hätäkeskuspäivystäjän tehtävänä on muun muassa vastaanottaa hätäilmoituksia, arvioida hätäilmoituksen perusteella tehtävän kiireellisyys ja tilanteen edellyttämät voimavarat, välittää ilmoitus tai tehtävä käytettävissä olevien tietojen perusteella sekä suorittaa siihen liittyvät muut välittömät toimenpiteet ja antaa välitettyyn ilmoitukseen tai tehtävään liittyen tukipalveluja pelastus-, poliisi- sekä sosiaali- ja terveystoimen viranomaisten tehtäviä hoitaville yksiköille tai hälytetyille tahoille sekä muulle viranomaisen ohjeessa mainitulle, kuten rajavartiolaitoksen yksikölle (Laki hätäkeskustoiminnasta, 2010).

**Hätäkeskus luokittelee tehtävät eri kiireellisyysluokkiin Pelastustoimen tehtävänkäsittely-ohjeen mukaisesti.** Käytössä on neliportainen kiireellisyysluokittelu A–D ja lisäksi hälyttämättä jättäminen eli N-kiireellisyys. Pelastustoimen tehtävissä tärkeimpinä selvitettävinä asioina ovat, missä onnettomuus on tapahtunut ja millainen onnettomuus on kyseessä. Onnettomuustyyppiä tarkennetaan koko hätäilmoituksen käsittelyn ajan. Pelastustoimen hälyttäminen perustuu vastesuunnitteluun, jossa on huomioitu erityisesti tehtävälaji ja tehtävän kiireellisyys sekä tehtävän osoite. Jopa vuorokauden eri ajoille voidaan muodostaa erilaisia vasteita. Myös erilaisille rakennuksille niiden koosta ja toimialasta riippuen voidaan laatia omia vasteita. (Pelastustoimen tehtävänkäsittely hätäkeskuksessa, 2022.)

**A-kiireellisyysluokan** tehtävä vaatii välitöntä ihmisen tai suurien omaisuusarvojen pelastamista. Tehtävässä on pelastettava. Näistä tulipaloista tai onnettomuuksista näyttää olevan luotettava havainto.

**B-kiireellisyysluokan** tehtävä on varmentamaton, mahdollisesti henkeä pelastava tai suuria lisävahinkoja estävä tehtävä. Esimerkiksi tavanomaiset onnettomuudet ja tulipalot, ilmoitinlaiteilmoitukset, leviämisvaara tulipaloissa.

**C-kiireellisyysluokan** tehtäviä ovat vähäisiä lisävahinkoja estävät tehtävät tai staattiset onnettomuudet, joissa ei ole todennäköistä, että tapahtuu lisävahinkoja. Esimerkiksi savuava tolppa tai roskis.

**D-kiireellisyysluokan** tehtävä ei edellytä välittömiä toimia, mutta se on hoidettava toiminnallisesti sopivana tai asiakkaan kanssa erikseen sovittuna ajankohtana. Esimerkiksi tehtävät, joista ei aiheudu lisävaaraa.

**N-kiireellisyysluokan** tehtävää ei välitetä pelastustoimelle.

| Kiireellisyysluokka | Tarkentava selite |
|---|---|
| A-kiireellisyys | Pelastettava ihminen |
| B-kiireellisyys | Peruskiireellisyys rakennuspaloissa |
| C-kiireellisyys | Tarkistustehtävä, aiemmin sammutettu palo, palopesäke palaa kytöpalona |
| D-kiireellisyys | Jälkivartiointitehtävä |
| N-luokka | Palo sammutettu ja palo ei ole levinnyt varmuudella rakenteisiin, palanut materiaali on kannettu ulos, ilmoittaja hoitaa jälkivartioinnin itse |

**Taulukko 3.** Rakennuspalojen kiireellisyyteen vaikuttavat seikat.

| Tehtävälaji | Selite | Minimivaste |
|---|---|---|
| 401 | Rakennuspalo: pieni | Pelastusryhmä |
| 402 | Rakennuspalo: keskisuuri | Pelastusjoukkueen johtaja, 2 x pelastusryhmä |
| 403 | Rakennuspalo: suuri | Pelastusjoukkueen johtaja, 3 x pelastusryhmä |
| 404 | Rakennuspalo maan alla: pieni | Pelastusryhmä |
| 405 | Rakennuspalo maan alla: keskisuuri | Pelastusjoukkueen johtaja, 2 x pelastusryhmä |
| 406 | Rakennuspalo maan alla: suuri | Pelastusjoukkueen johtaja, 3 x pelastusryhmä |

**Taulukko 4.** Rakennuspalojen tehtävälajit.

Tehtävän kiireellisyysluokka määräytyy taulukon 3 mukaisesti. Kun rakennuksessa on pelastettava ihminen, tehtävän kiireellisyysluokka on A. Kun tulipalosta on selkeä havainto, mutta kohteessa ei ole pelastettavia, on kyseessä B-kiireellisyysluokan tehtävä. A- ja B-kiireellisyysluokan tehtävät ajetaan hälytysajona. C-kiireellisyysluokka on tavallisemmin kyseessä, kun palaneessa rakennuksessa syttyy sammutustöiden päättymisen jälkeen palopesäkkeitä palamaan. D- ja N-kiireellisyysluokan tehtävät ovat harvinaisia rakennuspaloissa.

Rakennuspalot jaetaan tehtäväluokkiin 401–406 taulukon 4 mukaisesti.

**Tehtävälajia 401 käytetään, kun kyseessä on pieni rakennuspalo tai rakennuspaloepäily.** Tyypillinen tämän lajin tehtävä liittyy palovaroittimen hälytykseen. Tähän kuuluvat myös tilanteet, joissa paloilmoitus on tullut matkapuhelimeen tai muuhun kuin hätäkeskuksen laitteeseen/valvomoon. Muita indikaatioita rakennuspaloepäilyksi ovat savun haju, palaneen käry, kipinät ja pieni paikallinen kytevä alkupalo. Tehtäväluokkaan kuuluvat yleisesti asuinkäytössä olevat rakennukset (omakoti-, rivi- ja kerrostalot) ja muut kerrosalaltaan alle 400 m²:n rakennukset. Mikäli kohteessa palaa (tulta, liekkejä tai näkyvää savua), tätä tehtävälajia käytetään, kun kyseessä on nokipalo, aikaisemmin palaneen rakennuksen jälkisammutus tai kooltaan hyvin pieni rakennus. Pieneksi rakennukseksi lasketaan kooltaan alle 25 m²:n (5 x 5 m) rakennukset. (Pelastustoimen tehtävänkäsittely hätäkeskuksessa, 2022.)

**Tehtävälajia 402 käytetään, kun kyseessä on keskisuuri rakennuspalo.** Tällöin rakennuksessa/rakennus palaa ja on havaittavissa tulta, liekkejä ja savua. Tehtävälajiin kuuluvat ”keskisuuret rakennukset”, jotka ovat kerrosalaltaan alle 400 m². Tyyppiesimerkkejä näistä ovat omakotitalot, paritalot ja muut tavanomaiset rakennukset. Tähän kuuluvat myös rivitalot, kun palo on rajoittunut yhteen asuinhuoneistoon. Kerrostalossa olevat tulipalot kuuluvat tähän, kun kerrostalossa palo on yhdessä asuinhuoneistossa, porrashuoneessa, kellarissa tai ullakolla. Pelastettavia voi olla yksi tai kaksi ja pienessä rakennuksessa enemmänkin. Tehtäväluokkaan kuuluvat myös kerrosalaltaan alle 400 m²:n käytössä olevat eläinsuojat. (Pelastustoimen tehtävänkäsittely hätäkeskuksessa, 2022.)

**Tehtävälajia 403 käytetään, kun kyseessä on suuri rakennuspalo.** Tällöin rakennuksessa/rakennus palaa ja on havaittavissa tulta, liekkejä ja savua. Tehtävälajiin kuuluvat ”suuret rakennukset”, jotka ovat kerrosalaltaan yli 400 m². Tehtäväluokkaan kuuluvat myös asuinrakennuksista rivi-, luhti- ja kerrostalot, joissa palo on levinnyt useisiin asuinhuoneistoihin tai kattorakenteisiin. Tähän kuuluvat myös pienemmät rakennukset, joissa pelastettavia on vähintään kolme. Tehtävälajia voidaan käyttää myös pelastustoiminnan johtajan käskystä ja siinä tapauksessa, jos palo uhkaa levitä yli kerrosalaltaan 10 000 m²:n rakennukseen. (Pelastustoimen tehtävänkäsittely hätäkeskuksessa, 2022.)

**Rakennuspalot maanalaisissa tiloissa kuuluvat tehtävälajeihin 404, 405 ja 406.** Tyypillisiä

maanalaisia tiloja ovat pysäköintitilat, tunnelit, kellarit, kokoontumis- ja liiketilat, rakennustyömaat ja huolto- tai jätepihat. Myös toinen ja sitä alemmat kellarikerrokset rakennuksissa kuuluvat näihin tehtävälajeihin. Esimerkiksi asuinkerrostalossa, jossa on kaksi kellarikerrosta ja savua on levinnyt toiseen kellarikerrokseen, kyseessä on tehtävälajien 404–406 mukainen tehtävä. Tehtävälajien kuvaukset poikkeavat maanpäällisistä rakennuspaloista. Maanalaisissa tiloissa tulipalo muodostaa nopeasti haastavat olosuhteet, sillä savun poistuminen voi olla kokonaan estynyt tai vahvasti rajoittunut tilojen luonteen vuoksi. Tämän vuoksi tehtävän vaativuus kasvaa herkemmin kuin maanpäällisissä rakennuspaloissa.

**Tehtävälajia 404 käytetään, kun kyseessä on rakennuspaloepäily tai sammunut/sammutettu palo maanalaisessa tilassa.** Kyseessä on ainoastaan epäily rakennuspalosta, jolloin on havaittu savun hajua tai käryä. Palo voi olla myös sammunut tai sammutettu, eikä palo ole levinnyt eikä ole uhannut levitä varmuudella rakenteisiin. Tehtäväluokan tehtävissä ihmisiä ei ole vaarassa. (Pelastustoimen tehtävänkäsittely hätäkeskuksessa, 2022.)

**Tehtävälajia 405 käytetään, kun kyseessä on keskisuuri rakennuspalo maanalaisessa tilassa.** Tilassa on havaittavissa näkyvää savua tai alkupalo kytee ja kipinöi. Kohteessa on korkeintaan kaksi pelastettavaa. (Pelastustoimen tehtävänkäsittely hätäkeskuksessa, 2022.)

**Tehtävälajia 406 käytetään, kun kyseessä on suuri rakennuspalo maanalaisessa tilassa.** Tilassa palaa ja tulta sekä liekkejä on havaittavissa. Kohteessa on useita pelastettavia (>2). (Pelastustoimen tehtävänkäsittely hätäkeskuksessa, 2022.)

Tehtävälajin ja tehtävän kiirellisyyden valintaan vaikuttavat rakennuksen koko, palon merkit, laajuus, levinneisyys ja pelastettavien lukumäärä. Esimerkiksi 402A tarkoittaa keskisuurta rakennuspaloa, jossa on vähintään yksi pelastettava ihminen. Huomioitavaa on, että myös tehtävälaji 103B (automaattisen paloilmoittimen tarkastustehtävä) voi muuttua rakennuspaloksi.

## Tärkeää

- Hätäkeskus luokittelee tehtävät eri kiireellisyysluokkiin (A, B, C, D tai N) Pelastustoimen tehtävänkäsittelyohjeen mukaisesti.
- Rakennuspalot jaetaan tehtävälajeihin 401–406.
- Yhdessä tehtävälaji ja kiireellisyys muodostavat hälytyksen peruskoodin, esimerkiksi 402A.

### 4.4.3 Tiedusteltavat asiat

Selvitä tiedustelemalla:

1. Onko ihmisiä vaarassa?
2. Mikä ja missä palaa, ja miten laajalle palo ja savu on levinnyt?
3. Mikä ja millainen rakennus on kyseessä?
4. Miten kohteeseen päästään sisään?
5. Onko kohteessa erityisiä vaaroja?
6. Onko leviämisvaaraa muihin rakennuksiin tai ympäristöön?

**Onko ihmisiä vaarassa?** Ihmisten pelastaminen on pelastuslaitoksen tärkein tehtävä. Tiedustelussa tulee pyrkiä selvittämään palavassa tilassa olevien ihmisten (pelastettavien) määrä ja oletettu sijainti. Lisäksi tulee selvittää, onko muissa tiloissa mahdollisesti evakuoitavia ihmisiä. Tärkeä tieto on myös saada selville, onko kohteessa kenties loukkaantuneita henkilöitä, jotka voidaan ohjata heti ensihoidon hoidettavaksi. Rakennuksen käyttötarkoituksen ja tarkemman toiminnan perusteella pystytään myös arvioimaan, kykenevätkö kaikki rakennuksessa olijat poistumaan rakennuksesta omatoimisesti. Tilannekeskuksessa asuinhuoneistossa olevien lukumäärää voidaan selvittää väestötietokannasta ja esimerkiksi isännöitsijältä.

**Mitä tiedetään itse palosta?** Mitä palonmerkkejä on havaittu? Haiseeko vain palaneen käry vai näkyykö savua tai kenties liekkejä? Näkyvätkö palon merkit ulkoa? Purkautuuko palo ulos ikkunasta? Tuleeko ikkunasta savua vai liekehtivänä savua?

Kuinka laajalle alueelle savu on levinnyt? Kuinka laajalle alueelle palo on levinnyt? Missä osassa rakennusta palo on? Kerros? Tarkempi sijainti?

Hälytysviestistä selviää hätäkeskuksen selvittämät tiedot kohteesta ja tilanteesta. Huomioitavaa on, että tiedot täydentyvät, kun hätäkeskuspäivystäjä jatkaa puhelua hälyttämisen jälkeen ja hankkii lisätietoa. Matkan aikana lisää tietoa saadaan erilaisista tietojärjestelmistä, ja taustalta tiedolla tukemisen merkitys on suuri pelastustoimintaan osallistuville. **Taustalla tukemisen voi hoitaa esimerkiksi toinen palomestari tai erillinen tilannekeskus.**

**Oleellinen tieto on rakennuksen käyttötarkoitus.** On huomioitava, että samassa rakennuksessa voi olla eri käyttötarkoitukseen tarkoitettuja tiloja.

Rakennukset jaetaan seuraaviin käyttötarkoituksiin, joissa tarkoitetaan:

1) asunnoilla asumiseen käytettäviä tiloja, kuten asuinhuoneistoja ja vapaa-ajan asuntoja;
2) majoitustiloilla tiloja, kuten hotelleja, lomakoteja ja asuntoloita, jotka yleensä ovat ympärivuorokautisessa käytössä ja joissa ei ole hoidettavia tai eristettyjä henkilöitä;
3) hoitolaitoksilla tiloja, kuten sairaaloita, vanhainkoteja, suljettuja rangaistuslaitoksia ja ympärivuorokautisen käytön päiväkoteja, jotka ovat ympärivuorokautisessa käytössä ja joissa on hoidettavia tai eristettyjä henkilöitä;
4) kokoontumis- ja liiketiloilla tiloja, kuten ravintoloita, myymälöitä, kouluja, päiväkoteja ja muita varhaiskasvatuksen tiloja, liikuntahalleja, näyttelyhalleja, teattereita, kirkkoja, kirjastoja ja päivähoitolaitoksia, jotka yleensä ovat päivä- tai iltakäytössä ja joissa on merkittävästi yleisöä tai asiakkaita;
5) työpaikkatiloilla tiloja, kuten toimistoja ja virastoja, jotka yleensä ovat päiväkäytössä ja joissa on pääosin tilat tuntevaa henkilökuntaa;
6) tuotanto- ja varastotiloilla teolliseen toimintaan ja varastointiin liittyviä tiloja, kuten tavanomaisia teollisuustiloja, maatalouden tuotantotiloja ja suurehkoja varastoja, joissa yleensä on vakinaista, paikallisiin olosuhteisiin perehtynyttä henkilökuntaa;
7) autosuojilla tiloja, jotka on tarkoitettu autojen tai vastaavien moottoriajoneuvojen säilytykseen.

(Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, 2017.)

**Muita rakennuksesta tiedusteltavia asioita ovat rakennuksen paloluokka ja koko.** Yksityiskohtaisemmat tiedot esimerkiksi palo-osastoista, uloskäytävistä, paloilmoitin-, sammutus- ja savunpoistolaitteistosta selviävät tilanteen edetessä. Rakennuslainsäädännön ja kohteiden etukäteistuntemus auttavat pelastustoiminnan johtajaa muodostamaan käsitystä rakennuksesta, kun rakennuksen käyttötarkoitus, paloluokka ja koko ovat selvillä. Tilannekeskus ja pelastustoiminnan johtaja tarkentavat tietoja eri tietojärjestelmistä ennen kohteeseen saapumista.

Rakennuksesta tulee pyrkiä saamaan tiedustelussa selville:

1. käyttötarkoitus
2. paloluokka (P1, P2, P3 vai P0)
3. pinta-ala
4. kerrosten lukumäärä ja korkeus
5. muoto ja erityispiirteet.
6. sammustusreitit (rakennuksen uloskäytävät).

**Onko kohteessa erityisiä vaaran aiheuttajia?** Rakennuksen käyttötarkoitus ja tarkempi toiminnan ala antavat viitteitä mahdollisesti tulipalossa aiheutuvista vaaroista. Varsinkin teollisuudessa esiintyy jo normaaliolosuhteissa paljon erilaisia vaaroja, joihin toiminnanharjoittaja on varautunut työturvallisuuslain mukaisesti. Tulipalossa kaikki nämä vaarat lisäävät pelastustyöntekijöiden vaaraa tulipalon vaarojen lisäksi. Erityisesti tiedustelussa tulee kiinnittää huomioita asioihin, jotka voivat vaarantaa pelastustyöntekijöiden turvallisuuden. Tyypillisiä esimerkkejä vaaran aiheuttajista ovat muun muassa palavat nesteet ja kaasut. Kohteeseen laaditusta pelastussuunnitelmasta saa lisätietoa vaaran aiheuttajista.

**Voiko palo levitä rakennuksesta toiseen rakennukseen tai ympäristöön?** Millainen kortteli on kyseessä? Onko rakennukset rakennettu lähekkäin? Onko samalla tontilla useita rakennuksia,

joihin palo voi levitä. Palon leviämiseen ympäristöön vaikuttavat todella paljon myös sääolosuhteet ja vuoden aika. Alkuksesästä kovan tuulen puhaltaessa palon leviämisenvaara kuivaan maastoon ja sitä kautta ympäristöön on suurimmillaan.

**Tärkeää**

Selvitä tiedustelemalla:

1. Onko ihmisiä vaarassa?
2. Mikä ja missä palaa, ja miten laajalle palo ja savu on levinnyt?
3. Mikä ja millainen rakennus on kyseessä?
4. Miten kohteeseen päästään sisään?
5. Onko kohteessa erityisiä vaaroja?
6. Onko leviämisvaaraa muihin rakennuksiin tai ympäristöön?

### 4.4.4 Tiedustelu kohteessa

*"Sammutustyön johtajan ensimmäisenä tehtävänä palo- ja onnettomuuspaikalle tultuaan on itse suorittaa sekä toisilla suorituttaa pikainen tiedustelu, ellei tilanne ole ilman muuta selvä toimintakäskyn antamiselle. Tiedustelun tarkoituksena on selvittää sammutustyön johtajalle palokohteen laatu, palon laajuus ja sen leviämismahdollisuudet, hyökkäystiet ja rajoituslinjat, onko ihmisiä tai eläimiä vaarassa ja pelastustarkoitukseen sopivat tiet ja keinot sekä lisäksi savunpoisto- ja vedensaantimahdollisuudet. Tiedustelun tulee olla nopea, eikä se saa viivyttää sammutustyön aloittamista. Tiedustelutehtävän on sammutustyön johtajan ajan voittamiseksi annettava osa alipäällystön tai tähän tarkoitukseen sopivan miehistön tehtäväksi."* Helsingin palolaitoksen sammutusosaston yleistoimintaohje 31.5.1961, luku 8.)

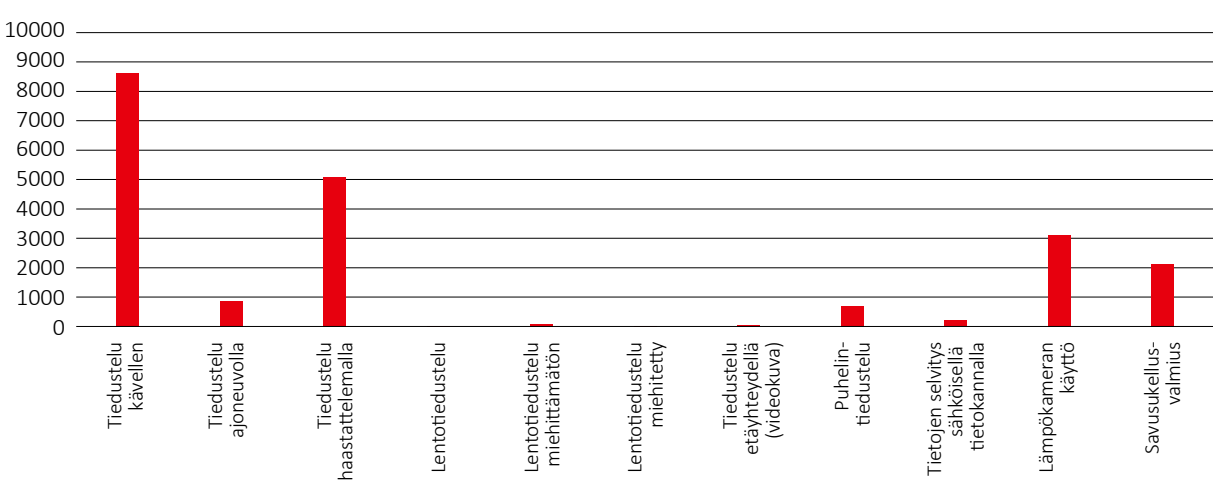
Yllä oleva ote vuodelta 1961 Alhon (1999) kirjasta pitää edelleen paikkansa. Siinä esiintyvät samat keskeiset asiat, jotka tiedustelulla tulee pyrkiä selvittämään, sekä tiedustelun nopeus ja monitahoisuus. Joissain tilanteissa voi tarkoituksenmukaisinta olla, että koko pelastusryhmä tiedustelee. Tiedustelu tulee tällöin tehdä riittävän kattavasti, että kyetään muodostamaan realistinen tilannekuva.

Tiedustelu kohteessa voidaan jakaa seuraavasti:

1. ajoneuvosta tehtävä tiedustelu
2. jalkaisin tehtävä tiedustelu
3. kohteessa olevien haastattelu
4. paloilmoitinkeskuksen hälytystietojen tulkitseminen
5. ilmatiedustelu.

Prontossa tiedustelua tilastoidaan kaavion 17 mukaisesti.

**Kohteeseen saavuttaessa tehdään auton sisältä ensihavainnot kohteesta.** Mikäli kohteessa on valveutuneita henkilöitä, ennen kohdetta on monesti opas tienvarressa opastamassa yksiköitä kohteeseen. Opasta nopeasti haastattelemalla on mahdollista saada myös lisää tietoa tapahtumista. Asuinrakennuksen olleessa kyseessä asunnon omistaja, haltija ja naapurit ovat alkuvaiheessa hyviä tietolähteitä, kun selvitetään vaarantaako tulipalo ihmisiä tai onko ihmisiä jäänyt sisälle. Pelastussuunnitelma velvollisissa kohteissa on määritelty




**Kaavio 17.** Rakennuspaloissa käytetyt tiedustelumenetelmät 2017–2021 (pronto).

kokoontumispaikka, sekä kiinnitetty huomioita kohteesta poistumisessa huoneiden merkitsemiseen esimerkiksi ”Huone tyhjä!”-kylteillä.

Mikäli rakennuksen pystyy kiertämään ajoneuvolla, se kannattaa tehdä. Tällöin rakennus tulee tiedusteltua joka puolelta ja havainnoitua palon merkit rakennuksen ulkopuolelta, sekä sammutus- ja pelastustoimintaan vaikuttavat seikat. Mikäli palo purkautuu ulos avoimesta aukosta, se saattaa näkyä savupatsaana jo hyvissä ajoin kohdetta lähestyttäessä.

Tiedusteltaessa on koko ajan kiinnitettävä huomioita turvallisuutta vaarantaviin seikkoihin. Onko kohteessa jotain epätavanomaista? Onko rakennuksen sisällä erityisiä vaaran aiheuttajia?

**Tulipalon luonteen vuoksi aika on kriittinen tekijä. Mitä enemmän käytetään aikaa tiedon hankkimiseen, sitä merkityksettömämmäksi tieto muuttuu.** Ihmiset eivät selviä hengissä pitkään tulipalossa, ja palo mahdollisesti kehittyy, voimistuu ja laajenee koko ajan. **Tilanne ratkaisee, ja joskus toimenpiteet tulee aloittaa saman tien ja suorittaa tiedustelua samanaikaisesti toimenpiteiden ohessa.** Esimerkiksi perusselvitys alkusammutustiedustelulla on hyvä esimerkki samanaikaisesta toiminnan käynnistämisestä ja tiedustelusta. Toisinaan taas alkuvaiheen tiedustelulla on suuri merkitys pelastustoiminnan onnistumisen kannalta. Varsinkin jo laajemmalle kehittynyt rakennuspalo edellyttää harkintaa, kumpaa taktiikkaa käytetään: hyökätäänkö vai puolustetaanko.

Mikäli kohteessa on automaattinen paloilmoitin, tiedustelu alkaa pääsääntöisesti paloilmoitinkeskukselta, josta saadaan tieto hälytyksen sijainnista. Tärkeää on havainnoida, onko useampi ilmaisin antanut palohälytyksen. Ilmatiedustelun avulla saadaan hyvää lisätietoa, jos kyseessä on laaja iso rakennus. Ilmatiedusteluun voidaan käyttää droneja, joissa voidaan hyödyntää myös lämpökamerakuvantamista. Dronen käyttöön tulee perehtyä ja siihen on huomioitava oma resurssi.

**Tiedustelussa on hyvä käyttää apuna lämpökameraa,** mutta on otettava huomioon, että rakennukset ovat hyvin lämpöeristettyjä. Rakennuksen sisäpuolisessa palossa lämpöeristys eristää alkuvaiheessa palon aiheuttamat lämpötilamuutokset rakennuksen sisäpuolelle. Ikkunoiden lämmöneristävyys on heikompi kuin seinän, mutta ikkunapinnasta lämpökamera näyttää vain heijastuksen. Aukosta purkautuvan savun lämpötila pystytään määrittämään lämpökameran avulla ja arvioimaan sen syttymisherkkyyttä. Lämpökameralla voidaan määrittää esimerkiksi kuumin kohta katemateriaalissa ja arvioida sitä kautta palon sijaintia ullakolla.

## Tärkeää

- Kohteesta ja tilanteesta riippuen tiedustelua tehdään
  - ajoneuvolla
  - jalkaisin
  - haastattelemalla
  - paloilmoittimelta
  - ilmasta.

### 4.4.5 Tiedustella vai toimia?

Rakennus tulee pyrkiä kiertämään ajoneuvolla, että se voidaan tiedustella riittävästi. Pieni rakennus kannattaa kiertää jalkaisin, mutta riittävän etäältä, että kyetään havainnoimaan asioita. Rakennuksen ympäritiedustelusta käytetään myös nimitystä 360-tiedustelu. Kun rakennus tiedustellaan joka puolelta, voidaan havaita palon merkit, laajuus, voimakkuus ja palon purkautuminen.

**Rakennuspalo, jossa palonmerkkejä ei ole ulkoapäin havaittavissa eikä palosta ole varmaa tietoa.** Tällöin tiedustelu aloitetaan hälytystiedon tarkemman osoitetiedon ja paikannuksen perusteella. Tiedustelussa tulee etsiä palonmerkkejä. Savua, savun hajua, liekkejä, liekkien kajastusta ja palon ääniä. Palon merkittävin tunnusmerkki on savu, koska ylipaineinen savu purkautuu palavasta tilasta ympäristöön. Rakennuksen sisäpuolella lämpökameralla voidaan määrittää lämmennyt ovi, jonka takana tulipalo on. Pienet kärähtäneet palonalut ovat monesti paikannettavissa ainoastaan lämpökameralla. Näistä hyviä esimerkkejä ovat erilaiset sähkökomponentit ja loistevalojen sytyttimet. **Tiedustelu on suositeltavaa suorittaa**

**pareittain paloasussa, paineilmahengityslaite käyttövalmiina, lämpökameraa hyödyntäen ja alkusammutuskalusto käyttövalmiina.** Tarvittaessa kannattaa hyödyntää myös syttymisvaara- ja häkäpitoisuusmittaria. Saavuttaessa palavan tilan ovelle tulee arvioida, voidaanko alkusammutusta yrittää vai tuleeko perääntyä ja sulkea palavan tilan ovi kiinni palon rajoittamiseksi.

**Rakennuspalo, jossa palonmerkkejä ei ole ulkoapäin havaittavissa, mutta esitietona on, että rakennuksessa palaa.** Mikäli ennen kohdetta tiedustelussa on selvinnyt, että rakennuksessa palaa ja sisällä on mahdollisesti ihminen, tällöin ei ole aikaa hukattavaksi. Oleellista on etukäteen selvittää kohteen tarkka osoite ja paikka. Kohteeseen saavuttaessa aloitetaan toiminta välittömästi. Pelastustoiminta edellyttää todennäköisesti savusukellusta, johon tulee varautua. Mikäli palonmerkkejä ei havaita tilan ulkopuolelta, mutta on kuitenkin epäily palosta, palo voi olla happirajoitteinen. Tällöin palo voi purkautua avattavasta oviaukosta rajusti ulospäin, mihin tulee varautua. Jos palo on happirajoitteinen, palo ei pääse leviämään eikä voimistumaan ennen kuin ovi tai ikkuna avataan. **Jos tilassa ei ole pelastettavia, tuleekin happirajoitteisen palon sammutukseen valmistautua huolella tiedustelemalla riittävästi.**

**Rakennuspalo, jossa avoimesta aukosta purkautuu savua.** Huomio kohdistuu purkautuvaan savuun. Savusta tulee huomioida sen väri ja liike. Niiden sekä lämpökameralla mitatun savun lämpötilan perusteella pystytään arvioimaan tilannetta sisällä. Nyrkkisääntönä voidaan todeta, että mitä mustempaa savu on, sitä syttymisherkempää se on. Samalla on hyvä havainnoida näkymää sisälle viereisistä ikkunoista, jos se on mahdollista. Näkyykö ikkunoista savua, liekkejä, ihmisiä tai eläimiä. Lisäksi tulee kuunnella, kuuluuko avunhuutoja jostain. Jos tiedetään, että palon viereisessä tilassa on pelastettava, voidaan harkita, onko turvallista tehdä pelastaminen VEIS-tekniikalla. VEIS-tekniikka tulee sanoista ventilate, enter, isolate ja search (tuuleta, tunkeudu sisään, eristä palo (sulje ovi) ja etsi (pelasta)). Ikkunan rikkominen tai oven avaaminen saattaa muuttaa palon virtauksia pelastamisen ja työturvallisuuden kannalta epäedulliseen suuntaan, joten tekniikkaa tulee käyttää harkiten.

Savun purkautuminen yhdestä aukosta ei tarkoita, ettei palo olisi levinnyt laajalle. Tällöin palo on todennäköisesti happirajoitteinen. Toimenpiteillä on kuitenkin kiire, sillä palo on siinä vaiheessa, että se saattaa levitä voimakkaasti ja nopeasti. Jos ikkunasta purkautuu liekehtivää savua tai liekkejä, kannattaa tällöin tiedustelun yhteydessä tehdä ensi isku avoimesta ikkuna-aukosta suoralla sammutussuihkulla käyttäen siirtymäsammutustekniikkaa. Katso tarkemmin luku 5.2.

**Rakennuspalo, joka purkautuu useasta avoimesta aukosta ulospäin liekillä.** Tällöin tulee ymmärtää ja todeta tosiasiat. Palavasta tilasta ei enää todennäköisesti kukaan selviä hengissä. Kohteeseen saavuttaessa herää ajatus, että nyt on tehtävä äkkiä jotain. **Mutta nyt tuleekin pidättäytyä tekemästä mitään hätiköityä ja tiedustella.** Tiedustelulla tulee selvittää palon ja savun laajuus ja se, onko palo yhdessä vai useammassa palo-osastossa. Mitä palo uhkaa? Onko ihmisiä vielä sisällä palon yläpuolisissa tai viereisissä tiloissa? Yksityiskohtaista mallia tai ohjetta tiedusteluun ei ole, vaan on ymmärrettävä yhteys tiedustelun ja rakennuksen käyttötarkoituksen, paloluokan sekä koon välillä. Tiedustelun tarkoituksena on selvittää, että mitä tavoitellaan ja mikä taktiikkaa valitaan (ks. luku 2.5). Pyritäänkö palo sammuttamaan, rajaamaan vai ainoastaan estämään palon leviäminen ympäristöön? Ensitoimenpiteet ovat monesti ratkaisevia, ja koko pelastusorganisaation toiminta herkästi ohjautuu alussa valitun taktiikan mukaisesti.

Ratkaisevaa on myös huomioida rajusti palavan rakennuksen kantavien rakenteiden palonkesto. Rakennuspalossa rakennuksen paloluokan ja kantavien rakenteiden palonkeston lisäksi tulee selvittää tai arvioida palamisaika, ja näiden tietojen perusteella tulee arvioida rakennuksen, sen osien sortumavaaraa.

Tiedustelua tulee jatkaa koko tehtävän ajan. Pelastustoiminnan johtaja ylläpitää tilannekuvaa ja johtaa toimintaa tilannekuvan ja tiedustelutiedon perusteella. Tiedon tulee välittyä organisaatiossa viestiohjeen mukaisesti eri puolilta rakennusta ja rakennuksen sisältä lopulta pelastustoiminnajohtajalle. Esimerkiksi savusukeltajat välittävät tietoa ryhmänjohtajalleen, joka välittää tarpeellisen tiedon eteenpäin pelastusorganisaatiossa.

## Tärkeää

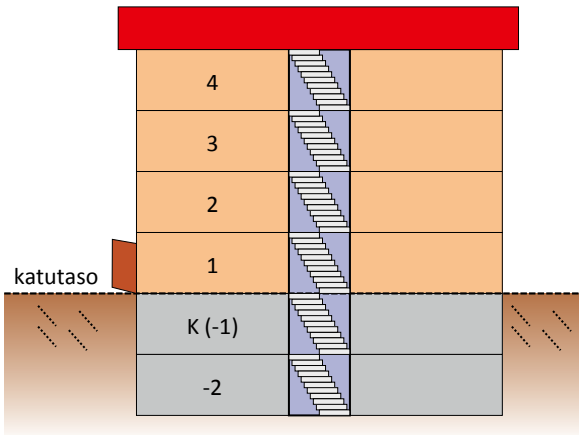
- Opettele erottelemaan tilanteet, jotka edellyttävät nopeita toimia, ja tilanteet, joissa riittävä pysähtyminen ja tiedustelu ovat oleellisia onnistuneille toimille.

### 4.4.6 Rakennuksen sisätilojen määrittäminen

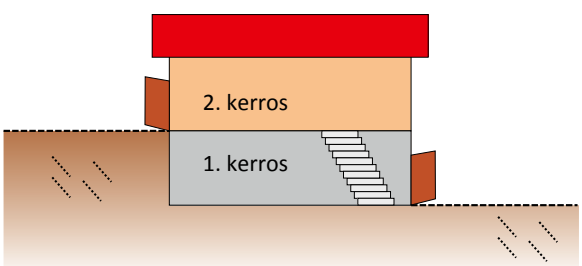
Hätäkeskus pyrkii saamaan selville kohteen tarkat osoitetiedot, kuten katuosoitteen, portaikon kirjaintunnisteen ja asuinhuoneiston numeron. Isommissa ja laajemmissa kohteissa on monesti käytössä myös portti- ja ovinumerointeja, joita kannattaa hyödyntää. Lisäksi alueen opastetaulut auttavat pelastushenkilöstöä.

Rakennuspaloissa on tärkeää, että rakennuksesta viestitään samoilla termeillä. **Esimerkiksi rakennusten kerrosnumeroinnissa ja niiden merkinnöissä on Suomessa paljon vaihtelua.** Mikäli rakennuksen oma kerrosmerkintä aiheuttaa tulkinnan mahdollisuutta, on hyvä käyttää ennalta suunniteltua kerrosnumerointia. Kuvassa 26 on havainnollistettu rakennuksen kerrosnumerointia. Kerrosnumeroinnin esitystapa on muokattu Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen rakennuspalo-ohjeesta. Rakennukseen kulku pääsisäänkäynnin kautta tapahtuu katutasolta. Tämä ensimmäinen maanpäällinen kerros on kerros numero yksi. Sen yläpuolella olevista kerroksista puhuttaessa käytetään juoksevaa kerrosnumerointia, joten seuraava kerros on kaksi jne. Jos rakennuksessa on kellarikerros, siitä puhutaan kellarikerroksena. Jos kellarikerroksia eli maanpinnan alapuolisia kerroksia on useampia, käytetään ensimmäisestä maanpinnan alapuolisesta kerroksesta tunnusta miinus yksi ja sen alapuolisista kerroksista miinus juokseva luku. (Helsingin kaupungin pelastuslaitos, 2022.)

**Myös rinteeseen rakennetuissa rakennuksissa saattaa syntyä epäselvyyttä, mistä kerroksesta puhutaan.** Ympäristön korkeuseroista johtuen katutaso ja pääsisäänkäynti vaihtelevat, ja ne voivat olla joko alimmassa tai päällimmäisessä kerroksessa. Onko rinteeseen rakennetuissa rakennuksissa kellarikerros vai onko alin kerros ensimmäinen kerros? Kellarikerros on kokonaan tai pääasiallisesti maanpinnan alapuolella. Kellarikerrokseen saa sijoittaa tilojen sijainnin, yhteyksien, koon, valoisuuden ja muiden ominaisuuksien vuoksi rakennuksen pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisia tiloja. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999.)




**Kuva 26.** Rakennuksen kerrosnumerointi.




**Kuva 27.** Rinteessä olevan rakennuksen kerrosnumerointi.

Kumpaa kerrosmerkintää rinnerakennuksissa tulee käyttää? Asiaa ei kannata linjata siten, että yksi sääntö toteutuisi kaikissa tapauksissa, vaan siihen vaikuttaa eniten pääsisäänkäynnin sijoittuminen. Kuvassa 27 kerrokset on merkitty siten, että alin kerros on kerros yksi ja yläpuolinen on toinen kerros. Kuvan mukaista merkintää kannattaa suosia erityisesti pienkohteissa, esimerkiksi rinteeseen rakennetuissa omakotitaloissa, koska se tukee taktiikkaa, että hyökätään alhaalta ylöspäin eli edetään loogisesti ensimmäisestä toiseen kerrokseen.

Auttaisiko rakennuspaloon liittyvän tiedustelutiedon tulkintaa ja viestintää, jos rakennuspalossa eri tilojen olosuhteita kuvattaisiin värikoodien avulla? Väreillä olisi helppo ”maalata” rakennuksen pohjakuviin tai kohdekortteihin eri palo-osastojen tai huoneiden tilanne. Tähän voisi soveltua jo pitkään ensihoidon monipotilastilanteissa käytössä ollut potilasluokittelun eli triagen tyyppinen ratkaisu. Triagen historia ja juuret ulottuvat jo 1800-luvun alkuun Ranskaan, jolloin triagen hyöty konkretisoitui Napoleonin sotataktiikassa (Nakao, Ukai & Kotani, 2017). Palomiehet tuntevat hyvin ensihoidon triage-luokittelun, joka perustuu SMART-luokittelumalliin. SMART tulee sanoista Modified Simple Triage And Rapid Treatment, joka suomennettuna tarkoittaa muokattua yksinkertaista potilasluokittelua ja nopeaa hoitoa. SMART-luokittelumallissa potilaat jaetaan neljään värikoodattuun luokkaan peruselintoimintojen nopean aistinvaraisen tarkistuksen ja potilaan puhuttelun perusteella. Luokittelun yhteydessä tehdään samanaikaisesti ainoastaan hyvin yksinkertaiset nopeat hätäensiaputoimenpiteet. (Naarajärvi & Telkki, 2019; Kuisma, Holmström, Nurmi, Porthan & Puolakka, 2021.)

Kuvassa 28. on keskellä värikoodit ja vasemmalla puolella potilaiden primääritriagen selitteet. Oikealla puolella sen sijaan on selitteet väreille rakennuksen eri tilojen merkitsemiseen rakennuspalossa. Taulukossa 5 on sen sijaan jo ikään kuin sekundääritriagen tyyppinen tarkennettu luokittelu, jossa on mukana tilan kuvaus, ihmisten selviytyminen, toimenpiteet ja työturvallisuus. Rakennuspalossa ensitiedustelun yhteydessä tulee tehdä samankaltaisesti toimenpiteitä, kuin potilasluokittelussa. Avoin ovi kannattaa sulkea, ilmanvaihto pysäyttää, yrittää alkusammutusta ja pelastaa hätäsiirtämällä, mutta toimenpiteet tulee pystyä tekemään turvallisesti ja nopeasti. Rakennuksen ympäri kiertämällä tulee pyrkiä muodostamaan ensiarvio rakennuksen tilojen luokasta. Värikoodeilla ilmaistuna tiloista muodostuu yhtenäinen kuva kaikille. Alkuvaiheessa tilat määritellään karkeasti eri luokkiin esim. palo-osaston tarkkuudella. Tilojen luokittelu tarkentuu sammutustoiminnan alettua ja tiedustelun jatkuessa.

**Kuva 28.** Primaariluokitteluluokat ensihoidossa ja rakennuspalossa.

Monet muutkin yhteistyöviranomaiset käyttävät värikoodeja selkiyttääkseen toimintaansa. Esimerkiksi ”antamalla” värejä rakennuksen seinille ja asioille. Samalla värit monesti kertovat myös tilanteessa esiintyvistä vaaroista.

Tämä värikoodeilla tilojen määrittely tukee myös pelastustoiminnassa esiintyvää vaara-aluemäärittelymallia, jossa vaara-alueita korostetaan juuri näillä samoilla väreillä. Vaara-alue-määrittelystä tarkemmin luvussa 6.2.

Taulukosta 5 tarkemmin seuraavaksi. Vihreitä tiloja ovat huoneet ja palo-osastot, jotka ovat niin sanottuja puhtaita tiloja. Näissä tiloissa ei ole savua juuri lainkaan. Keltaisissa tiloissa on savua, mutta ei paloa. Savu ei ole syttyvää. Keltaisessa tilassa oleskelu edellyttää hengityksen suojausta, ja näistä tiloista ihmisten selviytyminen on mahdollista. Punainen tila on tila, jossa palaa. Punaisessa tilassa työskentely edellyttää savusukellusta ja sammutusta. Punaisista tiloista ihmisten selviytyminen on vähäistä. Punainen tila voidaan sammuttaa myös ulkoa tai viereisestä keltaisesta tilasta turvallisemmin kuin menemällä punaiseen tilaan sisälle. Mustassa tilassa palo on jatkunut niin kauan, että tilassa saattaa olla sortumavaara. Mustassa tilassa ja sen välittömässä läheisyydessä ei ole turvallista työskennellä. Mustasta tilasta kukaan ei todennäköisesti voi selvitä hengissä.

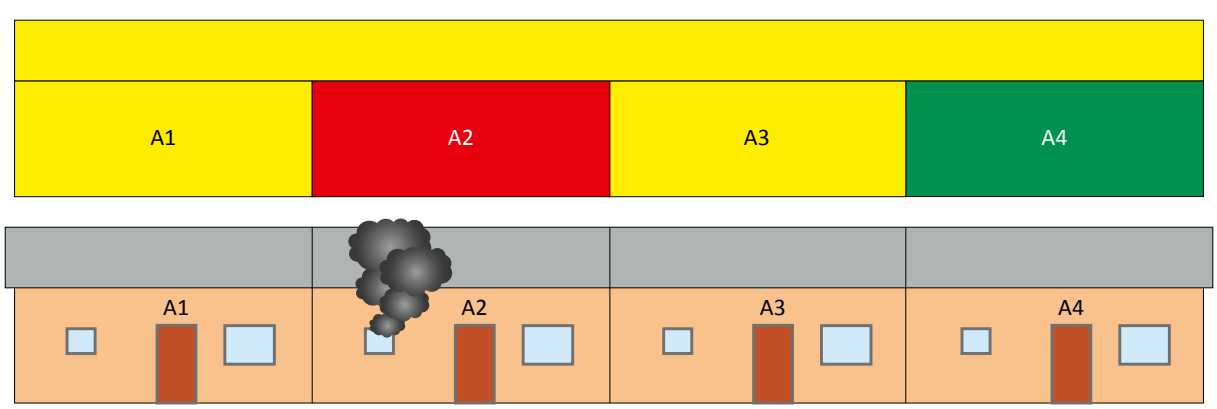
| Luokka | Kuvaus | Ihmiset | Toimenpiteet | Työturvallisuus |
|---|---|---|---|---|
| **Vihreä** | Lähes savuton tila | Toimintakykyiset ihmiset kykenevät itse poistumaan | Tiedustelu<br>Pelastaminen<br>Evakuointi<br>Savun hallinta | Pelastustoiminta-aluetta, tulee varautua hengityksen suojaamiseen |
| **Keltainen** | Savuinen tila | Ihmisten selviytyminen on mahdollista | Tiedustelu<br>Pelastaminen<br>Evakuointi<br>Rajoittaminen<br>Savun hallinta | Vaara-aluetta, saattaa edellyttää savusukellusta |
| **Punainen** | Liekehtivä savuinen tila | Ihmisten selviytyminen vähäistä | Tiedustelu<br>Pelastaminen<br>Sammutus ulko- tai sisäpuolelta<br>Savun hallinta | Välittömän vaaran aluetta, edellyttää savusukellusta |
| **Musta** | Palava tila, jossa voimakas liekkipalo ja lämpösäteily<br>Tilan tuhoutumista ei kyetä estämään | Ihmisten selviytyminen ei ole mahdollista | Sammutus ulkopuolelta | Tilaan ei tule mennä! Kantavien rakenteiden palonkeston perusteella saattaa olla sortumavaara |

**Taulukko 5.** Rakennuksen tilojen luokittelu värikoodien avulla.

Kuvassa 29 on esimerkki rivitalon asuinhuoneistojen tilaluokittelusta rakennuspalossa. Asunnossa A2 on syttynyt tulipalo, joka purkautuu savuna ulos ikkunasta. Asunto A2 on punainen. Viereisiin asuntoihin A1 ja A3 sekä yläpohjaan on levinnyt savua, joten ne ovat luokittelussa keltaisia tiloja. Asuntoa A4 on sen sijaan savuton ja täten vihreä tila.

## Tärkeää:

- Rakennuspaloissa tilat voidaan luokitella värikoodeilla, mikä helpottaa yhtenäisen tilannekuvan muodostamista pelastushenkilöstölle.
- Rakennuksen kerrosnumeroinnissa maanpäällinen kerros on numero yksi ja maanalapuolinen kerros on kellari. Jos alapuolisia kerroksia on useampia, käytetään niistä puhuttaessa negatiivisia kerroslukuja -1, -2 jne.
- Muut viranomaiset käyttävät myös värikoodeja rakennusten ja niissä olevien vaarojen viestimisessä.




**Kuva 29.** Rivitalon tilojen määrittäminen värikoodeilla rakennuspalossa.

## 4.5 Ontelopalot

*Juha Ronkainen*

Sammutustyön kannalta on tärkeää tunnistaa muutamia yleisempiä ontelo- ja kattorakenteita sekä niiden ominaispiirteitä.

Sammutustekniikan kannalta **normaalikorkuisena yläpohjan ontelona** voidaan pitää tiloja, joissa on niin sanottu ryömintätila, ja niiden harjakorkeus on tyypillisesti 800–1600 mm. Rakenteen alaosassa on tyypillisesti lämmöneristeistä, ja yläosassa sijaitsee vesikate mahdollisine aluskatteineen. Rakenne on yleensä tuettu puusta tai teräksestä valmistetulla ristikkorakenteella.

**Matala yläpohjaontelo** on rakenne, joka muodostuu tavallisesti alhaalta katsottuna sisäverhouslevystä, höyrysulusta, lämpöeristeistä sekä mahdollisesta aluskatteesta ja tuuletusraon yläpuolella olevasta vesikatteesta. Tyypillisesti näissä katoissa ei ole ryömintätilaa. Rakennetta käytetään, kun yläpohjan lämmöneristeet on sijoitettu lähelle vesikatetta.

**Korkea yläpohjaontelo** on rakenteeltaan sellainen, ettei liekin lämpötilan takaisinkytkentä rakenteen korkeuden takia poikkea merkitsevästi tavanomaisen huoneistopalon olosuhteista. Esimerkkinä voidaan mainita erilaiset käyttö- ja varastoullakot, joiden sisäkorkeus voi ylittää jopa 2500 mm.

**Matalia tai muuten tilavuudeltaan pieniä** onteloita voi muodostua myös laajojen yhtenäisten tilojen alas laskettujen kattojen, korokelattioiden alle, johdin-, ilmastointi- tai teollisuuden kuljetin- sekä muihin huoltotunneleihin. Nämä voivat muodostaa tulipalotilanteessa sekä vaaka- ja pystyhormeja, joissa palokaasujen nopea virtaus voi levittää paloa nopeasti kauaksi varsinaisesta syttymiskohteesta.

### 4.5.1 Ontelopalon keskeinen ongelma

(Yläpohjan) onteloissa tapahtuva palo poikkeaa merkittävästi normaalissa huonetilassa tapahtuvasta palosta. Vaakasuuntaiset ontelotilat, kuten katto-ontelot, ovat usein matalia verrattaessa niiden korkeutta tilan pituuteen. Näiden ontelotilojen kohonneen palovaarallisuuden tärkein palotekninen syy on niiden mataluus, koska tilan korkeuden pienentyessä palon takaisinkytkentämekanismi voimistuu. Ontelopaloissa lieskahtanut palo voi edetä nopeasti, jopa useita metrejä minuutissa. (Hietaniemi ym. 2004, 18–19.) Toisin sanoen ontelopalon eteneminen poikkeaa normaalikorkuisten tilojen palosta merkittävästi, koska niiden pienempi tilavuus estää merkittävän lämpöhäviön syntymistä alkupalosta. Liekkipalon aiheuttama lämpösäteily ja liekit törmäävät helposti yläpuolella olevaan rakenteeseen aiheuttaen pyrolyysin nopeutumista. Tilan vesikatteen sisäpuolinen syttyminen saa aikaan lämpösäteilyä sivuille ja suoraan alaspäin lämmöneristeisiin ja sivulla kattorakenteiden tuentaan käytettyihin ristikkorakenteisiin. Koska yläpohjan ontelot ovat tuulettuvia rakenteita ja räystäslinjan tuuletusraot mahdollistavat palamisilman vapaan virtauksen onteloon, voi ontelossa tulipalon vaikutuksesta sekä sää- ja tuuletusolosuhteista riippuen muodostua voimakkaita vaakavirtauksia, jotka levittävät savukaasuja nopeasti kauaksi syttymiskohdasta. Sammutusraivauksessa väärin sijoitettu ja liian pieni savunpoistoaukko tai sahaamalla tehty rajoituslinja voi nopeuttaa palokaasujen virtausta ja pahimmillaan kiihdyttää sekä levittää paloa ontelossa kauaksi syttymiskohdasta. (Ronkainen 2009, 20–27; Rinne 2006.)

**Tärkeää**

- Ontelopalot leviävät nopeasti, koska matalassa tilassa alkupalosta ei synny lämpöhäviötä, vaan se säteilee ympäröiviin rakenteisiin lisäten pyrolyysin nopeutta.
- Ontelopalot ovat vaikeasti saavutettavia, ja ne huomataan usein myöhään.
- Ontelopaloissa voi syntyä voimakkaita vaakavirtauksia, jotka levittävät palon nopeasti kauaksi syttymiskohdasta.
- Vaakavirtausten vuoksi on myös tärkeää, että sammuttajat sijoittuvat virtausten kylmälle, palon korvausilmaa imevälle puolelle.

### 4.5.1 Ontelopalon sammuttamisen haasteet

Normaalikorkuisen yläpohjan ontelossa palokuorma muodostuu merkittävältä osalta yleensä kattorakenteiden tukemiseen käytetystä puutavarasta. Kattoristikoiden rakenne aiheuttaa sen, että rakennusmateriaalina käytetty puutavara on pääsääntöisesti jokaiselta pinnaltaan yhteydessä tilassa virtaavaan palokaasuun ja liekkipaloon. Vanhemmissa rakennuksissa yleisesti eristeenä käytetty sahanpuru voi vielä lisätä palamiskelpoista pintamateriaalia. Palon edetessä pyrolyysiin osallistuvan palavan materiaalin pinta-alan määrä voi olla merkittävän suuri, koska vesikaton tukilaudoitus, aluskate, mahdollinen palava lämmöneriste sekä kattoristikot voivat osallistua paloon. Koska harja- ja pulpettikattoista rakennuskantaa on meillä paljon, on todennäköistä, että merkittävä osa ontelopalojen sammutustehtävistä tapahtuu tällaisten kattojen onteloissa.

Aikaisemmin oli vallalla käsitys, että ontelopaloa sammutettaessa ensimmäinen tehtävä on savunpoistoaukon tekeminen. Ajatuksena oli suorittaa sammutusraivaus, jossa paloenergiaa sisältävä savukaasu saataisiin tuuletettua nopeasti ulos ontelosta ja näin estettäisiin palon leviäminen. Menetelmä on teoriassa varsin tehokas, mutta vesikatteiden jyrkkyys, liukkaus, lumikuorman ja sään vaatimuksien aiheuttama rakenteiden lujuus sekä palomiesten haasteellinen sijoittuminen katolle saavat aikaan sen, että savunpoistoaukon tekeminen on vaikeaa ja hidasta.

Käsityövälineillä tehtävä aukko jää usein alkuvaiheessa liian pieneksi tehokkaan tuulettumisen varmistamiseksi. Pahimmillaan liian pieni savunpoistoaukko voi kiihdyttää ontelopaloa onteloon muodostuneiden rikkaiden palokaasujen päästessä syttymisvälille kaasunvirtauksen tehostuessa purkausaukon ja räystäällä sijaitsevien tuuletusrakojen välissä. Aukon tekemisen jälkeen tehokas kaasujen läpivirtaus voi johtaa koko ontelon yleissyttymiseen. Myös rajoituslinjojen tekeminen sahaamalla aukkoa /aukkoja katolle etäälle palokohteesta on kokemuksen mukaan saanut aikaan tehostunutta palokaasujen vaakavirtausta syttymiskohteesta rajoituslinjan suuntaan.

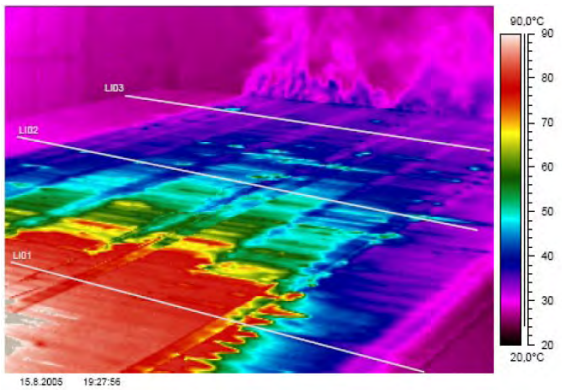
Savunpoistoaukon tekeminen onteloon voi olla toisaalta varsin tehokas sammutusraivauksen menetelmä, jos aukko saadaan kerralla niin suureksi, että palokaasujen sisältämä energia saadaan kerralla tuuletettua ontelosta ulos. Suuren raivausaukon teossa erilaiset koura-autot, joiden kehittyneemmissä kourissa on sammutusveden virtauksen mahdollistavat suutinkärjet (SARA koura®), voivat olla erityisen tehokkaita paloraivauksen ja savunpoistoaukkojen tekovälineitä. Savunpoistoaukon tekoon ryhdyttäessä täytyy olla varma, että riittävän suuri aukko saadaan kerralla aikaiseksi ja onteloa on jäähdytetty vesisumusuihkulla ennen aukon tekemistä. (Pelastustieto 9–10/2020.)

### 4.5.2 Palon rajoittaminen ja leviämisen estäminen onteloon

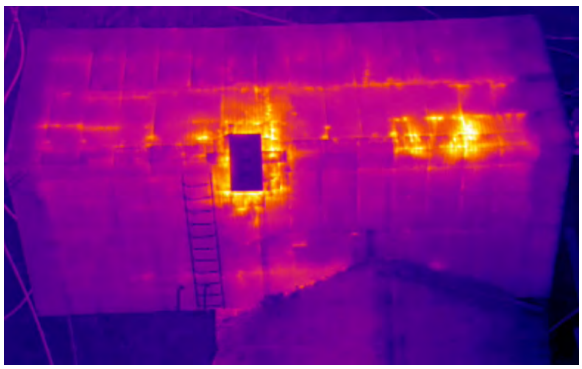
Koska ontelopalot syttyvät usein alapuolella olevan huonepalon seurauksena ja ovat erittäin vaikeita sammuttaa, tulee syttymishuoneen ikkuna-aukosta purkautuvia savukaasuja ja liekkejä jäähdyttää heti purkausaukolla palon onteloon leviämisen estämiseksi (kuva 30 ja 31.). Jos palo on levinnyt alhaalta onteloon räystäslinjalta, tulee ensimmäinen sammutushyökkäys onteloon kohdistaa tälle kohdalle tai sen välittömään läheisyyteen. Kohdassa on todennäköisesti ontelon kuumin kohta, ja sammutusvesi höyrystyy siinä tehokkaimmin. Mikäli ontelossa palaa, mutta päätyihin tai katolle ei ole vielä syntynyt merkittävää purkausaukkoa, josta palokaasut purkautuvat vapaasti ulos, on ontelossa laihoja, palamiskelpoisia ja mahdollisesti myös rikkaita palokaasuja. Sammutusvesi voidaan suunnata eri menetelmillä ontelon sisään liekkipaloon, kuumille pinnoille ja kuumaan savukaasuun. Pienipisaraisen sammutussuihkun vesisumu sitoo höyrystyessään tehokkaasti lämpöä ja täyttää ontelon pientä tilavuutta vesihöyryllä syrjäyttäen sieltä samalla happea ja palokaasuja. Sammutusvesisuihku ja vesihöyryn pisarat sirottavat myös tehokkaasti lämpösäteilyä ja estävät näin tehokkaasti lämmön takaisinkytkeytymistä liekkipalosta matalassa ontelossa.

**Kuva 30.** Purkautumisvaiheessa olevasta palosta, joka uhkaa räystäslinjalta levitä onteloon.

**Kuva 31.** Purkautumisvaiheessa olevan palon liekin sammuttaminen ja savun jäähdyttäminen ikkuna-aukolla.




**Kuva 32.** Lämpökameran pysäytyskuva matalan yläpohjan ontelon palosta (Kuva VTT/ Martti Niskanen).



**Kuva 33.** Dronen välittämää lämpökameran kuvaa ontelopalosta.

### 4.5.3 Tiedustelu ontelopalossa

Onteloiden vaikean saavutettavuuden vuoksi voi ontelopalotilanteissa kattavan tiedustelun toteutuminen olla vaikeaa. Kauttaaltaan räystäslinjalta purkautuva savu ei välttämättä kerro varsinaista palon kohtaa, ja ontelossa muodostuvat vaakavirtaukset ja ulos purkautuva savu voivat ohjata sammuttajat kauaksi varsinaisesta liekkipalosta. (ks. kuva 32 matala ontelo lämpökameralla).

Kuva 32 osoittaa ontelopalon kuumimman kohdan. Tuuletusraoista ulospurkautuvat savukaasut voivat harhauttaa sammuttajat kohdistamaan sammutustyön ja sammutusraivauksen savukaasujen läheisyyteen. Sammutussuihku suunnataan katteen läpi ontelopalon syttymiskohtaan.

Kattorakenteiden sortumavaara sekä mahdollinen putoamisriski onteloon voivat vaikeuttaa tai jopa estää tiedustelun suoraan vesikatteen päältä. Lämpökameraa tulee käyttää ontelon kuumimman kohdan selvittämiseksi. Tiedustelu voidaan tehdä riittävän tukevilta talo- ja lapetikkailta sekä katon päälle asennetuilta kulkusilloilta, milloin niiden lujuus ei vielä ole palon vaikutuksesta heikentynyt. Myös omia tikasselvityksiä ja puomitikkaan nostokoria voi tarpeen mukaan käyttää. Jos ontelon päädyissä on tarkastusluukkuja, voivat ne tarjota hyvän tiedustelu- ja sammutusaukon ilman, että varsinaiselle vesikatteelle tarvitsee mennä. Jos pelastustoiminnan johtajalla on käytössä dronen välittämää lämpökameran kuvaa, voidaan sen avulla mahdollisesti selvittää vesikatteen alla olevan palon sijaintia ja etenemistä (kuva 33). Tällaisen kuvan tulkinta voi olla vaikeaa, jos lämpökameran kuva on säädetty liian herkälle. Lämpökameraa tulisi pystyä säätämään niin, että vesikatteen alta pystytään näkemään palon kuumimmat kohdat ja sammutusvesi pystytään ohjaamaan rakenteiden ulkopuolelta niihin.

Savun purkautuminen tuuletusraoista ulos etäälläkin varsinaisesta palokohteesta voi puutteellisella tiedustelulla ohjata sammutustyön väärään paikkaan. Yleisesti tiedustelulla pyritään selvittämään ontelon kuumin kohta sekä se, miten laajalle varsinainen palo ontelossa on levinnyt. Palon levinneisyyden selvittäminen on tärkeää varsinkin, jos sammutustaktiikaksi on valittu palon rajoittaminen. Tiedustelulla pyritään selvittämään myös mahdollisten palokatkojen sijainti ja pitävyys sammutustyön eri vaiheissa. Koska merkittävä osa sammutustyöstä varsinkin työn alkuvaiheessa voidaan tehdä ontelon vesikatetta tai katon pääty- ja sivuverhoilua läpäisevillä menetelmillä ilman, että onteloon sisälle voidaan nähdä, ovat ulkopuolisten havaintojen merkitys, lämpökameralla tehtävä tiedustelu ja palon ilmiöiden tulkinta sammutustyön tehokkuuden varmistamiseksi tärkeää.

### 4.5.4 Ontelopalon sammuttaminen

Pelastusopistolla vuonna 2005 ja 2006 tehdyissä VTT:n ontelopaloprojektiin liittyneissä suuren mittakaavan kokeissa havaittiin selvästi, että ontelotilaa kannattaa jäähdyttää pienipisaraisella

vesisumulla ennen savunpoistoaukon tekemistä. Sammutuskokeissa sammutettiin matalia yläpohjaonteloiden elementtejä sekä pinta-alaltaan noin 50 m²:n suuruisia normaalikorkuisia tutkimuskattoja. Normaalikorkuisten tutkimuskattojen ontelopaloja jäähdytettiin katon harjalle asetetuilla kahdella neljän metrin etäisyydelle toisistaan sijoitetulla rajoittavalla pistosuihkuputkella. Kahden minuutin sammutusiskulla ontelopalo jäähtyi tehokkaasti, ja palo saatiin silmämääräisesti sammumaan. Rajoittava sumusuihku hillitsi tehokkaasti paloa ontelossa ja antoi aikaa varsinaisen sammutusraivauksen aloittamiseen. Vastaavaa jaksoittain tapahtuvaa sammutusmenetelmää on sen jälkeen käytetty säännöllisesti erilaisissa talonpolttoharjoituksissa hyvällä menestyksellä, ja sammutustekniikka on vakiintunut myös yleisesti pelastuslaitosten käyttöön. (VTT Tutkimusselostus 2006; Ronkainen 2009.)

Ontelopalon sammuttamiseen rakenteiden läpi ja pienistä aukoista on nykyään tullut paljon erilaisia variaatioita. Sammutusvettä voidaan johtaa onteloon esimerkiksi sammutusleikkurin, hyökkäävän pistosuihkuputken, sammutuskeihään tai työsuihkun avulla. Menetelmiä voidaan käyttää katon lappeelta, päätykolmiosta, räystäslinjalta tai jopa alapuolisen huoneen laipion läpi alhaalta ylöspäin lämmöneristeiden läpi. Seuraavissa alaluvuissa kuvataan ontelopalon sammuttamista tarkemmin.

### 4.5.5 Normaalikorkuisen yläpohjan ontelon sammuttaminen sivuilta, päädystä ja alapuolelta

Sisäministeriön julkaisun 2021:6 mukaan (Putoamisvaarallisella alueella työskentely pelastustoimessa):

*”Työpisteenä tulee ensisijaisesti käyttää henkilönostimia ja työtasoja. Mikäli edellä mainittuja ei ole mahdollista käyttää, voidaan käyttää irtotikkaita, jotka on varustettu pelastuskäyttöön tarkoitetulla seinätuella ja tikkaiden alapäätä vakauttavilla laitteilla. Irtotikkaat tulee sijoittaa siten, että ne seisovat vakaasti käytön aikana. Irtotikkaat on tuettava kiipeämisen aikana tai ne on sidottava kiinni. Irtotikkailla voi kiivetä vain yksi kerrallaan. Irtotikkaina suositellaan käytettäväksi vetotikkaita aina kun se on mahdollista.”*

**Kuva 34.** Seinätuella, tikkaan alapään vakauttavalla laitteella ja pelastajan kiinnittäytymiseen tarkoitetulla lenkillä varustettuja tikkaita.

Pelastuslaitoksilla on nykyään pelastusyksiköiden kalustossa monenlaisia työtasoja. Pientalojen päätykolmioon ja katon alaiselle räystäslinjalle niiltä voi saada jo varsin hyvän ulottuvuuden. Kaiteelliset työtasot mahdollistavat hyvän turvallisuuden sammuttajille. Nostolava-auton kori työpisteenä on ihanteellisin myös päätykolmiosta tai räystäslinjalla työskennellessä. Jotta nostolavan käytöstä saataisiin paras teho irti, tulee se saada selvitettyä heti palon sammutuksen ensivaiheessa. Harkinnan mukaan ontelotilan ulkopuolelle voidaan selvittää pelastuskäyttöön kehitettyjä tikkaita, jotka on varustettu erityisellä seinätuella, tikkaan alapäätä vakauttavilla laitteilla ja pelastajan kiinnittäytymiseen tarkoitetulla lenkillä (kuva 34). Kaikki edellä kuvatut menetelmät mahdollistavat sammutustyön ilman että pelastajan tarvitsee tehdä työtä vesikatteen päällä.

Sammutusvesi suihkutetaan onteloon rakennuksen päädystä tai sivuilta ulkoverhouksen läpi tai räystäslinjalta tuuletuslaudoitukseen tehdyn aukon kautta. Tehtävässä voidaan käyttää pistosuihkuputkea (ks. luku 5.10), Cobran sammutuspeistä

(ks. luku 5.7), normaalia sumusuihkuputkea, erilaisia sammutuskeihäitä sekä CAFS:n painevaahtoa (ks. luku 5.9). Sammutusleikkurin etuna on sen selvityksen nopeus. Sen sammutussuihku avaa sammutusvedelle reitin onteloon välittömästi, kun suihkun käyttö aloitetaan. Parhaimmillaan se toimii ontelopalon alkuvaiheessa, kun onteloon ei ole syntynyt ylimääräistä aukkotekijää.

Vesikaton tukirakenteet saattavat estää ontelossa sammutusveden pääsyn suoraan liekkipaloon ja kauemmaksi suihkuputken päästä. Mitä tahansa suihkua käytettäessä tulee suihkun käytön olla aktiivista ja suihkun suuntaamisen kulmaa kannattaa vaihdella parhaan tehon saavuttamiseksi. Koska varsinaiseen onteloon ei tilanteen alkuvaiheessa nähdä, sammutusvaikutusta arvioidaan lämpökameratiedustelulla ja ontelosta purkautuvien savukaasujen väriä seuraamalla.

Heti kun ontelopaloa on saatu hillittyä, kannattaa sammutussuihkun suuntaa onteloon vaihtaa jopa rakennuksen vastakkaiselta puolelta tapahtuvaksi. Tämä sen vuoksi, että sammutusvesi tai painevaahto saadaan myös vesikattoa tukevien ristikoiden vastakkaisille pinnoille, joita ei tavoitettu aikaisemmasta suunnasta. Jos sammutussuihku saadaan suunnattua oikein ja sen pisarakoko on riittävän pientä, on ontelon aukoista purkautuva savukaasu vesihöyryn harmaaksi värjäämää. Kun palokaasujen väri on muuttunut vesihöyryä muistuttavaksi, voidaan sammutusvesivuo keskeyttää ja antaa tilassa olevan ohuen vesisumun ja vesihöyryn jatkaa palon jäähdytystä ja sammutusta.

Jaksottainen sammutus on tärkeää vesivahinkojen välttämiseksi. Suihkuputkien paikkaa kannattaa aktiivisesti vaihtaa, ja sammutusparin kakkonen voi valmistaa uusia aukkoja sammutustyölle samaan aikaan, kun ykkönen jäähdyttää onteloa. Jos suihkut jätetään paikalleen, tulee niiden veden virtaus pystyä pysäyttämään helposta paikasta, esimerkiksi maasta käsin, vesivahinkojen välttämiseksi. Pahimmillaan hallitsematon sammutusveden käyttö voi lisätä välikaton romahdusvaaraa. Jos ontelon alapuoliset tilat eivät ole syttyneet tai palo on niissä saatu sammumaan, voidaan ontelopaloa rajoittaa alapuolisen tilan laipion läpi viedyillä pistosuihkuputkilla. Ontelopalon alapuolelta tapahtuvaan sammuttamiseen käytettävää kalustoa on esitelty luvussa 5.10.

Yläpohjan ontelopalojen sammuttamisessa ja varsinkin rajoittamisessa on käytetty myös perinteisiä vaahtokalustoselvityksiä. Palon alkuvaiheessa voi kuitenkin olla vaikeaa saada levitettyä vaahtoa laajalle alueelle vaahtosuihkun lyhyen kantaman vuoksi, mutta rajoituslinjojen teossa ne voivat olla tehokkaita, jos vaahdon levittäminen tilaan on mahdollista. Ontelopalon sammuttamisen vaiheita on käsitelty myös rivitalopalon katon sammutustyön yhteydessä tämän kirjan luvussa myöhemmin.

### 4.5.6 Normaalikorkuisen yläpohjan ontelon sammuttaminen katon lappeelta

Palavan rakennuksen katolla köysien varassa tapahtuva sammutustyö on fyysisesti erittäin kuormittavaa ja työhön liittyy putoamisvaara. Tehtäessä ontelopalon sammutusta vesikaton päältä, tulee se suorittaa mahdollisuuksien mukaan nostolavan korista, nostolavan korin työtasolta tai konetikkaalta käsin. Katolla voidaan liikkua myös kiinteillä kulkusilloilla, jos rakenteiden lujuus ei palon vaikutuksesta ole vielä heikentynyt. Vesikaton päältä tapahtuvassa sammutuksessa voidaan käyttää samoja työvälineitä kuin muussakin sammutustyössä. Katon harjalle asetetut rajoittavat pistosuihkuputket jäähdyttävät tehokkaasti ontelossa olevia savukaasuja. Suihkut kannattaa asentaa ontelon kuumimmalle kohdalle tai sen välittömään läheisyyteen. Liikuttaessa vesikatteen päällä tulee erityistä huomiota kiinnittää sen kantavuuteen. Sammutusleikkurin sammutuspeitsellä voidaan sammutussuihkua yrittää suunnata vinosti lappeen ja harjan suunnassa kohti palon kuuminta kohtaa. Jos sammutusleikkurin suihku saadaan etenemään vapaasti ontelossa joitakin metrejä, sen suihku leviää tehokkaasti ilman vastuksen vaikutuksesta ja pieni pisarainen sammutussumu leviää tehokkaasti onteloon. Sammutustyön edetessä sammutusraivauksella valmistetun aukon tai vesikatteessa olevan tarkastusluukun kautta voidaan onteloon suunnata suihkuputkella pienipisarainen sammutussuihku. Huomioi, että aukon muodostuminen onteloon,

**Kuva 35.** Katon lappeelta jäähdytetään onteloa sammutinleikkurilla (Tero Lähdesmäki).

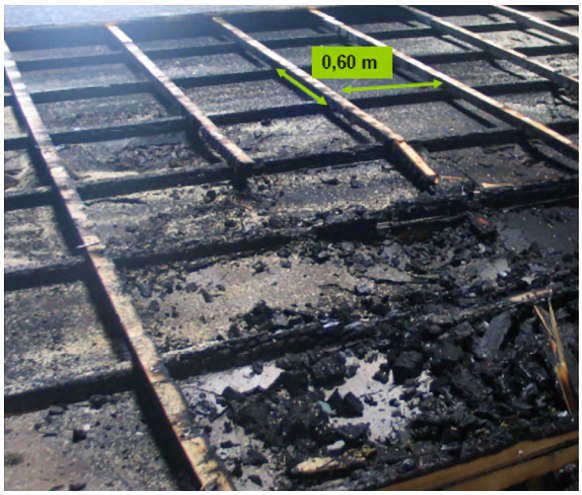
jossa on kuumia palokaasuja, voi aiheuttaa purkautumisvaiheessa suuren liekkipatsaan aukolle. (Rasmus, Rinne, Ronkainen & Tiitta 2007.)

Kuvissa 35 ja 36. Samalla ajan hetkellä otetut kuvat kertovat lämpökameralla tapahtuvan tiedustelun merkityksestä. Sammutussuihku suunnataan ontelon kuumimpaan kohtaan tiedustelulla saadun tiedon perusteella. Esimerkkikuvassa näkyvässä tilanteessa tehokkaampi sammutusvaikutus olisi mahdollisesti saatu käyttämällä rajoittavaa pistosuihkuputkea.

**Kuva 36.** Lämpökamerakuvaa katon lappeelta.

### 4.5.7 Matalat yläpohjaontelot

Pientalojen matalat yläpohjaontelon tyypilliset rakenteet on toteutettu niin, että lämmöneristeen ja vesikatteen väliin on jätetty 100 mm:n tuuletusrako, joka estää kondenssion muodostumisen kylmän vesikatteen alapinnalle. Mikäli palo on levinnyt vesikatteen alle tähän tuuletusrakoon, sen tehokas sammuttaminen vaatii hyvää tiedustelua, jotta kuumia pyrolysoituvia pintoja voidaan jäähdyttää ahtaassa tilassa. Palon paikannuksen jälkeen sammutussuihkusta muodostuvalla vesihöyryllä voidaan myös tehokkaasti inertoida pientä ilmatilaa palon läheisyydessä ja laajemminkin ontelossa. Rajoittavat pistosuihkuputket välittömästi vesikatteen alla ja tuuletusraon tukiristikoiden välissä antanevat parhaimman sammutusvaikutuksen tallaisissa kohteissa. Kuvassa 37 nähdään sammutetun palon jäljet yläpohjaontelon tuuletusraossa.




**Kuva 37.** Sammutettu matalan yläpohjaontelon tulipalo, jossa palon jälkeen vesikatetta on poistettu reilusti palon leviämisen selvittämiseksi.

## Tärkeää

- Ontelon sammutustyö joudutaan yleensä aloittamaan tilan ulkopuolelta, minkä vuoksi sammutusveden saaminen kaikkialle tilaan voi olla vaikeaa.
- Koska ontelon sisälle on vaikea saada suoraa näköyhteyttä, on lämpökameralla suoritetulla tiedustelulla suuri merkitys, jotta sammutusvaikutus saadaan oikeaan kohtaan ontelossa.
- Oikein suunnattu sammutussuihku jäähdyttää palavia pintoja ja täyttää tilaa jäähdyttävällä ja palamisilmaa syrjäyttävällä vesihöyryllä.
- Ontelossa olevia kuumia palokaasuja ja palavia pintoja kannattaa jäähdyttää heti sammutustyön alkuvaiheessa sekä aina ennen savunpoistoaukon tekemistä.

### 4.5.8 Palon rajoittaminen ontelossa

Ontelopalot ovat tyypillisesti nopeasti leviäviä tulipaloja, ja niiden sammuttaminen syttymiskohdassa tai sen läheisyydessä voi olla vaikeaa. Jos palo on vaikuttanut ontelossa jo pitempään ja se on pureutunut kantaviin rakenteisiin, voi osalla paloaluetta olla vesikatteen sortumavaara. Tällöin voidaan pyrkiä estämään palon leviämistä erilaisilla rajoituslinjoilla ja sammutusraivauksella. Rajoituslinjaa tehtäessä pyritään selvittämään ontelon sisällä olevien palokatkojen sijainti ja tiiviys. Rajoituslinja voidaan tehdä käyttäen esimerkiksi rajoittavia pistosuihkuputkia, painevaahtoa, normaalia vaahtoselvitystä tai ontelotilaan vinosti suunnattuja pienipisaraisia suihkuja. Rajoittavat pistosuihkuputket sijoitetaan vesikatteeseen noin 4–5 metrin etäisyydelle toisistaan mahdollisimman esteettömälle kohdalle kattotuolien väliin. Lämpökameran avulla voidaan ontelotilaa tiedustella vesikatteen läpi ja selvittää kattotuolien sijaintia ja palorintaman etenemistä ontelossa. Sammutustoiminnan tulee olla aktiivista ja ontelon jäähdyttämisen aikana katteeseen ja ulkoverhoukseen kannattaa tehdä pieniä reikiä valmiiksi, jotta pistosuihkuputkia saadaan tehokkaasti ja nopeasti siirrettyä eri puolille onteloa. Rajoituslinjalla voi myös tehdä reikiä tiheästi ja vaihtaa aktiivisesti suihkujen paikkaa.

Sammutustyön ja pelastustoiminnan johtamisen kannalta on tärkeää ymmärtää erilaisten ontelomaisten tilojen palovaarallisuus. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi alas lasketut katot, korotetut lattiat ja erilaiset roilot rakennusten sisällä. Nämä rakenteet ovat korkeuteensa nähden tavanomaisesti hyvin pitkiä, ja sen vuoksi ne voivat levittää palokaasuja ja palon nopeastikin kauaksi syttymiskohdasta. Tuotantorakennuksissa ja teollisuudessa esiintyy myös koteloituja kuljettimia. Tällaiset kuljettimet muodostavat mahdollisia vaakahormeja rakennusten välille ja voivat jo itsessään kumisten kuljetinmattojen ja mahdollisesti kuljettimella siirrettävän palavan aineen vuoksi muodostaa merkittävän palokuorman tulipalossa. Näiden kuljettimien palojen yhteydessä muodostuu usein voimakkaita savun ja palokaasujen virtauksia, jossa palon etenemisnopeus voi olla yllättävän nopeaa. Koteloiduissa kuljetintunneleissa muodostuvissa vaaka- ja vinohormeissa voi liekkipalon lämpötila nousta nopeasti niin korkeaksi, että teräksiset tukirakenteet pettävät ja aiheuttavat merkittävän sortumavaaran ympäristöönsä. Ryhdyttäessä sammuttamaan tällaisia pitkiä hormimaisia rakenteita tulee palokaasujen virtaussuuntiin kiinnittää erityistä huomiota, ettei sammuttajat joudu palokaasuvirtausten väärälle (kuumalle) puolelle.

# 5 Sammutustekniikat

Tässä luvussa käsitellään erilaisia sammutustekniikoita kuten suihkuputkisammutustekniikkaa, järeän suihkuputken ja maavesitykin sammutustekniikkaa, sammutustuuletusta ja täydentäviä sammutustekniikoita. Niin sanotuista täydentävistä sammutusmenetelmistä tai vaihtoehtoisista sammutusmenetelmistä voidaan jatkossa puhua täydentävinä sammutustekniikkoina, koska myös ne ovat osa suurempaa kokonaisuutta sammutustaktiikassa perinteisten sammutustekniikoiden rinnalla.

Vaikka sammutustekniikoita käsitellään erillisenä toimenpiteinä ja asioina muodostavat ne yhdessä tai erikseen tekemisen sisällön käytettävään sammutustaktiikkaan. Käytännössä rakennuspalon sammutuksessa käytetään eri sammutustekniikoita usein yhdessä. Esimerkiksi sammutustuuletus yli- tai alipaineella sisältää aina suihkuputkisammutustekniikan tai ennen sisäsammutustekniikkaa voi edeltää jokin täydentävä sammutustekniikka. Sammutustekniikka voi olla myös joidenkin sammutustekniikoiden yhdistelmä, esimerkiksi siirtymäsammutustekniikka.

Sammutustekniikoita käytettäessä yhdessä sammuttaminen on tehokkaampaa ja turvallisempaa. Esimerkiksi kun sammutus aloitetaan rakennuspalossa ulkoa pistosuihkuputkella tai sammutusleikkurilla, tutkimusten mukaan (Meraner ym. 2021) savusukeltajat altistuvat vähemmän syöpävaarallisille aineille.

Tässä luvussa käsitellään savunpoistoa ja savun hallintaa vain siltä osin, kun se liittyy yksittäiseen sammutustekniikkaan tai sammutustoimenpiteisiin rakennuspaloissa. Savun hallinnasta on tehty erillinen julkaisu, Savutuuletus pelastustyössä (Savola 2010).

## 5.1 Suihkuputkisammutustekniikka

*Ville Ala-Kokko*

Rakennuspalon sammuttamiseen suihkuputkella soveltuvat parhaiten automaattisuihkuputket (kuva 38). **Suihkuputkisammutustekniikalla tarkoitetaan erilaisia keinoja, tapoja ja toimenpiteitä suihkuputken käyttämiseksi, joiden tavoitteena on palon sammuttaminen, rajoittaminen tai leviämisen estäminen.** Suihkuputkella voidaan myös ohjata savua, tuulettaa savua, estää savun syttyminen ja suojata itseä. Tässä luvussa käydään läpi ensin yleisiä suihkuputkella sammuttamiseen liittyviä asioita, minkä jälkeen tarkastellaan tarkemmin suihkukulmaa ja sen merkitystä, suihkuputkella savutuulettamista ja erilaisia suihkuputkisammuttamiseen liittyviä tekniikoita.

**Kuva 38.** Automaattisuihkuputki.

**Suihkuputki on yleisin ja tavanomaisin sammutusväline rakennuspalojen sammutuksessa.** Pronton tilastotietojen mukaan rakennuspalon sammutuksessa on käytetty suihkuputkea 76 prosentissa kaikista rakennuspaloista (Pronto-tilasto 2017–2021). Suihkuputken käytössä tulee muistaa tiedustella, arvioida ja analysoida tilannetta, mihin suihkuputkea aiotaan käyttää. Tilanteessa auttaa tieto, ymmärrys ja kokemus rakennuspaloista ja suihkuputkisammutustekniikasta. Toiminnassa on arvioitava jatkuvasti, toimiiko sammutus niin kuin pitää. **Tärkeää on, että käyttäjällä on käsitys suihkuputken käytön tavoitteellisuudesta.** Mihin suihkuputken käytöllä pyritään vaikuttamaan? Mitä on tarkoitus saada aikaiseksi? Suihkuputkea käytettäessä on muistettava oma sijoittuminen, suihkun suuntaaminen (tähtäyspiste), sammutussuihkun suihkukulman säätäminen (suorasuihkusta suojasuihkuun), suihkun liikuttelu ja suihkun auki pitoaika. Sammuttajan ammattitaito suihkuputken käytössä vaikuttaa myös vedenkulutukseen. **Taitava suihkuputken käyttäjä kykenee saamaan palon hallintaan jopa moninkertaisesti pienemmällä vesimäärällä kuin taitamaton.** Vaaran paikat on otettava myös huomioon suihkuputkea käytettäessä.

### 5.1.1 Suihkuputkella sammuttaminen

Rakennuspalon sammuttamiseen käytössä olevat suihkuputket ovat yleensä automaattisuihkuputkia, **joiden automatiikka pyrkii optimoimaan sammutussuihkun ja pisarakoon. Veden virtauksen määrään vaikuttavat suihkuputki, työletkun halkaisija, selvityksen pituus, painehäviöt ja työpaine.** Käytännössä virtaama voi vaihdella 50–500 l/min. Suihkukulmaa säädetään pyörittämällä suutinosaa. Käytännössä monesti vasemmalla kädellä pidetään suutinosa paikallaan ja oikealla kädellä säädetään suihkukulmaa suihkuputken runkoa kääntämällä. Oikean suihkukulman löytämiseksi on joihinkin suihkuputkiin lisätty suuttimen asennon indikaattori. Se helpottaa oikean suihkukulman löytämistä savun keskellä. Suihkupaine vaikuttaa oleellisesti suihkuputken muodostamaan vesisuihkuun. Suihkuputkelle on

?

**Mitkä asiat vaikuttavat suihkuputkella sammuttamisen tehokkuuteen?**

**Suihkupaine, vesivirta ja suihkuputken ominaisuudet**

- suihkuputken ja paloletkujen mahdollistama sammutusvesivirta
- suihkupaine
- sammutussuihkun pisarakoko ja kantama
- suihkuputken ominaisuudet (automatiikka ja säädöt)

**Sammuttajan osaaminen**

- tieto ja ymmärrys tulipalon kehittymisestä ja taito ”lukea” tilannetta
- oma sijoittuminen, mistä suihkuputkea käytetään
- suihkun suuntaaminen
- sammutussuihkun suihkukulman säätäminen (suorasuihkusta suojasumuun)
- suihkun liikuttelu
- suihkun auki pitoaika

**Olosuhteet**

- palava kohde
- palava materiaali
- savun ja ilman virtaukset
- tuuliolosuhteet

**Tärkeää**

- Käytä suihkuputkea tavoitteellisesti, älä sohi vettä sinne tänne.
- Suihkuputken käyttäjän osaaminen on tärkein tekijä suihkuputkisammutustekniikassa.

ilmoitettu käyttöpaine. Se on yleensä 6–8 baaria. Oikealla suihkupaineella suihkun voima on riittävä palon sammuttamiseksi, ja optimaalisen kokoiset vesipisarat kantavat pitkälle.

Pääsääntöisesti suihkuputken automatiikka hoitaa sen, että vesipisarat ovat optimaalisen kokoisia ja suihkun muoto säilyy, vaikka pumppupaine vaihtelisi. Tähän päästään sillä, että suihkuputken automattiikka pienentää veden virtausta tulopaineen laskiessa riittävän suihkupaineen säilyttämiseksi. Osaan suihkuputkia on lisätty erilaisia toiminta-alueita. Esimerkiksi TFT:n G-Force-mallissa on kolme eri toiminta-aluetta (normaali-, huoneistopalo- ja matalapaineasento), jotka sammuttaja valitsee manuaalisesti. Normaaliasennossa suihkuputki toimii kuten muutkin automaattisuihkuputket. Sen sijaan huoneistopaloasennossa vesimäärä vähenee ja pisarakoko on pienempi ja sumu tiheämpää. Matalapaineasetuksella suihkupaine laskee ja virtaus kasvaa. Tätä ominaisuutta voidaan käyttää, mikäli sammutuksessa tarvitaan suurta vesimäärää. (TFT 2022.)

Suihkuputkia on saatavilla vesirenkaallisena ja kiinteällä hammastuksella, mikä hajottaa suihkun sumuksi. Vesirenkaallinen suihkuputki on niin sanottu imevä suihkuputki, joka muodostaa alipaineen suihkuputken päähän. Kiinteällä hammastuksella oleva suihkuputki sen sijaan työntää vettä koko suihkun osalta. (TFT 2022.)

Suihkuputkella veden suihkuttaminen on helppoa, mutta se, miten, missä ja milloin sitä käytetään, vaatii osaamista. Sammuttajan osaaminen on ratkaisevaa suihkuputken käytön onnistumisen kannalta. Sammuttajan tulee tietää ja ymmärtää rakennuspaloon liittyviä asioita. Sammuttajan tulee tuntea ja ymmärtää palon kehittymisen lainalaisuudet, esimerkiksi tulipalon kehittyminen, leviäminen ja savun virtaukset. Sammuttajan tulee osata analysoida tilanne ja se, miten hän toimii. Ratkaisevia valintoja suihkuputken käyttöön liittyen on useita. **1) Sammuttajan tulee sijoittua oikein.** Sijoittumisessa tulee huomioida työturvallisuus, mihin voi mennä ja mitä suojaimia tulee käyttää. Paloasun lisäksi paineilmahengityslaite suojaa hyvin käyttäjäänsä palon sammutustyössä. Sijoittuminen voi olla tietyllä paikalla olemista tai olosuhteiden mukaan liikkuvaa. Sijoittumisen vaikuttaa ratkaisevasti valittu taktiikka. Onko tarkoitus sammuttaa, rajoittaa vai estää palon leviäminen. Joskus puolustavan taktiikan toteuttaminen voi vaatia hyvin tiukkaa tietyllä alueella toimimista, kun taas hyökkäävässä taktiikassa sen sijaan edetään aktiivisesti. Sijoittumisessa tulee huomioida altistuminen. Tuulen yläpuolella työskenneltäessä savu kulkeutuu poispäin sammuttajasta ja parhaimmillaan tuuli myös auttaa suihkun kulkeutumista. Sen sijaan vastatuuleen suihkuttaessa vesi ei saavuta välttämättä kohdetta lainkaan ja savu ja höyrystynyt vesi suuntautuvat sammuttajan päälle. **2) Sammutussuihku tulee suunnata oikeaan kohtaan.** Kohteesta haetaan tähtäyspiste, mihin sammutussuihku suunnataan. Suuntaukseen vaikuttaa, mihin veden halutaan päätyvän. Suuntauksessa on huomioitava rakennuksen rakenteet. Tähtäyspiste voi olla kohta, mihin sammutusvesi halutaan suihkuttaa tai josta sammutusvesi halutaan pirskottaa muualle. **3) Sammuttajan tulee osata valita ja säätää suihkuputkeen oikea suihkukulma ja tarvittaessa muuttaa sitä tilanteen edellyttämällä tavalla.** Suihkukulma vaikuttaa sammutussuihkun kantamaan, suihkun synnyttämään työntövoimaan ja virtauksiin. Suihkukulman valinnalla vaikutetaan muun muassa siihen, kuinka suuren osan vedestä halutaan höyrystyvän. **4) Tavoitteen ja toiminnan mukaisesti suihkuputkea tulee osata liikutella oikein.** Toisissa tilanteissa suihku suunnataan tiettyyn kohtaan ja sitä liikutellaan maltillisesti, kun taas toisissa tilanteissa suihkun käyttö edellyttää suihkuputken aktiivista liikuttelua. **5) Suihkun aukipitoaika tarkoittaa sitä, kuinka kauan suljin pidetään yhtäjaksoisesti auki.** Esimerkiksi suojasumu antaa riittävän suojan vain, kun suihkua pidetään yhtäjaksoisesti auki tilanteen edellyttämän ajan. Toisaalta taas savupatjan jäähdytyksessä suljinta liikutetaan edestakaisin auki ja kiinni, jotta saadaan aikaiseksi sysäyksittäisiä sammutussuihkuja. Yleisesti ottaen suihkua tulee pitää auki tilanteen vaatiman ajan.

Suihkuputkella suihkutetun veden määrän voi arvioida, sillä suihkuputken vesimäärä on korkeintaan 500 litraa minuutissa. Tällöin se tarkoittaa, että sekunnin kestävässä sammutussuihkussa

vettä virtaa teoriassa enintään kahdeksan litraa. Käytännössä sulkimen asennon kiinni–auki–kiinni-muutos vähentää veden virtausta. **Esimerkiksi viiden sekunnin aikana vettä lentää 40 litraa ja kymmenen sekunnin aikana 80 litraa.** Sammutusauton säiliössä on vettä 3000 litraa. Tämä vesimäärä riittää yhdelle suihkuputkelle, jos se pidetään täydellä virtauksella yhtäjaksoisesti auki kuusi minuuttia. Tavanomaisessa rakennuspalossa, jossa palaa esimerkiksi yksi kerrostalon asuinhuoneisto, tyypillisesti vettä kuluu eniten suihkuputkisavutuuletuksessa. Voimakkaasti palavan, laajalle levinneen tai isossa tilassa palavan rakennuspalon sammuttaminen edellyttää riittävää vesivirtaa, johon ei yhden suihkuputken tuottama vesivirta 500 l/min riitä.

**Suihkuputken käyttöön vaikuttavat myös olosuhteet** eli se, millainen rakennus palaa ja millaiset rakenteet ovat kyseessä. Rakenteiden tuntemus auttaa suihkuputken käytössä. Palavat materiaalit vaikuttavat veden sammutustehoon. Rakennuspalossa savun virtaukset vievät mukanaan paljon vettä taivaan tuuliin vesihöyryn muodossa. Avoimet aukot vaikuttavat oleellisesti virtauksien syntyyn. Aukot toimivat savun purkuaukkoina ja vastaavasti palamiseen tarvittavan ilman imuaukkoina. Aukkojen välille muodostuu virtausreitti, joka kiihdyttää paloa. Lisäksi tuulella on suuri merkitys rakennuspalon kehittymiseen, jos rakennuksessa on avoimia aukkoja. Tuuli vaikuttaa myös sammutussuihkuun.

**Vesisammutukseen liittyy myös vaaroja.** Vesisammutukseen liittyy talvella paloletkujen ja suihkuputkien jäätymisvaara. Jäätymistä pystytään estämään pitämällä paloletkuissa jatkuva pieni vesivirtaus ja taukojen aikana viemällä suihkuputket lämpimään, esimerkiksi sammutusauton sisälle. Sähköjohdot ja muut jännitteiset kohteet tulee huomioida, sillä jatkuva vesisuihku aiheuttaa sähköiskun vaaran. Tietyt kemikaalit ja aineet reagoivat kiivaasti veden kanssa, mikä on myös huomioitava sammutusainetta valitessa. Pölyisissä olosuhteissa tulee muistaa pölyräjähdyksen vaara, jolloin vettä tulee suihkuttaa siten, että suihkulla ei sekoiteta pölyä ilmaan. Tähän päästään pienentämällä suihkupainetta ja leventämällä suihkukulmaa (Hyttinen ym. 2014, 44). Myös suihkun ”sadettaminen” on hyvä keino estää pölyn sekoittumista ilmaan. Sadettamisessa veden annetaan laskeutua painovoimaisesti ylhäältä palaville pinnoille.

>>

**Lisätietoa**

Palo- ja pelastusalan sähköturvallisuus

**Katso video:**

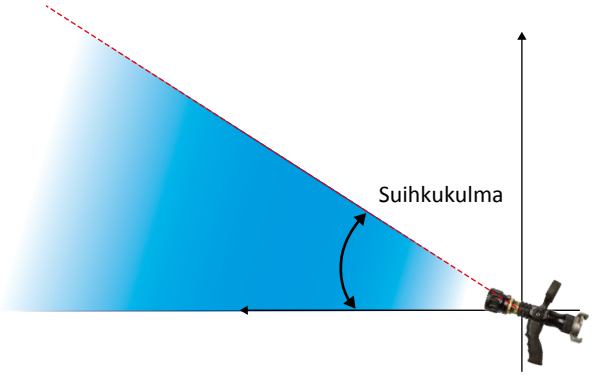
Virtaus ja paine erilaisissa suihkuputkissa

## Tärkeää

- Käytä rakennuspalon sammuttamiseen automaattisuihkuputkea.
- Suihkuputkella tulee olla riittävä, yleensä 6–8 baarin paine.
- Huomioi jännitteelliset ja pölyiset kohteet sekä veden kanssa reagoivat aineet.

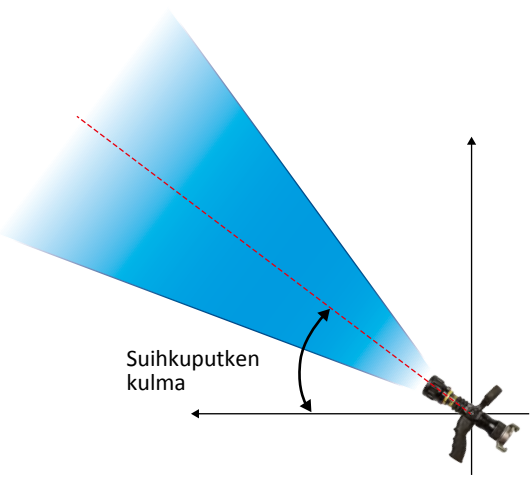
### 5.1.2 Suihkukulma

Mikä suihkukulma on sammutukseen paras? Tähän ei ole olemassa yhtä oikeata vastausta, vaan sammuttajan ammattitaito syntyy siitä, että sammuttaja osaa valita kuhunkin tilanteeseen sopivimman suihkukulman. Tarkastellaan ensin suihkukulman tarkoitusta. Kuvassa 39 näkyy, että suihkukulma muodostuu suihkuputkesta lähtevän suihkun reunojen välille. Suihkukulma voi teoriassa olla 0–180 astetta. Suihkuputken kulmalla sen sijaan tarkoitetaan suihkuputken kulmaa suhteessa lattiaan tai maaperään. Tämä on havainnollistettu kuvassa 40. Molemmilla kulmilla on merkitystä sammutuksessa.



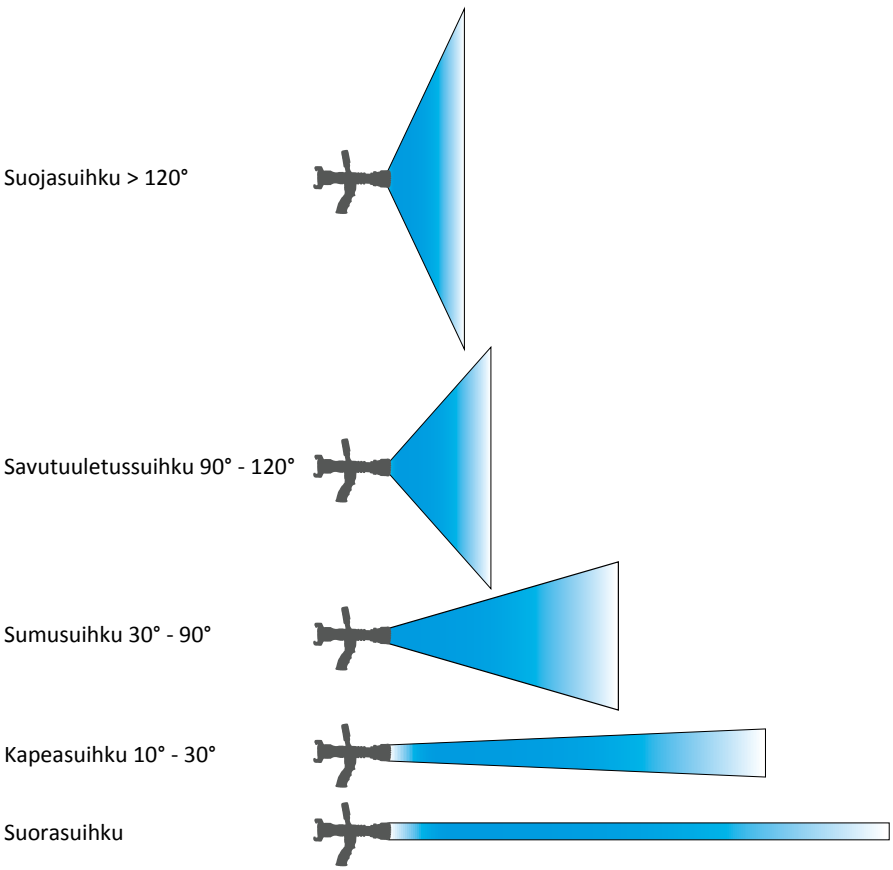

**Kuva 39.** Suihkukulma.

Sammutussuihkun kulmaa voidaan säätää suihkuputken suutinosasta. **Suihkukulmalla on ratkaiseva merkitys sammuttamisen onnistumiseen.** Mitä kapeampi suihku on, sitä kauemmaksi suihku kantaa, ja mitä leveämpi suihku on, sitä lähemmäksi se jää. Kuvassa 41 on tyypilliset sammutustoiminnassa käytetyt suihkukulmat. Suihkuputkissa suihkukulman säätö onnistuu joko portaattomasti tai portaallisesti. Leveimmän suihkukulman suihkusta käytetään nimikettä suojasuihku tai -sumu, sillä se suojaa käyttäjäänsä hyvin erilaisilta vaaroilta, kuten voimakkaalta lämpösäteilyltä, liekkipalolta ja pistoliekiltä. Suojasuihkua käytettäessä suihkuputken sulkimen tulisi olla täysin auki optimaalisimman suojasumun aikaansaamiseksi. Suojasuihkun yhtenäinen vesisuihku suojaa sammuttajaa hyvin palon vaaroja vastaan. Suojasuihkua on syytä käyttää, mikäli vaara on olemassa. Savutuuletuksessa suihkuputkessa käytetään tavallisesti noin 100 asteen suihkukulmaa, mutta sekin riippuu aukon koosta, suihkuputken etäisyydestä aukosta ja siitä, tehdäänkö tuuletus suoraan aukolta vai kauempaa.




**Kuva 40.** Suihkuputken kulma.

Suihkukulmasta riippumatta automaattisuihkuputken suihku muodostuu vesipisaroista. Suihkuputken rakenne saa aikaan sen, että sammutussuihku on täynnä sammutukseen optimaalisesti soveltuvia vesipisaroita. Vesipisarat tulevat paremmin esille leveissä sammutussuihkuissa. Kun suljinta avataan ja suljetaan nopeasti edestakaisin, voidaan vesipisarat havaita selvemmin. Edellä kuvattu suihkuputken käyttö kuvaa savupatjan jäähdytyksessä käytettävää sumusuihkua, jota on käytetty jo 30 vuotta rakennuspalojen sisältäpäin sammuttamisessa. Paras sumusuihku saadaan 30–90 asteen sumusuihkulla. Kapeasuihku soveltuu sen sijaan erinomaisesti palavien pintojen ja alkupalon sammutukseen, pintojen jäähdyttämiseen sekä kastelemiseen. Suoralla suihkulla on paras kantama ja paras veden iskuvoima. Suoraa suihkua käytetään palavien pintojen sammutuksessa ja siirtymäsammutustekniikassa. Suoralla suihkulla vesipisaroiden sammutusvaikutus saadaan esille, kun suora suihku kohdistetaan johonkin esteeseen, josta suihku pirskottuu ympäristöön.




**Kuva 41.** Sammutussuihkut.

## Tärkeää

- Suihkukulmalla tarkoitetaan suihkuputkelta lähtevän sammutussuihkun leveyttä.
- Suihkuputken kulma tarkoittaa suihkuputken asentoa suhteessa tasopintaan (esim. lattiaan).
- Sammuttajan tulee osata valita kuhunkin tilanteeseen parhaiten soveltuva suihkukulma.
- Tyypillisiä sammutussuihkuja ovat
  - suorasuihku
  - kapeasuihku
  - sumusuihku
  - savutuuletussuihku
  - suojasuihku.

### 5.1.3 Suihkuputkisavutuuletuksessa hyödynnetään suihkun aiheuttamaa imua

Suihkuputkisavutuuletus on tehokas ja nopea tapa tuulettaa tiloja. Tila tulee pyrkiä tuulettamaan nopeasti alkupalon sammuttamisen jälkeen. Tuuletus tulee pyrkiä tekemään samasta tilasta, jossa alkupalo oli. Tilan savutuulettamisella tilasta **saadaan poistettua lämpöä ja savua**. Tällöin olosuhteet tilassa paranevat ja etsinnän jatkaminen on tehokkaampaa. Suihkuputkisavutuuletus voidaan tehdä myös etsinnän aikana huone kerrallaan ennen alkupalon löytymistä, mutta tällöin tuuletusaukko tulee sulkea. Tuuletusaukkona käytetään ikkuna- tai oviaukkoa. Ennen tuuletuksen aloittamista tulee **tarkistaa aukon etupuoli**, jotta suihkuputkisavutuuletuksen yhteydessä suihkutettu savuinen vesi

**Kuva 42.** Suihkuputkisavutuuletus ikkuna-aukosta.

**Kuva 43.** Suihkuputkisavutuuletus lattian tasolta.

ei aiheuta vahinkoja. Ennen tuuletuksen aloittamista savusukelluspari pyytää ryhmänjohtajalta, että **tilaan avataan korvausilma**. Parhaiten korvausilma-aukkona toimii hyökkäysoviaukko.

Suihkuputkisavutuuletus voidaan tehdä seisaaltaan tuuletusaukon läheisyydessä (kuva 42) tai matalana lattian tasolta muutaman metrin etäisyydellä tuuletusaukosta (kuva 43). Lattian tasolta tehty suihkuputkisavutuuletus tulee kyseeseen, jos huoneessa on liian kuuma seisaaltaan tehtävälle suihkuputkisavutuuletukselle.

Suihkuputken käytön kannalta on oleellista ymmärtää suihkun aiheuttama imuvaikutus. Imuvaikutuksesta käytetään myös nimitystä ejektorivaikutus. Kuva 44 on periaatekuva suihkuputkisavutuuletuksesta. **Savutuuletussuihkun liike saa aikaan kovan imuvirtauksen, joka vetää mukanaan savua pois tilasta.** Kun tilaan avataan toinen aukko, josta puhdasta ilmaa pääsee virtaamaan sisään, tuulettuminen tehostuu. Savutuuletussuihkun reunoille muodostuu negatiivinen paine eli alipaine, ja sammutussuihkun etupuolelle muodostuu postiviinen paine eli ylipaine. Alipaine imee savua mukaansa, ja ylipaine työntää savua eteenpäin ympäristöön.

**Katso video:**

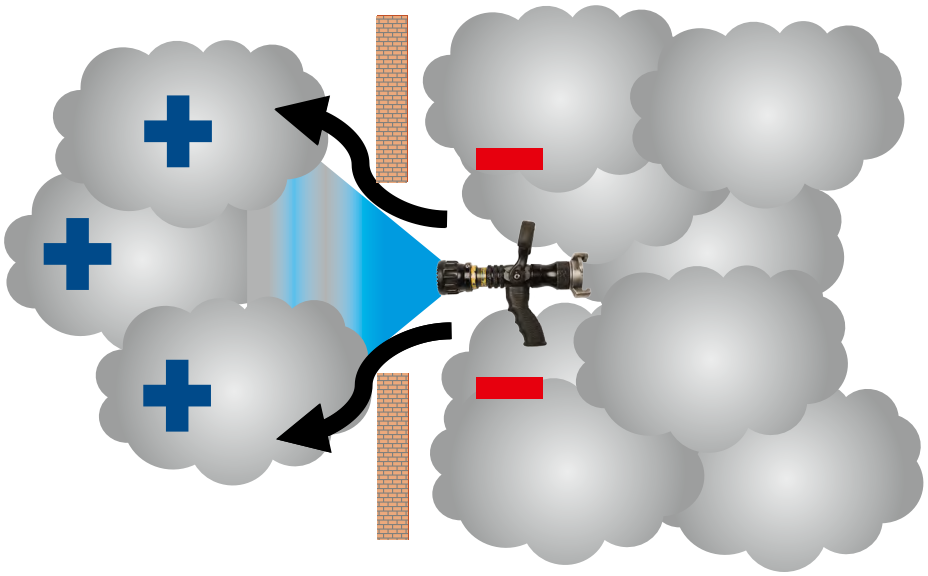
Suihkuputki-
savutuuletus

### Miten suihkuputkisavutuuletus tehdään?

1. Avataan tuuletusaukko (ikkuna tai ovi) ja tarkastetaan aukon etupuoli, että savua kuljettava sammutussuihku voidaan suunnata ulos aukosta.
2. Avataan korvausilma-aukko.
3. Suunnataan savutuuletussuihku ulos tuuletusaukosta niin, että suihku hipoo aukon pieliä. Tuuletuksen voi tehdä joko aukon vierestä tai kauempaa. Oleellista on suihkukulman säätäminen aukon kokoon nähden sopivaksi.
4. Avataan suihku täysin auki.
5. Tarkkaillaan tilaa uudesti syttymisen varalta.

## Tärkeää

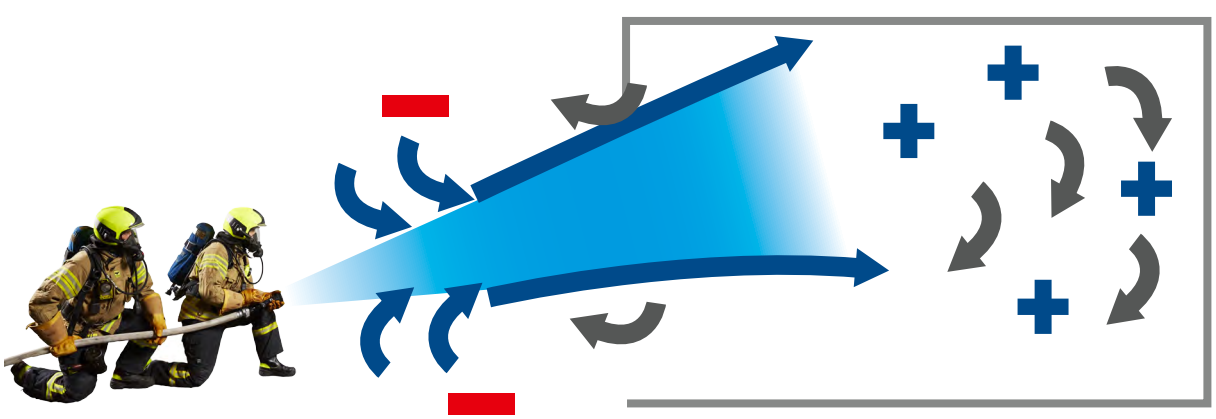
- Suihkuputkisavutuuletus on nopea ja tehokas tuuletusmuoto, mutta savutuuletuksen aiheuttama vedentarve tulee huomioida.
- Suihkuputkisavutuuletus perustuu suihkun aiheuttamaan imuvaikutukseen.



**Kuva 44.** Suihkuputkisavutuuletuksessa yhtenäinen savutuuletussuihku imee savua pois tilasta ejektorivirtauksella.

### 5.1.4 Suihkukulman merkitys sammutuksessa

Edellisessä luvussa kuvattu suihkuputken aiheuttama imuvaikutus ja sen hyödyntäminen suihkuputkisavutuuletuksessa toimii valitettavasti myös toisinpäin. **Sammutettaessa rakennuspaloa ulkopäin tai palavan huoneen viereisestä tilasta, jossa on ilmaa, sumusuihku kuljettaa mukanaan myös ilmaa palavaan huoneeseen.** Tämä perustuu samaan imuvaikutukseen kuin suihkuputkisavutuuletuksessa, jota on kuvassa 45 korostettu sinisillä nuolilla. Sumusuihku kuljettaa mukanaan ilmaa tulipaloon ja täten ruokkii varsinkin happirajoitteista paloa ilmalla. Joissain olosuhteissa sammuttamisen sijaan sumusuihkulla voidaan jopa kiihdyttää paloa. (Axelsson 2019.)



**Kuva 45.** Sumusuihku vie mukanaan ilmaa palavaan tilaan ja aiheuttaa tilassa merkittäviä savun virtauksen muutoksia, ja tämä johtuu suihkun mukanaan kuljettamasta ilmasta, suihkun työntövoimasta ja veden höyrystymisestä.

Sammutussuihkun etenemisvoima tulee vedenpaineesta ja vesivirrasta. Mitä suurempi paine ja suurempi vesivirta, sitä suurempi voima suihkulla on, mutta vaikutukset ilmavirroissa perustuvat suurelta osin suihkukulmaan. Suihkun vaikutukset paineolosuhteisiin voivat olla merkittäviä. **Sumusuihku imee mukaansa ilmaa ja työntää edellään savua ja liekkejä.** Lisäksi sumusuihkun vesipisarat höyrystyessään muuttavat vielä paineolosuhteita tilassa. Sumusuihku saa aikaan palavassa tilassa myös suuria pyörteitä. Jos tilassa on selkeä savupatjan nollaraja, yleensä näkyvyys nollarajan alapuolella on kohtalaisen hyvä, mutta sumusuihkulla suihkuttamisen jälkeen näkyvyys yleensä menetetään. Tämä tapahtuu kahdesta syystä. Ensinnäkin sumusuihku aiheuttaa tilaan paineolosuhteiden muutoksia, jotka pyöräyttävät savua alaspäin. Kuvassa 45 harmaat nuolet kuvaavat savun liikkeitä. Toiseksi, jos sumusuihkun vesipisaroista merkittävä osa höyrystyy, muodostuu tilaan vesihöyrystä johtuva ylipaine. Tällöin ylipaineinen kuuma vesihöyry tasoittaa tilan lämpötiloja, mikä aiheuttaa sen, että koko tila täyttyy savu–vesihöyry-ilmaseoksella ja näkyvyys menetetään.

Sen sijaan suorasuihkulla suihkun ilmaa imevä vaikutus on vähäinen johtuen suihkun kapeasta muodosta. Käytettäessä suorasuihkua minimoidaan ilman kulkeutuminen palavaan tilaan. Suorasuihkun paras sammutusvaikutus saadaan aikaiseksi sillä, että suihku suunnataan johonkin pintaan tai esteeseen, josta se pirskottuu ympäristöön. **Tämä kohta toimii sprinkler-suuttimen tavoin ohjaten suorasuihkun vesipisarat ympäristöön (ks. kuva 46).** Tähän kohtaan muodostuu alipaine. Tästä tarkemmin alaluvussa 5.1.7 Siirtymäsammutustekniikka. (Axelsson 2019.)

## Tärkeää

- Sumusuihku vaikuttaa palavan tilan virtauksiin ja paineolosuhteisiin
  - kuljettamalla ilmaa ja muita ympäristössä olevia kaasuja mukanaan
  - ”työntämällä” savua ja liekkejä muihin tiloihin
  - siten, että sumusuihkun vesipisaroiden höyrystyminen aiheuttaa tilaan ylipainetta, minkä seurauksena palava huone täyttyy savu–ilma-vesihöyryseoksesta ja mikä voi lisäksi levittää savua ja paloa muihin tiloihin.
- Sammuttajan tulee osata valita oikea suihkukulma eri tilanteissa.

**Kuva 46.** Suorasuihku jäähdyttää palavaa tilaa sprinkler-suuttimen tavoin, eikä tilaan muodostu liiallista höyrystyvän veden aiheuttamaa ylipainetta.

### 5.1.5 Rakennuspalon sammuttaminen suihkuputkella ulkoapäin

**Palon leviäminen ympäristöön tai muihin rakennuksiin voidaan estää suihkuputkella kastelemalla viereisiä rakennuksia tai ympäristöä.** Kastelussa on syytä käyttää pienempää painetta tai avata suljinta maltillisesti, ettei kovalla paineella aiheuteta vahinkoja suojeltaville rakennuksille. Varsinkin suorasuihkulla on voimakas ”poraava” vaikutus, ja se voi rikkoa heikkoja rakenteita, kuten ikkunoita. Suihkulla tulee varoa myös suojeltavien rakennusten rakenteiden kohtia, joissa on ilmarakoja. Näistä raoista vedellä voidaan aiheuttaa merkittäviä kosteusvaurioita. Tällaisia kohtia ovat varsinkin räystäiden alapinnat, joista on yhteys yläpohjan eristeisiin. Palon leviämisen estämiseksi yksi vaihtoehto on pyrkiä myös pitämään palavan rakennuksen seiniä pystyssä valelemalla niitä ajoittain vesisuihkulla. Tällöin seinät toimivat ikäänkuin ”palomuurina” estäen voimakkaimman palon lämpösäteilyn ympäristöön.

**Palon rajoittamiseksi suihkuputkella voidaan tehokkaasti jäähdyttää purkautuvaa kuumaa savua ja sammuttaa purkautuvaa liekehtivää savua.** Tyypillisin tällainen tilanne on sellainen, jossa suihkuputkella rajoitetaan palon leviäminen yläpohjaan. Sammuttajan kannattaa sijoittua siten, että sammutussuihku yltää hyvin purkautuvaan savuun ja sammutussuihku ohjaa samalla savua pois päin rakennuksesta. Mikäli palo on voimakas ja kuumaa savua purkautuu jatkuvasti, tulee sammutussuihku pitää koko ajan auki. Suihkuputkella voidaan myös rajoittaa palon leviämistä toiseen palo-osastoon esimerkiksi jäähdyttämällä rakenteita sekä ohjaamalla ja jäähdyttämällä kuumaa purkautuvaa savua.

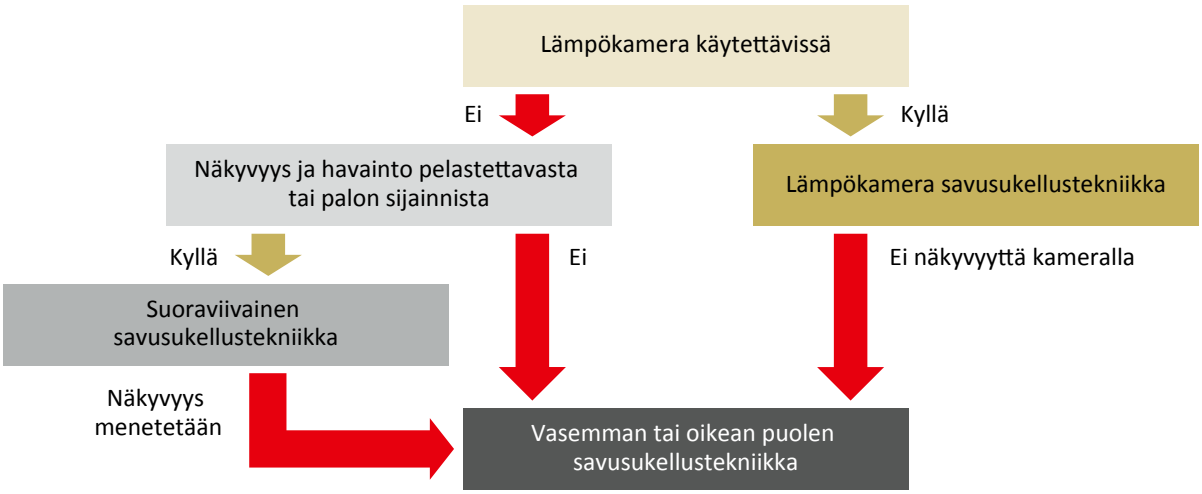
Rakennuspalo voi syttyä myös ulkopuolelta, jolloin sen sammutus monesti aloitetaan myös ulkopuolelta. Tässä kohtaa on kuitenkin hyvä arvioida, miten sammuttaminen ja sammutussuihkun aiheuttamat virtaukset muuttavat tilannetta. Voi olla, että sammutussuihkun aiheuttamat muutokset levittävät palon rakennuksen sisäpuolelle, jolloin tulee harkita, että sammutus tehdään sisältä ulospäin.

**Palon sammuttamiseksi suihkuputkella voidaan sammuttaa paloa ulkoapäin avoimesta aukosta.** Avoimena aukkona on tyypillisesti rikkoutunut ikkuna, josta purkautuu kuumaa tai liekehtivää savua. Palon vaiheesta ja avointen aukkojen määrästä riippuu, miten suihkuputkella sammutetaan. Jos palo purkautuu ainoastaan yhdestä aukosta, kannattaa suosia siirtymäsammutustekniikkaa. Tästä lisää alaluvussa 5.1.7 Siirtymäsammutustekniikka. Pääsääntöisesti sammutusvesi saadaan parhaiten sisälle aukosta, josta palo imee ilmaa sisään. Tämä aukko on virtausreitin kylmällä puolella.

**Osittain avopalona palavan rakennuksen sammuttamisessa tulee arvioida sammutuksen tehokkuus suihkuputkella, sillä suuri osa vedestä haihtuu vesihöyrynä taivaalle.** Avopalona palavan rakennuksen sammuttamisessa tulee suosia riittävän isoa vesivirtaa, johon soveltuvat parhaiten vesitykit ja järeät suihkut. Tällöin on kuitenkin arvioitava vedenkulutus ja käytettävissä oleva vesimäärä. Suihkuputkella voidaan sammuttaa jälkisammutusvaiheessa kyteviä palopesäkkeitä.

## Tärkeää

- Rakennuksen ulkopuolelta suihkuputkella
  - voidaan estää palon leviäminen ympäristöön
  - rajoittaa palon leviämistä rakennuksessa
  - sammuttaa palavia ulkorakenteita
  - sammuttaa ja jäähdyttää rakennuksen sisäpuolista paloa
  - jälkisammuttaa kyteviä palopesäkkeitä.
- Avopaloissa tulee harkita vesitykin tai järeän suihkun käyttöä suihkuputken sijasta.




**Kaavio 18.** Savusukellustekniikan valinta.

### 5.1.6 Sisäsammutustekniikka

**Savusukellus** on sammutus- ja pelastustehtävän suorittamista sisällä rakennuksessa tai muussa rajatussa sisätilassa, missä on tiheä savupatja. Tiheä savupatja tarkoittaa palamisessa syntyneen savun kerääntymistä rajattuun tilaan siten, että tilassa näkyvyys ja liikkuminen on savun takia merkittävästi heikentynyt. Savusukeltaminen edellyttää savusukellusvarustusta ja paineellista työjohtoa tai vastaavaa. Työskentely palavan rakennuksen katolla rinnastetaan savusukellukseen.

Rakennuspalon sisältäpäin sammuttamisessa tulisi savusukeltajilla aina olla käytössä lämpökamera (Ohjeluonnos pelastustoimen sukellus- ja pintapelastustoimintaan, 2022). Kaaviossa 18. on havainnollistettu savusukellustekniikkaa eli savuisessa tilassa etsintä-/etenemistekniikan valintaa. Tarkemmin savusukellustekniikkaan voi paneutua Savusukellusoppaan avulla. Savusukeltaminen mahdollistaa palon sammuttamisen rakennuksen sisältä **sisäsammutustekniikalla**.

**Ennen sammutushyökkäystä tulee pyrkiä selvittämään palavassa tilassa olevat virtaukset.** Tuulen suunta ja voimakkuus tulee huomioida sammutusreittiä valitessa. Virtauksien muodostumiseen eniten vaikuttavat avoimet aukot ulos, joten sisään mennessä avoin oviaukko muodostaa samalla virtausreitin. Kahdesta aukosta tyypillisesti toinen toimii palon purkuaukkona ja toinen imuaukkona, ja näiden aukkojen välille syntyy voimakas virtausvaikutus, joka kiihdyttää paloa hormin kaltaisesti. Aukot on huomioitava sisäsammutuksessa, sillä voimakkaat virtaukset aiheuttavat kovaa kuumuutta. Virtauksien syntyyn vaikuttavat rakenteet, aukot, tuli, tuuli ja sammutus- sekä tuuletustoimenpiteet. (https://eurofirefighter.com/flow-paths, viitattu 19.5.2022.)

**Sisäsammutustekniikka alkaa palavan kohteen hyökkäysovelta.** Ovella hallitaan palavan tilan hapen saantia ja savun purkautumista. Ennen oven avaamista huomioidaan palon merkit. Tupruttaako oven raoista savua? Minkä väristä savu on? Onko ovi lämmennyt? Vaikuttaako palo olevan hengitysvaiheessa? **Savusukeltajien tulee olla varovaisia palavaan tilaan sisään sukeltaessaan, kun palo on hengitysvaiheessa.** Oven lämpötilan pystyy nopeasti tarkastamaan lämpökameralla tai kädellä. Ovi tunnustellaan kädellä alhaalta ylöspäin. On huomioitava, että oven ollessa kylmä sen takana voi silti olla syttymiskelpoinen savupatja. Nykyiset ulko-ovet ovat hyvin lämpöeristettyjä, joten ne eivät välttämättä lämpene ulkopuolelta, vaikka sisäpuolella on kuuma savupatja.

Savusukelluspari **ryhmittyy matalana ovelle**, ja kakkonen avaa varovasti ovea ykkösen ollessa valmiina käyttämään suihkuputkea. Samalla seurataan, mitä sisällä tapahtuu. Ovea avattaessa on varauduttava, että huoneistossa voi olla ylipainetta tai sieltä voi purkautua pistoliekki. Ykkönen torjuu pistoliekin yhtenäisellä suojasuihkulla, ja kakkonen suojautuu tarvittaessa oven tai seinän taakse.

**Katso video:**
Rakennuspalo 402

**Katso video:**
Happirajoitteinen huonepalo

**Katso video:**
Pistoliekki

Oven raoista purkautuvan savun värin ja tiedustelussa havaitun palon vaiheen mukaan jäähdytetään savupatjaa oven raosta. Mikäli ovi on kuuma ja oven raoista purkautuva savu on väriltään tummanruskeaa, tummanharmaata tai mustaa, ykkönen jäähdyttää savupatjaa heti oven avauksen jälkeen. Kakkonen sulkee oven, ja veden annetaan vaikuttaa ja jäähdyttää tilaa muutaman sekunnin. Savupatjan jäähdytyksen tarkoituksena on **estää vaarallisen pistoliekin** tai savupatjan humahduksen syntyminen. Palon ollessa voimakas jäähdytys ovelta toistetaan ja ovi laitetaan taas hetkeksi kiinni.

Savusukelluspari siirtyy sisälle, kun savupatjaa on jäähdytetty hyökkäysoviaukosta riittävästi. **Savupatjaa on tarkkailtava koko ajan, näkyykö siinä vaeltavia liekkejä ja mikä on savupatjan lämpötila.** Savupatjan lämpötilan pystyy mittaamaan lämpökameralla. Jos lämpökameraa ei ole käytettävissä, savupatjan lämpötilaa voi tunnustella kädellä nostamalla kättä varovasti ylös. Savupatjan lämpötilan voi karkeasti arvioida myös sumusuihkulla. Veden suihkuttamisen jälkeen tarkkaillaan, höyrystyykö vesi vai tippuuko vesi lattialle. Kun vesi tippuu lattialle, savupatja on jäähtynyt riittävästi.

**Savupatjaa on jäähdytettävä tarvittaessa ja mieluummin etupainotteisesti.** Kuuman savun sekaan ei saa savusukeltaa. Savupatjaa jäähdytetään **lyhytkestoisilla sumusuihkuilla**. Lyhytkestoinen suihku saadaan aikaiseksi liikuttamalla suihkuputken suljinta edestakaisin auki- ja kiinni-asentojen välillä. Kuvassa 47 näkyy suihkuputkelta suihkutettu sumupilvi. Tästä tekniikasta on pitkään käytetty nimitystä pienpisarasammutus. Nykyisin sammutuksessa ovat yleistyneet monet sammutusvälineet, jotka tuottavat hyvin pientä pisaraa, on selkeämpää, että käytetään termiä sisäsammutustekniikka. **Savun jäähdytys ja sammuttaminen lyhyillä sumusuihkuilla on vain yksi osa**

**Kuva 47.** Pienpisarasammutuksessa sulkimen edestakaisilla liikkeillä saadaan aikaiseksi ”vesisumupilviä”.

**sisäsammutustekniikkaa, joka muodostuu yhdessä savusukellus- ja suihkuputkisammutustekniikasta.** Lisäksi suihkuputkea on käytetty liian yksipuolisesti, ja on oletettu, että vain lyhyiden sumusuihkupilvien suihkuttaminen olisi ainut oikea tekniikka käyttää suihkuputkea. Sumusuihkua käytettäessä suihkukulmaan, suihkun suuntaukseen ja suihkun auki pitoaikaan vaikuttavat tilan koko ja muoto. Mitä pienempi tila, sitä lyhyemmän aikaa suihku on pidettävä auki, ja mitä suurempi tila on kyseessä, sitä kauemmin suihku on pidettävä auki. Suihku suunnataan yläviistoon. Suoraan ylös sitä ei kannata suunnata, koska tällöin höyrystymätön vesi kastelee savusukeltajat. Suihkukulma vaihtelee tavallisesti 30–90 asteeseen. Leveällä suihkulla pystyy kattamaan hyvin savupatjan, mutta vesi jää tällöin lähelle. Paras hyöty saavutetaan, kun vettä suihkutetaan nopeasti vähän eri kulmilla suihkuputkea samalla sivuttain liikuttaen.

”Optimaalisessa tilanteessa pienet sumupisarat jäähdyttävät pelkästään savua. Savu kutistuu jäähtyessään ja kutistuminen on samaa luokkaa kuin muodostuneen vesihöyryn tilavuus. Tästä syystä palotilaan **ei juuri synny ylipainetta**. Kuumasta vesihöyrystä ei näin ollen ole haittaa savusukeltajille. Automaattiputket sopivat hyvin tähän sammutukseen ja niillä saadaan sopiva 0,35 mm:n pisarakoon omaava sumu.” (Hyttinen ym. 2014, 170.)

Jos palo on kehittynyt pidemmälle ja seinä- ja kattopinnat ovat kuumentuneet tai palavat, **ne täytyy jäähdyttää yhtenäisellä usean sekunnin kestävällä sivelevällä suihkulla.** Suihkukulmaksi parhaiten soveltuvat kapea- ja suorasuihku, jolloin vältytään liialliselta vesihöyryltä. Vesihöyry vie tilasta näkyvyyden ja altistaa sammuttajat palovammoille. Vesihöyryn täyttämässä tilassa myöskään lämpökameralla ei näe mitään. Liiallinen vesihöyry tuuletetaan tilasta suihkuputkella, jolloin olosuhteet paranevat.

**Katso video:**

Huonepalon kehittyminen ja palokaasujen jäähdyttäminen

Savusukellusparin löytäessä alkupalon se sammutetaan **yhtenäisellä suora- tai kapeasuihkulla** (kuva 48). Vettä käytetään hillitysti huomioiden vesivahingot. Alkupalon sammumisen tehostamiseksi vettä tulee valella pintoihin pienellä virtauksella usealta suunnalta. Kakkonen raivaa alkupaloa tarvittaessa, jotta sammutus tehostuu. Alkupalon sammuttamisen jälkeen tilat tuuletetaan joko koneellisesti savutuulettimella tai suihkuputkella.

Alkupalon sammuttamisen, tilan tuulettamisen ja tilan perusteellisen tarkastamisen jälkeen suoritetaan palon lopullinen sammutus raivaamalla kytevät palopesäkkeet esiin ja sammuttamalla ne. Sammutusraivaus tehdään **käsityökaluilla ja moottorisahalla**. **Akkukäyttöiset työkalut**, esimerkiksi puukkosaha ja akkusaha, ovat käteviä keveyden ja hiljaisen käyntiäänen vuoksi. Polttomoottorityökalut tarvitsevat ilmaa toimiakseen ja sisältävät bensiiniä. Kuumissa olosuhteissa nämä seikat on otettava huomioon. Sammutusraivauksen laajuuteen vaikuttavat tilan rakenteet, palon kehittyminen ja palon laajuus. Esimerkiksi **kivirakenteisissa** tiloissa voi sammutusraivauksen tarve olla pieni, kun taas **puurakenteisissa** tiloissa se voi puolestaan olla hyvin suuri. **Sammutusraivauksessa on huomioitava palontutkinta**, ettei raivata enempää kuin on tarpeellista. Ennen raivauksen aloittamista kohteesta tulee ottaa valokuvia. **Lämpökamera auttaa merkittävästi sammutusraivauksessa kytevien pesäkkeiden löytymistä.** Sammutusraivaus tehdään savusukellusvarustuksessa paineilmahengityslaitetta käyttäen, sillä ilmassa on vielä runsaasti altistavia huuruja, höyryjä, kaasuja ja hiukkasia.

**Kuva 48.** Alkupalon sammutus yhtenäisellä vesisuihkulla.

**Katso video:**

Sammutusraivaus

**Lisätietoa**

Savusukellusopas

### Mitä sisäsammutustekniikka tarkoittaa?

- Sisäsammutustekniikka tarkoittaa rakennuspalon sammuttamista rakennuksen sisäpuolelta.
- Sisäsammutustekniikka edellyttää savusukellusta, ja siinä tulee suosia lämpökamerasavusukellustekniikkaa.
- Sisäsammutustekniikka koostuu eri osasuoritteista:
  1. palavan tilan jäähdytys oviaukosta
  2. palavaan tilaan siirtyminen hyökkäysreitin kautta
  3. kuuman savun jäähdyttäminen sumusuihkulla
  4. kuumien pintojen jäähdyttäminen kapeasuihkulla
  5. palavien pintojen sammuttaminen suorasuihkulla
  6. alkupalon sammuttaminen suorasuihkulla
  7. tilan tuulettaminen suihkuputkella ja/tai koneellisesti
  8. palopesäkkeiden raivaaminen ja jälkisammutus.

### Tärkeää:

- Pyri nopeaan sammutukseen ja tilojen nopeaan tuuletukseen.
- Jäähdytä kuumaa savupatjaa riittävästi!
  - Suihkukulmaan, suihkun suuntaukseen ja suihkun auki pitoaikaan vaikuttavat tilan koko ja muoto.
  - Savupatjan lämpötila mitataan ensisijaisesti lämpökameralla.
  - Alkupalo sammutetaan yhtenäisellä suora- tai sumusuihkulla.

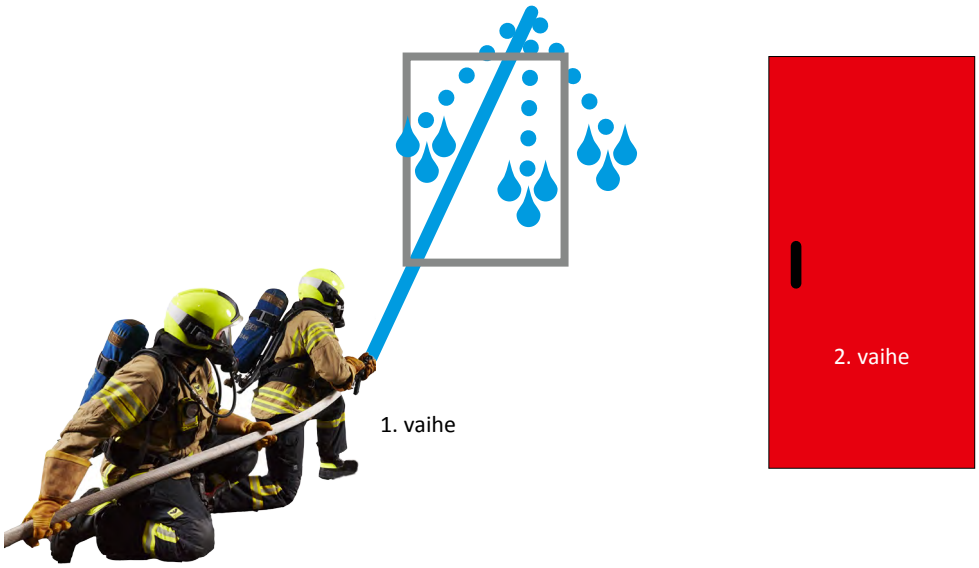
### Missä muissa tekniikoissa hyödynnetään ja sovelletaan sisäsammutustekniikkaa?

- Siirtymäsammutustekniikassa (ks luku 5.1.7)
- Sammutustuuletuksessa ylipaineella (ks luku 5.3)
- HYP-toimintamallissa (ks luku 5.3.1)
- Sammutustuuletuksessa alipaineella (ks luku 5.4)

## 5.1.7 Siirtymäsammutustekniikka

Siirtymäsammutustekniikka on suomennos englanninkielisestä termistä Transitional Fire Attack. **Kyseessä on Yhdysvalloissa kehitetty sammutustekniikka, joka on yhdistelmä rakennuspalon ulkoa sammuttamista ja sisäsammutustekniikkaa.** Siirtymäsammutustekniikka-termi tulee siitä, että sammutus suoritetaan kahdessa eri vaiheessa siirtyen ulkosammutuksesta sisäsammutukseen. Siirtymäsammutustekniikkaa kannattaa käyttää silloin, kun palo purkautuu ulospäin ikkunasta. Ikkunaa ei kannata rikkoa, että voisi käyttää kyseistä tekniikkaa, vaan silloin tulee suosia muita sammutustekniikoita.

Sammutus aloitetaan ulkoapäin suihkuttamalla vettä suorasuihkulla ikkunasta sisään purkautuvan palon kohdalta, kuten kuvassa 49. **Suorasuihku**




**Kuva 49.** Siirtymäsammutustekniikan vaiheet.

**suunnataan palavan huoneen kattoon mahdollisimman jyrkässä kulmassa ja suihku pidetään samassa pisteessä tilanteen edellyttämän ajan.** Tarkoituksena on, että vesi pirskottuu katosta sprinklerisuuttimen tavoin palavaan huoneeseen. Mikäli liekit eivät sammu ja sammutussuihkulla ei ole vaikutusta, tulee sammutussuihkun suuntaa vaihtaa ja tähdätä suihku eri kohtaan. Tällä tavoin toimimalla saavutetaan monia hyötyjä. Sisätiloihin ei johdeta näin lisää palamisilmaa, aiheuteta epäedullisia virtauksia eikä suihkusta muodostu suurta määrää vesihöyryä sisätiloihin. Pitämällä suihku paikoillaan osa höyrystyneestä kuumasta vesihöyrystä pääsee purkautumaan samasta ikkuna-aukosta ulos kuljettaen samalla mukanaan itseensä sitoutunutta lämpöä. **Tekniikan tavoitteena on jäähdyttää paloa ja parantaa olosuhteita sisällä, jolloin mahdolliset pelastettavat saavat lisäaikaa selviytymiseen ja savusukeltajien toiminta helpottuu, kun tilaa on jo ennen sisään tunkeutumista jäähdytetty.** Lisäksi nopella sammutusiskulla pystytään rajoittamaan palon leviämistä esim. yläpohjaan. Toisessa vaiheessa suoritetaan sammutushyökkäys sisäsammutustekniikalla edellisen luvun tapaan. Riippuen pelastushenkilöstön määrästä ja purkausikkunan ja hyökkäysoven välisestä etäisyydestä selvitetään joko yksi tai kaksi työjohtoa. (Van Der Feyst 2021; Norwood & Salameh 2020; Alkonis 2020.)

Ideana siirtymäsammutustekniikassa on nopeasti aloittaa sammutus. ”Palo ei tiedä ja palolle sillä ei ole merkitystä, tuleeko vesi sisältä vai ulkoapäin” (Axelsson 2019). Tekniikkaa voi käyttää pienkohteiden lisäksi esimerkiksi kerrostalossa korkealla olevassa asuinhuoneistopalossa, jossa ikkuna on mennyt rikki ja sisäkattoon ylletään suoralla suihkulla maasta käsin.

## Tärkeää

- Siirtymäsammutustekniikka on nopea ja tehokas sammutustekniikka.
- Suorasuihkua käytettäessä jäähdytetään hyvin paloa, mutta
  - estetään ilman kulkeutuminen suihkun mukana palavaan tilaan
  - estetään suuren vesihöyryn määrän muodostuminen
  - estetään epäedullisten virtausten syntyminen.

## 5.2 Järeä suihkuputki- ja maavesitykki-sammutustekniikka

Palon sammutuksessa on käytettävä riittävän suurta vesivirtaa, jotta palo saataisiin hallintaan. Mikä on riittävän suuri vesivirta, riippuu käytetystä sammutustekniikasta ja myös savun hallinnasta. Riippumatta sammutusmenetelmästä riittävään sammutusvesivirtaan tulee rakennuspaloon sammutuksessa varautua. Jos palon sammutuksessa käytetään liian pientä vesivirtaa suhteessa palon tehoon, ei paloa saada hallintaan, vaikka sammutuksessa käytettäisiin sammutusvettä kokonaismäärällisesti suuria määriä. **Riittävällä vesivirralla** palo saadaan hallintaan kohtuullisessa ajassa ja palo sammutettua (ks. kaavio 7 luku 3.3.3). Suurien kohteiden, kuten varastorakennusten ja tuotantolaitosten, paloissa palon sammuttamiseen vaadittava sammutusvirta voi olla hyvinkin suuri, ja tällöin tarvitaan järeää suihkuputkea tai vesitykkiä. 42 mm:n työjohdossa sammutusvesivirta on noin 200–500 l/min, järeässä 76 mm:n työjohdossa vesivirta voi olla jopa 1500 l/min ja siirrettävissä maavesitykeissä yli 1500 l/min.

**Kuva 50.** Järeä suihkuputki.

**Kuva 51.** Maavesitykki.

Järeää suihkuputkea ja vesitykkiä käytettäessä (kuva 50 ja 51) niiden suuttimesta purkautuva vesivirta aiheuttaa voimakkaan **rekyylin**. Rekyyliin vaikuttaa vesivirta, veden lähtönopeus suihkuputkelta ja suihkun muoto. Suorasuihku aiheuttaa suuremman rekyylin kuin sumusuihku. Pelastusopistolla tehdyissä mittauksissa suorasuihku vesivirralla 300 l/min ja 640 kPa:n suihkupaineella aiheuttaa 170 N:n rekyylin, mutta 90 asteen sumulla rekyyli on vain noin puolet siitä, 80 N. Vastaavasti teoriassa laskettuna suorasuihku vesivirralla 1000 l/min ja 700 kPa:n suihkupaineella aiheuttaa jo 605 N rekyylin. (Hyttinen ym. 2014, 263–269.)

Käytännössä järeän työjohdon aiheuttamasta rekyylistä osa kohdistuu letkun kautta maahan. 76 mm:n letku painaa vedellä täytettynä yli 90 kiloa, mikä osaltaan vaimentaa rekyyliä. Rekyylin voimakkuutta voi hallita vesivirtaa säätämällä suihkuputken sulkimella. Tärkeää on selvitystä tehdessä huolehtia siitä, että letkua on noin viisi metriä suorana järeän suihkuputken tai vesitykin takana, jotta rekyyli vaikuttaa suoraan taaksepäin. Jos letkussa on heti mutka suihkuputken tai vesitykin takana, pyrkii rekyyli oikaisemaan letkun eli kääntämään suihkuputkea tai vesitykkiä letkun suuntaan.

42 mm:n työjohtoa pystyy käsittelemään yksi henkilö, mutta järeän työjohdon turvallinen käyttö edellyttää kahta sammuttajaa. Järeää työjohtoa liikuteltaessa eteenpäin esimerkiksi hallipaloissa edettäessä paloa kohti kolmas henkilö on tarpeellinen vetämään letkua. Järeä työjohto voidaan varustaa myös rekyylinvaimentimella. Vaimennin ei poista rekyyliä, vaan suuntaa sen voiman alaspäin, jolloin suihkuputkea on helpompi hallita. Maavesitykki on yleensä rakennettu siten, että rekyyli vaikuttaa vesitykin alustaan ja sitä kautta maahan. Näin vesitykkiä pystyy käsittelemään yksi henkilö edellyttäen, että vesitykki on tukevasti maassa. Vesitykin siirtämiseen tarvitaan kuitenkin vähintään kaksi henkilöä.

Järeän työjohdon ja vesitykin käytössä rakennuspaloissa sammutusvaikutuksen tavoitteena on veden jäähdyttävä vaikutus palaviin ja pyrolysoituviin pintoihin sekä liekkipaloon. Suorassa sammutuksessa vesisuihku kohdistetaan palavaan pintaan liekkien juureen, paikkaan, jossa palavan aineen kaasuuntuminen tapahtuu. Epäsuorassa sammutuksessa sumusuihkulla vaikutetaan liekkipaloon ja palokaasuihin, jolloin vesipisarat höyrystyessään jäähdyttävät liekkejä ja palokaasuja sekä laimentavat syttymättömiä palokaasuja (ks. luku 3.3.2).

**Järeän suihkun ja maavesitykin käyttö rakennuspaloissa suurissa kohteissa**

- Selvitetään järeä työjohto ja maavesitykki siten, että ennen suihkuputkea on suoraa letkua noin viisi metriä. Tämä helpottaa rekyylin hallintaa.
- Käytetään enintään 800 kPa:n (8 bar) suihkupainetta.
- Sammutuksessa käytetään sekä suoraa- että sumusuihkua. Tavoitteena on vaikuttaa palaviin ja pyrolysoituviin pintoihin sekä liekkiin että palokaasuihin.
- Suorasuihku suunnataan palavaan materiaaliin liekkien juureen ja sinne, missä pyrolysoitumista tapahtuu. Sumusuihku suunnataan liekkiin ja palokaasuihin sekä palotilan yläosaan, jossa on kuumin kohta.
- Suihkun suuntaamisessa paloon oikeaan kohtaan käytetään apuna lämpökameraa. Tutkimusten mukaan järeällä suihkulla ja vesitykillä suorasammutuksessa hukkaveden määrä voi olla hyvin suuri huonon suuntaamisen ja esteiden vuoksi (Vaari 2004).
- Liikuttaessa järeän työjohdon tai vesitykin kanssa sulkimen pitää olla kiinni.
- Suljin avataan ja suljetaan rauhallisesti, samoin suihkukulman säätö tehdään rauhallisesti, koska suihkukulman muuttuessa myös rekyyli muuttuu.
- Suihkun eteen ei saa mennä, eikä suljetun suihku edessä tai lähellä ole syytä liikkua sammutustyön aikana.

Säiliöautoissa on kiinteitä vesitykkejä, joita kannattaa myös hyödyntää rakennuspaloissa, jos säiliöauton saa sijoitettua kohteen lähelle niin, että tykin kantama riittää. Lisäksi tulee huomioida lämpösäteily ja rakennuksen sortumavaara auton sijoittelussa. Auton kiinteää tykkiä käytettäessä tykin selvitykseen ei mene aikaa eikä selvitys vaadi miehistöresursseja. Kuvassa 52 on säiliöauton keulatykki. Tykkiä voidaan ohjata auton ohjaamosta.

**Kuva 52.** Säiliöauton keulatykki.

**Katso video:**
Järeä suihkuputken käyttö

**Katso video:**
Maavesitykin käyttö

**Mitä etuja maavesitykillä on verrattuna järeään suihkuun?**

- Maavesitykki on rakennettu siten, että rekyyli vaikuttaa vesitykin alustaan ja sitä kautta maahan.
- Maavesitykkiä pystyy käsittelemään yksi henkilö, mutta järeä työjohto vaatii vähintään kaksi henkilöä.
- Maavesitykin suihkua on helpompi ohjata ja suunnata palokohteeseen kuin järeää suihkua.
- Maavesitykin vesivirta on suurempi.

## Tärkeää

- Järeässä suihkuputkessa ja maavesitykissä suuttimesta purkautuva vesivirta aiheuttaa voimakkaan rekyylin.
- Rekyylin voimakkuutta voi hallita vesivirtaa säätämällä suihkuputken sulkimella.
- Selvitystä tehdessä tulee huolehtia siitä, että letkua on noin viisi metriä suorana suihkuputken tai vesitykin takana selvityksessä.
- Järeän työjohdon ja vesitykin käytössä rakennuspaloissa sammutusvaikutuksen tavoitteena on veden jäähdyttävä vaikutus palaviin ja pyrolysoituviin pintoihin sekä liekkipaloon.

## 5.3 Sammutustuuletus ylipaineella

Huonepalossa merkittävä osa lämmöstä on savussa. **Sammutustuuletuksessa** palotilasta poistetaan yli- tai alipaineella kuumaa savua, jolloin palotilan lämpötilaa saadaan laskettua merkittävästi. Esimerkiksi jos savun lämpötila on 800 °C, palotilan kertatuuletuksella voidaan lämpötila laskea jopa 400 °C:seen. Lämmön latautuminen rakenteisiin ja

pyrolyysikaasujen muodostuminen vähenevät lämpötilan alenemisen vuoksi, myös näkyväisyys palotilassa paranee. Kaikkea palossa syntynyttä lämpöä ei siis tarvitse sitoa sammutusveteen, kun käytetään sammutustuuletusta. (Hyttinen ym. 2014, 192.)

Ilman tuonti ylipainesammutustuuletuksella ei aiheuta palamisnopeuteen suurtakaan muutosta, jos palo on **polttoainerajoitteinen**. Mutta jos palo on **happirajoitteinen**, ylipainesammutustuuletus voi aiheuttaa liian rikkaan savuilmaseoksen laimenemisen syttymisvälille, jolloin savuilmaseos leimahtaa aiheuttaen paineen nousua ja pistoliekin. Vastaavasti jos savuilmaseos on rikas ja syttymisvälillä, pistoliekkiä ja leimahdusta ei synny, mutta liekkipalo kiihtyy rajusti. Molemmissa edellisissä tapauksissa palo voi levitä ympäröiviin tiloihin ja sammutus hankaloituu huomattavasti ylipainetuuletuksen johdosta. **Ylipainesammutustuuletuksen aloitusta kannattaa siis siirtää tai siirtyä toiseen sammutustekniikkaan, jos palossa tunnistetaan leimahduksen vaaranmerkkejä**. Pölyisissä kohteissa piilee myös pölyräjähdyksen vaara. (Hyttinen ym. 2014; Savola 2010, 42.)

Ylipainesammutustuuletuksessa palotilasta poistetaan kuumaa savua savutuulettimella ylipaineella sammutushyökkäyksen yhteydessä. Savunpoisto ja viileä tuloilma laskevat huonetilan lämpötilaa merkittävästi. Lisäksi tilaa viilentää sammutussuihku, jota käytetään sammutustuuletuksen aikana sisällä palotilassa. Näkyväisyys paranee, ja sammuttajien työskentelymahdollisuudet paranevat. Työsuihkulla tulee **suojata poistoaukon yläpuoli** (kuva 53) ja estää palon leviäminen räystään kautta yläpohjaan. Varsinkin tuuletuksen alkuvaiheessa poistoaukon kautta purkautuu kuumia palokaasuja. Sammutustuuletus ylipaineella onnistuakseen vaatii tasaisen katkeamattoman ilmavirran savutuulettimelta kohti poistoaukkoa. Virtaushäviöt, esteet tuuletusreitillä ja vastatuuli aiheuttavat ongelmia riittävän virtauksen saamiseksi.

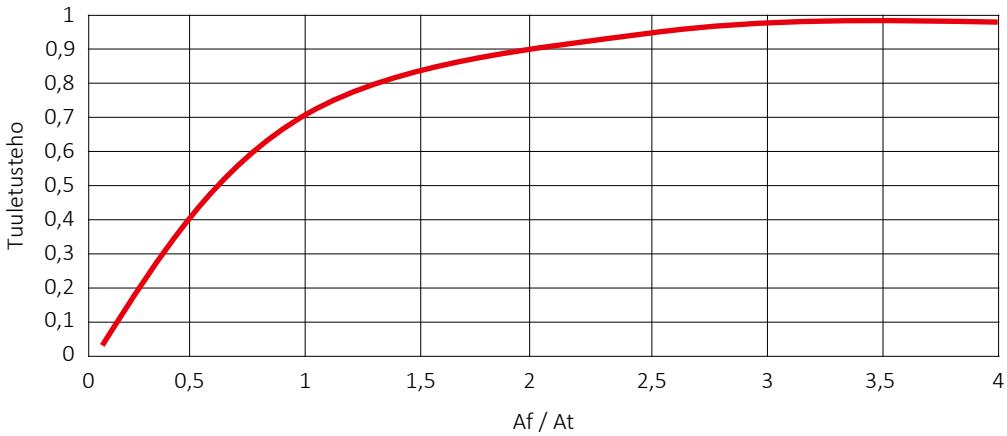
Kuumin kohta tulee paikallistaa ennen tuuletuksen aloittamista ja kuumimman kohdan lähellä tulee olla poistoaukoksi soveltuva ikkuna- tai oviaukko. Poistoaukko tulisi tehdä tuulen alapuolelle, jos se on mahdollista, mutta tärkein kriteeri poistoaukon sijainnille on kuumin kohta eli palon sijainti. Kovan

**Kuva 53.** Sammutustuuletus ylipaineella Pelastusopiston harjoituksessa.

tuulen aiheuttama vastapaine voi tehdä sammutustuuletuksen mahdottomaksi toteuttaa (ks. luku 3.4).

Ylipainesammutustuuletuksessa poistoaukon tulisi olla yhtä suuri kuin ilman sisääntuloaukon, mutta mieluimmin kaksi kertaa suurempi. Kaaviossa 19 on esitetty poistoaukon ja ilman sisääntuloaukon koon suhteen vaikutus tuuletuksen tehokkuuteen. Toisaalta liian suuri poistoaukko (yli kaksi kertaa suurempi kuin sisääntuloaukko) pienentää painetta poistoaukolla ja aiheuttaa tuuliherkkyyttä. Jos poistoaukkoa ei saada suojan puolelle, voi olla perusteltua tuulessa pienentää poistoaukkoa jopa pienemmäksi kuin sisääntuloaukko. (Svensson 2020, 99.)

Ylipainesammutustuuletuksessa tulee käyttää riittävän tehokasta savutuuletinta. Tehoton savutuuletin ei saa riittävää virtausta aikaiseksi. Ylipainesammutustuuletus sopii yleensä P1- ja P2- paloluokan rakennuksiin. Ylipainesammutustuuletus sopii hyvin palamattomista rakenteista valmistettujen kerrostalojen huonepaloihin. Svenssonin mukaan (Svensson 2020) ylipainesammutustuuletus sopii sammutusmenetelmäksi muun muassa omakotitaloissa ja rivitaloissa, missä pinta-ala ja huonekorkeus ovat suhteellisen rajalliset (pinta-ala noin 100–200 $m^2$ ja huonekorkeus 2–3 metriä. P3- paloluokan rakennuksissa ylipainesammutustuuletusta tulee kuitenkin käyttää harkiten, koska vaaran on yläpuolisten rakenteiden palaminen puhki ja palon leviäminen yläpuolisiin tiloihin. Ylipainesammutustuuletus ei sovi suurten ja monimuotoisten tilojen, kuten kauppahallien ja toimistotilojen, sammutusmenetelmäksi. Savutuulettimen aikaansaama ilmavirta ja ylipaine eivät riitä suurissa tiloissa voittamaan palosta syntynyttä ylipainetta. Pahimmillaan sammutustuuletus




**Kaavio 19.** Kaaviossa on esitetty poistoaukon ja ilman sisääntuloaukon suhteen vaikutus tuuletustehoon. Af = poistoaukon koko, Af = ilman sisääntuloaukon koko. Huomioitavaa on, että tässä kuvaajassa ei ole otettu huomioon tuulen vaikutusta, jolla voi olla iso merkitys (Svensson 2020).

ylipaineella suurissa tiloissa saa aikaiseksi palokaasujen sekoittumista ja huonontaa olosuhteita palotilassa. (Svensson 2020, 99–100.)

Sammutustuuletus ylipaineella saattaa lisätä savun aiheuttamien seuravahinkojen syntymistä rakennuksessa. Ongelmana on myös se, että ei tarkaan tiedetä tuuletuksen aikana mihin savut kulkeutuvat tilassa, vaikka pääosa savusta poistuu poistoaukosta. Osa epäpuhtauksista menee menee ilmastointikanaviin, sähköputkituksiin ja rakenteiden sisään. (Lappi ym. 2008.)

**Ylipainesammutustuuletuksen suoritus:**

- Tiedustellaan hyökkäysreitti ja palotilan poistoaukko.
- Selvitetään savutuuletin hyökkäysreitille.
- Selvitetään poistoaukolle työjohto, jolla suojataan purkuaukon yläpuolisia tiloja.
- Avataan poistoaukko.
- Käynnistetään savutuuletin.
- Avataan hyökkäysreitin ovi.
- Varmistetaan läpivirtauksen toteutuminen. Jos läpivirtaus ei onnistu, keskeytetään tuuletus ja siirrytään tarvittaessa sisäsammutustekniikkaan.
- Sammutus tulee aloittaa oviaukolta 15 sekunnin kuluessa siitä, kun ylipainetuuletus on aloitettu. (Cote ym. 1992).
- Jäähdytetään ja laimennetaan oviaukolta savukaasuja suihkuputkella ja edetään sisälle pienellä viiveellä.
- Sammutetaan alkupalot ja jäädytetään kuumia pintoja pyrolyysin pysäyttämiseksi.
- Varmistetaan sivutilat ja etsitään mahdolliset pelastettavat.
- Varmistetaan yläpuoliset rakenteet.
- Lopuksi siirrytään koneelliseen alipainetuuletukseen.

**Katso video:**

Sammutustuuletus ylipaineella

## Tärkeää

- Sammutustuuletuksessa palotilasta poistetaan yli- tai alipaineella kuumaa savua, jolloin palotilan lämpötilaa saadaan laskettua merkittävästi.
- Ylipainesammutustuuletuksessa on tärkeää tunnistaa, onko palo happi- vai polttoainerajoitteinen.
- Työsuihkulla tulee suojata poistoaukon yläpuoli ja estää palon leviäminen räystään kautta yläpohjaan.
- Sammutustuuletus ylipaineella onnistuakseen vaatii tasaisen katkeamattoman ilmavirran savutuulettimelta kohti poistoaukkoa. Jos yhden tuulettimen teho ei riitä, kaksi peräkkäin ulko-ovelle sijoitettua savutuuletinta tehostaa ilman virtausta.

### Mihin kohteisiin ylipainesammutustuuletus sopii ja mihin ei?

- Ylipainesammutustuuletus sopii yleensä P1- ja P2- paloluokan rakennuksiin.
- Ylipainesammutustuuletus sopii hyvin palamattomista rakenteista valmistettujen kerrostalojen huonepaloihin.
- P3-paloluokan rakennuksissa ylipainesammutustuuletusta tulee käyttää harkiten. P3-paloluokan rakennuksissa vaarana on yläpuolisten rakenteiden palaminen puhki ja palon leviäminen yläpuolisiin tiloihin.
- Ylipainesammutustuuletus ei sovi suurten ja monimuotoisten tilojen, kuten kauppahallien ja toimistotilojen, sammutusmenetelmäksi.
- Ylipainesammutustuuletus ei sovi vanhoihin purueristeisiin rakennuksiin.
- Ylipainesammutustuuletus ei sovi, jos palo on edennyt rakennuksessa kuiluihin ja kanaviin tai rakennuksessa jo olevat aukot vaikuttavat tulo- ja poistoilman virtauksiin.

## 5.3.1 Sammutustuuletus ylipaineella kerrostalossa

*Petri Strandberg ja Marko Kouko*

Kerrostalon huoneistopalossa voidaan myös soveltaen käyttää sammutustuuletusta ylipaineella. Sammutustekniikka on käytössä muun muassa Helsingin kaupungin pelastuslaitoksella, joka on myös tätä toimintamallia kehittänyt. Helsingin kaupungin pelastuslaitos käyttää menetelmästä termiä **hyökkäävä ylipainetuuletus, HYP** (Helsingin kaupungin pelastuslaitos 2022). Hyvösen (2009) mukaan hyökkäävä ylipainetuuletus (sammutustuuletus ylipaineella) kerrostalon huoneistopalossa, jossa on poistoaukko ja korvausilmaa säädetään huoneiston ovella savuverholla tai ”koiranluukulla”, on huomattavasti tehokkaampi kuin perinteinen sammutushyökkäys ”pienpisarasammutustekniikalla”.

Kerrostalossa hyökkäävässä ylipainetuuletuksessa (sammutustuuletuksessa ylipaineella) tavoitteena on ylipaineistaa porrashuone savutuulettimella, järjestää palohuoneistosta poistoaukko ja saada ylipaineella kuuma savu pois sammutushyökkäyksen yhteydessä. Porrashuoneessa olevan ylipaineen tehtävänä on voittaa palavan huoneiston ylipaine ja tuulettaa edellään palokaasut huoneiston läpi ulkoilmaan. Ilmavirralla tulee olla mahdollisimman vapaa kulku porrashuoneessa ja toisaalta porrashuoneen tulisi olla mahdollisimman tiivis, jotta pystytään voittamaan huoneistossa vallitseva ylipaine. Tuloilma-aukkoa eli palohuoneiston porrashuoneen oviaukkoa säädetään oviverholla (smoke stopper) tai sahataan oveen koiranluukku. Näillä menetelmillä saadaan tuloilma-aukon kokoa rajattua oviaukkoa pienemmäksi. (Hyvönen 2009; Svensson 2020.)

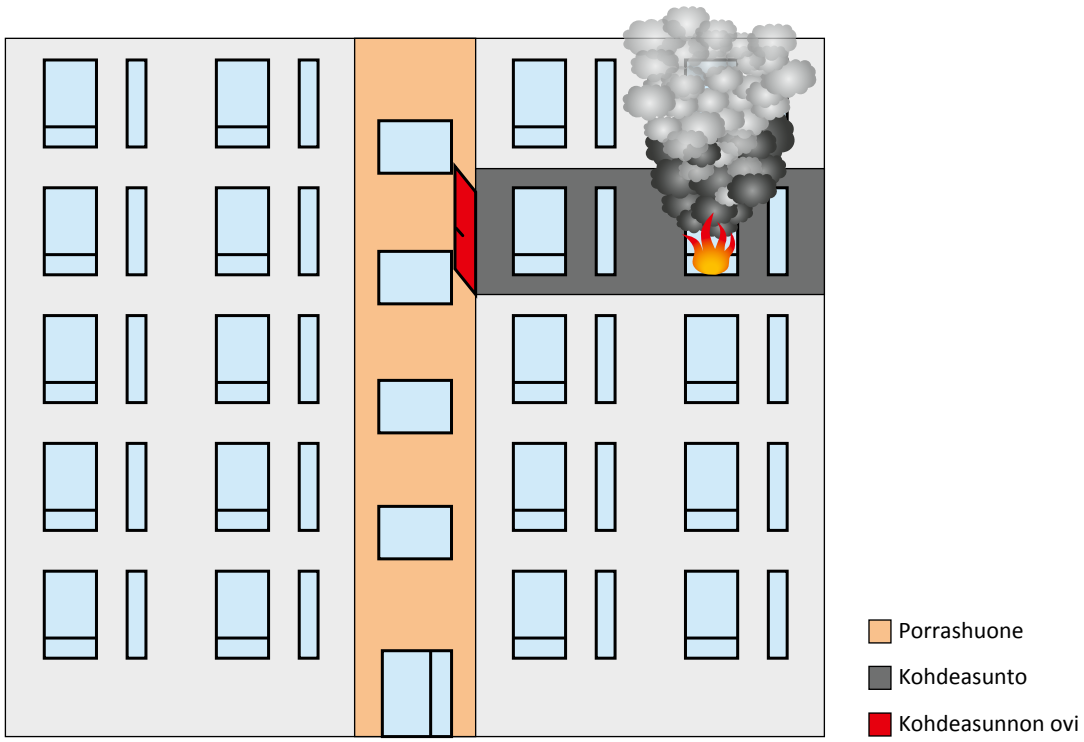
Hyökkäävässä ylipainetuuletustaktiikassa (jäljempänä HYP) ylipaineistaan porrashuone, avataan palohuoneistosta poistoaukko ja annetaan ylipaineen tuulettaa palokaasut ja savukaasujen jäähdyttämisestä mahdollisesti muodostuva vesihöyry. Tämä alentaa palohuoneiston lämpötilaa sammutushyökkäyksen edestä.

Helsingin kaupungin pelastuslaitoksella HYP-taktiikka on ollut käytössä vuodesta 2009 alkaen. HYP-taktiikkaa on testattu vuosina 2003 ja 2008 tehdyissä purettavaksi määrätyissä kerrostaloissa Helsingin Myllypurossa. Vuoden 2008 polttokokeet dokumentoitiin, samalla kun VTT suoritti lämpötila- sekä paineolosuhdemittauksia palohuoneistossa. Nämä dokumentaatiot, VTT:n mittaustulokset sekä Vesa Hyvösen AMK-opinnäytetyö aiheesta yhdessä tuottivat HYP-taktiikasta kerrostalojen rakennuspaloissa käytettävän vakioidun toimintamallin Helsingissä.

HYP-taktiikkaa käyttämällä palohuoneiston näkyvyys paranee, lämpötila laskee, mahdolliset pelastettavat löytyvät nopeammin sekä savusukeltajien altistumisaika lyhenee, jolloin sammutushyökkäystä suorittavien henkilöiden työturvallisuus paranee.

HYP-taktiikassa tavoitetila on luoda kerrostaloon olosuhteet, jossa

- palohuoneiston oviaukko on ovimiehen kontrollissa ja siinä on koiranluukku (kuva 55) tai Smoke Stopper -oviverho




**Kuva 54.** Kerrostalo, johon merkitty taktiikan kannalta tärkeät rakenteelliset osat.

- porrashuone on savuton ja ylipaineistettu pelastusyksikön tuulettimella
- palohuoneistosta on savukaasuille pakoaukko (ikkuna/parvekkeen ovi).

Tällöin porrashuoneen ylipaine puretaan palavan asunnon pakoaukon läpi (kuva 54). (Helsingin kaupungin pelastuslaitos 2022, muokattu).

**Tiedustelu**

Alkutilanteen tiedustelu on tärkeässä roolissa, koska ensimmäiset toimenpiteet riippuvat kiinteistön senhetkisestä tilanteesta. Tiedustelussa selvitetään kiinteistön porrashuoneen savutilanne (savuton vai savussa) sekä kohdeasunnon (palohuoneiston) poistoaukon tilanne (ikkunasta tai parvekkeelta savua/liekkejä vai ei). Näiden alkutietojen perusteella pelastusryhmän johtaja tekee päätökset toiminnasta. **Toimintamallista tulee pidättäytyä tai harkita, jos kohdeasunnon parvekkeella on pelastettavia.** (Helsingin kaupungin pelastuslaitos 2022.)

**Porrashuoneen savutuuletus ja ylipaineistaminen**

Porrashuoneen ollessa savussa pyritään aloittamaan porrashuoneen tuuletus ennen sammutushyökkäystä. Savutuuletin sijoitetaan porrashuoneen alaoven eteen. Porrashuoneeseen avataan ylipainetuuletusta varten poistoaukko, josta porrashuoneen savut tuulettuvat ulos. Tämä poistoaukko voi olla esimerkiksi porrashuoneen yläosassa oleva ikkuna, tuuletusparveke tai savunpoistoluukku. Porrashuoneen savunpoistoa sekä kohdeasuntoon tapahtuvan sammutushyökkäyksen toimenpiteitä voidaan suorittaa samanaikaisesti.

Jos kiinteistö on varustettu savunpoistoluukulla, ensimmäisenä kohteessa oleva pelastusyksikkö voi laukaista savunpoistoluukun painikkeesta, jos porrashuone on savuinen ja yksiköllä on sammutushyökkäysvalmius (Helsingin kaupungin pelastuslaitos 2022). Tällöin toiminnan painopiste on tavoittaa ja saada kohdeasunnon ovi kontrolliin.

Jotta HYP-taktiikka toimisi optimaalisesti, porrashuoneen savutuuletuksen jälkeen tulee porrashuoneen poistoaukko sulkea, jolloin porrashuoneen ylipaineistus tehostuu. Savunpoistoluukulla varustetuissa kiinteistöissä luukun sulkeminen voi osoittautua hankalaksi riippuen savunpoistoluukun mekanismista. Tällöin on hyväksyttävä ylipaineistuksen pieneneminen avoinna olevasta savunpoistoluukusta. Tällaisessa tilanteessa ylipainetta voidaan tarvittaessa kasvattaa toisena kohteeseen saapuvan pelastusyksikön savutuulettimella, asettamalla savutuuletin sarjaan porrashuoneen ala-ovelle tai viemällä savutuuletin kohdeasunnon ovelle tuottamaan ylipainetta suoraan palavaan asuntoon.

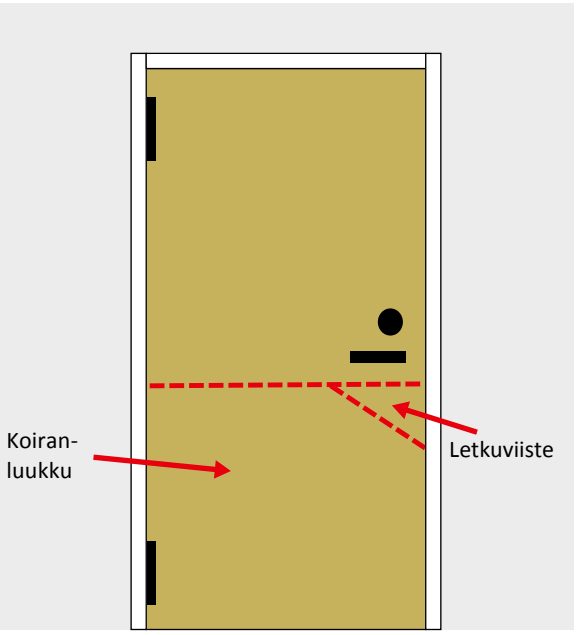
**Kohdeasuntoon tunkeutuminen**

Oven murtaminen tapahtuu pääsääntöisesti koiranluukku- tai SmokeStopper-tekniikkaa käyttäen (murretaan ovi auki ja käytetään oviverhoa). Murtautuminen aloitetaan, kun sammutusryhmällä on paineinen työjohto valmiina (Helsingin kaupungin pelastuslaitos 2022).

Jos sammutushyökkäys kohdeasuntoon voidaan toteuttaa ylipaineistuksen tukemana, annetaan ylipaineen vaikuttaa noin 30 sekuntia ennen sammutushyökkäyksen aloittamista. Tarvittaessa tällöin voidaan myös jäähdyttää palokaasuja. Toimintamallissa palotilaan tuotettu lisäilma voi aiheuttaa savuilmaseoksen syttymisen, jos savuilmaseos palotilassa on liian rikas. Todennäköisesti tämä tapahtuu hyvin nopeasti ylipaineistuksen alussa. Tästä johtuen HYP-toimintamallissa sammutushyökkäyksen sisään menon viive koiranluukun aukaisun jälkeen on noin 30 sekuntia.

**Ovimies sekä kohdeasunnon oven kontrollointi**

Ovimies on pelastusyksikön jäsen, joka kykenee paineilmahengityslaitteiden käyttöön. Savusukelluksen aikana palavan tilan oven tulee olla jatkuvasti miehitettynä. Jos ensimmäinen pelastusyksikkö on minimivahvuudella 1+3, on kokonaisuuden kannalta järkevintä, että ovimiehenä toimii pelastusyksikön esimies, jolloin hänellä on näkemys sekä porrashuoneen että palavan asunnon tilanteesta.



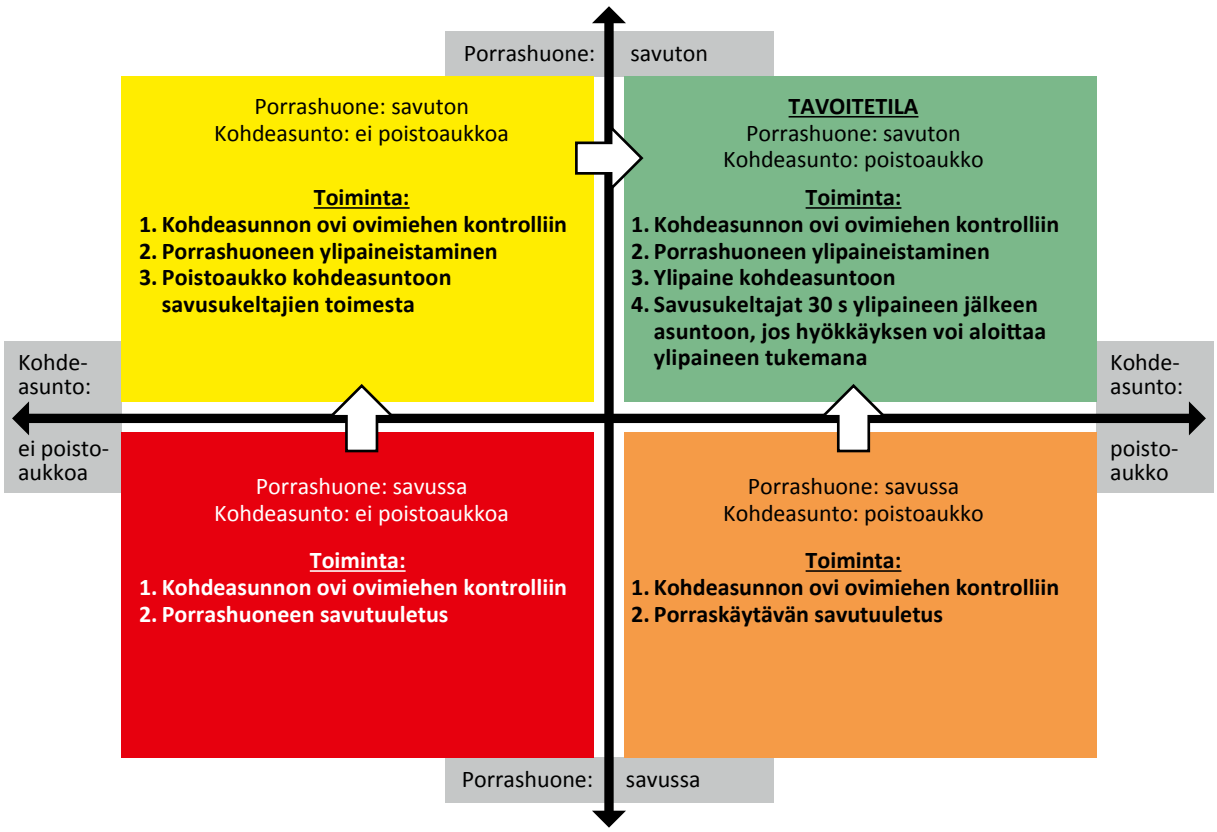

**Kuva 55.** Koiranluukku.

Ovimiehen tehtävät ovat (Helsingin kaupungin pelastuslaitos 2022, muokattu):

1. pyrkiä estämään savun purkautuminen porrashuoneeseen palohuoneistosta kontrolloimalla koiranluukun ala- ja ylälehteä tai savuverhoa (esim. Smoke stopper) sekä mahdollista väliovea
2. palotilaan virtaavan lisäilman rajoittaminen
3. letkun syöttö savusukeltavalle parille tai ryhmälle
4. oven tai koiranluukun hallinta käskyjen mukaisesti
5. avustaa mahdollisen pelastettavan siirrossa palavasta tilasta
6. tarvittaessa varmistaa sammutusparin tai -ryhmän poistumisen palotilasta.

**Poistoaukko kohdeasuntoon**

Jos kohdeasunnossa ei ole poistoaukkoa, savusukellusryhmän tai -parin yhtenä tehtävänä on etsiä ja avata poistoaukko. Tällainen on esimerkiksi mahdollisimman lähellä palotilaa oleva ikkuna tai parvekkeen ovi. Savusukelluksen aikana tulee varmistua palokaasujen riittävästä jäähdyttämisestä. Kun savusukeltajat ilmoittavat kohdeasunnosta




**Kaavio 20.** HYP-taktiikan nelikenttä.

poistoaukon olevan auki, ovimies päästää porrashuoneen ylipaineen kohdeasuntoon avaamalla oven alalehden. Ylipaineen puhaltaessa asuntoon ovimies voi kokeilla kasvattaa ylipaineen sisäänmenoaukkoa avaamalla myös oven ylälehden. Jos paineolosuhteista johtuen oviaukon yläreunasta alkaa kuitenkin puskea savua takaisin porrashuoneeseen, ovimies sulkee oven ylälehden estäen savun pääsyn porrashuoneeseen. Tällöin porrashuoneen ylipaine pääsee edelleen koiranluukun alalehden avoimesta aukosta kohdeasuntoon.

### HYP-taktiikan neljä erilaista lähtötilannetta

Koska HYP-taktiikka perustuu kahden muuttujan, porrashuoneen savutilanteen sekä kohdeasunnon poistoaukon senhetkiseen tilanteeseen, on erilaisia lähtötilanteita neljä. Lähtötilanne vaikuttaa pelastusyksiköiden toimintaan.

Kaaviossa 20 on HYP-taktiikan nelikenttä. Tavoitetila on vihreä ruutu, jolloin porrashuone on savuton ja kohdehuoneistossa on poistoaukko. Valkoiset nuolet kertovat lähtötilanteen vaatimien toimenpiteiden jälkeen seuraavat toimenpiteet. Punainen ruutu on haastavin lähtötilanne. (Helsingin kaupungin pelastuslaitos 2022, muokattu.)

## Tärkeää

- Hyökkäävässä ylipainetuuletuksessa (sammutustuuletuksessa ylipaineella) kerrostalohuoneistossa tärkeää on toiminta palohuoneiston ovella, jossa ovea tai oviverhoa käyttämällä säädetään korvausilmaa ja tarvittaessa suljetaan oviaukko.
- HYP-toimintamallissa on eri vaihtoehtoja sen mukaan, onko palotilassa poistoaukko valmiina ennen sammutushyökkäystä vai järjestetäänkö se sisältä käsin ja onko porrashuoneessa savua.

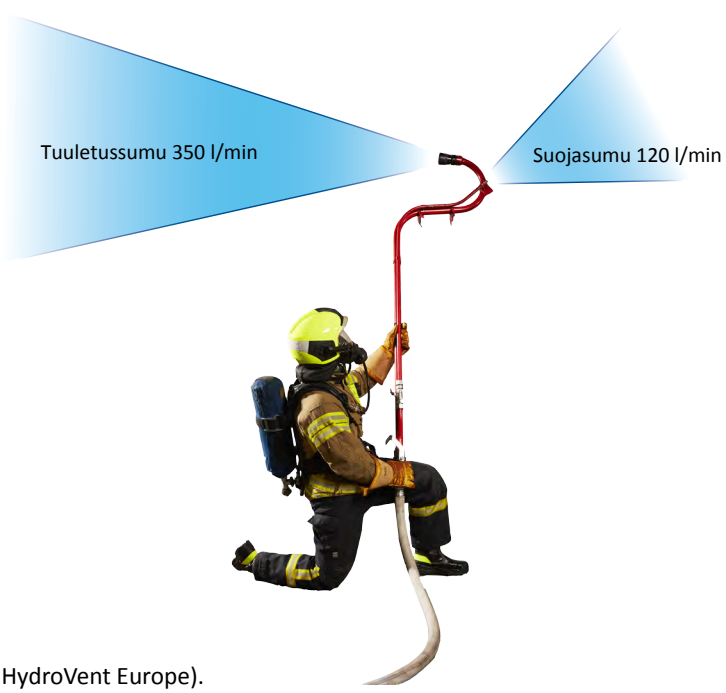
## 5.4 Sammutustuuletus alipaineella

Alipainesammutustuuletuksessa on sama tavoite kuin ylipainesammutustuuletuksessa eli lämpötilan laskeminen palotilassa sekä näkyväisyyden parantaminen, jotta sisäsammutus olisi tehokkaampaa ja sammuttajien työskentelymahdollisuudet paranevat. Alipaineella suoritetussa sammutustuuletuksessa riskit palon leviämiselle ja palokaasujen syttymiselle ovat huomattavasti pienemmät kuin ylipainesammutustuuletuksessa. Alipaineella ikään kuin imetään palotilasta poistoaukon kautta kuumaa savua pois, jolloin kuuma savu ei tuuletuksen missään vaiheessa pääsee leviämään palotilasta muualle rakennukseen.

Sammutustuuletus alipaineella voidaan suorittaa käyttäen hyväksi savutuuletinta tai sitä varten erikseen suunniteltua HydroVent Europe -tuuletusputkea (kuva 56). HydroVent Europe on suomalainen muunnos alkuperäisestä HydroVent-putkesta, joka on käytössä Yhdysvalloissa. Tuuletusputkesta käytetään yleisesti nimitystä sammutustuuletusputki (ST-putki), mutta se saattaa antaa virheellisen kuvan tuuletusputken käytöstä, joten tässä julkaisussa käytetään termiä ”tuuletusputki”. Tuuletusputken niin sanotun sammutussumun tarkoituksena on vain suojata putkea ja jäähdyttää poistoaukosta purkautuvaa kuumaa savua. Tuuletusputki ei sammuta paloa rakennuksessa, ja sen sammutusvaikutus on hyvin rajallinen ja kohdistuu vain siihen tilaan, johon se on asennettu. Tuuletusputkea käytettäessä on huolehdittava samalla palon sammuttamisesta, sillä muuten palo todennäköisesti vain kiihtyy.

Myös alipainetuuletuksessa poistoaukon tulee olla palohuoneiston kuumassa kohdassa, joka rajoittaa savutuulettimen käyttöä. Poistoaukolta purkautuvan savun lämpötila voi olla satoja asteita, eikä savutuuletin kestä pitkään niin kovia lämpötiloja. Lisäksi savutuulettimen asennus poistoaukolla on hankalaa.

Alipainesammutustuuletus onnistuu parhaiten tuuletusputkella, jos putken vain pystyy asentamaan poistoaukolle ulkoa käsin. Tuuletusputkella tehty alipainetuuletus sopii parhaiten rivi- ja omakotitaloihin sekä rakennuksiin, joihin tuuletusputken voi ulkoa käsin esteettä asentaa. Huomioitavaa on, että tuuletusputkesta purkautuva vesisumu likaa rakennuksen julkisivua ja voi aiheuttaa haittaa




**Kuva 56.** Tuuletusputki (HydroVent Europe).

muualle ympäristöön. Tuuletusputkea käytettäessä poistoaukkona on yleensä ikkuna, joka voidaan rikkoa putkessa olevalla ikkunapiikillä. Ikkunaa rikottaessa on varottava putoavia lasinpalasia. Rikottavan ikkunan alla ei saa olla, vaan ikkuna on rikottava sivusta. Jos ikkuna on korkealla, on ikkunan rikkomiseen käytettävä hyväksi tikkaita ja palohakaa, jotta ikkunan voi rikkoa turvallisesti sivusta käsin. Lisäksi tuuletusputkea käytettäessä täytyy huomioida putken pituus ja sen aiheuttama vipuvarsi, sillä putken hallitsematon liike on vaarallista. Tuuletussuuttimen venttiilin avaaminen, tukematta putkea, aiheuttaa hallitsemattoman ja vaarallisen liikkeen. Kuvassa 57 suoritetaan alipaine sammutustuuletus tuuletusputkella Pelastusopiston harjoituksessa.

Tuuletusputkessa on tuuletussuutin ulospäin ja sammutussuutin sisälle eli palotilaan päin. Sammutussuuttimen tehtävänä lähinnä on suojella tuuletussuutinta aukosta purkautuvilta kuumilta palokaasuilta. **Sammutussuuttimen vesivirta ja suihkun kantama eivät riitä sammuttamaan paloa**, varsinkin kun tuuletussuuttimen imu vetää sammutussuuttimesta purkautuvan vesisumun ulos poistoaukosta lähes saman tien. Vesivirta tuuletussuuttimessa on noin 360 l/min ja sammutussuuttimessa noin 130 l/min. Vesivirta yhteensä on lähes 500 l/min! Tämä kannattaa huomioida sammutustoiminnassa, koska vaarana on veden loppuminen kesken sammutushyökkäystä, jos lisävedestä ei ole huolehdittu ajoissa.

Tuuletussuuttimesta tulevan veden virtaus aiheuttaa imua tuuletusaukkoon, jolloin savu purkautuu aukon kautta ulos palotilasta. Sammutussuutin suihkuttaa vettä palotilaan, suojelee tuuletussuutinta ja viilentää aukosta purkautuvaa kuumaa savua. Poistoaukon yläpuoliset rakenteet kannattaa tarvittaessa suojata työsuihkulla myös alipainetuuletustekniikassa, vaikka tuuletusputken vesisumu viilentää kuumaa purkautuvaa savua tehokkaasti.

**Katso video:**

Sammutustuuletus alipaineella

**Kuva 57.** Sammutustuuletus alipaineella tuuletusputkella.

**Alipainesammutustuuletuksen suoritus sammutustuuletusputkella:**

- Tiedustellaan hyökkäysreitti ja palotilan poistoaukko.
- Selvitetään sammutustuuletusputki poistoaukolle (ikkuna).
- Selvitetään tarvittaessa poistoaukolle työjohto, jolla suojataan yläpuolisia tiloja purkuaukon yläpuolella.
- Rikotaan ikkuna turvallisesti tuuletusputkella tai palohaalla varoen lasinpalasia.
- Asennetaan tuuletusputki ikkuna-aukkoon ja avataan tuuletus- sekä sammutussuutin.
- Avataan hyökkäysreitin ovi.
- Todetaan läpivirtauksen toteutuminen. Jos läpivirtausta ei kunnolla tunnu, huoneistossa on todennäköisesti väliovia kiinni. Alipainetuuletusta voidaan kuitenkin jatkaa, jos tilanne muuten sen sallii.
- Jäähdytetään oviaukolta savukaasuja suihkuputkella ja edetään sisälle.
- Sammutussuutin suljetaan viimeistään silloin, kun savusukelluspari saavuttaa palotilan.
- Sammutetaan alkupalot ja jäädytetään kuumia pintoja pyrolyysin pysäyttämiseksi.
- Varmistetaan sivutilat ja etsitään mahdolliset pelastettavat.
- Lopuksi siirrytään koneelliseen alipainetuuletukseen.

## 5.5 Täydentävien sammutustekniikoiden mahdollisuus

Työelämässä tehdyissä havainnoissa on huomattu, että osan rakennuspaloista olisi pelastuslaitos sammuttanut heti alkuvaiheessa pienemmälläkin sammutustoimenpiteillä, kuten käsisammuttimilla tai kiinteistön pikapalopostilla. Tilanteessa, jossa ensimmäinen yksikkö ei kykene tunkeutumaan sisälle palavaan huoneistoon, voidaan rajoittaa paloa tehokkaasti käsisammuttimilla esimerkiksi ikkunan kautta tai pistoputkilla ulkoapäin (vettä tai jauhetta käyttäen). Ensimmäisenä kohteeseen saapuvassa yksikössä ei välttämättä ole välineistöä eikä henkilöstöä perinteisten letkuselvitysten tekoon, jolloin on tärkeää yrittää sammuttaa tai rajoittaa paloa muilla menetelmillä ja välineillä. Jos ensimmäisellä yksiköllä on kalustoa letkuselvityksen tekoon mutta ei resursseja sisäsammutukseen, niin varsi- ja keihässammuttimen tyyppiset välineet ovat erittäin tehokkaita sammuttimia heti alkuvaiheessa. (Huttu 2018.)

### Miten alipainesammutustuuletus eroaa ylipainesammutustuuletuksesta?

- Alipainesammutustuuletuksessa ”imetään” alipaineella poistoaukon kautta kuuma savu pois, kun ylipainesammutustuuletuksessa vastaavasti ”työnnetään” ylipaineella kuuma savu pois.
- Alipaineella suoritetussa sammutustuuletuksessa riskit palon leviämiselle ja palokaasujen syttymiselle ovat pienemmät kuin ylipainesammutustuuletuksessa.
- Alipainetuuletuksessa poistoaukolle tulee asentaa tuuletusputki tai savutuuletin ja vastaavasti ylipainetuuletuksessa savutuuletin asennetaan hyökkäysreitille.

### Tärkeää

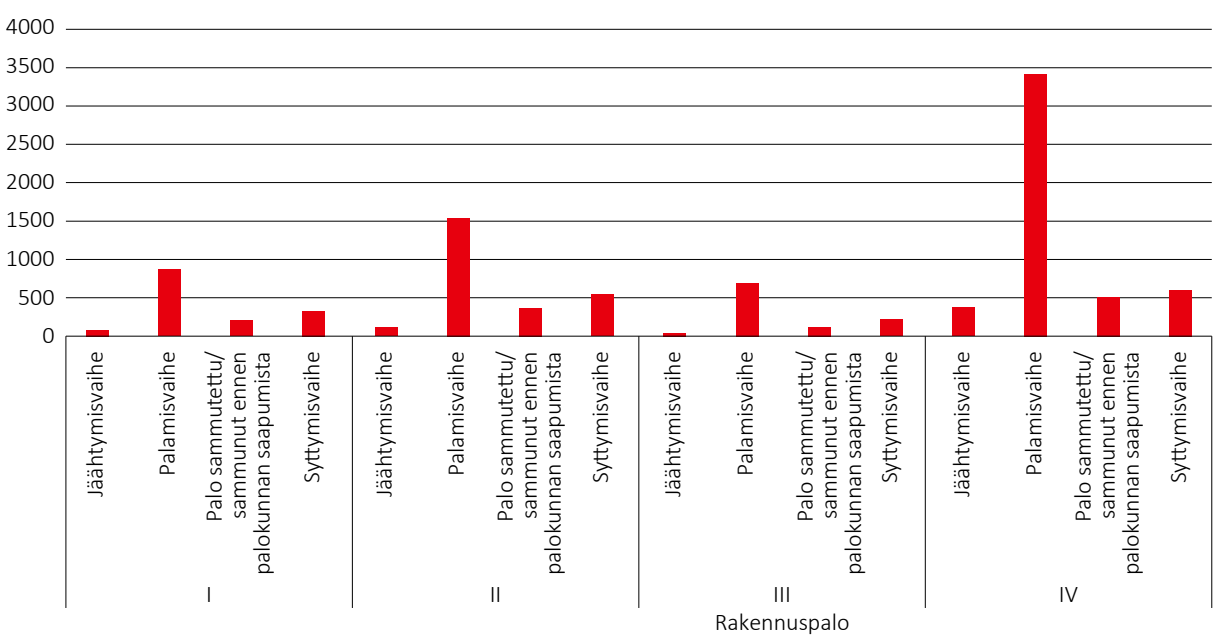
- Alipainesammutustuuletuksessa on sama tavoite kuin ylipainesammutustuuletuksessa eli lämpötilan laskeminen palotilassa sekä näkyväisyyden parantaminen.
- Alipainesammutustuuletus onnistuu parhaiten tuuletusputkella.
- Tuuletusputki ei kykene sammuttamaan paloa, se vain mahdollistaa alipainetuuletuksen.
- Tuuletusputkea käytettäessä lisävesi on huolehdittava ajoissa, koska tuuletuksen aikana vesivirta on jatkuvaa, lähes 500 l/min.

Kaaviossa 21 on pelastustoimen tehtävät riskialueittain. Riskialueen I ja riskialueen IV ero rakennuspalojen tehtävämäärässä on merkittävä. Rakennuspalotehtäviä riskialueella IV on huomattavasti enemmän kuin riskialueella I. Vastaavia tuloksia on myös yksittäisten pelastuslaitosten tilastoissa (Mäkelä 2019, 39). Riskialueella IV rakennuspalot ovat valtaosaltaan palamisvaiheessa pelastuslaitoksen saavuttua kohteeseen. Näiden tilastojen perusteella täydentävät sammutustekniikat hyökkäävällä ulkoa sammuttamisen taktiikalla sopivat hyvin myös haja-asutusalueelle, ja ne mahdollistavat tehokkaan sammutustoiminnan aloittamisen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

Perinteisiä letkuselvityksiä kevyempiä sammutusmenetelmiä voidaan hyödyntää laajoissa kohteissa, joissa selvitysmatkat ovat pitkiä (mm. sairaalat, kauppakeskukset). Esimerkiksi sprinklatuissa rakennuksissa palo voi rajoittuu pienelle alueelle, ja tällöin sammutus voidaan viimeistellä alkusammutusvälineillä. Täydentävät sammutustekniikat eivät korvaa perinteisiä sammutustekniikoita, vaan toimivat niiden rinnalla etupainotteisesti. Joissakin tilanteissa voidaan jopa selvitä pelkästään alkusammuttimilla. Joka tapauksessa tulipalotilanteissa on aina syytä letkuselvityksellä (perusselvitys tai työjohtoselvitys) varmistaa tilanne, vaikka alkusammuttimia käytetään sammuttamiseen. Lisäksi tulee muistaa työturvallisuus käytettäessä alkusammuttimia (kt. 5.12.2). **Tilanne voi muuttua nopeasti ja suljettujen ovien takana voi olla syttyvä rikas savuilmaseos. Tällöin alkusammuttimet eivät anna riittävää suojaa sammuttajalle.** (Huttu 2018.)

Sammutustaktiikan **nelikenttämallissa** täydentävät sammutustekniikat sopivat hyvin muun muassa palon **sammuttamiseen ja rajoittamiseen ulkoa**. Näin täydentävillä sammutustekniikoilla luodaan hyvät edellytykset jatkaa turvallisesti hyökkäävään sisältä sammuttamisen taktiikkaan, jolloin muun muassa savusukellus helpottuu, altistumisaika vähenee sekä työturvallisuus ja pelastustoiminnan suorituskyky paranevat. (Huttu 2018.)

Pelastusyksikön ensitoimenpiteitä täydentäviä menetelmiä ovat esimerkiksi käsisammuttimilla, pistosuihkuputkilla, varsi- ja keihässammuttimen tyyppisillä välineillä, heittosammuttimella tai korkeapainesammutinlaitteistolla (Cobra, UHPS, HPS) sekä painevaahdolla (CAFS) sammuttaminen tai palon rajoittaminen. Pistosuihkuputkilla pyritään jäähdyttämään huone- tai ontelotilassa olevaa paloa rakennuksen ulkopuolelta. Sammutusjauheella sekä aerosolisammutteilla ensitoimenpiteenä pyritään tekemään palokaasut syttymättömiksi inhibition avulla ja laskemaan palavan tilan lämpötilaa




**Kaavio 21.** Rakennuspalot riskiluokan ja palon kehittymisasteen mukaan lajiteltuna vuosina 2017–2021.

jäähdyttävällä vaikutuksella. Korkeapainesammutinlaitteilla (Cobra, (U)HPS) pyritään rajoittamaan paloa jäähdyttämällä ja sitomalla lämpö mikropisaroihin sekä tukahduttamaan palo syntyvän höyrynpainevaikutuksen avulla. Painevaahdolla (CAFS) pyritään rajoittamaan paloa penslaamalla painevaahdolla palavat ja pyrolysoituvat pinnat ja eristämällä ne. Käsisammuttimilla voidaan jo alkusammutustiedustelussa sammuttaa paikallinen palo. Menetelmiä voidaan käyttää joko pelastusyksikön ensi-iskuna tai tehostamaan toimintaa tilanteen aikana ja tilanteen niin vaatiessa. (Huttu 2018.)

### Mitä eroa on alkusammutustiedustelulla ja alkusammutuksella?

- Alkusammutustiedusteluun liittyy epävarmuus tilanteesta ja mahdollisia vaaroja, jotka kohdistuvat alkusammutustiedustelua tekevään henkilöön. Alkusammutustiedustelussa tulee huomioida työturvallisuus ja käyttää asianmukaisia suojavarusteita kuten paloasua ja paineilmahengityslaitetta. Esimerkiksi perusselvitys alkusammutustiedustelulla.
- **Alkusammuttaminen** on palon sammuttamista alkusammuttamilla, eikä tilanne vaadi välttämättä erityisiä suojavarusteita.

## 5.6 Korkeapainesammutuslaitteet

Suurpaineella tarkoitetaan yli 2 MPa:n (20 bar) painetta, pienpaineella yleensä alle 1 MPa:n (10 bar) painetta. Suurpainetta tuottavissa korkeapainepumpuissa pumppupaine on tyypillisesti 4 MPa:n (40 bar) luokkaa (Hyttinen ym. 2014, 267–278). Korkeapainesammutinlaitteella käsitetään yleensä laitejärjestelmää, jonka suihkupaine on erittäin suuri, 10–40 MPa (100–400 bar).

Korkeapainelaitteiden **sammutusteho perustuu** pieneen pisarakokoon (mikropisaroihin). Pisarakoon merkitys **jäähdytystehoon** on merkittävä: mitä pienempää pisaraa saadaan samasta vesimäärästä, sen tehokkaampaa jäähdytys on suhteessa käytettyyn vesimäärään. Pisarakoon ollessa erittäin pieni pienestä vesimäärästä saadaan paljon pisaroita, joiden yhteen laskettu pinta-ala on vastaavasti suuri (ks. luku 3.3.4). Esimerkiksi yksi litra vettä 0,4 mm:n pisarakoolla muodostaa 15 $m^2$:n pisarapinta-alan, ja vastaavasti 0,08 mm:n pisarakoolla pinta-ala on jo 75 $m^2$. Suuri pinta-ala vaikuttaa siihen, että sammutusvesi höyrystyy nopeasti ja näin sitoo lämpöä tehokkaasti. Esimerkiksi jos yksi litra vettä suihkutetaan 500-asteiseen savuun, pisarakoon ollessa 0,4 mm laskennallinen lämpövirta savusta vesipisaroihin on noin 3,5 MW. Vastaavasti pisarakoon ollessa 0,08 mm lämpövirta savusta vesipisaroihin on noin 51,45 MW. (Hyttinen ym. 2014, 272–273.)

Edellisessä esimerkissä kannattaa huomioida, että vesivirta korkeapainelaitteissa on huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi 42 mm:n työjohdossa. **Pieni pisara on tehokas**, ja pienellä vesivirralla saadaan tehokas lämpövirta savusta pisaroihin. Jäähtyäkseen palo tarvitsee kuitenkin riittävän määrän sammutusvettä, joka sitoo riittävästi lämpöä. Korkeapainelaitteissa oleva pieni vesivirta ei välttämättä ole riittävä sitomaan palossa olevaa lämpömäärää, vaikka sammutusvesi höyrystyykin tehokkaasti (ks. luku 3.3.1). Tehovertailussa kannattaakin huomioida vesivirta, joka korkeapainelaitteissa on erittäin pieni (22–60 l/min) verrattuna normaaliin työsuihkuun (350–500 l/min).

Pienen vesivirran vuoksi korkeapainelaitteilla ei voi turvallisesti savusukeltaa. Parhaimmillaan rakennuspaloissa korkeapainelaitteet toimivat palavan kohteen ulkopuolelta, ja ne soveltuvatkin hyvin nelikenttämallissa **palon sammuttamiseen ja rajoittamiseen ulkoa**.

Pisarakoon pienentyessä myös pisaran massa pienenee. Erittäin pienessä pisarassa ongelmana on kevyen pisaran saaminen riittävän kauas kuumaan palotilaan. Toisaalta rajatussa tilassa, kuten ontelopaloissa, korkeapainelaitteet ovat erittäin tehokkaita eivätkä aiheuta mittavia vesivahinkoja.

Tyypillisiä esimerkkejä korkeapainelaitteistosta ovat UHPS (Ultra High Pressure System), HPS (High Pressure System) ja Cobra-sammutinleikkuri sekä sammutinleikkurit WJFE 300 ja RFC CUTTEX. Käyttöpaineet näissä laitteissa ovat

10–35 MPa (100–350 bar), ja veden virtaama on 22–60 litraa minuutissa. Niiden suuttimista tuleva vesi on sumumaista mikropisaraa. Mikropisaraksi katsotaan pisarat, joiden keskimääräinen pisarakoon halkaisija on alle 0,10 mm (Kuikka 2017).

Myös teolliseen käyttöön suunniteltuja painepesureita on suunniteltu ja testattu palonsammutukseen. Näissä painepesureissa käyttöpaineet ovat olleet 16–35 MPa (160–350 bar) ja vesivirta 21–51 l/min. (Karasti 2021.)

## Tärkeää

- Korkeapainesammutuslaitteet tuottavat erittäin pientä vesipisaraa, joka sitoo tehokkaasti lämpöä höyrystyessään, ja suhteellisen pienellä vesimäärällä saadaan hyvä sammutusteho.
- Toisaalta korkeapainelaitteessa on pieni vesivirta, joka ei riitä sitomaan palon lämpömäärää, jos palon teho tilanteessa on suuri.
- Pienen vesivirran vuoksi korkeapainelaitteilla ei voi turvallisesti savusukeltaa.

## 5.7 Sammutinleikkurin sammutustekniikka

Sammutinleikkuri koostuu vesisäiliöstä, voimanlähteestä, leikkuuaineen säiliöstä, korkeapainevesipumpusta, letkukelasta sekä ”peitsestä”. Esimerkiksi ruotsalainen laitemerkki Cobra Cold Cut on tällä periaatteella toimiva sammutinleikkuri. Muitakin vastaavia laitteita on, kuten WJFE 300 ja RFC CUTTEX. Erona muihin korkeapainejärjestelmiin sammutinleikkuri on samalla myös vesileikkauslaite, jollaiseksi esimerkiksi Cobra-sammutinleikkuri alun perin on suunniteltukin. Korkeapainepumpun tuottamalla vesipaineella ja veteen lisätyllä leikkuuaineella, abrasiivilla, voidaan leikata tai porata sammutusvedelle reitti sammutettavaan tilaan. Cobra-sammutinleikkurin yhtenäisen vesisuihkun kantama on 5–6 metriä ja vesisumun kantama 14–16 metriä. Vesivirta on 50–60 l/min ja veden lähtönopeus peitsen kärjestä noin 200 m/s. Pumpun tuottamalla noin 30 MPa:n (300 bar) vesipaineella voi läpäistä kevyitä materiaaleja muutamassa sekunnissa. Pienistä metallioksidikuulista koostuvaa leikkuuainetta (abrasiivia) veteen lisäämällä materiaalien läpäisy nopeutuu. Laitteella on mahdollista läpäistä esimerkiksi kymmenen millimetriä terästä noin 40 sekunnissa. (Rinne, Grönberg, Heikura & Loponen 2011.)

Cobra-sammutinleikkurissa on kelalla letkua yleensä 80 metriä. Teoriassa letkun maksimipituus voi olla jopa 300 metriä. Sammutinleikkurin peitseen on saatavilla jatkovarsi, jolloin sammutinleikkuria voidaan käyttää esimerkiksi matalissa rakennuksissa maasta käsin jäähdytettäessä yläpohjaa räystään kautta. Lisävarusteena saatavalla matalapainesuihkuputkella voidaan sammuttaa muita pienempiä paloja, kuten auto-, roskis- ja maastopaloja. Cobra-sammutinleikkuria varten on kehitetty erilaisia tikkaita ja tasoja (ks. kuva 34 ja kuva 59), joilta työskentely onnistuu työturvallisesti. Jatko- tai vetotikkailta sammutusleikkurilla työskentely ei ole työturvallista. Sammutinleikkurissa on noin 150 N:n (15 kg) jatkuva rekyyli sitä käytettäessä. Sammutinleikkurin käyttö on raskasta, koska leikkuria on pidettävä koko ajan tarkasti paikallaan. Lisäksi koska vesivirta on pieni, täytyy vettä suihkuttaa palotilaan useita minuutteja. Sammutinleikkuri tekee pienen, vain muutaman millimetrin kokoisen reiän, ja jos sammutinleikkurin kärki liikahtaa, vesi ei osu enää samaan reikään, jolloin sammutinleikkurilla joutuu tekemään uuden reiän.

**Kuva 58.** Cobra-sammutinleikkurilla jäähdytetään ullakolla olevia palokaasuja puomitikkaasta käsin.

**Kuva 59.** Sammutinleikkuria varten suunniteltu tikkaat. Tikkaissa on seinätuki ja tyvipäässä vakautin sekä pelastajan kiinnittäytymiseen tarkoitettu kiinnittäytymislenkki.

Sammutinleikkuria käytettäessä tärkeää on paikallistaa palon sijainti rakennuksessa ulkopuolelta. Ikkunoiden karmit ja palotilaan johtavat ovet ovat hyviä paikkoja läpäistä rakenteita. Ontelopaloissa ontelon pääty on hyvä kohta laittaa sammutinleikkurilla korkeapaineinen vesisumu suljettuun ontelotilaan. Myös rakennuksen sisältä käsin voi sammutinleikkurilla läpäistä yläpohjan ja saada sitä kautta vettä ontelotilaan. Tässä tilanteessa kuitenkin sammutussuihkun läpäistessä yläpohjan ja eristysvillat vesisuihku osuu vesikaton alapintaan, eikä sammutusvaikutus ei ole niin tehokas kuin päätykolmiosta tai räystäslinjalta laitettu vesisuihku, joka leviää kokonaan ontelotilaan.

Sammutinleikkurilla sammutettaessa tärkeää on kohdistaa vesisuihku kuumimpaan paikkaan, jossa vesi höyrystyy. Pienipisarainen vesi höyrystyy nopeasti ja sitoo tehokkaasti lämpöä. Pienipisaraisen sammutusveden sammutusvaikutus on tehokkaampi, jos palotila on suljettu. Avoin tila lisää veden tarvetta 2–3 kertaa enemmän kuin suljettu tila. (Rinne ym. 2011.)

Ulkoa päin sammutettaessa sammutinleikkurin peitsi tulisi suunnata yläviistoon niin, että rakenteen läpäisyn jälkeen vesisuihku kulkeutuu kohti huoneen kattoa ja päätyseinää kuumimpaan paikkaan, jossa vesi höyrystyy. Koska sammutinleikkurin vesivirta on pieni, vain 50–60 l/min, tulee vettä suihkuttaa palokohteeseen minuutteja, sillä hetkellisellä sammutinleikkurin käytöllä ei ole riittävää vaikutusta. Tärkeää on seurata lämpökameraa hyväksi käyttäen sammutuksen vaikutusta ja tarvittaessa siirrettävä sammutinleikkurin paikkaa. (Kuikka 2017.)

Sammutinleikkuria voi myös käyttää palohuoneiston ulko-ovelta suoraan palavaan huoneistoon. Tässä kannattaa huomioida, että vesivirta on pieni ja pisarat keveitä eikä sammutinleikkuri anna riittävää suojaa sammuttajille pitkälle kehittyneessä huonepalossa. Lisäksi avonaisesta ovesta suihkutettu sammutinleikkurin korkeapaineinen sumu aiheuttaa voimakkaan ejektorivaikutuksen ja painaa ilmaa sisään huoneistoon sekä voi aiheuttaa paloon epäedullisia virtauksia (ks. luku 3.4).

**Sammutinleikkurin käyttö rakennuspaloissa**

- Paikallistetaan lämpökameraa avuksi käyttäen palon sijainti rakennuksessa tai palopesäke rakenteessa.

- Määritellään rakenteesta kohta, josta sammutinleikkurilla tehdään läpäisy palotilaan.
- Selvitetään sammutinleikkuri, käytetään hyväksi työtasoja ja erityisiä tikkaita, jotka on suunniteltu sammutinleikkurin käyttöä varten.
- Huomioidaan turvaohjeet.
- Suunnataan sammutinleikkurin vesisuihku palotilan kuumimpaan kohtaan. Jäähdytetään palotilaa sammutinleikkurilla minuutteja, koska vesivirta on vain noin 60 l/min.
- Seurataan lämpökameraa hyväksi käyttäen sammutuksen vaikutusta ja tarvittaessa siirretään sammutinleikkurin paikkaa.
- Siirrytään nelikenttämallin mukaisesti hyökkäävästä ulkoa sammuttamisesta hyökkäävään sisältä sammuttamiseen: varmistetaan palotilan sammutus työsuihkulla sisältä käsin ja tarvittaessa suoritetaan sisäsammutus savusukeltamalla.

### Miten käytän sammutinleikkuria turvallisesti?

- Käytä suojavarusteina paloasua ja paineilmahengityslaitetta.
- Peistä ei saa suunnata ihmistä kohti, sillä suuttimen välittömässä läheisyydessä on erittäin voimakas leikkaava vaikutus.
- Turvaetäisyys suojaamattomaan henkilöön tulee olla vähintään 10 metriä ja 5 metriä henkilöön, jolla on suojavarusteet.
- Huomioi, että tilassa, jonne aiot suihkuttaa sammutinleikkurilla vettä, voi olla ihmisiä.
- Älä käytä sammutinleikkuria, jos sammuttajia on sisällä samassa tilassa.
- Sammutinleikkurin radiolähettimen sivussa on painike, josta kytketään virta. Kytke virta vasta välittömästi ennen käsipeitsen käyttöä ja sammuta virta välittömästi käytön jälkeen (vertaa ”aseen varmistin”).
- Sammutinleikkurin peistä käytettäessä on sitä tuettava hetken vielä senkin jälkeen, kun liipaisin vapautetaan, koska letkussa on vielä hetken painetta liipaisimen vapautuksen jälkeen ja rekyyli edelleen.
- Älä suuntaa vesisuihkua jännitteellisiin kohteisiin.

### Tärkeää

- Erittäin korkean suihkupaineen yli 30 MPa:n (300 bar) vuoksi sammutinleikkuria käsiteltäessä tulee huomioida työturvallisuus.
- Sammutinleikkurin vesisuihku tulee kohdistaa palotilassa kuumimpaan kohtaan, jossa vesi höyrystyy tehokkaasti.
- Sammutinleikkurin vesivirta on pieni, joten sitä pitää käyttää minuutteja.

## 5.8 UHPS- ja HPS-sammutustekniikka

UHPS (Ultra High Pressure System)- ja HPS (High Pressure System) -sammutinlaitteet ovat myös korkeapainesammutuslaitteita ja toimivat samalla periaatteella kuin sammutinleikkurit. Erona sammutusleikkureihin on niiden pienempi suihkupaine, 10 MPa (100 bar), ja niissä ei yleensä ole erillistä leikkuuainetta (joissakin uusimmissa maleissa on myös mahdollista käyttää leikkuuainetta). UHPS- ja HPS-sammutinlaitteissa on mahdollista lisätä vaahdotetta sammutusveteen. Vaahdote lisää sammutuslaitteen käyttömahdollisuutta eri sammutustehtävissä. Laitteiden sammutusteho perustuu tukahdutukseen ja jäähdytykseen sekä pyrolyysin katkaisuun vaahdon avulla. Pienipisaraisella vesisumulla voidaan jäähdyttää palotilaa ja vaahdolla voidaan sammuttaa palavia pintoja sekä estää pyrolisoitumista palavilla että palamattomilla kuumilla pinnoilla. Vaahdote myös vähentää veden pintajännitystä lisäten veden tunkeutumiskykyä huokoisiin materiaaleihin.

Kuvassa 60 olevan UHPS-laitteiston käyttöpaine on 10 MPa (100 bar), ja korkeapainepumppu saa käyttövoiman erillisestä polttomoottorista tai hydraulitoimisesta moottorista, joka on integroitu sammutusautoon. Laitteen vesivirta on yleensä 38 litraa minuutissa ja keskimääräinen pisarakoko on 0,08–0,10 mm. Laitteessa on portaattomasti säädettävä suihkukulma 110 asteeseen asti. Lisäksi suihkuputkeen on integroitu raskasvaahtoputki. Laitteeseen on myös saatavilla lisävarusteena

**Kuva 60.** Sammutusautoon integroitu UHPS.

pistosuihkuputki. Sammutusveteen voidaan lisätä vaahdotetta 0–6 prosentin liuoksella. Laitteen kelalla on korkeapaineletkua yleensä 60 metriä. (Kuikka 2018.)

UHPS:n vähäisen vesivirran vuoksi laite ei sovellu sisäsammutukseen savusukeltamalla. Vesivirta on pieni ja pisarat ovat keveitä, jolloin ne eivät anna riittävää suojaa sammuttajille sisällä pitkälle kehittyneessä palossa tai jos palo voimistuu sisällä sammutuksen aikana. Lisäksi korkeapaineletku on hyvin ohutta ja notkeaa, eikä sen avulla pysty ohjautumaan pois savuisesta tilasta yhtä helposti kuin normaalin 42 mm:n työletkun avulla. Kuumassa sisätilassa UHPS:n vesisumu höyrystyy lähellä sammuttajaa, koska pienen pisarakoon vuoksi höyrystyminen on hyvin nopeaa eivätkä pienet pisarat ehdi lentää kauas. Tämä voi aiheuttaa sammuttajalle yllättävän löylyilmiön. UHPS soveltuu rakennuspaloissa sisäsammutukseen silloin, kun sammutetaan palon alkua eikä sammuttaminen vaadi savusukeltamista. Sammutustyössä myös UHPS:n kanssa tulee käyttää paloasua ja paineilmahengityslaitetta.

UHPS:ää voidaan myös käyttää vastaavasti kuin sammutinleikkuria sammuttamaan ja rajoittamaan paloa rakennuksen ulkopuolelta. Laitteella ei kuitenkaan voi läpäistä rakenteita, joten pienipisarainen vesisumu täytyy suihkuttaa ovi- tai ikkuna-aukosta huonetilaan tai tehdään rakenteeseen aukko esimerkiksi rakennuksen päätykolmioon. Tai vesisumu voidaan laittaa kohteeseen UHPS:n omalla pistosuihkuputkella rakenteiden läpi. Tärkeää on kohdistaa vesisumu kuumimpaan paikkaan, jossa pienipisarainen vesi höyrystyy nopeasti ja sitoo tehokkaasti lämpöä. Pienipisaraisen sammutusveden sammutusvaikutus on tehokkaampi, jos palotila on suljettu. Koska vesivirtaan on pieni, vain 38 l/min, palokaasuja jäähdyttäessä UHPS:ssä suihkuputkea on pidettävä pitempään auki kuin tavallisella työsuihkulla. Vaahtoa käytettäessä sammutetta on pyrittävä levittämään palaville sekä pyrolysoituville pinnoille maalaavin

liikkein. **Tärkeää on käyttää lämpökameraa** hyväksi, jotta sammute osataan kohdistaa oikeaan paikkaan (kuva 61). Ilman lämpökameraa savussa ja pimeässä tämä on hankalaa. UHPS-laitteella voidaan myös savutuulettaa ikkunasta kuten ”tavallisella” työsuihkulla.

**UHPS- ja HPS-sammutinlaitteen käyttö rakennuspaloissa**

- Jos palo ei edellytä savusukeltamista ja palo on alkuvaiheessa, voidaan sammutinlaitteella suorittaa sammutus sisältä käsin (hyökkäävä sisältä sammuttaminen).
- Jos palo on kehittynyt pitkälle ja sisäsammutus vaatisi savusukeltamista, paikallistetaan lämpökameraa avuksi käyttäen palon sijainti rakennuksessa.
- Etsitään aukko (ovi, ikkuna, luukku) tai tehdään rakenteeseen reikä, josta vesi saadaan suihkutettua sammutinlaitteen suihkuputkella tai sammutinlaitteen pistosuihkuputkella palotilaan kuumimpaan paikkaan.
- Jäähdytetään palotilaa sammutinlaitteella minuutteja, koska vesivirta on vain noin 38 l/min. Seurataan lämpökameralla sammutuksen vaikutusta.
- Levitetään vaahtoa palaville ja palamattomille kuumille pinnoille ja käytetään lämpökameraa avuksi, jotta voidaan kohdistaa sammute oikeaan paikkaan.
- Siirrytään nelikenttämallin mukaisesti hyökkäävästä ulkoa sammuttamisesta hyökkäävään sisältä sammuttamiseen: varmistetaan palotilan sammutus 42 mm:n työsuihkulla sisältä käsin ja tarvittaessa suoritetaan sisäsammutus savusukeltamalla.

## Tärkeää

- Vesivirta UHPS- ja HPS-sammutinlaitteessa on pieni, vain 38 l/min, joten vettä pitää suihkuttaa kohteeseen minuutteja jäähdytettäessä palotilaa rakennuspaloissa.
- UHPS- ja HPS-sammutinlaitteen sammutusteho perustuu tukahdutukseen ja jäähdytykseen sekä pyrolyysin katkaisuun vaahdon avulla.
- UHPS- ja HPS-sammutinlaitteella ei voi savusukeltaa turvallisesti pienen vesivirran vuoksi.

**Kuva 61.** UHPS-sammutinlaitteessa voidaan käyttää myös A-vaahtoa rakennuspaloissa. Lämpökameran avulla sammute saadaan kohdistettua oikeaan paikkaan.

### Miten käytän UHPS- ja HPS-sammutinlaitetta turvallisesti?

- Suojavarusteet: paloasu, paineilmahengityslaite.
- Sammutinlaitetta ei saa suunnata ihmistä kohti, sillä suuttimen välittömässä läheisyydessä on erittäin voimakas leikkaava vaikutus.
- Huomioi, että tilassa, jonne aiot suihkuttaa sammutinlaitteella vettä, voi olla ihmisiä. Älä käytä laitetta, jos sammuttajia on sisällä samassa tilassa, jonne sammutinlaitteen suihku osuu.
- Sammutinlaitteessa on korkeapainepumpun sammuttamisen jälkeen vielä suljettu paine, joten poista se suuntaamalla peitsi maahan ja painamalla liipaisimesta.

## 5.9 CAFS-sammutustekniikka

CAFS (Compressed Air Foam System) on paine-vaahtojärjestelmä, jossa vaahto muodostetaan sammutinlaitteen pumpussa ennen kuin sammute johdetaan työletkuun (kuva 62). Vaahto muodostuu vedestä, vaahdotteesta ja paineilmasta. Vaahdotetta, yleensä A-luokan vaahtonestettä, vaahtoliuoksessa on vain 0,1–1 prosenttia. Paineilma lisätään vaahtoliuokseen sammutinlaitteen pumpulla olevalla kompressorilla, jolloin työjohdossa on valmis vaahto eikä siihen enää tarvitse lisätä ilmaa vaahtoputkella niin kuin ”perinteisessä tavassa”, jossa muodostetaan sammutusvaahtoa välisekoittimella ja yhdistelmävaahtoputkella. Veden, vaahdotteen ja paineilman syöttöä CAFS-laite ohjaa automaattisesti. CAFS-laitetyypistä riippuen laitetta käytetään näyttötaululta tai erillisillä painonapeilla, joista voi valita vaahtotyypiksi joko märän tai kuivan vaahdon.

CAFS-vaahto on raskasta vaahtoa, joka vaahtoluvun perusteella jaetaan märkään, vetiseen (fluidi) ja kuivaan vaahtoon. Kuvassa 63 on märkää vaahtoa seinällä vasemmalla ja kuivaa vaahtoa oikealla. Taulukossa 6. kuvataan CAFS-vaahtojen ominaisuuksia eri vaahtoluvuilla.

**Kuva 62.** CAFS-laite kärkiyksikössä.

| CAFS-vaahto | | | |
|---|---|---|---|
| **Tyyppi** | märkä | fluidi | kuiva |
| **Vaahtoluku** | 1–5 | 5–10 | 10–20 |
| **Olomuoto** | vetinen | vetinen ”partavaahto” | jäykkä ”partavaahto” |

**Taulukko 6.** CAFS-vaahdon ominaisuuksia eri vaahtoluvuilla (NFPA 2000; Rinne & Vaari 2005).

Vaahtoluku CAFS-laitteilla vaihtelee yleensä välillä 4–20. Esimerkiksi taulukossa 7 Rosenbauerin RFC CAFS CUBE laitteella vaahtoluku märällä vaahdolla on 4 ja kuivalla vaahdolla 11, jolloin virtaamalla 400 l/min vaahtoliuosta saadaan märkää vaahtoa 1600 l/min (Rosenbauer 2022). Vastaavasti One Sevenin OS-900-T-laitteella vaahtoluku märällä vaahdolla on 7 ja kuivalla vaahdolla 20, jolloin virtaamalla 130 l/min vaahtoliuosta saadaan märkää vaahtoa 900 l/min (Schmitz One Seven GmbH 2022).

CAFS-laitteissa vesivirta on pieni suhteessa sammutteen määrään. Esimerkiksi taulukosta 7 huomataan, että vesivirralla 130 l/min saadaan 900 l/min tuotto märkää vaahtoa. Jos CAFS-laitteesta ajetaan kuivaa vaahtoa, **veden kulutus pienenee edelleen**. Esimerkiksi One Seven OS-900-T -laitteella kuivan vaahdon vesivirta on vain noin 45 l/min ja vaahtoluku 20. Tällöin sammutteen määrä on edelleen noin 900 l/min.

**Kuva 63.** Kuvassa vasemmalla märkä vaahto, oikealla kuiva vaahto.

| Laitemerkki ja tyyppi | märän vaahdon vaahtoluku | kuivan vaahdon vaahtoluku | vedenkulutus märällä vaahdolla l/min | sammutteen tuotto, märkää vaahtoa l/min |
|---|---|---|---|---|
| Rosenbauer RFC CUBIC | 4 | 11 | 400 | 1600 |
| One Seven OS-1400-100-B | 7 | 20 | 200 | 1400 |
| One Seven OS-900-T | 7 | 20 | 130 | 900 |

**Taulukossa 7** on esimerkkinä kolme eri CAFS-laitetta ja niiden vaahtoluvut, veden kulutus ja vaahdon tuotto (Rosenbauer 2022; Schmitz One Seven GmbH 2022).

Pienestä veden kulutuksesta ja suuresta sammutemäärästä on hyötyä rakennuspalojen sammutuksessa, sillä sammutusvaikutus on tehokkaampi suhteessa vesimäärään ja jälkivahingot rakenteille ovat pienemmät. Esimerkiksi yläpohjan ontelossa CAFS-vaahto sammutteena ei aiheuta vesivahinkoja ja yläpohjan sortumisvaraa niin kuin pelkkä vesi, jota joutuu vastaavassa tilanteessa käyttämään suuria määriä. Koska sammutetta saadaan runsaasti pienestä vesimäärästä, CAFS-sammutinlaitteisto soveltuu hyvin kevyt- ja kärkiyksiköihin. CAFS-laitteesta tuleva sammute on kevyttä, koska suurin osa sammutteesta on paineilmaa, ja näin ollen paloletkut ovat kevyitä käsitellä. Lisäksi painehäviöt letkujohdossa ovat CAFS- vaahtoa käytettäessä pienet, joten selvitysmatkat voivat olla pitkiä, yli 200 metriä. CAFS-laitteiden suihkun kantama on kohtuullinen, märällä vaahdolla 20–30 metriä. CAFS-laitteilla voidaan sammutetta syöttää korkealle, koska veden hydrostaattinen paine ei vaikuta kovinkaan paljon nousuhäviöön. Esimerkiksi SKY CAFS -järjestelmällä nousukorkeus on 400 metriä. (Rosenbauer 2022.)

CAFS-sammutinlaitetta käytettäessä tulee käyttää tähän erikseen suunniteltua suihkuputkea (kuva 64). CAFS-suihkuputkessa on suora suutinpää, ja siinä voi olla lisäksi erillinen ”läppä”, jolla vaahtosuihkua voi leventää. Lisäksi on CAFS-suihkuputkia, joissa sisällä on kääntyvät siivekkeet (TFT Vortex). CAFS-vaahtoa voidaan myös levittää tavallisella suihkuputkella, mutta se poistaa vaahdosta ilmaa ja vaahdosta tulee vetisempää. (Rinne & Vaari 2005, 90.)

**Kuva 64.** CAFS- sammutinlaitteen suihkuputki ja pistosuihkuputki.

Käyttökohde ratkaisee, millaista vaahtoa CAFS-laitteesta kannattaa käyttää palon sammutuksessa. Märkä vaahto on raskasta, vaahtomaista ja vetistä. Se soveltuu hyvin sisäsammutukseen ja kohteisiin, joissa tarvitaan pitkää suihkun kantamaa. Märällä CAFS-vaahdolla on hyvä kantama ja tunkeutumiskyky palavaan materiaaliin. Kuivassa CAFS-vaahdossa veden osuus on huomattavasti pienempi kuin märässä vaahdossa, ja vaahto on kuin partavaahtoa. Kuiva CAFS-vaahto soveltuu parhaiten eristämiseen ja suojaamiseen. Kuivassa CAFS-vaahdossa on kohtuullisesti kantamaa mutta ei kunnollista tunkeutumiskykyä. Kuiva CAFS-vaahto tarttuu hyvin erilaisille pinnoille, esimerkiksi yläpohjan kattotuolirakenteisiin. (Kuikka 2018.)

CAFS-sammuttaminen perustuu suoraan sammuttamiseen, ja painevaahdolla pyritään vaikuttamaan suoraan palaviin pintoihin. CAFS-sammute tunkeutuu palavaan aineeseen ja muodostaa sen pinnalle kuumuutta kestävän, hyvin pysyvän, eristävän ja jäähdyttävän vaahdon. Sammutusvaikutus on jäähdyttävä ja osaltaan myös tukahduttava. Palavat ja palamattomat pyrolysoituvat pinnat pyritään eristämään vaahtopatjan alle, jolloin pyrolysoituminen vähenee. Osa vaahdosta hajoaa lämmön vaikutuksesta. Vaahdon hajotessa syntyy vesi–vaahto-liuosseos, jolla on pieni pintajännite ja hyvä tunkeutumiskyky huokoisiin palaviin pintoihin. (Kuikka 2018.)

Ulkoapäin hyökkäävässä sammuttamisessa levitetään CAFS-vaahtoa suoraan palaville ja palamiskelpoisille pinnoille. Sammute tulee suunnata palokaasupatjan läpi katto- ja seinäpinnoille sekä suoraan alkupaloon. **Lämpökameraa tulee käyttää hyväksi**, jotta sammute saadaan oikeaan paikkaan. Sammute levitetään huonetilaan pitkillä tasaisilla maalaavilla liikkeillä (Kuikka 2018). Jos CAFS-vaahto tarttuu pintaan pitkäksi aikaa, pinnan lämpötila on tällöin alle 100 °C, koska vaahdon sisältämä vesi ei haihdu. Jos vaahto sen sijaan liukenee nopeasti, lämpötila on yli 100 °C. Tällöin pinnan vaahdotusta tulee jatkaa. Kannattaa huomioida, että CAFS-sammutuksessa sammutusvaikutus tulee viiveellä, koska sammutus perustuu pyrolyysin katkaisuun. Jos liekkipalo on voimakas eikä sammute pääse palaville pinnoille, sammutusvaikutusta ei juurikaan ole. Tällöin tulee etsiä parempi reitti sammutteelle palokohteeseen tai käyttää liekkipaloon työsuihkua, joka on tässä tapauksessa tehokkaampi kuin CAFS-vaahto, joka ei pääse vaikuttamaan palaville pinnoille vaan tuhoutuu liekkipalossa.

CAFS-vaahtoa voidaan käyttää palon rajoittamiseen ja rakenteiden suojaamiseen, missä se onkin erinomaisen hyvä. Tällöin kannattaa käyttää kuivaa vaahtoa. Esimerkiksi ontelopaloihin kuiva vaahto sopii hyvin (kuva 65). Kuiva vaahto tarttuu hyvin rakenteisiin ja suojaa uudelleen syttymiseltä. Kuivassa vaahdossa on vettä paljon vähemmän

**Kuva 65.** Ullakon vaahdotus CAFS-sammutinlaitteella.

**Kuva 66.** CAFS-sammutinlaitteen pistosuihkuputken suihku.

kuin märässä vaahdossa, jolloin myös vesivahingot ovat pienempiä ontelossa ja alapuolisissa tiloissa. CAFS-vaahto voidaan levittää kohteeseen myös tähän tarkoitetun pistoputken avulla rakenteiden läpi (kuva 64 ja 66).

CAFS:n vaahdolla ei pystytä jäädyttämään ja laimentamaan palokaasuja eikä sillä pystytä suojautumaan pistoliekiltä. Sisäsammutuksessa on CAFS-letkun puhki palamisen vaara, sillä ilmaa ”täynnä” oleva työjohto ei kestä palon rasitusta niin hyvin kuin vastaava työjohto, joka on täynnä vettä. Lisäksi kevyt CAFS-letku menee helposti sisätiloissa tiukkaan kulmaan, jolloin sammutetta ei enää tule suihkuputkelle. CAFS:a ei suositella käytettäväksi savusukellusta vaativissa sammutustehtävissä edellä mainituista syistä, koska savusukeltaminen ei ole kaikissa tilanteissa riittävän työturvallista. CAFS:n soveltuvuus savusukellukseen jakaa mielipiteitä, ja tutkimusartikkeleissa on ristiriitaista tietoa soveltuvuudesta. CAFS-laitetta käytetään savusukellustilanteissa muun muassa Saksassa, Hollannissa ja Yhdysvalloissa (Havukainen 2021, 18).

Joissakin maissa vaahdon käyttöä on pyritty vähentämään sammutustoiminnassa, ja tällä on voinut olla vaikutusta myös CAFS-sammutinlaitteen käyttöön näissä maissa. Kannattaa kuitenkin huomioida, että CAFS-laitteissa käytetään fluorivapaata A-vaahtoa (ei sisällä PFOA-fluoriyhdisteitä) ja vaahdotteen määrä sammutuksessa on hyvin pieni, sillä vesimäärä on pieni ja vaahdotetta vain noin 0,1 prosenttia. Voidaan kysyä, kumpi on ympäristön kannalta pahempi: muutama desilitra A-vaahtoa ja vähän sammutusjätevettä vai suuri määrä sammutusjätevettä?

**CAFS-sammutinlaitteen käyttö rakennuspaloissa:**

- Jos palo ei edellytä savusukeltamista, voidaan CAFS-sammutinlaitteella suorittaa sammutus sisältä käsin (hyökkäävä sisältä sammuttaminen).
- Jos huonepalo on edennyt pitkälle ja sisäsammutus vaatii savusukeltamista, pyritään sisällä oleva kuuma savupatja tekemään syttymättömäksi muilla sammutustekniikoilla.

- Jos huonepalossa on ikkunat rikki tai ovelta päästään käsiksi paloon, voidaan CAFS-sammutinlaitteella suorittaa ulkoa hyökkäävää sammuttamista.
- Siirrytään nelikenttämallin mukaisesti hyökkäävästä ulkoa sammuttamisesta hyökkäävään sisältä sammutukseen: varmistetaan palotilan sammutus CAFS-sammutinlaitteella, jos sammutus ei edellytä savusukellusta. Savusukellusta vaativissa sammutustehtävissä sisäsammutus suoritetaan työsuihkulla.
- Valitaan CAFS-sammutinlaitteesta vaahtotyyppi, jota kohteessa halutaan käyttää: märkä tai kuiva vaahto. Märkä vaahto sopii parhaiten varsinaiseen sammuttamiseen, koska sillä on pitkä suihkun kantama ja sammutteella hyvä tunkeutumiskyky. Kuiva vaahto sopii suojaamiseen, koska se pysyy hyvin pystysuorillakin pinnoilla. Esimerkiksi ontelopaloissa kuiva vaahto toimii hyvin.
- CAFS-vaahto (märkä vaahto) kohdistetaan suoraan palopesäkkeeseen. Samalla ”maalataan” pyrolysoituvia pintoja märällä vaahdolla. Sammute tulee suunnata palokaasupatjan läpi katto- ja seinäpinnoille sekä suoraan alkupaloon. Tärkeää on käyttää lämpökameraa apuna, jotta sammute osataan kohdistaa oikeaan paikkaan. Jos vaahto liukenee pinnoilta nopeasti, kannattaa jatkaa pintojen maalaamista, koska niiden lämpötila on vielä korkea.
- Jos liekkipalo on voimakas eikä sammute pääse palaville pinnoille, sammutusvaikutusta ei juurikaan ole. Tällöin kannattaa etsiä parempi reitti sammutteelle palokohteeseen tai käyttää työsuihkua liekkipaloon, joka on tässä tapauksessa tehokkaampi kuin CAFS-vaahto.
- Ontelopaloissa kannattaa käyttää kuivaa vaahtoa. Kuivavaahto tarttuu hyvin rakenteisiin ja suojaa uudelleen syttymiseltä. Kuivassa vaahdossa on vettä paljon vähemmän kuin märässä vaahdossa, jolloin myös vesivahingot ovat pienempiä ontelossa ja alapuolisissa tiloissa. CAFS-vaahto voidaan levittää kohteeseen myös tähän tarkoitetun pistoputken avulla.

## Tärkeää

- CAFS-vaahto on raskasta vaahtoa. Vaahtoluku on 4–20 riippuen siitä, käytetäänkö märkää vai kuivaa vaahtoa.
- Märkää vaahtoa käytetään sammuttamiseen, kuivaa vaahtoa suojaamiseen.
- CAFS-vaahto pyritään kohdistamaan suoraan palopesäkkeeseen ja vaahdolla ”maalataan” palavia ja palamattomia pintoja pyrolysoitumisen estämiseksi.
- CAFS-sammutinlaitteen työjohto on kevyt käsitellä, koska sammute on suurimmaksi osaksi ilmaa. Työjohto on siksi myös altis palamaan puhki ja menemään ”vekille” tiukassa mutkassa.
- CAFS-vaahto voi aiheuttaa liukastumisriskin.

## Mikä on CAFS-sammutuslaitteen sammutusvaikutus?

- Sammutusvaikutus on jäähdyttävä ja osaltaan myös tukahduttava.
- CAFS-sammuttaminen perustuu suoraan sammutukseen, ja painevaahdolla pyritään vaikuttamaan suoraan palaviin pintoihin. CAFS-sammute tunkeutuu palavaan aineeseen ja muodostaa sen pinnalle kuumuutta kestävän, hyvin pysyvän, eristävän ja jäähdyttävän vaahdon.
- Palavien ja palamattomien pintojen pyrolysoituminen vähenee.

**Kuva 67.** Kuvassa pistojauheputki, kaksi kääntyvällä suutinpäällä olevaa pistosuihkuputkea sekä fognail- pistosuihkuputket 70 cm ja 52 cm.

## 5.10 Pistosuihkuputki-sammutustekniikka

Pistosuihkuputkia ja rakenteiden läpi laitettavia ”sammutuskeihäitä” on markkinoilla eri malleja. Käytetyin pistosuihkuputki Suomessa on Fognail-pistosuihkuputki. Fognail-pistosuihkuputkea on meillä käytössä kahdella ei suuttimella: hyökkäävällä ja rajoittavalla suuttimella. Hyökkäävän pistosuihkuputken vesisumun kantama on kahdeksan metriä ja suihkun leveys kantaman päässä kolme metriä. Rajoittavassa pistosuihkuputkessa suihkun pituus on kaksi metriä ja suihkun leveys viisi metriä. Vesivirta pistosuihkuputkilla on noin 70 l/min kahdeksan baarin suihkupaineella. Markkinoille on tullut myös muita pistosuihkuputkia, esimerkiksi kääntyvällä suutinpäällä oleva suunnattava pistosuihkuputki (Offext Viper), jonka tuotto on noin 70–115 l/min riippuen suihkupaineesta.

Fognail-pistosuihkuputkia on saatavilla eripituisina: 52 cm, 70 cm ja 150 cm. Yleisin käytössä oleva pistosuihkuputki on 52 cm. Tämä pituus on varsin riittävä, kun suihkuputkea käytetään vesikaton tai yläpohjan vuorilaudoituksen läpi yläpohjan onteloon, mutta ei riittävä läpäisemään rakennuksen seinä- ja yläpohjarakenteita. Fognail-pistosuihkuputken paksuus on 18 mm. 22 mm:n poranterä yhdessä tehokkaan akkuporakoneen kanssa, jossa on käyttäjän turvallisuutta parantava tukikahva, käy hyvin suihkuputkelle tarvittavan reiän tekemiseen. Reiän voi myös tehdä iskemällä järeän palokirveen vesikatteen läpi tai sahaamalla rakenteeseen moottorisahalla terälaipan levyinen läpäisevä rasti, jonka keskeltä pistosuihkuputki viedään onteloon. Jos pistosuihkuputki työnnetään onteloon alhaalta ylöspäin alapuolisen huoneen laipion läpi, on syytä käyttää 70 cm tai mieluummin jopa 150 cm pitkää pistosuihkuputkea. Kääntyvällä suutinpäällä olevan pistosuihkuputken paksuus on 28 mm ja vaatii 30–32 mm:n poranterän. Kuvassa 67 on erilaisia ja eri mittaisia pistosuihkuputkia sekä pistojauheputki.

Pistosuihkuputket eivät sovellu kovin hyvin jauheella käytettäviksi, koska vesireiät ovat liian pieniä jauheelle ja jauhesuihkun kantama jää lyhyeksi. Jauheelle on tarkoitettu oma pistojauheputki, jossa on riittävän isot reiät jauheelle. On myös modattuja, itse tehtyjä pistosuihkuputkia, joita voidaan myös käyttää pistojauheputkina. Pistosuihkuputken vesireikiä ei kuitenkaan voi juuri

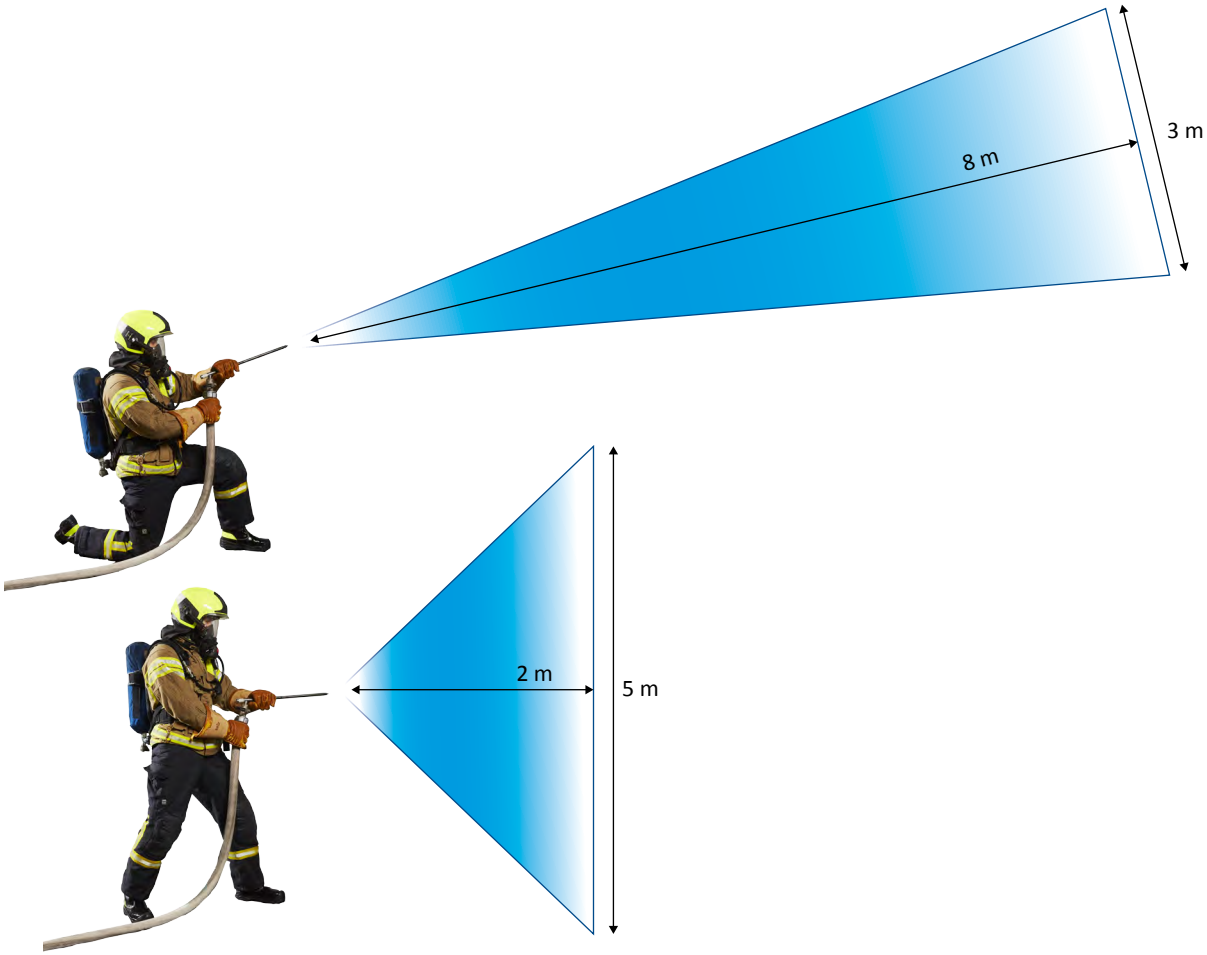
**Kuva 68.** RH-Pusher liitetty lisälaite ja 70 cm pitkä pistosuihkuputki.

suurentaa heikentämättä vesisumun laatua ja pisarakokoa. Lisäksi on kehitetty ontelotilan jäähdyttämiseksi sisältä käsin yläpohjan läpi työnnettäviä erilaisia lisävälineitä pistosuihkuputkille, ja esimerkiksi ”Pärnänen” on eräs tällainen keksintö (Lämsä 2019). Myös RH-Pusheriin on saatavilla lisälaitteita, joilla pistosuihkuputki saadaan ontelotilaan yläpohjan eristeiden läpi (kuva 68).

Pistosuihkuputkea käytetään ontelopaloissa, joihin se on alun perin suunniteltukin, sekä muissa rajatun tilan paloissa, joissa pistosuihkuputki saadaan rakenteiden läpi suunnattua niin, että vesisumu höyrystyy kuumassa palotilassa. Pistosuihkuputki sopii hyvin myös rakenteiden sisällä olevan palon sammuttamiseen. Rakenteiden sisällä olevaan paloon on muuten hankala päästä käsiksi. Sammutusvaikutus on jäähdyttävä sekä tukahduttava, jos vesihöyryä saadaan tilaan muodostettua riittävästi. Verrattuna sammutinleikkuriin pistosuihkuputken pisarakoko on huomattavasti suurempi, joten myös jäähdytysteho on pienempi, vaikka vesivirta on molemmissa samaa luokkaa. Pistosuihkuputki-sammutustekniikka ei sovellu kohteisiin, jotka ovat laajoja ja avonaisia tai joissa lämpötila on niin matala, ettei sammutusvesi höyrysty. Esimerkiksi kylmään yläpohjaan pistosuihkuputkella laskettu sammutusvesi ei höyrysty, vaan aiheuttaa turhaa vesivahinkoa.

Pistosuihkuputki-sammutustekniikassa on tärkeää paikallistaa palo, koska sammutusvaikutus perustuu veden tehokkaaseen höyrystymiseen. Pistosuihkuputken vesisumu pitää siis saada kohdistettua kuumimpaan paikkaan. Rakennuspaloissa kuumin paikka on katon rajassa, joten rakennuksen ulkopuolelta rakenteiden läpi pistosuihkuputkea käytettäessä putki on suunnattava viistosti ylöspäin. Tärkeää on valita oikean tyyppinen pistosuihkuputki. Huonepalon sammutuksessa seinän tai ikkunakarmin läpi kannattaa käyttää hyökkäävää pistosuihkuputkea, joka on suunnattu viistosti ylöspäin (Kivelä & Laukkanen 2019). Hyökkäävä pistosuihkuputki on tehokkaampi kuin rajoittava putki, koska suihkukulma on kapeampi ja kantama suurempi (kuva 69). Rajoittavassa putkessa vesisumu ei jäähdytä tilassa tarpeeksi laajalta alueelta palokaasuja (vesi osuu kattoon ja lattiaan). Seinään reikää porattaessa tulee tiedustella seinän rakenne sekä määritellä tarkka porauskohta. Vaarana on, että porataan väliseinän kohtaan tai pystykoolaukseen tai reikä suuntautuu esimerkiksi rakennuksen sisällä olevaan komeroon. Ikkunan ja oven karmit ovat parhaita paikkoja porata reikä pistosuihkuputkelle. Ikkunan alapuolella on usein lämpöpatteri, joten reikää ei kannata porata seinään ikkunan alapuolelle. Tarvittaessa porataan useampi reikä, joista saadaan kohdistettua vesi laajemmalle alueelle sisälle palotilaan, tai käytetään yhtä isompaa reikää, jolloin sammuttaja voi jäähdyttää huonetilaa laajemmalta alueelta kääntelemällä pistosuihkuputkea reiässä (Kivelä & Laukkanen 2019).

Pistosuihkuputken vesivirta on vain 70 l/min, joten sammutuksen alkuvaiheessa vettä kannattaa suihkuttaa heti reilu minuutti, jotta nähdään, höyrysyykö sammutusvesi palotilassa ja mikä on sammutusvaikutus. Jos vesi höyrystyy, jatketaan sammuttamista ja tarvittaessa vaihdetaan pistosuihkuputken paikkaa. Vettä on syytä kuitenkin käyttää maltillisesti, ettei turhaan aiheuteta




**Kuva 69.** Periaatekuva Fognail-pistosuihkuputken hyökkäävän ja rajoittavan suuttimen suihkun muodosta.

vesivahinkoa. Vaikka vesivirta on vain 70 l/min, paikalleen ”unohdettu” pistosuihkuputki suihkuttaa rakennuksen sisään vettä viidessä minuutissa jo 350 litraa. Rakenteen läpi työnnetyn pistosuihkuputken vesivirtaa ei näe, joten vesivahinko tapahtuu helposti, jos pistosuihkuputken jättää paikalleen itsestään.

Pistosuihkuputkea ja pistojauheputkea voi käyttää myös yhdistelmänä siten, että ensin suihkutetaan jauhe palotilan kuumimpaan kohtaan ja tämän jälkeen samasta reiästä suihkutetaan vesisumu palotilaan. Tässä voi käyttää samaa modattua yhdistelmäputkea tai erillisiä putkia. Jauhesammutinta voi käyttää myös ilman pistoputkea, jos jauhesammuttimen letkun pään saa poratusta reiästä sisään. Tällöin jauhetta ei voi suunnata yhtä hyvin palokohteeseen kuin pistoputkea käyttämällä.

**Pistosuihkuputken käyttö rakennuspaloissa** (kuva 70)

- Paikallistetaan lämpökameraa avuksi käyttäen palon sijainti rakennuksessa.
- Määritellään rakenteesta kohta, josta poralla tehdään läpäisy palotilaan. Paras paikka reiälle on ikkunan tai oven karmi, ei ikkunan alapuoli, jossa lämpöpatteri yleensä sijaitsee. Reikä porataan yläviistoon, jotta vesisumu saadaan ylös kuumimpaan kohtaan. Valitaan hyökkäävä pistosuihkuputki.
- Jäähdytetään palotilaa pistosuihkuputkella heti reilu minuutti ja tarkkaillaan veden höyrystymistä. Tarvittaessa vaihdetaan pistosuihkuputken paikkaa, tai jos reikä on reilu, käännellään pistosuihkuputkea reiässä. Samalla porataan tarvittaessa lisäreikiä rakenteeseen

pistosuihkuputkelle, jotta palotila saadaan tehokkaasti sammutettua.

- Käytetään vettä maltillisesti, ettei aiheuteta vesivahinkoa.
- Siirrytään nelikenttämallin mukaisesti hyökkäävästä ulkoa sammuttamisesta hyökkäävään sisältä sammutukseen: varmistetaan palotilan sammutus työsuihkulla sisältä käsin ja tarvittaessa suoritetaan sisäsammutus savusukeltamalla.
- Pistosuihkuputkea käytettäessä ontelopaloissa voidaan vettä suihkuttaa onteloon katon lappeelta lyhyellä rajoittavalla putkella, ontelon päädystä lyhyellä hyökkäävällä putkella (kuva 71) tai rakennuksen sisäpuolelta yläpohjan läpi pitkällä rajoittavalla putkella (150 cm) tai keskipitkällä (70 cm) hyökkäävällä putkella. Rakenteeseen täytyy myös näissä tapauksissa tehdä ensin reikä, jotta pistosuihkuputki saadaan onteloon. Reikä tehdään poralla tai kattolappeella kirveellä.
- Pistosuihkuputkea käytettäessä tulipalon rajoituslinjoilla käytetään rajoittavaa pistosuihkuputkea. Rajoittava pistosuihkuputki asennetaan tällöin vaakatasoon riittävän korkealle, jotta suojaavaa vesisumu kattaa mahdollisimman suuren alueen suojattavasta rakenteesta.

**Kuva 70.** Paikallistetaan lämpökameraa avuksi käyttäen palon sijainti rakennuksessa. Reikä porataan yläviistoon, jotta vesisumu saadaan ylös kuumimpaan kohtaan. Valitaan hyökkäävä pistosuihkuputki.

**Katso video:**

Pistosuihkuputken käyttö rakennuspalossa

## Voiko lyhyttä, 52 cm:n rajoittavaa pistosuihkuputkea käyttää ontelopalossa yläpohjan läpi?

- Ei kannata käyttää, sillä lyhyt putki jää eristeisiin ja rajoittava suihku vain kastelee villat.

## Voiko rajoittavaa pistosuihkuputkea käyttää huonepalon sammutuksessa ikkunakarmin läpi?

- Ei kannata käyttää, sillä rajoittavassa putkessa vesisumun kantama ei riitä jäähdyttämään tilassa olevia palokaasuja tarpeeksi laajalta alueelta.

## Tärkeää

- Pistosuihkuputkea käytettäessä on tärkeää paikallistaa palon paikka, jotta vesisumu saadaan suunnattua kuumimpaan kohtaan. Myös pistosuihkuputkelle porattu reikä täytyy suunnata palokohteeseen.
- On tärkeää tietää, mikä pistosuihkuputki käy mihinkin tarkoitukseen: hyökkäävä vai rajoittava, pitkä vai lyhyt?
- Vesivirta pistosuihkuputkessa on vain noin 70 l/min, mutta silläkin saa aikaan vesivahinkoja, jos jättää putken virtaamaan pitkäksi aikaa.
- Pistosuihkuputkea ja pistojauheputkea voi käyttää yhdistelmänä palon sammuttamisessa.

**Kuva 71.** Pistosuihkuputkella jäähdytetään rivitalon ullakkotilaa.

## 5.11 Varsi- ja keihässammuttimet

Hyökkäävää ulkoa sammuttamista voidaan suorittaa myös muilla välineillä kuin työsuihkulla tai sammutinleikkureilla ja pistosuihkuputkilla. Markkinoille on tullut muun muassa varsisammutin ja sammutussauva (kuva 72). Varsi- ja keihässammuttimien vesivirrat ovat paljon suuremmat kuin sammutinleikkurissa tai pistosuihkuputkissa. Vesivirrat ovat noin 350–550 l/min, joten ne ovat teholtaan verrattavissa 42 mm:n työsuihkuun. Varsi- ja keihässammuttimet liitetään työletkuun, joten ne eivät tarvitse perusselvityksen tai työjohtoselvityksen lisäksi muita selvityksiä.

**Kuva 72.** Varsisammutin ja sammutussauva.

Varsi- ja keihässammuttimia tai sammutussauvoja voidaan käyttää rakennuksen ulkopuolelta ikkunasta tai ovelta (kuva 73 ja 74). Ovelta käytettäessä pelastajien ei tarvitse mennä sisälle kuumuuteen, vaan sammutinta voidaan käyttää ovelta työntämällä se sisälle huoneiston. Sammutinta voidaan liikutella palotilassa ovelta käsin eri kohtiin, jolloin sammutus on tehokkaampaa. Varsi- ja keihässammutinta käytettäessä ei aiheuteta palotilaan epäedullisia virtauksia vastaavasti kuin työjohdon sumusuihkulla (ks. luku 4.3). Sammutussauvan voi myös työntää palotilaan huoneiston oven läpi, ja reiän voi tehdä rasiaporalla tai suuriläpimittaisella poranterällä. Sammutussauvan pituutta voidaan jatkaa kahdesta metristä jopa kahdeksaan metriin, joten sammutussauvalla voi ylettyä esimerkiksi omakotitalon ja rivitalon ontelotilaan maasta käsin (kuva 75).

Järeät sammutuskeihäät on integroitu sammutusautoon, ja tällainen on esimerkiksi Rosenbauerin Stinger. Niitä käytetään lähinnä lentokoneiden kabiinipaloissa. Lisäksi ulkomailla on tarjolla erilaisia lävistystankojärjestelmiä. Tärkeää lävistystyökaluissa on sammutussuuttimen ominaisuudet, eli ei riitä, että vesi vain tulee rei'istä ulos.

**Kuva 73.** Varsisammutinta ja sammutussauvaa voidaan käyttää palohuoneiston ovelta.

**Kuva 74.** Varsisammutinta ja sammutussauvaa voidaan käyttää myös palohuoneiston ikkunasta.

**Kuva 75.** Sammutussauvaa työnnetään onteloon räystään kautta.

## 5.12 Käsisammuttimien käyttö rakennuspaloissa

### 5.12.1 Käsisammuttimien määritelmät ja teholuokat

*Karoliina Meurman*

Käsisammuttimet ovat alkupalon sammuttamisessa ja palon rajoittamisessa erittäin tehokkaita. Tilanteissa, joissa selvitysmatkat ovat pitkiä ja palo on alkuvaiheessa, käsisammuttimilla palo saadaan nopeasti sammutettua jo alkusammutustiedustelulla. Jos ensimmäinen yksikkö ei kykene tunkeutumaan sisälle palavaan huoneistoon, voidaan paloa rajoittaa esimerkiksi jauhesammuttimella rakennuksen ulkopuolelta pistojauheputkella tai huoneiston ovelta ja ikkunasta.

Käsisammutin on kannettava, käsin laukaistavissa oleva sammutin, jonka paino toimintakuntoisena on korkeintaan 20 kg. Käsisammutinta nimitetään sen sisältämän sammutteen mukaan. Yleisimmin käytössä ovat vesipohjaiset sammutteet (ml. vaahdot), jauhesammuttimet ja hiilidioksidisammuttimet. Käsisammuttimien vaatimukset määritellään standardissa SFS-EN 3-7 + A1:2007.

Käsisammuttimien sammutusteho ilmoitetaan teholuokkina, jotka koostuvat numerosta ja kirjaimesta. Mitä suurempi numero on, sitä suuremman testipalon sammutin kykenee sammuttamaan. Teholuokan ohessa oleva kirjain kertoo, millaisia materiaaleja testipaloissa poltetaan.

**A = kiinteiden, tavallisesti orgaanisten aineiden palot, joissa palamisen yhteydessä yleensä muodostuu hehkuva hiillos** (5A…55A)
A-paloluokan sammutustesteissä sammutusteho mitataan sammuttamalla palavaa puutapulia, joka koostuu määrämittaisista mäntykalikoista. Puutapuli on yhdeltä sivultaan aina samankokoinen (0,5 x 0,546 m). Teholuokkanumero määräytyy tapulin pituuden mukaan; tapuli on pienimillään 0,5 m ja suurimmillaan 5,5 m pitkä. Teholuokkanumero on sama kuin tapulin pituus desimetreissä (5–55 dm), ja se on sama kuin pituussuunnassa olevien kalikkarivien määrä.

**B = nestemäisten ja nesteytyvien aineiden palot** (21B…233B)
B-paloluokan sammutusteho mitataan palavan nesteen altaan sammuttamisella (2/3 heptaania, 1/3 vettä). Nestemäärän lisääntyessä myös sylinterimäisen testialtaan koko suurenee. Teholuokkanumero on sama kuin poltetun nesteen määrä litroissa (21–233 litraa).

**C = kaasupalot**
Kaasupaloille ei ole erillistä testiä. C-teholuokka voidaan antaa vain jauhesammuttimille.

**F = elintarvikerasvapalot** (5F…75F)
F-luokituksen saa käsisammutin, joka on testattu ruokaöljypalolla. F-luokan palon teholuokkanumero kertoo, kuinka monta litraa palavaa ruokaöljyä sammutin kykenee sammuttamaan: 5, 25, 40 tai 75 litraa. Jauhe- ja hiilidioksidisammuttimien on todettu olevan vaarallisia F-luokan palojen sammutuksessa, joten niille ei voida myöntää F-teholuokkaa.

**D = metallipalot** eivät kuulu standardiin SFS-EN 3-7.

Esimerkiksi jauhesammutin, jonka teholuokka on 55A 233BC, kykenee sammuttamaan puupalikkatapulin, jonka koko on 0,5 x 0,546 x 5,5 metriä, ja kolme metriä halkaisijaltaan oleva heptaanialtaan, jossa on palavaa nestettä 233 litraa (2/3 heptaania, 1/3 vettä).

Eri valmistajien sammutteilla on laatueroja, jolloin sama kilo- tai litramäärä voi antaa eri teholuokan. Esimerkiksi 6 kg:n jauhe voi olla teholuokassa 34A 183BC tai 55A 233BC. Toisaalta 6 kg:n ja 12 kg:n jauhesammutin voivat olla samaa korkeinta teholuokkaa, jolloin 6 kg:n sammuttimessa voi olla laadukkaampaa jauhetta kuin 12 kg:n sammuttimessa. Sammuttimille ei kuitenkaan voida myöntää suurempaa teholuokkaa kuin mitä standardi SFS-EN 3-7 määrittelee, joten sammuttimen teoreettinen sammutuskyky voi olla suurempi kuin etiketissä ilmoitettu teholuokka. Pelastuslaitoskäytössä sammuttimet kannattaa täyttää

parhaalla mahdollisella jauheella, jolloin sammutin on mahdollisimman tehokas. Tehokkaamman sammutteen sopivuus on kuitenkin varmistettava sammuttimen maahantuojalta tai myyjältä.

Käsisammuttimien sammutesuihkun ja jauhepilven muoto ja kantama vaihtelevat. Sammutesuihku tai jauhepilvi voi olla leveä tai kapea ja kantama vaihdella parista metristä ylöspäin. Sammutesuihkun ominaisuuksille ei ole vaatimuksia standardissa, joten ne vaihtelevat malleittain. **Pelastustoimintaan kannattaa valita käsisammutin, jolla on pitkä kantama**, vähintään viisi metriä (kuva 76). Riittävä suihkunkantama mahdollistaa sammuttamisen kauempaa, esimerkiksi ovelta. Neste- ja vaahtosammuttimissa sammute pitäisi saada kaasuuntumiskohtaan, jotta siitä olisi hyötyä.

Käsisammuttimessa käytetty sammute ilmoitetaan etiketissä teholuokkatiedon ohessa pienellä tekstillä, jota voi olla vaikea erottaa. Pelastustoiminnassa käytettäviin sammuttimiin kannattaa lisätä ylimääräinen tarra, josta sammute käy selkeämmin ilmi. Tarra voidaan kiinnittää esimerkiksi sammuttimen kaulaan.

**Jauhesammutin**

Jauhesammuttimissa on sammutetta 1–12 kg. Jauhesammuttimella voi olla A- ja/tai B-teholuokka. Valmistaja voi myös ilmoittaa, että jauhesammutin soveltuu C-luokan kaasupalojen sammutukseen. Rasvapaloissa jauhesammutinta käytettäessä vaarana on rasvan roiskuminen, jos jauhesuihkun suuntaa läheltä suoraan palavaan rasvaan.

Jauhesammuttimen sammutusmekanismit ja sammutusvaikutukset on esitelty luvussa 3.3.6. Jauhesammuttimella on kaksi pääsiallista sammutusmekanismia: liekkivaikutus ja pintavaikutus. Jauhesammuttimen sammutusvaikutukset ovat vastaavasti jäähdytys, inhibitio ja tukahdutus.

Jauheen tehokkaan leviämisen vuoksi jauhesammutinta kannattaa käyttää, jos sammutetta ei päästä suuntaamaan suoraan palaville pinnoille tai materiaaleille. Jauhetta käytettäessä on huomioitava jauheen aiheuttamat jälkivahingot erityisesti sähkölaitteissa. Koska jauhe leviää ympäristöön tehokkaasti (kuva 77), jauhesammutin soveltuu sokkeloisten, esimerkiksi moottoritilojen, sammuttamiseen. Jauhetta käytettäessä sisätiloissa kannattaa huomioida näkyväisyyden menetys ja hengityksen suojaaminen jauhepölyltä.

**Kuva 76.** Pelastustoimintaan kannattaa valita käsisammutin, jossa on pitkä kantama. Kuvassa vesipohjainen sammutin.

**Kuva 77.** Jauhepilvi leviää tehokkaasti ja sillä on hyvä sammutusvaikutus.

**Kuva 78.** Hiilidioksidi purkautuu kaasumaisena ja sammute leviää hyvin vaikeapääsyisiin tiloihin.

**Vesipohjainen sammutin**

Vesipohjainen sammutin sisältää vettä ja lisäainetta tai kemikaaliliuosta. Sammutteen määrä on 2–9 litraa. Vesipohjaisella sammuttimella voi olla A- ja/tai B-teholuokka. Lisäksi vesipohjaisella sammuttimella voi olla F-teholuokka.

Eri valmistajilla voi olla eri tapoja nimetä vesipohjaisia sammuttimia lisäaineen tai kemikaaliliuoksen koostumuksesta, sammutteen ominaisuuksista ja teholuokituksesta riippuen. Vesipohjaisiin sammuttimiin kuuluvat muun muassa vaahtosammutin, nestesammutin ja vesi(sumu)sammutin. Myös rasvapaloon tarkoitetut sammuttimet ovat vesipohjaisia.

Vesipohjaisen sammuttimen pääasiallinen sammutusvaikutus on jäähdytys. Mikäli sammutteen on lisätty vaahtoa muodostavaa lisäainetta, muodostaa vaahto kalvomaisen pinnan, jolloin sammutusvaikutus on myös tukahdutus.

Vesipohjaisille sammuttimille on tehtävä standardin SFS-EN 3-7 mukainen sähkönjohtavuustesti, jotta niiden voidaan ilmoittaa soveltuvan jännitteisten kohteiden sammutukseen. Tieto soveltuvuudesta merkitään sammuttimen etikettiin.

Vesipohjaista sammutinta kannattaa käyttää, kun sammute saadaan suunnattua suoraan palaviin pintoihin ja materiaaleihin. Ne soveltuvat myös hyvin lämpimiin sisätiloihin, esimerkiksi julkisiin tiloihin ja koteihin. Vesipohjaiset sammuttimet eivät aiheuta jauhesammuttimen tapaan sammutteesta johtuvia jälkivahinkoja.

**Hiilidioksidisammutin**

Hiilidioksidisammuttimen sammutemäärä voi olla 2 tai 5 kg. Hiilidioksidisammuttimella on oltava B-teholuokka, mutta sille ei voida myöntää A- tai F-teholuokkia.

Hiilidioksidisammuttimen sammute (hiilidioksidi) pienentää ilman happipitoisuutta, joten pääasiallinen sammutusvaikutus on tukahdutus. Hiilidioksidin sammutusvaikutusta on esitelty luvussa 3.3.8 tarkemmin. Hiilidioksidisammutin soveltuu parhaiten pienten kohteiden sammuttamiseen.

Hiilidioksidin purkautumislämpötila on alle –76 °C, joten tämä vaaratekijä on otettava huomioon sammutettaessa. Sammutusaineena hiilidioksidilla on se etu, että kaasumaisena sammutteena se voi levitä myös vaikeapääsyisiin tiloihin (kuva 78). Kaasumaisena aineena se ei sovellu hyvin ulkotiloihin, eikä se sammuta hehkupaloa.

Hiilidioksidisammutin ei ole välttämättä riittävän tehokas suurien rasvapalojen sammuttamiseen. Hiilidioksidi ei muodosta uudelleensyttymistä estävää kalvoa, joten rasva syttyy uudestaan hiilidioksidipitoisuuden laskiessa. Standardin SFS-EN 3-7 mukaan hiilidioksidisammuttimen käyttöä F-luokan palojen sammuttamiseen pidetään vaarallisena.

Hiilidioksidista ei jää jäämiä eikä vaarallisia hajoamistuotteita. Se ei johda sähköä, ei sotke paikkoja eikä aiheuta korroosiota metallipinnoilla. Hiilidioksidisammuttimen käyttö voi muodostaa staattista sähköä ja aiheuttaa käyttäjälle epämiellyttävän sähköiskun tunteen. Hiilidioksidisammuttimen käyttöä on vältettävä tiloissa, joissa on syttymis- tai räjähdysvaarallisia kaasuseoksia.

## Tärkeää

- Käsisammuttimen tehoon vaikuttaa sammutteen määrä ja laatu. Sama määrä laadukasta sammutetta on sammutusteholtaan huomattavasti parempi kuin vastaava määrä heikkolaatuista sammutetta.
- Pelastustoimintaan kannattaa valita käsisammutin, jonka sammutesuihkun/-pilven muoto ja kantama mahdollistavat tehokkaan sammutuksen riittävän kaukaa.

?

### Voiko vaahtosammuttimella (vesipohjaisella sammuttimella) sammuttaa rasvapaloa?

- Kyllä voi, mutta AB-teholuokitellun vaahtosammuttimen paine on usein korkeampi kuin F-luokituksen saaneella sammuttimella. Korkealla paineella tuleva sammutesuihku voi helpommin roiskia palavaa öljyä ympäriinsä. Osa rasvapalosammutteista myös muodostaa uudelleensyttymisen estävän kalvon.

### Voiko vesipohjaisella sammuttimella sammuttaa jännitteistä sähkölaitetta?

- Voi sammuttaa riittävän kaukaa (vähintään 1 metri), jos jännitteisten kohteiden sammuttaminen on sallittu sammuttimen merkinnöissä.

### Voiko hiilidioksidisammuttimella sammuttaa tai rajoittaa huonepaloa?

- Ei voi, koska hiilidioksidisammuttimen sammutemäärä ei riitä nostamaan hiilidioksidipitoisuutta palotilassa riittävästi. Suurissa kohteissa hiilidioksidia pitäisi olla tilassa paljon, kymmeniä kiloja, jotta sillä olisi sammutusvaikutusta. Pelastustoiminnassa suuriin hiilidioksidipitoisuuksiin ei päästä pelkillä käsisammuttimilla.

**Kuva 79.** Tarrat (jauhe/vaahto) helpottavat sammuttimien tunnistamista, kun valitaan oikeaa sammutinta sammutustilanteissa. Lisämerkintä (tarrat) on sallittu ainoastaan pelastuslaitoskäytössä oleviin sammuttimiin.

### 5.12.2 Jauhe- ja vesipohjaisen sammuttimen käyttö rakennuspalossa

Käsisammuttimia voidaan käyttää rakennuspaloissa nelikenttämallin mukaisesti hyökkäävässä ulkoa sammutuksessa. Käsisammuttimilla voidaan rajoittaa palo niin, että resurssien täydentyessä voidaan siirtyä hyökkäävään sisältä sammutukseen. Käsisammuttimia voidaan käyttää myös hyökkäävässä sisältä sammuttamisessa, jos sammuttaminen ei edellytä savusukellusta. Tällainen on esimerkiksi paikallinen kodinkonepalo. Käsisammuttimen käyttö rakennuspaloissa palon eri vaiheissa vaatii ammattitaitoa, vaikka käsisammuttimen käyttö sinällään on yksinkertaista.

Reppusammuttimia on myös käytössä (kuva 80). Reppusammuttimissa sammutteena on vesi–vaahtoliuos. Reppusammuttimen käytössä palon sammuttamisen suhteen toimitaan vastaavasti kuin käytettäisiin vesipohjaista käsisammutinta. Reppusammuttimet ovat hyvin tehokkaita, sillä sammute purkaantuu niistä nopeasti ja suihkun kantama on pitkä. Virtaama voi olla jopa 24 l/min, kun se vastaavalla vesipohjaisella sammuttimella on 10 l/min. Toisaalta sammutemäärä on vain 10 litraa, joten reppusammutin tyhjenee nopeasti, ja tämä voi yllättää kokemattoman sammuttajan. Reppusammuttimissa on yleensä myös paineilmasäiliö (3 l/ 300 bar) ja paineenalentaja, johon voi kytkeä hengitysventtiilin ja kasvo-osan. Hengitysilmamäärä on pieni, vain 900 litraa, eikä kyseisellä ilmamäärällä voi savusukeltaa. Reppusammutin luokitellaan käsisammuttimiin. Millään käsisammuttimella ei saa savusukeltaa.

Palon ollessa **täyden palon vaiheessa** tai jos kohteesta muodostuu paljon savua ja palavaan materiaaliin ja pintoihin ei päästä käsiksi, **jauhesammutin** on silloin paras valinta rajoittamaan paloa. Jauhe vaikuttaa tehokkaasti liekkipaloon, vaikka jauhe ei pääsisikään palavaan materiaaliin asti. Tällöin jauheen voi laittaa palokohteeseen rakennuksen ulkopuolelta pistojauheputkella (kuva 81) tai rakennuksen ovelta ja ikkunasta. Pistojauheputkea käytettäessä pätee samat ohjeet kuin pistosuihkuputken käytössä: paikallistetaan palon tarkka paikka, porataan reikä rakenteeseen niin, että jauhesuihku suuntautuu kuumimpaan paikkaan ja leviää esteettä palotilaan. Jauhesammutinta käytettäessä on tärkeää levittää jauhepilvi tehokkaasti kohti liekkipaloa ja kaasuuntumiskohtaa. Ikkunasta tai ovelta jauhetta laitettaessa palotilaan jauhe tulee levittää tehokkaasti ripeällä ranneliikkeellä. Lisäksi jauhe tulee laittaa alipaineen puolelta kohdasta, josta palo ottaa palamisilmaa, esimerkiksi ikkunan alareunasta. Jos jauheen laittaa ikkunaan, josta tulee ikkunan täydeltä liekkejä, on jauheella vain hetkellinen vaikutus ikkuna-aukossa, mutta ei huoneen sisällä, jonne jauhepilvi pitäisi saada.

Jauhe on erittäin tehokas sammute (ks. luku 3.3.6), mutta se myös sotkee tiloja tehokkaasti ja aiheuttaa korroosiota metallipinnoille. Sakea jauhepilvi vaikuttaa lämpökameran näkymään, ja jauhepilven laskeuduttua lämpökameralla näkee jälleen paremmin. Jauhepöly tarttuu myös kasvo-osan lasiin ja vaikeuttaa näkemistä. Jauhesammuttimen harkitsemattomalla käytöllä onkin saatu paljon jälkivahinkoja aikaiseksi. Jälkivahinkojen vuoksi kannatta käyttää mieluummin vesipohjaista sammutinta, jos se on palon sammuttamisen kannalta mahdollista.

**Kuva 80.** Reppusammutin, jossa on integroitu paineilmahengityslaite 3 litran paineilmahengityssäiliöllä (300 bar).

**Kuva 81.** Jauhepistoputki hyökkäävällä suuttimella.

**Vesipohjaista sammutinta** käytetään, kun palaviin pintoihin ja **palokohteeseen päästään suoraan käsiksi**. Tässä vesipohjainen sammutin on tehokkaampi ja ennen kaikkea siistimpi. Myös tässä tilanteessa voidaan käyttää jauhetta, mutta jauhe huonontaa näkyvyyttä ja aiheuttaa jälkivahinkoa. Joskus paikallinen palava kohde voi olla hankalasti saavutettavissa rakenteiden vuoksi, ja tällainen kohde voi olla esimerkiksi keittiön kaapistossa olevan kylmälaitteen kompressori. Tällöin jauhesammutinta voi käyttää kohdistamalla jauhesammuttimen suuttimen rakenteiden väliin ja annostelemalla jauhetta maltillisesti. Vesipohjaista sammutinta kannattaa myös käyttää, jos palokohde näkyy huoneiston ovelta. Riittävän kantaman omaavalla laadukkaalla vesipohjaisella sammuttimella sammutus onnistuu helposti. Käsisammuttimia voidaan käyttää myös yhdessä, jolloin molemmat sammutteet ovat käytössä. Jauhesammuttimella voidaan sammuttaa liekkipalo ja vesipohjaisella sammuttimella viimeistellä palavan kohteen sammutus.

Sammutustekniikka käsisammuttimella rakennuspalossa **vaatii palon lukemistaitoa**. Turhaa riskiä sammutuksessa käsisammuttimella ei kannata ottaa. Vaarana voi olla myös se, että sammutusyrityksen aikana palo voimistuu, sammutusteho ei riitä ja sammute loppuu. Sammutetta käsisammuttimista tulee vain 25–60 sekunnin ajan yhtäjaksoisesti käytettynä. Käsi- ja reppusammuttimiin pelkästään varustautumalla ei voida savusukeltaa. Pelastuslaitoksen käyttäessä käsisammuttimia on syytä aina käyttää asianmukaisia suojavarusteita, paloasua ja paineilmahengityslaitetta. Käsisammuttimien sammutusteho on rajallinen, ja joissakin tilanteissa sammutusvaikutus jää huonoksi tai sammutusvaikutusta ei ole juuri ollenkaan. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, etteivätkö käsisammuttimet olisi oikeaan aikaan ja oikein käytettyinä tehokkaita. Lopullisen päätöksen sammuttimen käytöstä tekevät tilanteessa toimivat sammuttajat, ryhmänjohtaja tai pelastuspari. Sammutusyrityksestä tulee myös pystyä luopumaan, jos tilanne näyttää siltä. Jos käsisammuttimia on käytetty kohteessa ja kohde on sammunut, tulee sammutus aina varmistaa. Tarvittaessa sammutus varmistetaan ja varaudutaan sisäsammutukseen savusukeltamalla.

Jauhe- ja vesipohjaisen sammuttimen käyttäjältä vaaditaan osaamista. Tärkeää on suihkun

suuntaaminen oikeaan paikkaan sekä tehokkaan jauhepilven aikaan saaminen ranneliikkeellä. On tärkeää valita oikea sammutin sammutustehtävään. Liekkipaloon jauhe tehoaa hyvin, ja vastaavasti vesipohjainen sammutin tehoaa hyvin, kun sammute saadaan suunnattua suoraan palavaan materiaaliin.

**Milloin käytetään jauhesammutinta, milloin vesipohjaista sammutinta?**

- Palon ollessa täyden palon vaiheessa tai kohteesta muodostuu paljon savua eikä palavaan materiaaliin ja pintoihin päästä käsiksi:
  - Käytetään **jauhesammutinta.**
- Palaviin pintoihin ja palokohteeseen päästään suoraan käsiksi tai sammute saadaan esimerkiksi huoneen ovelta suoraan palavaan kohteeseen:
  - Käytetään **vesipohjaista sammutinta.**
- Palo on rajoittunut pienelle alueelle ja palokaasujen syttymisvaaraa ei ole:
  - **Vesipohjainen sammutin** on jälkivahinkojen kannalta parempi vaihtoehto kuin jauhesammutin.
- Palo on suljetun rakenteen, esimerkiksi kaapiston, sisällä tai kodinkone:
  - Mennään lähelle kohdetta ja lasketaan sammute (jauhe tai esimerkiksi vaahto) sopivasti annostellen rakenteen tai laitteen sisälle.
- Sammuttaminen palavan huoneen ovelta, kun palo ei ole huoneistossa lieskahtanut:
  - Käytetään **jauhesammutinta**, sillä vesipohjainen sammutin voi tässä olla tehoton.
  - Huomioidaan, että sammutustilanteessa näkyvyys heikkenee huomattavasti jauhetta käytettäessä.
- Huonepalon sammuttaminen ulkoapäin, kun huoneistosta purkaantuu savua ja liekkejä ulos:
  - Käytetään **jauhesammutinta**, sillä vesipohjainen sammutin on tässä tehoton.
  - Valitaan aukko, jossa on alipaine rakennuksen tai huonetilan sisälle palavaan tilaan.
  - Ikkunan tai oven alareunasta tyhjennetään sammutin sisään rakennukseen, postiluukkua voi myös käyttää.
  - Jauhetta voi laittaa palotilaan jauhepistoputkella samalla periaatteella kuin käyttäen pistosuihkuputkea: paikallistetaan palo ja suunnataan jauhepistoputki yläviistoon, jotta jauhepilvi leviää tilaan esteettä.
- Jauhesammutinta ja vesipohjaista sammutinta voidaan myös käyttää yhdessä:
  - Jauheella sammutetaan liekkipalo ”järkevästi” jauhetta annostellen.
  - Viimeistellään sammutus vesipohjaisella sammuttimella sammuttamalla suoraan kaasuuntumiskohtaan.

**Työturvallisuus käsisammuttimia käytettäessä rakennuspaloissa**

- Sammutustekniikka käsisammuttimella vaatii palon lukemistaitoa. Turhaa riskiä sammutuksessa käsisammuttimella ei kannata ottaa.
- Vaarana voi olla myös se, että sammutusyrityksen aikana palo voimistuu eikä sammutusteho riitä. Esimerkkisi reppusammuttimessa sammutusainetta on vain noin 30 sekunnin ajan mallista riippuen.
- Jos epäillään tilanteessa, että käsisammuttimen käyttö on liian vaarallista sammuttajalle, silloin kannattaa luopua sen käytöstä.
- Käytetään paloasua ja paineilmahengityslaitetta.
- Lopullisen päätöksen sammuttimen käytöstä tekee tilanteessa välittömästi toimivat sammuttajat (esimies/palomies). Sammutusyrityksestä tulee myös pystyä luopumaan, jos tilanne näyttää siltä.

### Käsisammuttimien käyttö rakennuspaloissa

- Nelikenttämallin mukaisesti hyökkäävässä ulkoa sammutuksessa rajoitetaan tai sammutetaan palo rakennuksen ulkopuolelta.
- Hyökkäävässä sisältä sammuttamisessa, jos sammuttaminen ei edellytä savusukellusta, esimerkiksi paikallinen kodinkonepalo.
- Käsisammuttimen käyttö rakennuspaloissa palon eri vaiheissa vaatii palon lukemistaitoa.

### Tärkeää

- Käytä suojavarusteita: paloasu ja paineilmahengityslaite.
- Jauhe- ja vesipohjaisten sammuttimien sammutusvaikutuksessa on eroa, ja on tärkeää valita oikea sammutin sammutustehtävään.
- Lämpökameraa käyttämällä voi kohdentaa sammuttamisen paremmin.
- Käsisammuttimia käytettäessä ideana on levittää sammutetta mahdollisimman tehokkaasti. Muista tehokas ranneliike ja suuttimen aktiivinen liikuttaminen.
- Käsisammuttimilla ei saa savusukeltaa.
- Käsisammutusyrityksestä tulee myös pystyä luopumaan, jos tilanne näyttää siltä.

## 5.12.3 Käsisammutin ja litiumioniakkupalo

*Karoliina Meurman*

Nykyisistä teholuokituksista ei voi päätellä sammuttimen kykyä sammuttaa litiumioniakkupaloa. Litiumioniakkupaloon ei ole olemassa standardisoitua testimenetelmää. Käsisammuttimen valmistajan on kuitenkin annettava sammutustehosta totuudenmukainen tieto ja riittävät tiedot sammuttimen turvallisesta käytöstä, jos käsisammutin on tarkoitettu akkupaloon tai jos sen kerrotaan soveltuvan akkupaloon.

Akkupalo sammutetaan katkaisemalla akun sisällä etenevä reaktio akkukennoja jäähdyttämällä. Akkua suojaava kuori hankaloittaa jäähdytysvaikutuksen saamista kennojen väliin. Vesipohjaisen käsisammuttimen sammutemäärä riittää vain pienen akun sammutukseen. Jauhe- tai $CO_2$-sammuttimet eivät tehoa akkupaloon. Pienten litiumioniakkujen osalta akkupalotapahtuma on lyhyt, eikä varsinaista akkupaloa ehditä yleensä sammuttaa. **Tällöin sammutustoimet kohdistuvat akun sytyttämien muiden materiaalien sammuttamiseen.** Jos palon aiheuttaa esimerkiksi akkuporakoneen akku tai sitä suurempi akku, on palotapahtuma pidempiaikaisempi ja yleensä aggressiivisempi kuin esimerkiksi puhelimen akkupalo. Suuremman akun palossa palavat heitteet ja palavien kaasujen lieskat aiheuttavat vaaraa sammuttajalle. Sammuttaminen on siis tehtävä mahdollisimman kaukaa ja suojautuneena. Silmät pitää akkupaloissa suojata aina, koska etenkin ilotulitusraketin lailla lähtevät heitteet voivat aiheuttaa silmävamman. Akun koosta riippumatta savulle altistumista on vältettävä. Isompien akkujen sammuttamisessa on aina syytä käyttää paloasua ja paineilmahengityslaitetta.

Litiumioniakkupaloa ei voi sammuttaa tukahduttamalla. Myös yleisesti käytössä olevien sammutuspeitteiden kangas palaa nopeasti puhki kuumuuden ja heitteiden vuoksi.

### Voiko käsisammuttimella sammuttaa litiumioniakkupaloa?

- Jauhe- ja hiilidioksidisammuttimet eivät tehoa akkupaloon. Pienissä akkupaloissa akkupalotapahtuma on ohi nopeasti, ja suuremmissa akkupaloissa vesipohjaisten käsisammuttimien sammute (enintään 9 litraa) ei välttämättä riitä jäähdyttämään akkukennoja. Usein akkupalon sammutusta ei päästä tekemään riittävän nopeasti, joten jäljelle jää ympäröivien materiaalien/rakenteiden sammuttaminen.

### Miten tehokkaita erityisesti akkupaloon tarkoitetut käsisammuttimet ovat?

- Akkupalon sammuttamiseen liittyvät haasteet ovat samat myös akkupaloon tarkoitetuilla käsisammuttimilla. Vaikka niissä käytetään erityisesti akkupaloon kehitettyjä sammutteita, on niidenkin sammutemäärä rajallinen.

### Voiko akkupaloon tarkoitetulla käsisammuttimella sammuttaa A- tai B-luokan paloja?

- A-luokan palojen sammutus onnistuu, koska sammuteaineet ovat vesipohjaisia. Akkupalosammuttimilla on yleensä A-teholuokka, mutta ei B-teholuokkaa.

## Tärkeää

- Litiumioniakkupaloissa on tärkeää suojautua heitteiltä ja akusta purkautuvalta savulta.
- Litiumioniakkupaloa ei voi sammuttaa tukahduttamalla. Sammutepeite suojaa vain hetken heitteiltä ja palaa nopeasti puhki.
- Pienten litiumioniakkujen osalta akkupalotapahtuma on lyhyt eikä varsinaista akkupaloa ehditä yleensä sammuttaa. Tällöin kannattaa sammutustoimenpiteet kohdistaa akun sytyttämien muiden materiaalien sammuttamiseen.

**Katso video:**
Akkupalo ja sammutuspeite

**Katso video:**
Akkupalo ja käsisammuttimet

## 5.13 Heittosammuttimen käyttö rakennuspalossa

Heitto- eli aerosolisammuttimella voidaan rajoittaa palo ja saada lisäaikaa, kunnes tehokkaammat sammutustoimenpiteet alkavat. Heittosammuttimesta purkautuvaa aerosolia täytyy palotilassa olla riittävästi, jotta sillä on vaikutusta paloon. Jos niin sanottua kriittistä pitoisuutta ei saavuteta, sammutusvaikutus on lähes nolla (ks. luku 3.3.7). Jos tilassa on riittävästi aerosolia, liekkipalo sammuu, mutta hehkupalo jää. Jotta myös hehkupalo sammuisi, pitäisi aerosolia olla tilassa huomattavan paljon, mihin ei yleensä rakennuspalon sammutuksessa heittosammuttimilla päästä. Pitää siis aina varautua siihen, että aerosolin tuulettuessa tilasta pois hehkupalo kasvaa liekkipaloksi. Pelastuslaitoskäytössä kannattaa käyttää mahdollisimman suurta heittosammutinkokoa, jotta aerosolimäärä olisi sammutuskohteessa riittävä (2–3,5 kg sammutinta).

Huomioitavaa on, että heittosammutin sekoittaa savukaasut ja hävittää näkyväisyyden kokonaan. Lisäksi lämmöt tasaantuvat, jolloin yläläm-pö laskee ja alalämpö nousee. Aerosoli sekoittaa huoneen yläosassa olevat savukaasut huoneen ala-osiin. Pienessä huoneistossa osa aerosolista ja savu-kaasuista voi purkaantua porrashuoneeseen ja muihin sivutiloihin. Tämän vuoksi heittosammutinta ei kannata käyttää välittömästi ennen savusukellusta. Purkautuva aerosoli on myös erittäin kuumaa välittömästi sammuttimen lähellä, ja esimerkiksi 25 cm:n päässä sammuttimesta se on noin 400 °C (Jäntti, Loponen & Miettinen 2009, 20–21).

Heittosammutin toimii vain rajatussa tiiviissä tilassa, esimerkiksi ontelopalossa ja huonepalossa. Jos tila on suuri tai avonainen, aerosolimäärä ei riitä palon sammuttamiseen. Avopaloon heittosammu-tin ei sovellu lainkaan. Heittosammuttimen aerosoli on hienojakoista, eikä se sotke paikkoja kuten jauhe, joten sitä voi käyttää turvallisesti ilman, että aiheuttaa suuria jälkivahinkoja. Hengityssuojaimia on aina syytä käyttää, kun kyseessä on aerosolipö-ly, sillä aerosolisammutteen reaktiotuotteena syn-tyy typen oksideja ja pienet partikkelit kulkeutuvat hengitysteihin (Rinne & Vaari 2005, 106).

Heittosammuttimissa on erillinen sytytin, joka kannattaa kiinnittää heittosammuttimeen jo val-miiksi ennen kuin sammutin viedään kalustoon. Sytyttimessä on yleensä kaksi varmistussokkaa, joten se ei vahingossa laukea kalustossa ollessaan. Riippuen heittosammuttimen mallista sokan tai vedettävän laukaisunarun vetosuunta vaihtelee. Jos epähuomiossa vetää hentoa sokkaa väärään suuntaan, voi sokka katketa eikä sytytinpanos toi-mi. Kun viimeinen sokka on poistettu noin kah-deksan sekunnin viiveellä, sytytinpanos laukeaa ja aerosoligeneraattori käynnistyy purkaen aerosolia noin 30 sekunnin ajan, kunnes kaikki sammute on purkautunut (kuva 82).

Heittosammutinta käytettäessä kohteessa heittosammutinta ei tarvitse saada osumaan pa-lokohtaan, vaan riittää, että sammutin saadaan palotilaan, jossa aerosoli leviää koko tilaan. On-gelmana on heittosammuttimen saaminen palo-tilaan, koska sammutin pitää saada tilaan kokonai-suudessaan. Ovet, ikkunat sekä ontelotilan luukut

**Kuva 82.** Heittosammutin aktivoidaan vetämällä sytyt-timen sokat pois, sen jälkeen sammutin heitetään palo-tilaan.

ovat aukkoja, joista heittosammuttimen saa laitet-tua helposti palotilaan. Myös moottorisahalla voi rakenteeseen tehdä aukon, josta heittosammut-timen saa kohteeseen. Tosin aukon tulee olla sen verran suuri, että sammuttimen saa reilusti sisä-puolelle, sillä aukolle jääneestä heittosammutti-mesta osa aerosolista purkautuu ulkotilaan.

**Heittosammuttimen käyttö rakennuspaloissa**

- Paikallistetaan lämpökameraa avuksi käyttäen palon sijainti rakennuksessa.
- Etsitään aukko, josta heittosammutin saadaan heitettyä tai asetettua palotilaan: ovi, ikkuna, ontelotilan luukku.

- Varmistetaan, että sytytin on heittosammuttimessa paikallan, poistetaan ensimmäinen varmistussokka tai sytyttimen suojakuori, jonka sisällä sytyttimen vetonaru on.
- Varmistetaan sokan tai narun vetosuunta, ettei rikota sokkaa tai katkaista vetonarua, ja vedetään sokka tai vetonaru pois. Sytytin laukeaa noin kahdeksan sekunnin viiveellä.
- Asetetaan tai heitetään sammutin palotilaan ennen kuin sytytin ehtii laueta.
- Huomioitavaa on, että heittosammutin sekoittaa savukaasut ja hävittää näkyväisyyden kokonaan. Lisäksi lämmöt tasaantuvat, jolloin ylälämpö laskee ja alalämpö nousee. Pienessä huoneistossa osa aerosolista ja savukaasuista voi purkaantua porrashuoneeseen ja muihin sivutiloihin.

### Mikä on kriittinen pitoisuus?

- Heittosammuttimesta purkautuvaa aerosolia täytyy palotilassa olla riittävästi, jotta sillä on vaikutusta paloon, eli yli kriittisen pitoisuuden. Jos kriittistä pitoisuutta ei saavuteta, sammutusvaikutus on lähes nolla. Jos tilassa on riittävästi aerosolia, liekkipalo sammuu, mutta hehkupalo yleensä jää.

## Tärkeää

- Heittosammutin toimii vain tiiviissä tilassa, johon pitää saada riittävä aerosolipitoisuus.
- Purkautuva aerosoli on kuumaa, jopa 400 °C 25 cm:n etäisyydellä sammuttimesta.
- Heittosammutin ei sovellu avopaloon, sillä se voi jopa paikallisesti kiihdyttää paloa kuuman aerosolin purkautuessa avopalossa.
- Aerosolisammutetta ei ole syytä hengittää. Tilassa, jossa on käytetty aerosolisammutetta, kannattaa käyttää hengityssuojaimia (paineilmahengityslaitetta).

## 5.14 Pikapalopostien käyttö rakennuspaloissa

Vaikka käsisammuttimet ovat alkupalon sammuttamisessa ja palon rajoittamisessa tehokkaita, on niiden sammutemäärä rajallinen. Kokematon sammuttaja voi tyhjentää käsisammuttimen hyvinkin nopeasti paloa sammuttamatta. Pikapaloposteissa (kuva 83) sen sijaan sammutemäärä on käytännössä rajaton. Lisäksi pikapalopostien vesivirta on kohtuullisen suuri, mikä mahdollistaa suuremmankin alkupalon sammuttamisen ja rajoittamisen.

Pikapaloposteja löytyy hoitolaitoksista, kokoontumis- ja liiketiloista, työpaikkatiloista, majoitusliikkeistä, varasto- ja tuotantorakennuksista sekä autosuojista. Pikapaloposteja asennetaan myös jonkin verran kerrostaloihin. Pikapalopostien tulee olla standardin SFS-EN 671-1:2012 tai SFS-EN 671-2:2012 mukaisia. Osa 1 koskee pikapaloposteja, joissa on muotonsa säilyttävä letku, ja osa 2 pikapaloposteja, joissa on litteäksi puristuva letku. Pikapalopostissa on yleensä 19–33 mm:n muotonsa säilyttävä, kelalla oleva letku, jonka pituus on 25–30 metriä. Pikapalopostin kaapin sisällä on pikapalopostin pääventtiili, jonka tulee olla normaalisti suljettuna. Letkun päässä on suihkuputki, joka on yleensä kierrettävä malli. Suihkuputkessa on suorasuihku ja hajasuihku. Suorasuihkun kantama on vähintään kymmenen metriä pienimmällä verkostopaineella.

**Kuva 83.** Pikapaloposti.

Pronto-tietokannan mukaan kymmenen vuoden aikavälillä pikapalopostteja käytettiin alkupalon sammutuksessa 1284 kertaa. Näistä tapauksista pikapalopostilla saatiin palo sammumaan tai paloa saatiin rajattua 94,5 prosentissa tapauksista. 5,3 prosentissa tapauksista pikapalopostilla ei ollut alkusammutukseen vaikutusta. Onnistumisprosentti pikapalopostia käytettäessä alkusammutuksessa on siis tilastojen valossa suuri. (Raninen 2020.)

Pelastustoiminnassa kannattaa huomioida rakennuksiin asennetut pikapalopostit yhtenä täydentävänä sammutustekniikkana. Pikapalopostit ovat tehokkaampia kuin käsisammuttimet, ja ne antavat jatkuvan vesivirran. Vesivirta on kuitenkin huomattavasti pienempi kuin 42 mm:n työletkussa. Standardin SFS-EN 671-1 mukaan vesivirta voi vaihdella 12–156 l/min riippuen pikapalopostin suuttimen koosta ja verkostopaineesta. Taulukossa 8 on lueteltu standardin mukaiset virtaamat, jotka käytännössä voivat vaihdella hyvinkin paljon. Käytännön mittauksissa 19–25 mm:n letkulla ja 7–10 mm:n suuttimella varustetut pikapaloposti antoivat vettä 40–87 l/min ja verkostopaine vaihteli 3–7,1 baariin. (Raninen 2020.)

Verkostopaine vaihtelee kohteen mukaan ja on normaalisti 4–6 baaria. Pikapalopostin pisarakoko on siis suuri heikon suihkupaineen vuoksi, ja virtaamat vaihtelevat verkostopaineen myötä. Pikapaloposti soveltuu parhaiten suoraan sammuttamiseen palavaan kohteeseen, mutta palokaasujen jäähdyttämiseen se ei ole kovin tehokas pienen suihkupaineen ja vesivirran vuoksi. **Pikapalopostin turvin ei voi koskaan savusukeltaa.** (Raninen 2020.)

| Suihkuputken suuttimen halkaisija mm | Vähimmäisvirtaama eri suihkupaineilla l/min | | |
|---|---|---|---|
| | 200 kPa | 400 kPa | 600 kPa |
| 4 | 12 | 18 | 22 |
| 5 | 18 | 26 | 31 |
| 6 | 24 | 34 | 41 |
| 7 | 31 | 44 | 53 |
| 8 | 39 | 56 | 68 |
| 9 | 46 | 66 | 80 |
| 10 | 59 | 84 | 102 |
| 12 | 90 | 128 | 156 |

**Taulukko 8.** Standardin SFS-EN 671-1 mukaiset pikapalopostien vähimmäisvirtaamat eri verkostopaineilla.

?

### Voiko pikapalopostin avulla savusukeltaa?

- Ei. Pikapalopostin vesivirta ja suihkupaine eivät ole riittävät turvalliseen savusukeltamiseen.

### Kannattaako tulipalotilanteessa pelastushenkilöstön tukeutua rakennuksessa olevaan pikapalopostiin?

- Pelkästään rakennuksessa olevaan pikapalopostiin ei sammutustoimintaa voida perustaa. Pikapalopostia kannattaa ehdottomasti käyttää alkusammutustiedustelussa yhtenä sammutusvälineenä.

## Tärkeää

- Pikapalopostit ovat tehokkaampia kuin käsisammuttimet, ja ne antavat jatkuvan vesivirran.
- Onnistumisprosentti pikapalopostia käytettäessä alkusammutuksessa on tilastojen valossa suuri.
- Pikapaloposti soveltuu parhaiten suoraan sammuttamiseen palavaan kohteeseen.

# 6 Sammutustoimenpiteet rakennuspaloissa

Tässä luvussa käsitellään sammutustyön teknisiä toimenpiteitä rakennuspaloissa yhtenä kokonaisuutena. Luvussa käsitellään tyypillisimpiä rakennuksia ja niissä tapahtuvan sammutustyön toimenpiteiden ratkaisuesimerkkejä. Lisäksi on otettu esille joitakin rakennusten erityispiirteitä, joilla on merkitystä sammutustyön kannalta, kuten korkeat asuinrakennukset ja rakennuksissa olevat toimistotilat. Mukana on myös työturvallisuuteen liittyviä oleellisia asioita, kuten altistuminen, vaara-alue-määritelmä sekä sammutusreitin valintaan liittyvät kysymykset.

Julkaisusta on jätetty tietoisesti pois muutamien erityiskohteiden, muun muassa maanalaisten metro- ja junatunneleiden, sammutustekniset toimenpiteet ja erityiset palotekniset ratkaisut. Niiden rakentaminen on keskittynyt ensisijaisesti pääkaupunkiseudulle sekä muutamaan muuhun suurempaan kaupunkiin. Korkeiden rakennusten osalta julkaisussa on käsitelty vanhojen ja nykyisten määräysten mukaiset palotekniset ratkaisut, mutta verrattuna moniin muihin eurooppalaisiin kaupunkeihin meillä Suomessa muun muassa korkeiden rakennusten määrä on vielä tällä hetkellä kovin pieni ja ne kaupungit sekä pelastuslaitokset, joita asia koskee, ovat tehneet omia erityisohjeita rakentamisen suunnittelulle sekä myös pelastuslaitoksen toiminnalle mahdollisessa tulipalotilanteessa.

Aurinkosähköjärjestelmien määrä kasvaa jatkuvasti, järjestelmiä asennetaan rakennuksiin yhä enemmän. Tulipalotilanteessa aurinkosähköjärjestelmiin liittyy erilaisia riskejä. Luvun lopussa on tietoa aurinkopaneelijärjestelmistä ja järjestelmän aiheuttamista vaaroista tulipalotilanteessa sekä toimintaohjeet rakennuspaloissa.

Rakennusten katolla sijaitsevat tukiasemat voivat aiheuttaa sammuttajille varaa, jos tukiasemien välittömässä läheisyydessä työskennellään pitkiä aikoja. Tukiasemien lähetinantennit lähettävät sähkömagneettisia radiotaajuisia kenttiä. Tukiasemat ovat jatkuvasti toiminnassa ja lähetysten teho riippuu toiminta-alueen koosta. Rakennusten katolla olevat tukiasemat ovat kuitenkin yleensä pieniä, joiden teho on vain muutamia watteja (Alanko ym. 2006). Työskentelystä tukiasemien läheisyydessä on tehty Työterveyslaitoksen julkaisu (Alanko, T., Hietanen, M. 2006. Turvallinen työskentely tukiasemien lähellä). Tässä luvussa ei käsitellä erikseen tukiasemia ja niiden lähellä työskentelyä sammutustehtävissä. Työterveyslaitoksen julkaisussa olevat ohjeet ovat sovellettavissa myös rakennuspaloissa.

Jälkivahinkojen torjunta (JVT) tulee myös huomioida rakennuspalon sammutustoimenpiteissä. JVT- ensitoimenpiteisiin kuuluvat rakennuspalon sammuttamisen aikana ja välittömästi sen päättymisen jälkeen tehdyt toimenpiteet, joilla pyritään luomaan kohteeseen savuttomat ja vedettömät olosuhteet, turvaamaan riittävä energiansaanti ja estämään ulkopuolisten pääsy tapahtuma paikalle. Tässä luvussa ei käsitellä jälkivahinkojen torjuntaa. Jälkivahinkojen torjunnasta on tehty Palopäällystöliiton julkaisu (Lappi ym. 2008).

## 6.1 Altistumisen vähentäminen rakennuspalon sammutuksessa

*Ville Ala-Kokko*

**Altistumisella tarkoitetaan haitallisen kemiallisen, fysikaalisen tai biologisen tekijän kohtaamista, joka voi aiheuttaa haitallisia muutoksia altistuneen elimistössä.** Rakennuspaloissa esiintyy aineita, jotka ovat terveydelle joko haitallisia, vaarallisia, myrkyllisiä tai syöpävaarallisia. Aineet voivat olla vain joitakin edellä mainituista tai sisältää useampia tai jopa kaikkia haitta- ja vaaratekijöitä. Osa aineista on letaaleja, ja osalla on lyhyt- ja osalla

**Kaavio 22.** Altistumisen vähentämisen huomioiminen sammutustehtävään liittyen.

pitkäaikaisia vaikutuksia. Rakennuspaloissa nämä haitalliset aineet esiintyvät kaikissa olomuodoissa: kiinteinä, nesteinä ja kaasuina. Niitä voi esiintyä partikkeleina, hiukkasina, huuruina, höyryinä, kaasuina, pisaroina ja veteen liuenneina. Rakennuspalossa palaminen on lähes aina epätäydellistä ja palamiseen osallistuu erilaisia materiaaleja tavallisesta puusta erilaisiin synteettisiin materiaaleihin. **Tämä aiheuttaa sen, että rakennuspaloissa vapautuu paljon haitallisia aineita ympäristöön.** Osan näistä haitallisista aineista voimme aistia, esimerkiksi näkyvä savu, mustat hiiltyneet pinnat ja pinnoille leijailleet partikkelit. Osaa sen sijaan emme huomaa, kuten häkäkaasua, joka on hajuton, mauton ja näkymätön kaasu. (Laitinen 2021.)

Pelastushenkilöstö altistuu haitallisille aineille työskennellessään ympäristössä, jossa näitä altisteita esiintyy. Altisteita on palavassa tilassa, ja palavasta tilasta altisteita siirtyy savun ja virtausten mukana muihin tiloihin ja avoimien aukkojen kautta ulos. Tuuli kuljettaa mukanaan savua ja samaten altisteita. Altisteiden pitoisuus pienenee koko ajan, mitä kauemmaksi kohteesta mennään. Savusukeltajat työskentelevät olosuhteissa, joissa altisteita on eniten ja niiden pitoisuus ympäristössä on korkein. Mutta on huomioitava, että tuuli, virtausolosuhteet ja rakennettu infrastruktuuri vaikuttavat siihen, että epäsuotuisissa olosuhteissa koko pelastushenkilö joutuu työskentelemään ympäristössä, jossa altisteita esiintyy. Altisteet tarttuvat suojaimien ja käytetyn kaluston pinnoille ja ne altistavat pelastustyöntekijöitä vielä huoltojen yhteydessä. **Altisteita päätyy kehoon ihon pinnalta sekä hengityksen ja suun kautta.** (Laitinen 2021.)

Kaaviossa 22 on esitetty, miten altistumisen vähentäminen tulee huomioida sammutus- ja pelastustoiminnan eri vaiheissa. Laatikoiden väreillä on korostettu altistumisen vaaraa. Mitä vaaleampi on laatikon väri, sitä vähäisempi on altistumisen vaara, ja mitä tummempi laatikko on, sitä suurempi vaara altistumiselle on olemassa. Tehtävän jälkeen henkilöstö, varusteet ja ajoneuvot ovat kontaminoituneet ja täten puhdistautumisen tarpeessa, joten kaaviossa laatikoiden väri säilyy harmaana, kunnes kaikki on huollettu ja puhdistettu. Huoltojen yhteydessä likaisia varusteita käsiteltäessä on edelleen altistumisen vaara olemassa, joten tästä syystä laatikon väri on taas tummempi. Altistumiseen voidaan kuitenkin vaikuttaa merkittävästi oikein suojautumalla ja toimimalla.

## Mihin perustuu työnantajan huolehtimisvelvollisuus työntekijöiden altistumisen vähentämiseksi?

8 § Työnantajan yleinen huolehtimisvelvoite

Työnantaja on tarpeellisilla toimenpiteillä velvollinen huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Tässä tarkoituksessa työnantajan on otettava huomioon työhön, työolosuhteisiin ja muuhun työympäristöön samoin kuin työntekijän henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät seikat…

38 § Kemialliset tekijät ja työssä käytettävät vaaralliset aineet

Työntekijän altistuminen turvallisuudelle tai terveydelle haittaa tai vaaraa aiheuttaville kemiallisille tekijöille on rajoitettava niin vähäiseksi, ettei näistä tekijöistä aiheudu haittaa tai vaaraa työntekijän turvallisuudelle tai terveydelle taikka lisääntymisterveydelle. Erityisesti on huolehdittava myrkytyksen, hapen puutteen tai muun vastaavan vakavan vaaran ehkäisemiseksi tarpeellisista suojelutoimenpiteistä…

(Työturvallisuuslaki 2002.)

Suomessa on jo vakiintunut käsite puhdas paloasema. **Puhdas paloasema tarkoittaa kaavion 22 mukaista lähtötilannetta.** Lähtötilanteessa ollaan puhtaalla paloasemalla, jossa kaikki varusteet, kalusto ja ajoneuvot pidetään puhtaina. Kun paloasema on puhdas, altisteita ei esiinny eikä altistumista tapahdu.

Tehtävälle siirryttäessä tulee pukeutua ja suojautua tilanteen ja oman tehtävän mukaisesti. **Tärkeää on paloasun lisäksi suojata koko iho yhtenäisellä alusvaatetuksella.** Tiedustelun avulla on tärkeää selvittää altistumisen kannalta palava materiaali, savun levinneisyys ja sääolosuhteet. Varsinkin tuulen suunnan huomioimisella pyritään pelastuskalusto ja tukitoiminnot sijoittamaan tuulen yläpuolelle, jolloin näkyvyys on parempi ja altistumista voidaan vähentää huomattavasti. Savun mukana altisteet leviävät palokohteen ympäristöön kaikille pinnoille ja muun muassa pelastushenkilöstön hengitysteihin, vaatteisiin, ajoneuvojen päälle ja ajoneuvojen raitisilmasuodattimiin. **Tästä syystä kohteessa tuleekin pyrkiä pitämään aina ajoneuvojen ovet ja kaapit kiinni.**

**Sammutus- ja pelastustoiminnassa tapahtuvaan altistumiseen vaikuttavat valittavat taktiikat ja tekniikat, mutta on muistettava, että sammutus- ja pelastustoiminnassa ei voida toimia pelkästään altistumisen ehdoilla.** Kyseessä on ihmisten pelastaminen, evakuoiminen ja tulipalojen sammuttaminen, rajoittaminen ja leviämisen estäminen. Altisteiden levinneisyyteen vaikuttaa palon laajuus, voimakkuus, infrastruktuuri ja keliolosuhteet, joista merkittävimpänä tuuleen voimakkuus ja suunta. Altisteiden vaarallisuuteen vaikuttavat palava materiaali ja palamisolosuhteet. Esimerkiksi kemikaali- ja akkupaloissa syntyy tavallista vaarallisempia yhdisteitä kuin tavanomaisissa paloissa. Kohteessa on mahdollista, että kaikki pelastustyöntekijät altistuvat, eivät pelkästään savusukeltajat. Erityisesti savusukelluksen osalta tulee huolehtia riittävästä tauotuksesta ja vaihtohenkilöstä, ettei lämpö- ja altistekuormitus kasva liian suureksi. **Yli tunnin sukellusaika lisää altistumista merkittävästi** (Laitinen, Lindholm, Aatamila, Hyttinen & Karisola 2016). Oheisessa laatikossa on huomioitu muutamia asioita ja käytännön toimenpiteitä, joilla altistumisen määrään jokainen pelastustyöntekijä voi vaikuttaa merkittävästi.

**Paloasema pysyy puhtaana, kun likaisia varusteita ja kalustoa käsiteellään huoltojen yhteydessä vain likaisissa tiloissa.** Varsinkin uusissa paloasemahankkeissa huoltotoiminnat on pyritty sijoittamaan niin lähekkäin, että likaisia varusteita ei kuljeta puhtaiden tilojen kautta. Likaisten varusteiden on oltava ilmatiiviissä astiassa, kassissa tai säkissä, jos niitä kuljetetaan puhtaiden tilojen läpi. (Menetelmäohje Keski-Suomen pelastuslaitos 2017.)

Laitinen, Lindholm, Aatamila, Hyttinen ja Karisola Työterveyslaitokselta tutkivat Ruotsissa kehitetyn Skellefteå-mallin toimivuutta palomiesten altistumisen vähentämiseksi. **He totesivat, että**

**Suomessa tulee ottaa käyttöön päivitetty Skellefteå-mallin mukainen toimintatapa ja siihen tulee liittää aluemäärittely tulipalotilanteessa.** Lisäksi kaluston ja varusteiden huollossa tulee huomioida työntekijöiden suojautuminen ja riittävän tehokkaat puhdistusmenetelmät kaluston ja varusteiden likaantumisasteen mukaan. Mikäli työntekijälle tulee oireita altistumiseen jälkeen, tulee työntekijä ohjata työterveyshuoltoon tai hoitolaitoksen päivystyspisteeseen. Hoito ja terveyden seuranta tulee suunnitella etukäteen. (Laitinen ym. 2016, 72.)

## Miten voin vähentää altistumista sammutus- ja pelastustoiminnassa?

- Käyttämällä tehtävän edellyttämiä suojaimia.
- Suojaamalla ihon yhtenäisellä alusasulla palopuvun alla.
- Suojaamalla kädet sammutus-, pelastus-, jälkiraivaus- ja huoltotoiminnoissa vaarojen ja altisteiden mukaisesti.
- Käyttämällä paineilmahengityslaitetta hengityksen suojaimena ja myös jälkiraivauksessa.
- Valitsemalla tehtävään työturvallisuuden ja altistumisen näkökulmasta soveltuvimmat tekniikat, jotka kuitenkin ovat tehokkaita ja tavoitteellisia.
- Liikkumalla pois savusta aina, kun tehtävä sen sallii.

## Miten voin vähentää altistumista tauoilla, huolloissa ja tehtävän jälkeen?

- Taukojen aikana riisumalla päällimmäiset varusteet likaiselle puolelle huoltopaikalla.
- Puhdistamalla kädet ja kasvot hyvin ennen kenttäruokailua ja heti tehtävän jälkeen.
- Vaihtamalla päällysvaatteet heti tehtävän jälkeen kohteessa.
- Suojautumalla riittävästi myös huoltotoimenpiteiden yhteydessä.
- Peseytymällä mahdollisimman nopeasti altistumisen jälkeen.

## Tärkeää

- Puhdas paloasema tarkoittaa, että paloasema, ajoneuvot, kalusto ja varusteet huolletaan ja puhdistetaan tehtävän jälkeen hyvin.
- Tehtävällä ja huolloissa tulee huolehtia oikeanlaisesta suojautumisesta. Erityisesti tulee kiinnittää huomioita käsien ja hengityksen suojaamiseen kaikissa olosuhteissa.
- Pelastustyöntekijöiden tulee peseytyä mahdollisimman nopeasti altistumisen jälkeen.

## Lisätietoa

Savusukellusopas, luku 3

Asa-rekisteri

Vähentääkö Skellefteå-malli palomiesten altistumista operatiivisessa toiminnassa?

Healthy Firefighters

## 6.2 Vaara-alueiden määrittäminen

*Ville Ala-Kokko*

**Kohteessa tulee määrittää pelastustoiminta-, vaara- ja välittömän vaaran alue sekä tarvittaessa sortumavaarallinen alue.** Alueiden tarkoituksena on selkeyttää toimintaa, parantaa työturvallisuutta ja vähentää altistumista sekä siitä seuraavia terveyshaittoja. Aluemäärittelyyn vaikuttaa merkittävästi palava kohde, rakennettu infrastruktuuri ja olosuhteet (tuulen suunta). Aina ei ole mahdollista esimerkiksi sijoittaa kalustoa tuulen yläpuolelle pois savusta. Tuulen suuntakin voi muuttua kesken tehtävän. Tulipalon luonne dynaamisena onnettomuutena tekee myös aluemäärittelystä haastavaa ja alueet muuttuvat tulipalon levitessä tai sammuessa.

**Pelastustoiminta-alue on alue, jossa sammutus- ja pelastustoiminta sekä niihin liittyvät tukitoiminnot tapahtuvat.** Pelastustoiminnan alueen sisälle jäävät vaara- ja välittömän vaaran alue. Kuva 84 on periaatekuva aluemäärittelystä. Ajoneuvokalusto sijoitetaan pelastustoiminta-alueelle. Kalusto pyritään ryhmittämään tuulen yläpuolelle ja riittävän etäälle palavasta kohteesta. Alueella on letkuselvityksiä, lisäveden järjestelyt ja huoltopaikka. Huoltopaikalla tulee erottaa selvästi puhdas ja likainen puoli toisistaan. Alueella työskentelevät tarvittava pelastushenkilöstö sekä muut tilanteessa tarvittavat viranomaiset ja toimijat (esim. ensihoito, poliisi ja sähköyhtiö). Tarvittaessa alue eristetään, jolloin estetään ulkopuolisten pääsy alueelle. **Alueella esiintyy vain vähäisiä vaaroja.** Paineelliset letkut voivat rikkoutua ja iskeytyä työntekijöihin. Alueella työskenneltäessä vähimmäissuojavarustuksena tulee olla näkyvä suojavaatetus, kypärä, turvajalkineet ja muu tehtävän mukainen varustus. Alueella on varauduttava hengityksen suojaamiseen kertakäyttöisillä FFP3-luokan suojaimilla, mutta on huomioitava, että ne suojaavat hengitystä vain palosta leijailevilta haitallisilta hiukkasilta.

**Vaara-alue on palavan kohteen läheisyydessä oleva alue tai tila, jossa esiintyy vaaroja. Osa vaaroista voi olla merkittäviä.** Alueen määrittelee pelastustoiminnan tai tilannepaikan johtaja. Vaara-alueen koko ja sijainti riippuvat palavasta kohteesta. Vaara-alue voi olla esimerkiksi savuton kerrostalon porraskäytävä, palavan palo-osaston viereinen palo-osasto tai palavan rakennuksen ympäristö. Vaara-alue muodostuu palavan rakennuksen tai muun palavan kohteen ympäristössä tuulen alapuolella laajemmaksi ja kauemmaksi kohteesta kuin tuulen yläpuolella.

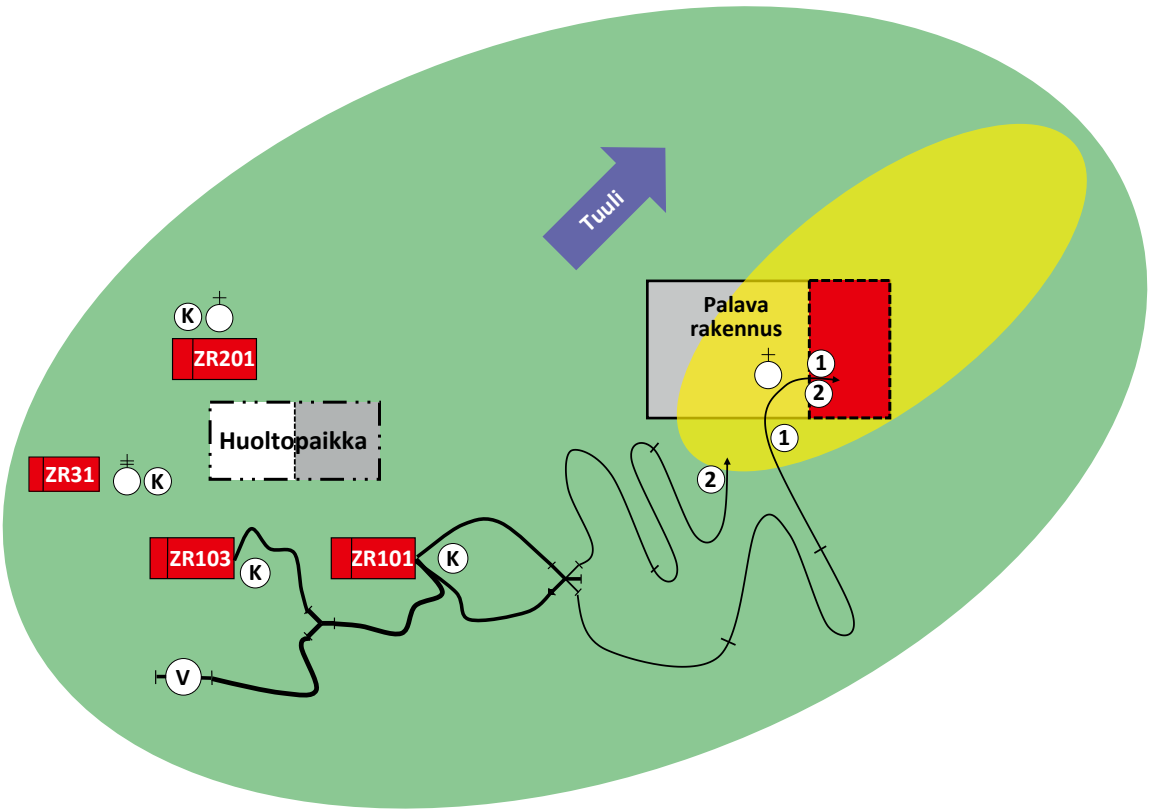
### Lisätietoa

- Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta 2019
- Työturvallisuuslaki 2002
- Sopimuspalomiehen loukkaantuminen rakennuspalossa Kerimäellä 1.5.2021

### Onko aluemäärittelylle lainsäädännöllistä velvoitetta?

Kyllä on.

- Vna 2019 työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta
  - 8 § Torjuntakeinot altistumisen estämiseksi ja vähentämiseksi
  - 12 § Pääsy vaara-alueelle
  - 13 § Hygienia ja henkilökohtainen suojaus
- Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738
  - 11 § Erityistä vaaraa aiheuttava työ




**Kuva 84.** Periaatekuva aluemäärittelystä rakennuspaloissa.

Vaara-alueella esiintyy tai saattaa esiintyä seuraavia vaaroja, kuten savua, syttyviä palokaasuja, kuumuutta, pistoliekkejä, paloräjähdyksiä ja heitteitä, esimerkiksi lasinsiruja rikkoutuvasta ikkunasta.

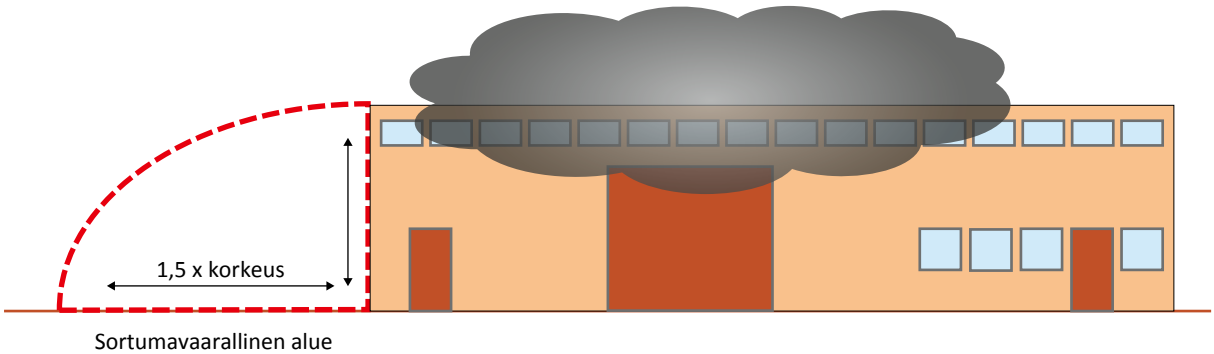
Vaara-alueella työskentelee palon sammutushenkilöstö, esimerkiksi savusukellustilanteessa suojapari. Kuvassa 84 vaara-alueella on suojaparin ykkönen syöttämässä letkua sukeltavalle parille ja ryhmänjohtaja on rakennuksessa sisällä. Palon sammutus ulkoapäin tapahtuu juuri vaara-alueella. Alueella työskenneltäessä suojaimena tulee olla paloasu ja paineilmahengityslaite. Palopukuna voi olla myös niin sanottu kevyempi asu. Paineilmahengityslaitetta tulee käyttää hengityssuojaimena, jos ympäristössä on näkyvää savua, pistävää käryä tai muu suojautumisen tarve. Kasvo-osa suojaa kasvot palon lämpösäteilyltä ja liekeiltä.

Vaara-alueella hengityksen voi suojata myös suodatinsuojaimella. Myös paineilmahengityslaitteen kasvo-osaan kiinnitettäviä suodattimia on saatavilla. Suodattimen osalta tulee huomioida sen suodatusteho tulipaloissa tyypillisesti ilmeneville kaasuille, höyryille, huuruille ja partikkeleille.

**Välittömän vaaran alue on avopalossa alue ja rajatun tilan palossa tila. Välittömän vaaran alueella vaara on välitön.** Jos hengityksensuojaus paineilmahengityslaitteesta estyy, uhkaa pelastushenkilöä **vakava loukkaantuminen tai kuolema.**

Avopalossa alueen koon määrittelee pelastustoiminnan tai tilannepaikan johtaja. Alueen koko määräytyy palavan **kohteen suuruuden, lämpösäteilyn voimakkuuden ja muiden vaarojen mukaan**. Välittömän vaaran alue avopalossa tulee kysymykseen isoissa ja kuumissa paloissa, kuten **palavan nesteen** tai **sulavan aineen** paloissa. Samaten välittömän vaaran alue tulee kyseeseen **kemikaalipaloissa**, esimerkiksi uusien sähköautojen akkupaloissa, joissa ympäristöön vapautuu paljon erilaisia myrkyllisiä yhdisteitä.

Rajatun tilan palossa välitön vaara-alue määräytyy savusukelluksen määritelmän mukaisesti.




**Kuva 85.** Sortumavaarallinen alue ulottuu etäisyydelle 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

Kun palo rajatussa tilassa (huoneessa, palo-osastossa tai koko rakennuksessa) on kehittynyt sellaiseksi, että tilassa on tiheä savupatja, muodostaa tila välittömän vaaran alueen. Myös palavan rakennuksen katto on välitöntä vaara-aluetta. **Työskentely rajatun tilan paloissa välittömän vaaran alueella edellyttää savusukellusvarustusta ja -kelpoisuutta.** Kasvo-osa tulee pukea hyvissä ajoin ennen välittömälle vaara-alueelle menemistä. Savuraja toimii rakennuspalossa monesti välittömän vaara-alueen rajapintana.

Mikäli rakennuksessa tai sen osassa todetaan, havaitaan tai epäillään olevan sortumavaara, tulee määrittää myös sortumavaarallinen alue. **Sortumavaarallisella alueella ei ole turvallista työskennellä.** Sortumavaaran käsittäessä koko rakennuksen tai rakennelman sortumavaarallinen alue on 1,5 kertaa rakennuksen korkeus. Sortumavaarallisista aluetta määrittäessä tulee huomioida myös rakennuksen harjakorkeuden yläpuolelle kohoavien rakenteiden kuten savupiippujen ja mastojen sortuminen, jotka voivat aiheuttaa vaaraa huomattavasti kauemmaksikin kuin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus. Sortumavaaran syntymiseen vaikuttavat kantavien rakenteiden palonkesto, rakennuksen paloluokka, palon voimakkuus, palon kesto, sammutus- ja raivaustoimenpiteet. Mikäli esimerkiksi rakennuksen yläpohjaa sammutetaan runsaalla vesimäärällä, aiheuttaa vesi imeytyessään eristeisiin ja rakenteisiin kovan kuormituksen, jonka seurauksena yläpohja voi sortua varsinkin, jos palo on heikentänyt kantavia rakenteita. Samaten rakennuksen sammutusraivauksessa kantavien rakenteiden heikentyminen saattaa muodostaa sortumavaaran.

## Tärkeää

- Oikeilla toimintatavoilla voidaan altistumista haitallisille aineille vähentää merkittävästi (Laitinen ym. 2016, 71).
- Rakennuspalossa pelastuslaitoksen työskentelyalue muodostaa pelastustoiminta-alueen.
- Vaara-aluetta ovat rakennuksessa olevat tilat ja ympäristö, jossa esiintyy vaaroja. Osa vaaroista voi olla merkittäviä.
- Välittömän vaaran alue on avopalossa alue ja rajatun tilan palossa tila. Välittömän vaaran alueella vaara on välitön.
- Sortumavaarallisella alueella ei pidä työskennellä lainkaan.

## 6.3 Taktinen nelikenttämalli rakennuspaloissa teknisen johtamisen perusta

Taktinen nelikenttämalli rakennuspaloissa sisältää hyökkäävän ja puolustavan taktiikan ulkoa ja sisältä. Puolustavan taktiikan tavoitteena on palon rajoittaminen ja sammuttaminen sekä palon leviämisen estäminen. Hyökkäävän taktiikan tavoitteena on palon sammuttaminen ja rajoittaminen. Voidaankin sanoa, että puolustava taktiikka edustaa lähinnä palon **rajoittamista** ja hyökkäävä taktiikka

palon **sammuttamista**. Hyökkäävää ja puolustavaa taktiikkaa voidaan toteuttaa tilanteen mukaan rakennuksen sisällä tai rakennuksen ulkopuolella ottaen huomioon työturvallisuusnäkökohdat.

Taktinen nelikenttämalli rakennuspaloissa sisältää:

- **hyökkäävän ulkoa sammuttamisen** ja rajoittamisen taktiikan
- **hyökkäävän sisältä sammuttamisen** taktiikan
- **puolustavan ulkoa** palon **leviämisen estämisen** taktiikan
- **puolustavan sisältä rajoittamisen** ja sammuttamisen taktiikan.

Kaaviossa 23 on nelikenttämallia avattu toiminnan tavoitteiden ja perusteiden avulla sekä kuvattu, missä toiminta tapahtuu, ulkona vai sisätiloissa. Lisäksi kussakin nelikentän osiossa on kuvattu, minkälaista toimintaa kukin taktiikka voisi sisältää: palon **sammuttamista**, palon **rajoittamista** vai palon **leviämisen estämistä**. Nelikentän pohjavärillä on kuvattu toiminnan luonnetta eri nelikentän osissa: punainen kuvaa sammuttamista, sininen rajoittamista ja leviämisen estämistä.

Sammutustaktiikan valinnalla on ratkaiseva merkitys siihen, missä toiminnan painopiste on ja mitkä sammutustekniset ratkaisut valitaan tavoitteiden saavuttamiseksi. Sammutustaktiikka valitaan tilanteeseen nelikenttämallia käyttäen. Sammutustaktiikka voi muuttua tilanteen aikana joustavasti nelikenttämallin ajattelutavan mukaan; edetään taktiikasta toiseen tai rakennuksen eri osissa sammutustyötä tehdään eri taktiikoilla. Esimerkiksi ennen hyökkäävää sisältä sammuttamista voi edeltää palon sammuttaminen ja rajoittaminen ulkopäin hyökkäävällä taktiikalla. Ulkoapäin palon sammuttaminen voi kestää vain muutaman minuutin, minkä jälkeen siirrytään välittömästi sisältä sammuttamiseen sisäsammutustekniikalla. Tavoitteena edellisessä oli sisältä sammuttaminen, johon siirryttiin ulkoa sammuttamisen kautta vaiheittain. Sammutustaktiikan luominen alkaa **toiminnan tavoitteista**, eli määrätty sammutustaktiikka kuhunkin tilanteeseen ei ole itsetarkoitus. Toiminta voi myös koostua **välitavoitteista**, jolloin koko operaatioon voi tällaisessa tilanteessa syntyä eräänlaisia sammuttamisen vaiheita ja välitavoitteita.

Joissakin tilanteissa nopeat sammutustoimenpiteet voivat tehdä valitun taktiikan toteuttamisen tarpeettomaksi. Esimerkiksi alkusammutustiedustelulla voidaan alkava palo sammuttaa kokonaan, jolloin hyökkäävää sisältä sammuttamista ei tarvitse toteuttaa siinä mittakaavassa kuin alun perin suunniteltiin.

Sammutustekniset toimenpiteet ovat kaikissa sammutustaktiikoissa perustoiminnoiltaan samoja. Esimerkiksi rakennuspaloissa lähes kaikissa sammutustaktiikoissa käytetään perusselvitystä. Sammutusteknisten toimenpiteiden suoritusjärjestys saattaa kuitenkin vaihdella, ja sammutusvälineillä voi olla eri käyttötapa riippuen valitusta taktiikasta. Sammutustekniikat ja -välineet eivät ole sidottuja eri sammutustaktiikoihin, ja esimerkiksi pistosuihkuputkea ja sammutinleikkuria voidaan käyttää hyökkäävässä ja puolustavassa taktiikassa, samoin työsuihkua tai maavesitykkiä. **Kaikkia sammutustekniikoita voidaan siis soveltaen käyttää nelikentän eri osissa.**

Ensimmäinen pelastusryhmä tai yksikkö valitsee alkutietojen, tiedustelun ja resurssien perusteella sammutustaktiikan, jolla tilannetta ryhdytään aluksi hoitamaan. Pelastustoiminnan johtaja tekee kuitenkin lopullisen päätöksen sammutustaktiikasta kohteesta saamansa tilanneselvityksen perusteella. Pelastustoiminnan aloittavan ryhmän toimenpiteet ja sen johtajan tekniset ratkaisut ovat merkityksellisiä tehtävän onnistumisen kannalta. Nelikenttämallin ideologian ymmärtäminen tuo pelastustoiminnan johtajalle vaihtoehtoja taktisen tason päätöksentekoon tavoitteen saavuttamiseksi mahdollisimman tehokkaasti ja turvallisesti kaikissa tilanteissa.

### Taktiikka määrittää savusukeltamista

Mikäli palavassa tilassa tai rakennuksessa on ihmisiä sisällä, taktiikkana yleensä on **hyökkäävä sisältä sammuttaminen** tai **puolustava palon rajoittaminen sisältä** tilanteessa, jossa viereisestä palo-osastosta suojaväistetään asukkaita. Edellä mainituissa tilanteissa hyökkäävä sisältä sammuttaminen toteutetaan yleensä sisäsammutustekniikalla.

**Kaavio 23.** Taktinen nelikenttämalli rakennuspaloissa (Ala-Kokko, Huttu, Paloluoma, Ronkainen & Smura 2022).

Sisältä sammuttamista voi edeltää sammuttaminen ulkoapäin, mikäli sillä voidaan parantaa sisällä olijoiden selviytymismahdollisuuksia (ks. luku 2). Sisäsammutustekniikka edellyttää savusukellusta. Tilannearvion jälkeen tulee tehdä päätös savusukeltamisen aloittamisesta. Pelastusryhmän johtaja voi aloittaa savusukellustoiminnan tilannearvionsa mukaisesti. Hänen tulee informoida siitä pelastustoiminnan johtajaa. Pelastustoiminnan johtaja vastaa savusukellustoiminnasta. Savusukelluksesta tulee pidättäytyä, mikäli siitä arvioidaan muodostuvan liian suuri riski savusukeltajien turvallisuudelle. (Ala-Kokko 2021, 61.)

Pelastustoimintaa aloittaessa tulee aina arvioida, minkälaisilla työskentelytavoilla tehtävä voidaan hoitaa mahdollisimman turvallisesti ja tehokkaasti. Pelastustoiminnassa tulee suosia vähemmän altistavia ja pienemmän riskin työmenetelmiä aina kun tehtävä sen mahdollistaa. Esimerkiksi rakennuspalon sammuttamisessa savusukeltaminen ei aina ole turvallisin ja tehokkain työmenetelmä. (Pelastussukellusohje 2022.)

## Tärkeää

- Kun palavassa tilassa on pelastettavia, yleensä käytetään hyökkäävää sisältä sammuttamista. Sammutustekniikkana on tällöin sisäsammutus tai sammutustuuletus.
- Sisäsammutus- ja sammutustuuletustekniikka edellyttää savusukeltamista.
- Sisältä sammuttamista voi edeltää palon sammuttaminen ja rajoittaminen ulkoapäin, mikäli sillä voidaan parantaa sisällä olijoiden selviytymismahdollisuuksia.

## 6.4 Ensitoimenpiteisiin kuuluvat selvitykset

Selvitysmallien alkuperäinen idea on se, että mallit ovat ennalta määriteltyjä ja harjoiteltuja toimenpiteitä, joita pelastusryhmä tulipalotilanteen alkuvaiheessa välittömästi toteuttaa. Eri selvitysmalleja voi käyttää kaikissa nelikenttämallin mukaisissa sammutustaktiikoissa. Perusselvityksessä tehdyllä letkuselvityksellä voidaan tuottaa riittävän suuri vesivirta, jolla useimmat tulipalot saadaan hallintaan. Tilanteen laajentuessa voidaan perusselvitykseen liittää lisäselvityksiä. Selvitykset jaetaan alku- ja lisäselvityksiin. Alkuselvitysten tarkoituksena on tehdä kalustoselvitys, joka mahdollistaa tehokkaan pelastustoiminnan aloittamisen. Tehokas pelastustoiminta katsotaan alkavaksi, kun tulipalossa vesi on pelastusparin suihkuputkella (Sisäasianministeriö 2012). Tehokkaan pelastustoiminnan voidaan katsoa myös alkaneen, jos tilanteeseen päästään käsiksi nopeilla täydentävillä sammutustekniikoilla. Lisäselvitykset täydentävät alkuselvitystä, mutta joissakin tilanteissa lisäselvitys voi olla alkuselvitys, esimerkiksi alkusammutuskaluston selvitys. (Huttu 2018.)

Onnettomuustilanteessa olisi tärkeää päästä palokohteessa nopeasti tekemään sammutus- ja pelastustoimenpiteitä, mutta selvitysten tekemiseen saattaa kulua yllättävän paljon aikaa. Tällöin voi olla tarkoituksenmukaista tehdä perusselvitys **alkusammutustiedustelulla**. Alkusammutustiedustelua on myös se, että rajoitetaan paloa rakennuksen ulkopuolelta ikkunasta tai ovelta postiluukusta tiedustelun yhteydessä. Jos tiedustelussa selviää heti, että perusselvitys on tehtävä joka tapauksessa tilanteen saamiseksi hallintaan, kannattaa heti siirtyä koko miehistöllä tekemään perusselvitystä ja toimimaan valitun taktiikan mukaisesti. Samoin kannattaa toimia, jos tilannepaikalle saavuttua todetaan tilanne sellaiseksi, että perusselvitys on ainoa järkevä selvitysmalli tilanteen hoitamiseksi. **Alkusammutustiedustelu ei siis ole itsetarkoitus, vaan mahdollisuus tehostaa toimintaa tilanteissa ja kohteissa, joihin se sopii.** Rakennuksissa, joissa on nousujohdot, niitä tulee hyödyntää selvityksissä.

>>

**Lisätietoa**

Pelastusryhmän ensitoimenpiteisiin kuuluvat selvitykset sammutustehtävissä

## Tärkeää

- Perusselvityksessä tehdyllä letkuselvityksellä voidaan tuottaa riittävän suuri vesivirta, jolla useimmat tulipalot saadaan hallintaan.
- Alkusammutustiedustelu on mahdollisuus tehostaa toimintaa tilanteissa ja kohteissa, joihin se sopii.

## 6.5 Sammutusreitti ja rajoituslinja

*Ville Ala-Kokko*

**Sammutusreitti** tarkoittaa rakennuksen sisällä pelastushenkilöstön käyttämää kulkureittiä palon rajoittamiseksi ja sammuttamiseksi. Sammutusreitille tehdään sammutustoimien edellyttämät letkuselvitykset. Reitti voi toimia sekä hyökkäys- että puolustusreittinä riippuen valitusta taktiikasta. Sama reitti voi toimia myös pelastusreittinä.

Siihen, mikä on paras sammutusreitti, ei ole yksiselitteistä vastausta, vaan **sammutusreitin valintaan vaikuttavat useat asiat.** Sammutusreittinä pyritään yleensä käyttämään normaaleja rakennuksesta poistumiseen rakennettuja uloskäytäviä ja niille johtavia kulkureittejä, jollei sille ole jotain estettä. Toisin sanoen rakennuksesta poistumiseen rakennetut uloskäytävät toimivat pelastushenkilöstölle sisäänmenoreittinä eli sammutusreittinä. Lisäksi pelastushenkilöstö voi käyttää myös rakennuksen huoltoon tarkoitettuja reittejä. Rakennuslainsäädännössä on omat vaatimuksensa kellariin ja ullakolle pääsyyn riippuen rakennuksesta. Esimerkiksi asuinkerrostaloissa yhteiskäyttöisiin kellaritiloihin on toteutettu uloskäytävistä erillinen sammutusreitti vuoden 1981 jälkeen rakennetuissa kerrostaloissa, jota tulee käyttää kellaripaloissa.

**Sammutusreitti tulee muodostaa aina virtausreitin kylmälle osalle.** Palon aiheuttamista virtauksista ja virtausreitistä on tarkemmin luvussa 4.3 ”Virtausreitin huomioiminen työturvallisuudessa”.

Mikä on valittu taktiikka: palon sammuttaminen vai puolustaminen ja toimitaanko sisä- vai ulkopuolella rakennusta? Millä tekniikalla valittua taktiikkaa toteutetaan? Mitä sammutusvälineitä käytetään ja miten? Nämä kaikki asiat vaikuttavat sammutusreitin valintaan. Onko rakennuksen sisälle tarpeellista mennä heti, vai voidaanko sammutus aloittaa jo rakennuksen ulkopuolelta? **Rakennus sekä palon ja savun laajuus määrittävät myös pitkälti käytettävän sammutusreitin.** Sammutusreittiä valittaessa yksi keskeisin asia on työturvallisuus. Reitin tulee olla sellainen, että sitä kautta on mahdollisuus päästä myös peräänty-mään turvallisesti.

?

### Mitkä asiat vaikuttavat sammutusreitin valintaan?

- Valittu taktiikka
- Valittu tekniikka
- Palon virtausreitit
- Rakennus (käyttötarkoitus, koko, uloskäytävät, kulkureitit)
- Palon ja savun laajuus rakennuksessa
- Samanaikaiset pelastustoimet
- Savunhallinnan mahdollisuudet
- Selvitysmatkan pituus
- Tuulen suunta

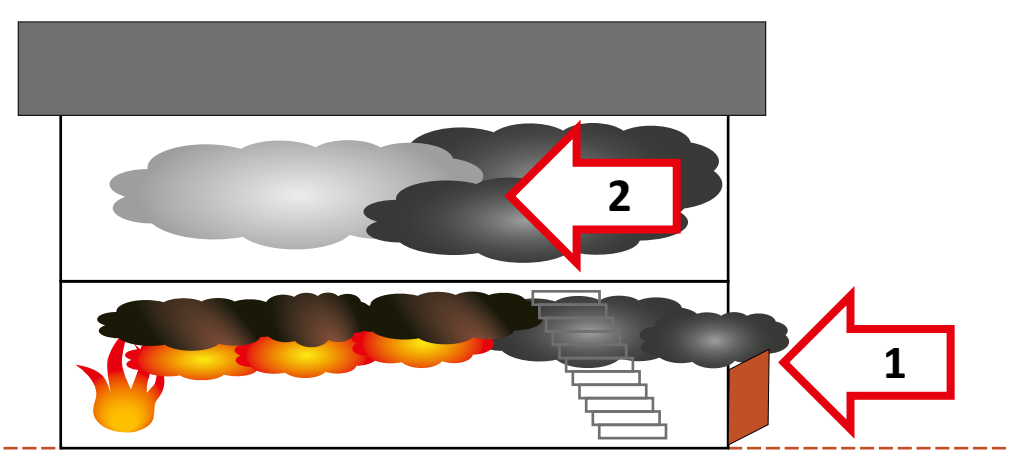
## Mitkä vaikuttavat sammutusreitin turvallisuuteen?

- Reitin käytettävyys
  (normaali kulkureitti – kiinteistötikkaat)
- Reitin palo-osastointi
- Reitin savuttomuus
- Reitillä olevat avoimet aukot (joudutaanko reitillä kiilaamaan auki palo-ovia)
  - virtausreitin muodostuminen
  - palon (savun) leviäminen

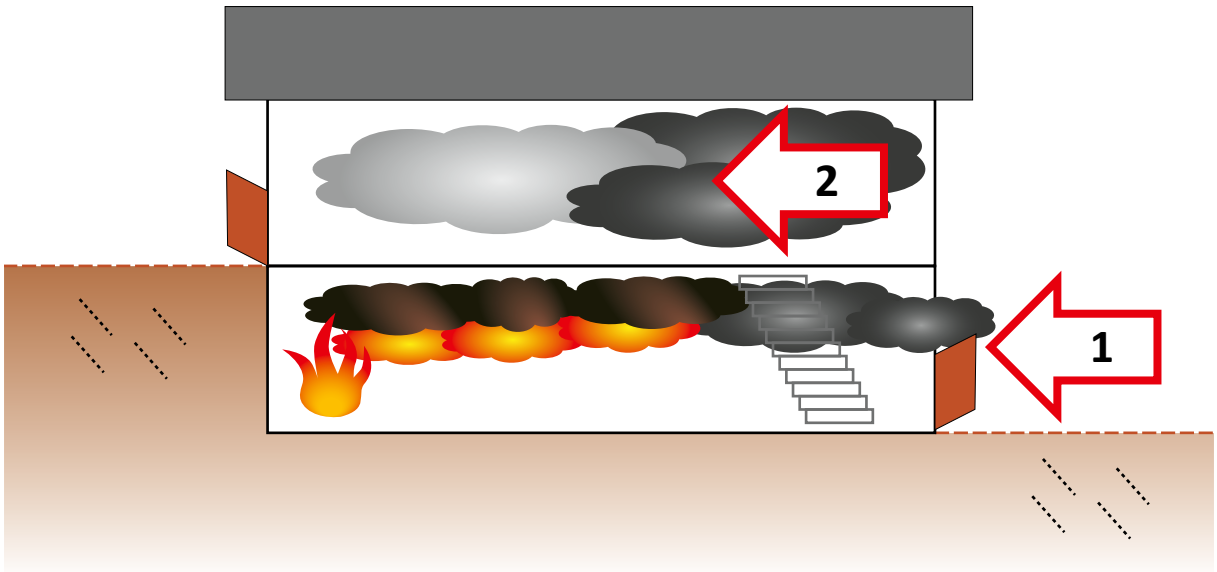
Laajoissa, isoissa rakennuksissa sammutusreittejä on käytettävissä useita, ja selvitysmatka saattaa muodostua pitkäksi, jolloin on tärkeää ensin hyvin tiedustella, mitä reittiä käytetään. Tiedustelulla tulee selvittää edullisin reitti, joka mahdollistaa tehokkaan sammutustyön. Tiedustelu kannattaa tehdä alkusammutustiedusteluna ja hyödyntää tarvittaessa kohteen alkusammutuskalustoa. Onko kyseessä sammutus- ja pelastustehtävä vai pelkästään sammutustehtävä? **Sammutusreitti toimii monesti myös pelastusreittinä, mutta aina se ei ole välttämättä paras ja lyhin pelastusreitti.** Voi olla, että pelastustyö määrittää sammutusreitiksi toisen reitin, jossa pelastaminen on päätavoite ja sammuttamisen avulla vain mahdollistetaan pelastaminen.

**Sammutusreitin savuttomuus nopeuttaa ja tehostaa toiminnan aloittamista, parantaa työturvallisuutta ja vähentää altistumista.** Sammutusreitin savuttomaksi saaminen tai savuttomana pitäminen edellyttää savunhallintaa. Savua pyritään hallitsemaan rakennuksen ovilla, ikkunoilla, savunpoistoluukuilla ja savunpoistopuhaltimilla. Tyypillisenä esimerkkinä toimii asuinkerrostalon porraskäytävän savunhallinta. Porraskäytävä toimii nimenomaan sammutus- ja pelastusreittinä, ja se pyritään pitämään savuttomana. Porraskäytävä ylipaineistetaan tai tuuletetaan ylipaineella savuttomaksi porraskäytävän savunpoiston avulla. Toisena esimerkkinä toimii sammutustuuletustekniikan käyttäminen sisäsammutustekniikan yhteydessä, jossa joko yli- tai alipaineella tuulettamalla yhtäaikaisesti sammutushyökkäyksen aikana muodostetaan lähes savuton sammutusreitti. Tällöin olosuhteiden muutokset mahdollistavat sammutusparin turvallisemman ja nopeamman etenemisen sisällä.

**Mikäli tuuli pääsee vaikuttamaan paloon, tulee reitti valita tuulen yläpuolelta.** Tällöin tilanne on paras pelastustyöntekijöiden työturvallisuuden, altistumisen, näkyvyyden sekä virtausreittien muodostumisen osalta, kun mahdollinen savu purkautuu tuulen mukana toiseen suuntaan.




**Kuva 86.** Kaksikerroksisen rakennuksen sammutusjärjestys.



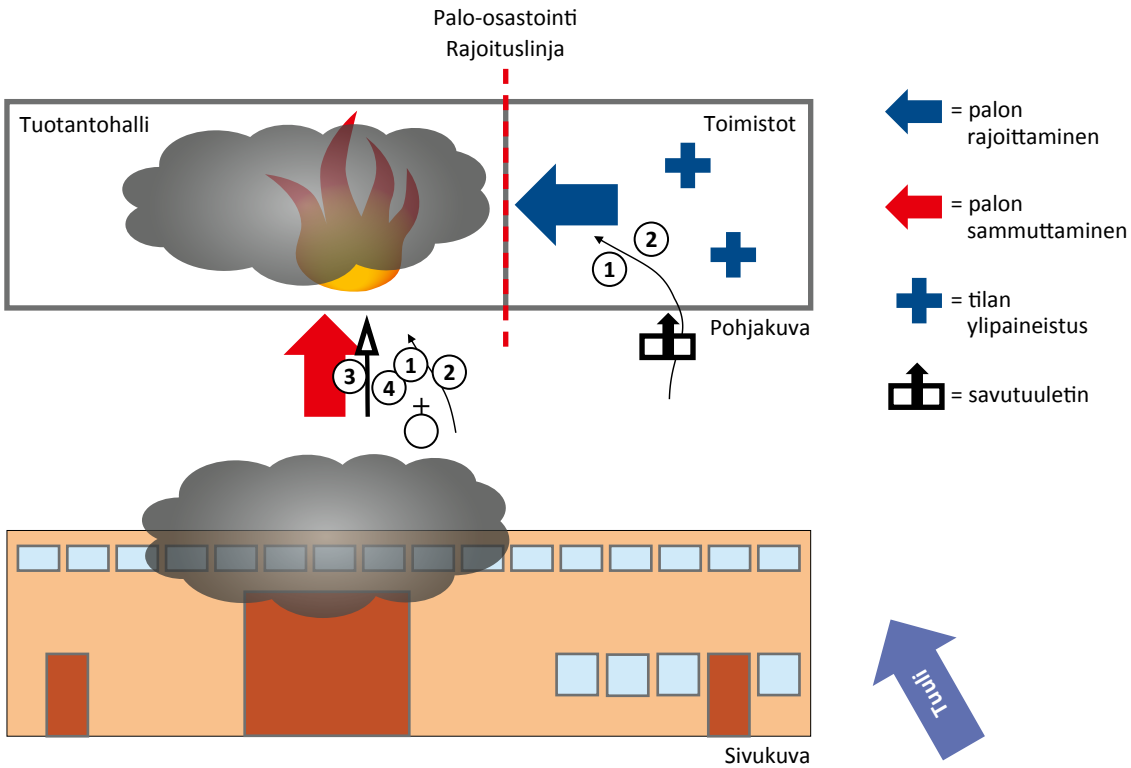

**Kuva 87.** Rinteessä olevan rakennuksen sammutusjärjestys.

**Kun rakennuksen kerrokset ovat avoimessa yhteydessä toisiinsa, tulee sammutus aloittaa alimmasta kerroksesta edeten ylempään** (ks. kuva 86). Tämä on tavanomaista yksittäisissä asuinhuoneistoissa, kuten omakoti- ja rivitaloissa. Tämä tulee erityisesti huomioida myös rinteeseen rakennetuissa taloissa, joissa sammutustoimet aloitetaan alimmasta kerroksesta. Kuvassa 87 on havainnollistettu rinteessä olevan rakennuksen sammutusjärjestystä. Sammutus aloitetaan alakerrasta ja edetään yläkertaan. Kerrosten välillä luontainen sisäinen virtaus muodostuu alimmasta ylimpään kerrokseen päin, ja virtausta tehostavat avoimet aukot.

**Palavaan tilaan hyökätessä tulee sammutus tehdä samasta suunnasta.** Tällöin palo pyritään sammuttamaan pahiten palanutta aluetta kohti.

**Rajoituslinjalla** tarkoitetaan sitä kohtaa, mihin palo pyritään rajaamaan. Mikäli paloa ei pystytä sammuttamaan, valitaan puolustava sammutustaktiikka, jolloin palo pyritään rajaamaan tietylle alueelle. **Palon rajaamisessa olennaista on rakennuksen palo-osastoivien rakenteiden tunnistaminen ja hyödyntäminen.** Palon rajoittamiseksi sammuttajat ikään kuin vahvistavat palo-osastointia. Palon rajoittamiseksi voidaan käyttää eri sammutusvälineitä, joilla estetään palon pääsy palo-osastoivan rakenteen toiselle puolelle. Esimerkiksi pistosuihkuputkissa on rajoittavia pistosuihkuputkia, joilla pyritään nimenomaan rajoittamaan palon leviämistä. Käytettäessä pistosuihkuputkia tulee niitä olla riittävän tiheässä, jotta ne kattavat koko rajoituslinjan. Sammutussuihkuilla voidaan palon rajoittamiseksi paloa hillitä rajoituslinjan palon puolella ja tarvittaessa palo-osastoivia rakenteita jäähdytetään syttymisen estämiseksi. Rajoituslinjan toisella puolella sammutussuihkun avulla voidaan tila varmistaa, ettei palo pääse leviämään rajoituslinjan taakse. Savun leviämistä pystytään estämään ylipaineistamalla rajoituslinjan takana olevia tiloja. Ylipaineistus estää tehokkaasti savun leviämisen, ja sitä voidaan käyttää myös yläpohjassa.

Rakennuspalon sammuttamiseksi voidaan laajemmassa rakennuksessa toteuttaa useampaa taktiikkaa samanaikaisesti. Kuvassa 88 on periaatekuva teollisuushallipalon sammuttamisesta, jossa isossa hallissa oleva palo pyritään sammuttamaan ensin ulkopäin ja sen jälkeen sisältäpäin hyökkäävällä sammutustaktiikalla. Sammutusreittinä käytetään isojen ovien kohtaa ja sammutushyökkäys tehdään samasta suunnasta useilla sammutussuihkuilla. Tätä on kuvattu periaatekuvassa 88. punaisella nuolella. Lisäksi sammutusreitin valinnassa




**Kuva 88.** Periaatekuva teollisuusrakennuksen sammuttamisesta.

on huomioitu tuuleen suunta, että sammutushyökkäys tehdään tuulen yläpuolelta. Samanaikaisesti teollisuushallin palo-osastoidussa toimisto-osassa rajoitetaan palon leviämistä puolustavalla taktiikalla rakennuksen sisäpuolella. Toimisto-osa ylipaineistetaan ja palo-osastoivan seinän pitävyyttä varmistetaan työsuihkulla toimisto-osan puolelta.

## Tärkeää

- Sammutusreitin valinta on oleellinen osa rakennuksen sammuttamista.
- Sammutusreittinä pyritään yleensä käyttämään normaaleja rakennuksesta poistumiseen rakennettuja uloskäytäviä ja niille johtavia kulkureittejä.
- Sammuta aina alhaalta ylöspäin ja samasta suunnasta.
- Rajoituslinja tulee valita palo-osastoivan rakenteen kohdalle.

## 6.6 Kerrostalopalo

Sammutusteknisiin toimenpiteisiin kerrostalon huoneistopalossa vaikuttavat muun muassa rakennuksen korkeus, savunpoiston järjestelyt sekä kantavien rakenteiden rakennusmateriaali (betoni tai puu). Korkeissa rakennuksissa on muun muassa nousujohdot, palomieshissit sekä useita poistumiskäytäviä. Porrashuoneen savunpoiston osalta kerrostaloissa on erilaisia ratkaisuja riippuen siitä, milloin rakennus on valmistunut: mekaanisesti tai sähköisesti avattava luukku tai ikkuna, ylätasolta avattava tai rikottava ikkuna, savunpoisto tuuletusparvekkeen kautta tai savunpoistoa ei ole suunniteltu lainkaan.

Puukerrostaloissa tulee ottaa huomioon automaattinen vesisprinklerilaitteisto. Suomessa puukerrostaloissa käytetään asuntokohtaisia sprinklereitä. Sprinkleri on todennäköisesti lauennut palohuoneistossa, kun pelastushenkilöstö saapuu kohteeseen. Niiden toimintavarmuudeksi on arvioitu jopa 90–95 prosenttia, joten lieskahtaneen

palon todennäköisyys suomalaisissa puukerrostaloissa on varsin pieni (Hietaniemi ym. 2003, 28). Myös puukerrostaloissa sprinklereistä huolimatta on varauduttava samoihin sammutusteknisiin toimenpiteisiin kuin ei-sprinklatuissa kohteissa. 1900-luvun alkupuolella on rakennettu myös pienkerrostaloja, joissa on puurunko ja esimerkiksi rappaus puurungon ja vinolaudoituksen päällä. Näissä vanhoissa puukerrostaloissa sprinklausta ei ole.

Tässä luvussa on esimerkinomaisesti käsitelty tyypillistä huoneistopaloa kerrostalossa ja siihen liittyviä sammutusteknisiä toimenpiteitä. Tehtäväkokonaisuudet kerrostalon huoneistopalossa muodostuvat **päätehtävästä** sekä **tukitehtävistä**. Tukitehtävät palvelevat päätehtävän suorittamista ja ovat erittäin tärkeitä tehtävän onnistumisen kannalta. Osa tukitehtävistä tehdään heti aluksi ennen päätehtävää, esimerkiksi savunpoisto porrashuoneesta. Toiminnan tavoite määrää päätehtävän. Kerrostalon huoneistopalossa päätehtävä on yleensä **sammutus- ja pelastustehtävä**. Päätehtävä voi olla muukin kuin palohuoneiston sammutus- ja pelastustehtävä. Esimerkiksi **porrashuoneen suojaväistö** voi olla päätehtävä tilanteessa, jossa palohuoneiston ovi on jäänyt auki ja kerrostalon asukkaita on porrashuoneessa pyrkimässä ulos rakennuksesta.

**Tehtäväkokonaisuudet tyypillisessä kerrostalon huoneistopalossa**

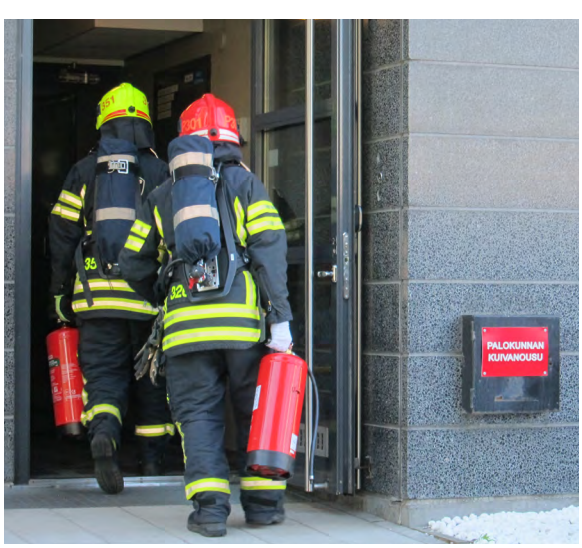
**Päätehtävä voi olla muun muassa**
- sammutus- ja pelastustehtävä
- porrashuoneen suojaväistö.

**Tukitehtävät**
- savunpoisto porrashuoneesta tai porrashuoneen ylipaineistaminen
- porrashuoneen savunpoisto (voi olla myös päätehtävä)
- suojaparin muodostaminen, ”ovimies” (HYP-toimintamalli)
- savusukellusvalvonta
- vesihuolto
- yläpuolisten tilojen tiedustelu.

Päätehtävä, sammutus- ja pelastustehtävä, suoritetaan yleensä hyökkäävällä sisältä sammuttamisen taktiikalla käyttäen sisäsammutustekniikkaa, esimerkiksi HYP-toimintamallia (sammutustuuletus ylipaineella ks. luku 5.3.1). Sammuttamisen voi myös aloittaa hyökkäävällä taktiikalla ulkoa suuntaamalla suora sammutussuihku palohuoneen rikkoutuneesta ikkunasta huoneen kattoon (ks. luku 5.1.6 ns. siirtymäsammutustekniikka).

Perusselvitys tai perusselvitys alkusammutustiedustelulla on ensitoimenpiteinä tehtävä selvitys kerrostalon huoneistopalossa (kuva 89). Alkusammutustiedustelulla kohde on mahdollista saavuttaa nopeasti. Jos palo on paikallinen ja palohuoneistoon voi mennä ilman, että se edellyttää savusukeltamista, palon voi sammuttaa alkusammuttimilla.

**Savunpoisto porrashuoneesta tulee järjestää mahdollisemman nopeasti.** Savutuuletin selvitetään jo alkuselvityksenä perusselvityksen yhteydessä (kuva 90). Tilanteen mukaan porrashuone joko ylipaineistetaan tai järjestetään porrashuoneesta savunpoisto. Jos porrashuone on savuton, voidaan se ylipaineistaa. Jos porrashuone on savuinen, tulee porrashuoneesta järjestää savunpoisto. Porrashuoneessa mahdollisesti olevat ihmiset tulee evakuoida ennen sammutushyökkäystä. HYP-toimintamallissa (sammutustuuletus ylipaineella) tulee huomioida palohuoneiston oven hallinta käyttäen ”ovimiestä” (ks. 5.3.1).




**Kuva 89.** Alkusammutustiedustelu kerrostalon palossa.

**Kuva 90.** Savutuuletin selvitetään porrashuoneen sisäänkäynnille.

**Kuva 91.** Kerrostalon porrashuoneen savunpoistoluukun laukaisupainike.

**Katso video:**
Savutuuletus ylipaineella

Kerrostalossa uloskäytävästä ja osastoidusta hissikuilusta on järjestetty savunpoisto joko mekaanisesti tai sähköisesti avattavalla luukulla tai ikkunalla. Yleensä laukaisulaitteet sijaitsevat porrashuoneen sisääntulotasolla lähellä ulko-ovea (kuva 91). Korvausilma on järjestetty ulko-oven kautta. Vanhemmissa, ennen 1980-lukua rakennetuissa rakennuksissa porrashuoneiden savunpoisto voi olla toteutettu ylätasolta avattavalla tai rikottavalla ikkunalla tai tuuletusparvekkeen kautta tai sitä ei ole suunniteltu lainkaan. (Huttu 2018, 69.)

Jos palohuoneiston ovi on jostakin syystä jäänyt auki ja porrashuone on täynnä savua, päätehtävä on saada porrashuone savuttomaksi ja mahdollisesti suojaväistää talon asukkaita. Ensimmäinen tehtävä on sulkea palohuoneiston ovi ja avata porrashuoneen savunpoistoluukku. Tämän jälkeen aloitetaan porrashuoneen ylipainetuuletus ja tarkistetaan porrashuone ja asunnot. Kehotetaan ihmisiä pysymään huoneistoissaan, jos niissä ei ole savua. Tarvittaessa suojaväistetään asukkaat, jos asuinnoissa on savua. Tarkistetut asunnot merkataan liidulla oveen esimerkiksi: viiva → soitettu ovikelloa, ei avattu, rasti → asunto tarkastettu. (Savola 2010, 67–86.)

Palohuoneiston ovi murretaan tarvittaessa auki. Ovi voidaan sahata poikki lukon alapuolelta, jolloin saadaan ”koiranluukku” oven alaosasta (kuva 55). Oven alaosalla voidaan säätää paineolosuhteita palohuoneistossa oven yläosan ollessa kiinni. Koiranluukkuun sahataan viiste, josta työjohto kulkee palohuoneistoon. Oviaukossa voidaan myös käyttää savuverhoa, jos ovea ei sahata poikki.

Suojapari selvittää oman työjohdon. Työjohto voidaan selvittää myös kuivana, jos se on tarkoituksen mukaista. Pelastusryhmän kuljettaja toimii savusukellusvalvojana pelastussukellusohjeen mukaisesti, ellei muusta järjestelystä ole sovittu.

Lisävesi järjestetään hyökkäävään sammutusyksikköön. Lisävesi otetaan säiliöautosta tai palopostista. Kerrostaloalueella on yleensä palopostiverkosto. Lisävesikytkentä voi olla sarja- tai säiliösarjakytkentä tilanteen mukaan.

Altistumisen vähentämiseksi ajoneuvot tulee pyrkiä sijoittamaan tuulen yläpuolelle ja ajoneuvojen ovet tulisi tilanteen aikana pitää mahdollisuuksien mukaan suljettuina, ettei ajoneuvojen sisätiloihin pääse savua. Altistumisen vähentäminen tulee huomioida koko toiminnan aikana ja myös toiminnan jälkeen (ks. luku 6.1). Myös kerrostalon huoneistopalossa vaara-alueet tulee määritellä (ks. luku 6.2). Välittömän vaaran alueen rajana yleensä on savuinen porrashuone. Vaara-alueena on rakennuksen ulkoseinän välitön läheisyys sekä rakennuksen ulkopuolinen alue savun leviämisaluetta mukaillen. Palohuoneiston ikkunoista ja parvekkeelta voi tippua lasinpalasia ja esineitä. Pitemmälle kehittyneissä paloissa myös julkisivun elementtejä voi irrota.

Kerrostalon huoneistopalossa yläpuoliset tilat tulee tiedustella. Onko porrashuoneen kautta savua levinnyt muihin huoneistoihin? Onko palohuoneiston yläpuolisessa huoneistossa savua ja palon merkkejä. Parvekkeen ja rikkoontuneen ikkunan kautta palo voi levitä yläpuolisiin huoneistoihin tai rakennuksen yläpohjaan.

**Tärkeää**

- Tehtäväkokonaisuudet muodostuvat päätehtävästä sekä tukitehtävistä.
- Tukitehtävät palvelevat päätehtävän suorittamista ja ovat erittäin tärkeitä tehtävän onnistumisen kannalta.
- Perusselvitys tai perusselvitys alkusammutustiedustelulla on ensitoimenpiteinä tehtävä selvitys kerrostalon huoneistopalossa.
- Savunpoisto porrashuoneesta tulee järjestää mahdollisemman nopeasti.
- Porrashuoneen ollessa savua täynnä päätehtävä on saada porraskäytävä savuttomaksi ja mahdollisesti pelastaa porrashuoneessa olevat ihmiset.

### 6.6.1 Kellaripalon erityispiirteitä

Vanhemmissa kerrostaloissa saunaosasto sijaitsee usein rakennuksen kellarissa. Kellaripalon aiheuttaja näissä kerrostaloissa onkin saunan löylyhuoneesta lähtenyt palo. Kellarissa on myös huoneistokohtaiset varastot, joissa voi olla varastoituna paljon palokuormaa sisältävää tavaraa, kuten autonrenkaita. Kellaripalot ovat yleensä voimakkaasti happirajoitteisia, ja tilassa oleva liian rikas savuilmaseos on kuumaa. Lisäksi savunpoisto kellaritilasta voi olla hankalampaa kuin rakennuksen muista tiloista, mikä tekee sisältä sammuttamisen haasteelliseksi ja vaaralliseksi. **Tärkeää on ottaa huomioon palon virtausreitti varsinkin, jos hyökkäysreitti toimii luonnollisen ulosvirtauksen reittinä (ks. luku 4.3).**

Kellarikerrosten tiloista on järjestetty savunpoistomahdollisuus niin, ettei osastoituja uloskäytäviä ja osastoituja sammutusreittejä tarvitse käyttää savunpoistoon. Yleensä tämä on tehty maanpäällisten ikkunoiden, savunpoistokuilujen tai luukkujen kautta. Korvausilman on yleensä suunniteltu tulevan kellarikäytävän tai sammutusreitin kautta. (Huttu 2018, 70.)

Kellaripaloissa taktiikkana kannattaa käyttää **ensin hyökkäävää ulkoa sammuttamista ja rajoittamista**, jos palotila saadaan ulkoa sammutetta. Usein tämä kuitenkin on hankalaa tai mahdotonta rakenteellisista syistä. Lisäksi palon paikallistaminen ulkopuolelta on hankalaa. Kellaripalossa on tärkeää järjestää kuumalle savulle poistoaukko. Jos palotilasta saadaan poistoaukko, sammutustuuletuksella yli- tai alipaineella saadaan kuumat palokaasut hallintaan ja eteneminen kellaritilaan sisäsammutukseen on helpompaa ja turvallisempaa.

Kellarissa etenemisreitti palokohteeseen voi olla pitkä ja sokkeloinen, joten alkusammutustiedustelua kannattaa käyttää harkiten, vaikka tilanne aluksi näyttäisikin sopivalta siihen. **Tilanne voi yllättää pelkillä alkusammuttimilla varustetut pelastajat** kellarissa, jossa liian rikas savuilmaseos pääsee syttymisvälille esimerkiksi purkautuessaan löylyhuoneesta pesutilaan ja kellarin käytävälle.

Sammutusreitit uudempien rakennusten kellarikerroksiin on järjestetty niin, että

kellarikerroksiin päästään maanpinnan tasolta kulkematta kerroksien uloskäytävien kautta. Sammutusreittivaatimus on ollut määräyksissä 1980-luvulta lähtien. Sammutusreittinä kellarikerrokseen voi toimia esimerkiksi ovi ulkoiluvälinevarastoon, josta päästään kellarikäytävälle, tai suora erillinen reitti ulkoa kellarin käytävälle. Sammutusreitit on merkitty kohdekortteihin, ja ne on voitu merkitä tapauskohtaisesti myös rakennuksissa ulospäin. Vanhemmissa rakennuksissa ainut sammutusreitti voi olla porrashuoneen kautta. Tällöin on syytä paineistaa porrashuone, jos siellä ei vielä ole savua. Lisäksi varaudutaan porrashuoneen savunpoistoon, jos sammutuksen aikana kellarista purkautuu savua porrashuoneeseen. (Savola 2010, 64.)

Jos kellaripalossa kellarin ja porrashuoneen välinen ovi jää jostakin syystä auki, porrashuone täyttyy kokonaan savusta. Tällöin **päätehtävä** on saada **porrashuone savuttomaksi**. Porrashuoneen ja kellarin välinen ovi suljetaan ensimmäiseksi ja avataan porrashuoneen savunpoistoluukku. Tämän jälkeen aloitetaan porrashuoneen ylipainetuuletus ja tarkistetaan porrashuone ja asunnot.

## Tärkeää

- Kellaripalossa sammutusreitti voi olla pitkä ja palotilassa voi olla kuuma liian rikas savuilmaseos, mikä voi yllättää sammuttajat.
- Virtausreitin hallinta on tärkeää, jos hyökkäysreitti toimii luonnollisen ulosvirtauksen reittinä.
- Kellaripalossa savun poisto tulee järjestää ennen sisäsammutuksen aloittamista, jos se on mahdollista.
- Kellaritilat ovat sokkeloisia, ja palokuormaa varastotiloissa on paljon.
- Koko porrashuone voi kellaripalossa täyttyä savusta, jos kellarin ovi on jäänyt auki.

### 6.6.2 Ullakkopalon erityispiirteitä

Kerrostalon käyttöullakon palossa palo-osaston suuri koko, sokkeloiset tilat sekä suuri palokuorma asettavat sammutustyölle haasteita. Ullakon ollessa täyden palon vaiheessa kuumuus ullakon sisällä vaikeuttaa ja tekee hyökkäävän sisältä sammuttamisen riskialttiiksi. Tällöin kannattaa aloittaa sammutustoiminta **puolustavalla sisältä palon rajoittamisen ja sammuttamisen taktiikalla** porrashuoneesta käsin esimerkiksi työsuihkulla tai sammutinleikkurilla. Porrashuone kannattaa ylipaineistaa. Katolta käsin voidaan paloa rajoittaa myös pistosuihkuputkilla ja sammutinleikkurilla. Palavan ullakkotilan jäähdytyksen jälkeen pyrkimyksenä on saada katolle reilu savunpoistoaukko, josta kuuma savu ja vesihöyry saadaan poistettua palotilasta. Tämän jälkeen voidaan siirtyä **hyökkäävään sisältä sammuttamisen taktiikkaan** käyttäen sisäsammutustekniikkaa.

Kerrostaloissa, joissa ei ole käyttöullakkoa, vesikattorakenne on yleensä tehty ylimmän asuinkerroksen päällä olevan kantavan betonilaatan varaan. Betonilaatan ja vesikaton välisessä ontelossa levinnyttä paloa on hankala sammuttaa, ja näissä tilanteissa on yleensä aiheutettu mittavia vesivahinkoja koko rakennukselle (Hellgren 2022, 20). Jos yläpohjaontelo palaa kauttaaltaan ja palo on muodostanut jo itsessään ison purkausaukon vesikaton tai päädyn ulkovuorauksen pettäessä eikä paloa saada hallintaan, voi olla tarkoituksen mukaista ”polttaa yläpohja hallitusti”. Sammutustaktiikkana tällöin on **puolustava taktiikka ulkoa ja sisältä**, eli rajoitetaan paloa ja estetään sen leviäminen. Alapuoliset tilat varmistetaan, ettei palo pääse betonilaatan läpi alas kerroksiin eikä parvekkeiden kautta yläkerran huoneistoihin. Porrashuone ylipaineistetaan samoin kuin kerrosten ylimmät huoneistot, jos se on mahdollista. Katolla voimistuvaa paloa hillitään maltillisella vesimäärällä ulkopuolelta puomitikkaan vesitykillä. Vettä käytetään vain se määrä, joka palossa höyrystyy, vesivahinkojen välttämiseksi. Jos kerrostalossa on tasakattorakenne, siinä ei yleensä ole onteloa vaan eristeet ja bitumikate ovat suoraan betonilaatan päällä. Tällaisessa rakenteessa ontelopalo ei ole mahdollista, mutta bitumikatteen palaminen on.

## Tärkeää

- Kerrostalon käyttöullakot ovat laajoja ja sokkeloisia tiloja, joista savunpoisto on hankalaa.
- Ennen savunpoistoaukon tekemistä vesikattoon kuuma savu tulee saada hallintaan ja palotilaa jäähdytettyä.
- Kerrostalon yläpohjan ontelopalossa, jossa paloa ei saada hallintaan, järkevä ratkaisu on puolustava ulkoa sammuttaminen maltillisella vesimäärällä (ns. hallittu poltto).

### 6.6.3 Korkeiden rakennusten erityispiirteitä

Yli kahdeksankerroksisiin rakennuksiin ja 3–8-kerroksisiin puukerrostaloihin on määräysten mukaan asennettu selvitysten helpottamiseksi porrashuoneisiin kiinteät sammutusvesiputkistot eli ns. kuiva- tai märkänousujohdot. **Uudessa määräyksessä vuodelta 2017 ei puhuta kerroksista vaan metrimääristä** (ks. luku 7.7). Rakennus on varustettava tarkoitukseen sopivalla, kiinteästi asennetulla sammutusveden siirtämiseen tarkoitetulla putkistolla sisäänkäyntitason yläpuolisissa tiloissa, kun ylimmän kerroksen lattian etäisyys ylittää 24 metriä rakennuksen sisäänkäyntitasosta, ja sisäänkäyntitason alapuolisissa tiloissa, kun kellarikerroksen lattian etäisyys ylittää 14 metriä rakennuksen sisäänkäyntitasosta (Ympäristöministeriö 2017).

Nousujohtoja tulee selvityksiä tehdessä hyödyntää (kuva 92). Nousujohdoissa ei yleensä ole kahta syöttöliitintä. Tällöin nousujohtoon pitää liittää myös vuoroliitin, jotta varmennettu pääjohto saadaan selvitettyä. Joskus vuoroliitintä ei voida liittää nousujohtoon, jolloin pääjohto joudutaan liittämään varmentamattomana (kuva 93). Nousujohdon ulosotto on joka kerroksessa. Uusimmissa rakennuksissa ulosottoja on kaksi (kuva 94), jolloin myös suojaparille saadaan työjohto selvitettyä. Vanhemmissa rakennuksissa on yleensä vain yksi, jolloin joudutaan käyttämään oksaliitintä tai vastaavaa suojaparin työjohtoselvityksessä.

**Kuva 92.** Nousujohdon syöttöliitin on rakennuksen ulkoseinässä tai sisäpuolella sisäänkäynnin lähettyvillä.

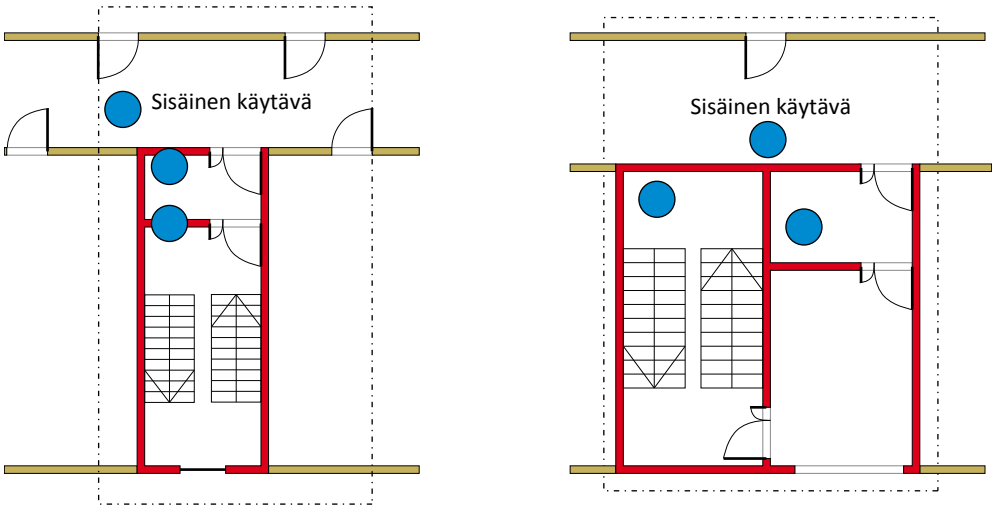
**Kuva 93.** Nousujohdon syöttö lukitussa kaapissa porrashuoneessa.

**Kuva 94.** Nousujohdon ulosotto on joka kerroksessa. Uusimmissa rakennuksissa ulosottoja on kaksi.

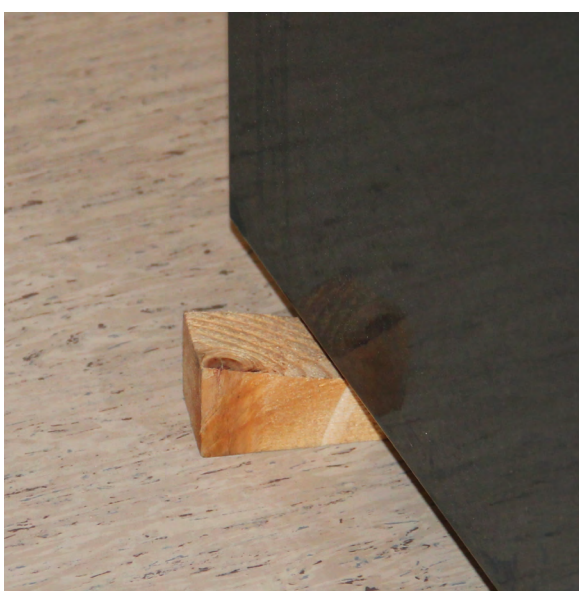
**Kuva 95.** Työjohto selvitetään nousujohdon ulosotolta kerrosta alempaa kohteeseen tai samasta kerroksesta, jos se on turvallista.

Työjohto selvitetään yleensä yhtä kerrosta alempaan kohteeseen (kuva 95). Työjohto voidaan myös selvittää kohdekerroksesta, jos se on turvallista. **Kun selvitys tehdään yksi kerros alempaa, samalla voidaan aiheuttaa tilanne, että kyseiseen porraskäytävään pääsee savua ja samaa porraskäytävää käytetään poistumiseen.** Nousujohdon ulosoton sijainti kerroksissa voi olla tapauskohtaisesti sisäisellä käytävällä, osastoidussa välitilassa tai porraskäytävän puolella (kuva 96). Nousujohdon ulosoton sijainti vaikuttaa työjohdon selvitykseen. Esimerkiksi jos työjohto selvitetään kerrosta alempaa ja nousujohdon ulosotto sijaitsee sisäisessä käytävässä, on mahdollista, että työjohto kulkee jopa neljän palo-oven kautta kohteeseen (palolta ja savulta suojattu uloskäytävä). Tällöin on tarpeellista käyttää ovikiiloja, jolloin ovet saadaan kiilattua auki vain sen verran, että työjohto pääsee vapaasti liikkumaan ovien välissä (kuva 97). Lisäksi on syytä käyttää savuverhoa. (Huttu 2018, 80–81.)

Nousujohtoja käytettäessä on huomioitava sammutettavan kohteen korkeus ja riittävä pääjohdon paine sekä letkujen kestävyys. Korkeissa rakennuksissa nousujohdoissa voi olla myös paineenkorotuspumppu, jotta myös yläkerroksissa olisi suihkuputkella riittävä suihkupaine ja vesivirta (kuva 98). Korkealla yläkerroksissa nousuhäviö on suuri, mikä vaikuttaa suihkupaineeseen. Automaattisuihkuputkea käytettäessä suihkuputki pyrkii pitämään riittävää suihkupainetta yllä pienentämällä suihkuputken läpi virtaava vesivirtaa. Nousuhäviön kasvaessa ei automaattisuihkuputki kuitenkaan pysty kompensoimaan painehäviötä riittävästi. Vaikka suihkupaine olisikin kohtuullinen, vesivirta voi olla sammutukseen riittämätön edellä mainitun automaattisuihkuputken toimintaperiaatteen vuoksi.




**Kuva 96.** Kuvassa vasemmalla on palolta suojattu uloskäytävä, oikealla on palolta ja savulta suojattu uloskäytävä (Kuikka). Siniset pisteet kertovat, missä nousujohdon ulosotto voi sijaita.



**Kuva 97.** Ovikiilaa käyttämällä työjohto ei puristu oven väliin.

**Kuva 98.** Paineenkorotuspumppu.

Palo-osastoiduista uloskäytävistä ja osastoiduista hissikuiluista on järjestetty savunpoisto joko mekaanisesti tai sähköisesti avattavalla luukulla tai ikkunalla. Yleensä laukaisulaitteet sijaitsevat porraskäytävän sisääntulotasolla. Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainikkeella saadaan koko rakennuksen ilmanvaihto pysäytettyä hallitusti. Kytkin sijaitsee rakennuksessa yleensä paloilmoitinkeskuksen tai jonkin pääuloskäytävän läheisyydessä. Sen paikka on merkitty opastekilvellä. Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainikkeet on asennettu rakennuksiin pääsääntöisesti rakennuksen ulkopuolelta tulevaa uhkaa (tulipalo lähialueella, kaasuvaara, säteilyvaara) varten. Niitä voi tapauskohtaisesti hyödyntää, jos ilmanvaihdon pysäyttäminen katsotaan tarpeelliseksi savu- ja palovahinkojen kannalta. (Huttu 2018, 69–71.)

Normaalisti rakennusten hissejä ei ole suunniteltu käytettäväksi ja toimimaan palotilanteessa. Pelastustoiminnan johtajan harkinnan mukaan

näitä hissejä voidaan käyttää tapauskohtaisesti esimerkiksi kaluston kuljettamiseen tai muuhun riskittömään tarkoitukseen. Yli 16-kerroksisissa rakennuksissa hissit on varustettu sellaisin laittein (mm. ulkopuolinen virransyöttö tai varavoimageneraattori rakennuksessa), että niiden käyttö on mahdollista pelastus- ja sammutustyössä (palomieshissi SFS-EN81-72). (Huttu 2018, 79.)

Ympäristöministeriön uudet määräykset määrittelevät palomieshissin (kuva 99) rakennuksiin metrimäärän, ei kerrosten mukaan. Hissiä on voitava käyttää pelastus- ja sammutustyössä (palomieshissi) sisäänkäyntitason yläpuolisissa tiloissa, kun ylimmän kerroksen lattian etäisyys ylittää 38 metriä rakennuksen sisäänkäyntitasosta, ja sisäänkäyntitason alapuolisissa tiloissa, kun kellarikerroksen lattian etäisyys ylittää 14 metriä rakennuksen sisäänkäyntitasosta ja kyseisen kellarikerroksen poistumisalueen pinta-ala on yli 800 neliömetriä. (Ympäristöministeriö 2017.)

Vaikka Suomessa on rakennettu korkeita rakennuksia (yli 8 tai 16 kerrosta) jo vuosia, kulttuuri kyseisten rakennusten turvallisuustekniikassa hakee vielä paikkaansa.Pelastuslaitokset ovatkin tehneet omia ohjeita rakentamiseen muun muassa palo-osastoinnista, poistumisreiteistä, porraskäytävistä, palomieshisseistä sekä kuiva- ja märkänousujohdoista paineenkorotuspumppuineen.

## Tärkeää

- Korkeissa rakennuksissa on nousujohdot, joita tulee käyttää selvityksissä hyväksi.
- Työjohto selvitetään nousujohdolta yleensä yhtä kerrosta alempaan kohteeseen. Voidaan myös selvittää kohdekerroksesta, jos se on turvallista.
- Korkeissa rakennuksissa uloskäytäviä on vähintään kaksi.
- Hissejä voi käyttää tapauskohtaisesti kaluston kuljettamiseen ja muuhun riskittömään tarkoitukseen. Korkeissa rakennuksissa on yleensä palomieshissit (16 kerrosta tai 38 m ylin kerros, uudet rakennukset).

**Katso video:**

Perusselvitys nousujohdolla korkeassa rakennuksessa

**Kuva 99.** Palomieshissin käyttöönotto.

### 6.6.4 Toimisto- ja majoitustilojen erityispiirteitä

Toimistotilat ovat pinta-alaltaan huomattavan paljon suurempia kuin kerrostalon asuinhuoneistot. Palo voi olla paikallinen palo, joka ei ole vielä levinnyt laajalle alueelle, tai vain osa toimistotiloista palaa. Koska tila on suuri, palo ei välttämättä ole happirajoitteinen sammuttajien aloittaessa sammutuksen. Laaja sokkeloinen tila on riski sisäsammutuksessa, ja eksymisvaara savuisessa tilassa on suurempi kuin normaalissa asuinhuoneistossa.

Toimistotaloissa, hotelleissa sekä hoitolaitoksissa palo-osastojen koot ovat isommat kuin asuinkerrostaloissa, ja näissä kohteissa on usein

rakennusluvan ehtona automaattinen paloilmoitin- ja vesisprinklerisammutusjärjestelmä. Vesisprinklerisammutusjärjestelmä rajoittaa paloa sekä tuo lisää työturvallisuutta pelastajille. Tällaisissa kohteissa on alkusammutusvälineinä pikapalopostit sekä käsisammuttimet. Lisäksi henkilökunta on saanut koulutusta tulipalotilanteita varten. Alkusammutusvälineet tuovat lisätukea myös pelastajille tulipalotilanteissa. Myös äänievakuointijärjestelmät ovat tyypillisiä edellä mainituissa kohteissa, mikä helpottaa oleellisesti rakennuksen evakuointia. Huomioitavaa on, että poistuvien ihmisten määrä hätätilanteessa voi olla huomattavasti isompi kuin asuinkerrostaloissa, mikä tuo omat haasteensa pelastajille.

Vaikka palo-osastojen koot voivat olla toimiston tai hotellin ravintolan osalta reilusti isommat kuin asuinkerrostalossa, kuitenkin hotelleissa jokainen hotellihuone on oma pieni palo-osasto. Hotellihuoneen kalusto ja sisustus ovat palosuojakäsiteltyjä kuten myös ravintola- ja toimistotilat, joten tulipalon riskit ovat pienemmät kuin asuinkerrostalossa.

## Tärkeää

- Laajassa toimistotilassa palo voi olla paikallinen eikä se ole vielä levinnyt laajalle alueelle, tai vain osa toimistotiloista palaa.
- Laajoissa tiloissa palo ei ole välttämättä vielä happirajoitteinen, kun sammuttajat saapuvat kohteeseen.
- Toimistotaloissa, hotelleissa sekä hoitolaitoksissa on usein vesisprinklerisammutusjärjestelmä.
- Edellä mainituissa kohteissa on alkusammutusvälineinä pikapalopostit sekä käsisammuttimet. Lisäksi henkilökunta on saanut koulutusta tulipalotilanteita varten.
- Poistuvien ihmisten määrä tulipalotilanteessa voi olla huomattavasti isompi kuin asuinkerrostaloissa, mikä tuo omat haasteensa pelastajille.

## 6.7 Rivitalopalo

Kaikki yksikerroksiset rivitalot ovat P3-luokan rakennuksia, joten niiden kantavien rakenteiden palonkestosta ei tulipalotilanteessa ole varmuutta. Lisäksi palon leviämisen mahdollisuus palohuoneistosta rakennuksen muihin tiloihin on suuri. Rivitalopalossa palon leviämisen kannalta kriittisin paikka on yläpohjaontelo. Vaikka uusimmissa rivitaloissa palo-osastointi on viety huoneistokohtaisesti vesikatteeseen, ei se vielä takaa osastoinnin pitävyyttä tulipalotilanteessa. Rivitalopalossa tulee aina varmistaa, ettei palo pääse yläpohjaonteloon. Edellä mainitut seikat tulee huomioida sammutustaktiikan valinnassa.

Tässä luvussa on esimerkinomaisesti käsitelty tyypillistä huoneistopaloa rivitalossa ja siihen liittyviä sammutusteknisiä toimenpiteitä. Tehtäväkokonaisuudet rivitalon huoneistopalossa muodostuvat vastaavasti kuin muissakin rakennuspaloissa **päätehtävästä** sekä **tukitehtävistä**. Tukitehtävät palvelevat päätehtävän suorittamista ja ovat erittäin tärkeitä tehtävän onnistumisen kannalta. Toiminnan tavoite määrää päätehtävän. Rivitalon huoneistopalossa päätehtävänä on yleensä **sammutus- ja pelastustehtävä** palohuoneistossa tai **palon rajoittaminen** palavaan asuinhuoneistoon ja **palon leviämisen estäminen** palohuoneistosta yläpohjaan ja muihin huoneistoihin. Päätehtävä voi olla muukin kuin edellä mainitut tehtävät, esimerkiksi **ontelopalon sammutustehtävä** tai **rakennuksen suojaväistö** tilanteessa, jossa palo ei ole hallinnassa ja se uhkaa laajentua palohuoneistosta muihin asuntoihin.

**Tehtäväkokonaisuudet tyypillisessä rivitalopalossa**

**Päätehtävä valikoituu toiminnan tavoitteen mukaan**

- sammutus- ja pelastustehtävä
- palon rajoittaminen
- ontelopalon sammutustehtävä
- rakennuksen/viereisten tilojen suojaväistö
- tiedustelu.

**Tukitehtävät**

- yläpuolisen tilan varmistaminen ja leviämisen estäminen onteloon
- viereisten huoneistojen suojaväistö
- viereisten tilojen ylipaineistaminen
- suojaparin muodostaminen (hyökkäävä sisältä sammuttaminen)
- savusukellusvalvonta (hyökkäävä sisältä sammuttaminen)
- vesihuolto.

Perusselvitys tai perusselvitys alkusammutustiedustelulla on ensitoimenpiteinä tehtävä selvitys myös rivitalon huoneistopalossa. Alkusammutustiedustelulla kohde on mahdollista saavuttaa nopeasti. Jos palo on paikallinen ja palohuoneistoon voi mennä ilman, että se edellyttää savusukeltamista, palon voi sammuttaa alkusammuttimilla.

Esimerkiksi jos päätehtävä on sammutus- ja pelastustehtävä, suoritetaan se **sisältä sammuttamisen taktiikalla** käyttäen **sisäsammutustekniikkaa** tai **sammutustuuletusta**. Sammuttaminen voidaan kuitenkin ensin aloittaa ulkoapäin hyökkäävällä taktiikalla, jolloin sisäsammuttaminen on helpompaa ja turvallisempaa. Ulkoa sammuttamisella ja palon rajoittamisella voidaan myös joissakin tapauksissa parantaa rakennuksen sisällä olevia olosuhteita siten, että vielä rakennuksessa olevilla ihmisillä olisi paremmat edellytykset säilyä hengissä. Hyökkäävä sisäsammutus **ei saa viivästyä** edellä mainitun taktiikan vuoksi, koska sisällä olijat täytyy saada sisältä ripeästi ulos.

Jos päädytään sammutustekniikan osalta **sammutustuuletukseen**, kannattaa se tehdä alipaineella. Rivitalossa sammutustuuletusputken asennus on yleensä helppoa, kun sopiva ikkuna-aukko on paikallistettu. Sisäsammutustekniikka ja sammutustuuletus edellyttävät savusukeltamista, jolloin tulee tehdä savusukeltamiseen liittyvät tukitehtävät, muun muassa suojapari ja savusukellusvalvonta.

Ulkoapäin tapahtuva palavan huoneiston sammuttaminen ja palon rajoittaminen voidaan toteuttaa pistosuihku- tai pistojauheputkella. Sammutinleikkuria käytettäessä täytyy huomioida mahdolliset sisällä olevat pelastettavat, ettei aiheuteta heille vaaraa sammutinleikkurilla. Myös **siirtymäsammutustekniikkaa** voi soveltaa suuntaamalla suora sammutussuihku jyrkässä kulmassa sisälle palohuoneen kattoon rikkoutuneesta ikkunasta.

**Palon leviämisen estämisessä** ontelotilaan voidaan käyttää **hyökkäävää taktiikkaa ulkoa tai puolustavaa taktiikkaa sisältä**. Hyökkäävässä taktiikassa ulkoa voidaan palon leviämistä yläpohjaan rajoittaa jäähdyttämällä ontelotilan kuumaa savua sammutinleikkurilla tai pistosuihkuputkilla. Ontelotilaan voidaan myös laukaista heittosammutin. Sisällä tapahtuvassa puolustavassa taktiikassa ontelon palokaasuja voidaan jäähdyttää huoneistoista sisältä käsin katon läpi sammutinleikkurilla tai pitkillä pistosuihkuputkilla. Viereiset tilat voidaan myös ylipaineistaa, millä estetään savun leviäminen muihin tiloihin.

Ontelonpalon sammuttamisessa käytetään **hyökkäävää ulkoa sammuttamista**. Jos palon voimakkuus ontelossa on niin suuri, ettei sammutinleikkurin tai pistosuihkuputkien vesivirta riitä, on syytä siirtyä käyttämään työsuihkuja. Varsinkin, jos vesikate on jo palanut puhki, sammutinleikkurin ja pistosuihkuputkien vesivirta ei ole riittävä palon sammuttamiseksi. CAFS-sammutuslaitetta kannattaa käyttää ontelopalon sammuttamisessa, jos se on mahdollista. CAFS-vaahto ei aiheuta vesivahinkoja ja yläpohjan sortumisvaaraa niin kuin pelkkä vesi, jota joutuu vastaavassa tilanteessa käyttämään suuria määriä. Lisäksi on pitkävartisia (4–6 m) sammutuskeihäitä ja varsisammuttimia, joilla voidaan ontelotilaa sammuttaa maasta käsin.

Savunpoisto tulee järjestää ontelotilasta sammutuksen yhteydessä sitten, kun on varmistettu palokaasujen riittävästä jäähdytyksestä ontelotilassa. Kattotyöskentelystä tulee pidättäytyä, jos riskit ovat liian suuret ja kattotyöskentelystä ei tilanteessa ole vastaavaa hyötyä. Koura-auto on tehokas ja turvallinen, ja sitä kannattaa käyttää ontelotilan sammutuksessa aina, kun se on mahdollista. Koura-auton kouran kynnet voivat olla varustettuina vesisuuttimilla, ja tällainen on esimerkiksi SaRa-koura. Vesisuuttimilla varustetulla kouralla vesisumu voidaan kohdistaa suoraan palavaan ontelotilaan, mikä sammuttaa palon tehokkaasti ja vähentää vesivahinkojen syntymistä.

Sammutus- ja raivauskouralla voidaan myös tarvittaessa tehdä savunpoistoaukko palavan rakennuksen kattoon.

Lisävesi järjestetään hyökkäävään sammutusyksikköön. Lisävesi otetaan säiliöautosta tai palopostista. Rivitaloalueella on yleensä palopostiverkosto. Lisävesikytkentä voi olla sarja- tai säiliösarjakytkentä tilanteen mukaan. Jos käytetään sammutustekniikkana sammutustuuletusta alipaineella tuuletusputkea (ST-putki) käyttäen, lisävesi on syytä selvittää ensiselvityksenä heti perusselvityksen yhteydessä. Tuuletusputken vesivirta on lähes 500 l/min.

Altistumisen vähentämisessä rivitalopalossa pätevät samat toimenpiteet kuin kerrostalopalossa (ks. luku 6.6). Rivitalopalossa täytyy ottaa huomioon yläpohjan sortumavaara varsinkin, jos yläpohjan sammutuksessa on käytetty runsaasti vettä. Palo heikentää yläpohjan rakenteita, ja eristeissä oleva veden paino voi aiheuttaa yläpohjaan osittaisen sortumisen.

**Katso video:**

Sammutustoimenpiteet rivitalopalossa

## Tärkeää

- Rivitalopalossa päätehtävä voi kohdistua palavaan huoneistoon tai yläpohjaonteloon.
- Rivitalopalossa palon leviämisen kannalta kriittisin paikka on yläpohjaontelo.
- Rivitalon ontelossa olevaa kuumaa savua jäädytetään muun muassa pistosuihkuputkilla ja sammutinleikkurilla.
- Ontelotilaan voi myös laukaista heittosammuttimen.
- Sammutustyössä yläpohjan sortumavaara tulee ottaa huomioon.
- Rivitalopalossa kattotyöskentelystä tulee pidättäytyä, jos riskit ovat liian suuret.

Jos merkittävien vahinkojen rajoittaminen palavassa rakennuksessa on mahdotonta ja rakennus todennäköisesti tuhoutuu, siirrytään kokonaan puolustavaan taktiikkaan ulkoa. Tällöin keskitytään palon leviämisen estämiseen muihin rakennuksiin sekä estetään palon haittavaikutukset ympäristölle, kuten savun leviäminen, lämpösäteily ja heitteet.

## 6.8 Omakotitalopalo

Omakotitalopalossa sammutustaktiikat ja sammutustekniset toimenpiteet ovat lähes samoja kuin rivitalopalossa (ks. luku 6.7). Erona rivitaloon on se, että sammutuskohteena on rakennus, jossa on vain yksi asuinhuoneisto. Omakotitalopalossa ei ole muita asuinhuoneistoja, joihin palo voi levitä. Poikkeuksena ovat paritalot, joissa palo voi yläpohjaontelon kautta levitä vastaavasti kuin rivitalossa.

Kaikki omakotitalot ovat P3-luokan rakennuksia, joten niiden kantavien rakenteiden kestävyydestä ei ole varmuutta. Kellari- ja ullakkotilat ovat samaa palo-osastoa asuintilojen kanssa, kun vastaavasti rivitaloissa yhteiset kellaritilat on osastoitu. Vanhoissa omakotitaloissa eristeenä on käytetty sahanpurua. Sahanpurueristeisessä rakennuksessa palo voi levitä pitkin rakennusta eristeiden sisässä, ja sitä on hankala sammuttaa, koska paloon ei päästä käsiksi. Tämä kannattaa huomioida, jos vanha omakotitalo on remontoitu nykyaikaiseksi, mutta vanhat rakenteet ovat jäljellä.

Omakotitalopalon sammuttamisessa käytetään vastaavasti kuin rivitalopalossakin hyökkäävää taktiikkaa ulkoa ja hyökkäävää taktiikkaa sisältä. Sammutustekniset toimenpiteet ovat myös samoja kuin rivitalopalossa. Ulkoa sammuttamisessa ja palon rajoittamisessa voidaan käyttää pistosuihku- tai pistojauheputkea tai sammutinleikkuria. Heittosammuttimen voi laukaista huoneiston sisälle palotilaan tai yläpohjaonteloon. Sisältä sammuttamisessa voidaan käyttää sisäsammutustekniikkaa tai sammutustuuletusta (yli- tai alipaineella).

Jos omakotitalo on haja-asutusalueella, vesihuollon järjestäminen poikkeaa kaava-alueella tapahtuvasta rivitalopalosta, sillä kaava-alueella on

**Katso video:**

Sammutustoimenpiteet omakotitalopalossa

## Tärkeää

- Omakotitalopalossa käytetään samoja sammutustaktiikoita ja sammutusteknisiä toimenpiteitä kuin rivitalossa.
- Vanhoissa omakotitaloissa ja vanhoissa remontoiduissa omakotitaloissa on sahanpurueristeitä, jotka voivat yllättävästi levittää paloa.
- Piha-alueella voi palaa muita rakennuksia ja rakennelmia, jotka ovat sortumavaarallisia.

yleensä palopostiverkosto. Tarvittaessa lisävesi palopaikalle pitää järjestää ajovetenä tai moottoriruiskulla läheisestä luonnonvedenottopaikasta.

Omakotitalopaloissa niin kuin rivitalopaloissa tulee huomioida rakennuksen ympärillä olevat muut rakennukset ja rakennelmat, kuten autosuojat, varastot, liiterit ja grillikatokset. Palo voi levitä myös niihin. Näissäkään rakennuksissa ei ole kantavista rakenteista varmuutta, ja ne voivat olla kantavien rakenteiden osalta rakennettu heikosti paloa kestäviksi. Tällöin niiden sortumisvaara palotilanteessa on hyvin ilmeinen eikä sortumavaaraa usein osata tunnistaa. Erityisesti harvaan asutuilla alueilla on pitkien toimintavalmiusaikojen vuoksi riskinä pelastustoiminnan aloittaminen samaan aikaan, kun rakennuksen sortumariski on suurimmillaan. (Sisäministeriö 2021 b.)

## 6.9 Hallityyppiset teollisuuskohteet

Teollisuuskohteista voi olla laadittuna pelastustoimintaa ja sen johtamista varten ennakkoon **kohdekortteja**. Yleisimmin niitä on laadittu kohteista, joissa on automaattinen paloilmoitinlaitteisto. Osalla pelastuslaitoksista niitä on laadittu myös muista isoista erityiskohteista tai sammutuslaitteistoilla varustetuista kohteista. Kohdekortteihin on kirjattu rakennuksen perus- ja kohdetietoa sekä vaaroja, jotka vaikuttavat pelastustoimintaan. Kohdekortit sisältävät yleensä asema- tai pohjapiirroksen rakennuksesta. Kohdekortit voivat olla sähköisessä muodossa pelastusajoneuvon tietokoneella tai paperiversioina mukana ajoneuvoissa. Ne voivat löytyä myös kohteen paloilmoitinkeskukselta. (Huttu 2018, 64.)

Pienet, muutamien satojen neliöiden suuruiset teollisuushallit ovat P3-luokan rakennuksia. Suurempien teollisuuskohteiden paloluokka on yleensä P2 tai P1. Teollisuushallien sammutustaktiikassa kannattaa erityisesti huomioida **sortumavaara**. P3-luokan pienteollisuushallien kantavat rakenteet ovat terästä tai puuta, joten kantaville rakenteille ei ole palonkestovaatimuksia. P2- ja P1-luokan teollisuushalleissa kantaville rakenteille on palonkestävyysvaatimus, joka voi olla 30 minuuttia, 60 minuuttia tai joissakin tapauksissa jopa vain 15 minuuttia. Kantavien teräsrakenteiden sortumisriski on ilmeinen, jos palonkesto on tehty esimerkiksi palosuojauksilla.

Pienissä halleissa ei yleensä ole palo-osastointia ja pienet toimisto- ja sosiaalitilat ovat yleensä osastoimattomia. Laajemmat toimisto- ja sosiaalitilat sekä suuret varastot pitäisi kuitenkin olla osastoituina erilleen tuotantotiloista. Suurissa teollisuuskohteissa voi olla laajoja, tuhansien neliöiden pinta-aloja, jotka on osastoitu, ja ne voivat olla myös sprinklattuja. Teollisuushalleissa ei yleensä ole ullakkotiloja. Jos sellainen on, P3-luokan rakennuksessa se on osastoimaton ja P2- ja P1-luokan hallissa ullakko on osastoitu.

Savunpoisto on pienissä teollisuushalleissa ja vanhoissa suuremmissa halleissa järjestetty rikottavilla yläikkunoilla tai katolta avattavilla luukuilla. Uusimmissa halleissa on yleensä manuaaliset avattavat yläikkunat tai katolla olevat luukut. Suuret palo-osastot on jaettu savulohkoihin tilan yläosassa sijaitsevien savusulkujen avulla. Ne on merkitty savunpoistokaavioihin, jotka löytyvät ohjauskeskukselta. Savunpoiston ohjauskeskuksen sijainti

on merkitty rakennuksessa ulospäin sekä kohdekorttiin. Yleisimmin savunpoiston ohjauskeskukset on sijoitettu rakennuksessa olevan paloilmoitinkeskuksen läheisyyteen. (Huttu 2018, 70.)

Teollisuuskohteissa löytyy usein **alkusammutuskalustoa**, jota on saatettu täydentää sopivilla käsisammuttimilla riskialttiiden tilojen lähelle. Isommissa kohteissa on pikapaloposti–käsisammutin-yhdistelmäkaappeja (kuva 100). Lisäksi teollisuuskohteissa voi olla tehostettuna alkusammutuskalustona myös isoja, kärryllä siirrettäviä sammuttimia, kuten 25:n ja 50 kilon jauhesammuttimia sekä 35:n ja 50 litran vaahtosammutuslaitteita. Kohteessa olevaa alkusammutuskalustoa voi ja myös kannattaa pelastushenkilöstön käyttää tarvittaessa. Lisäksi nousujohtoja voi olla teollisuuskohteissa, joissa on suuria palavia kattopinta-aloja. (Huttu 2018, 80–83.)

Teollisuuskohteissa on useita **erityisvaaroja**, jotka kannattaa huomioida sammutustaktiikassa ja sammutusteknisissä toimenpiteissä. Lisäksi kannattaa huomioida hallien suuri palokuorma. Hallipalon sammuttamiseen tarvitaan riittävän suuri sammutusvesivirta, ja sammutusveden riittävyys pitää myös varmistaa. Teollisuushalleissa **kuuma savupatja on yleensä korkealla katossa ja alhaalla voi olla hyvinkin viileää ja savutonta**. Kun syttymisvälille päässyt kuuma savu leimahtaa hallin katossa, tilanne muuttuu nopeasti. Tästä on esimerkkinä Eurassa sattunut työtapaturma vuonna 1999, jossa sammuttaja menehtyi kuumuuteen ja hengitysilman loppumiseen varusteiden takerruttua portaikkoon (TOT 23/99).

**Kuva 100.** Pikapaloposti-käsisammutin -yhdistelmäkaappi.

**Teollisuuskohteissa on muun muassa seuraavia vaaran aiheuttajia:**

- kemikaalit
- kaasusäiliöt
- jännitteelliset kohteet
- koneet (robotit), nosturit, kuljettimet
- sokkeloiset tilat
- tasot ja kuilut
- korkeat varastohyllyt: tavaroiden tippuminen, hyllyjen sortuminen
- nosto-ovet.

Tässä luvussa on esimerkinomaisesti käsitelty pienteollisuushallin paloa ja siihen liittyviä sammutusteknisiä toimenpiteitä. Tehtäväkokonaisuudet teollisuushallin palossa muodostuvat **päätehtävästä** sekä **tukitehtävistä**. Tukitehtävät palvelevat päätehtävän suorittamista ja ovat erittäin tärkeitä tehtävän onnistumisen kannalta. Toiminnan tavoite määrää päätehtävän. Teollisuushallin palossa päätehtävä voi olla esimerkiksi tiedustelu, palon rajoittaminen, sammutus- ja pelastustehtävä, rakennuksen tai viereisten tilojen suojaväistö.

**Päätehtävä valikoituu toiminnan tavoitteen mukaan:**

- tiedustelu
- palon leviämisen estäminen
- sammutus- ja pelastustehtävä
- rakennuksen/viereisten tilojen suojaväistö.

**Tukitehtävät**

- viereisten tilojen tiedustelu
- viereisten tilojen suojaväistö
- viereisten tilojen varmistaminen
- vesihuolto
- savun leviämisen estäminen viereisiin tiloihin
- suojaparin muodostaminen (hyökkäävä sisältä sammuttaminen)
- savusukellusvalvonta (hyökkäävä sisältä sammuttaminen).

Hallipaloissa sammutustaktiikka valikoituu muun muassa sen mukaan, mikä on toiminnan tavoite, missä kohtaa rakennusta tulipalo sijaitsee, kuinka pitkälle palo on kehittynyt, mikä on rakennuksen

kesto sekä tärkeimpänä se, onko rakennuksessa pelastettavia. Jos kohteessa ei ole pelastettavia ja koko rakennus jo palaa voimakkaasti, päätehtävä voi olla palon leviämisen estäminen, jolloin käytetään **puolustavaa taktiikkaa ulkoa**. Jos rakennuksessa on pelastettavia, sammutustaktiikka voi olla **puolustava sisältä**, palon rajoittaminen ja sammuttaminen sisältä käsin, millä turvataan sisällä olevat pelastettavat ja suoritetaan suojaväistö. Sammutustaktiikka voi olla myös **hyökkäävä sisältä sammuttaminen**. Täytyy myös muistaa, että eri taktiikoita voidaan käyttää samanaikaisesti rakennuksen eri osissa. Esimerkiksi tuotantotilojen puolella toteutetaan hyökkäävää taktiikkaa ja rakennuksen muissa osissa puolustavaa taktiikkaa (ks. luku 2).

Puolustavassa taktiikassa ulkoa keskitytään palon leviämisen estämiseen ympäristöön ja muihin rakennuksiin. Pelastustoiminta tapahtuu sortumavaarallisen alueen ulkopuolella, koska rakennus todennäköisesti tuhoutuu ja toiminnan painopiste on ympäristössä ja sen suojelussa. Palon leviämistä estetään rajoittamalla palon voimaa sammutussuihkuilla käyttäen työjohtoja tai vesitykkejä. Viereisiä rakennuksia suojataan lämpösäteilyltä vesiverholiittimillä ja vesivalelulla. Vesiverho ja vesivalelu yhdessä suojaavat tehokkaasti lämpösäteilyltä (ks. luku 3.3.5).

Teollisuushallikohteissa savunhallinta on yksi tärkeimpiä sammutusteknisiä toimenpiteitä. Palo leviää kuuman savun avulla, ja savu vaikeuttaa ja estää ihmisten poistumista rakennuksesta. Savun hallinnassa käytetään hyväksi painovoimasta tuuletusta, savunpoistoluukkuja ja puhtaiden tilojen ylipaineistamista savutuulettimilla. Paineistamalla puhtaita tiloja saatetaan estää suuria savuvahinkoja. Painovoimaista savunpoistoa voidaan tehostaa koneellisella ylipainetuuletuksella. Savunpoisto ja paineistuksen valmistelut eivät kuitenkaan saa viivästyttää varsinaisen sammutuksen aloittamista. (Savola 2010, 69–74.)

Jos tavoitteena on sammutustehtävä ja hallipalo on voimakas, sammutustaktiikkana on yleensä **hyökkäävä ulkoa sammuttaminen**, jonka jälkeen siirrytään **hyökkäävään sisältä sammuttamiseen**. Tavoitteena on ulkoa päin sammuttamisella valmistaa ja mahdollistaa sisältä sammuttaminen.

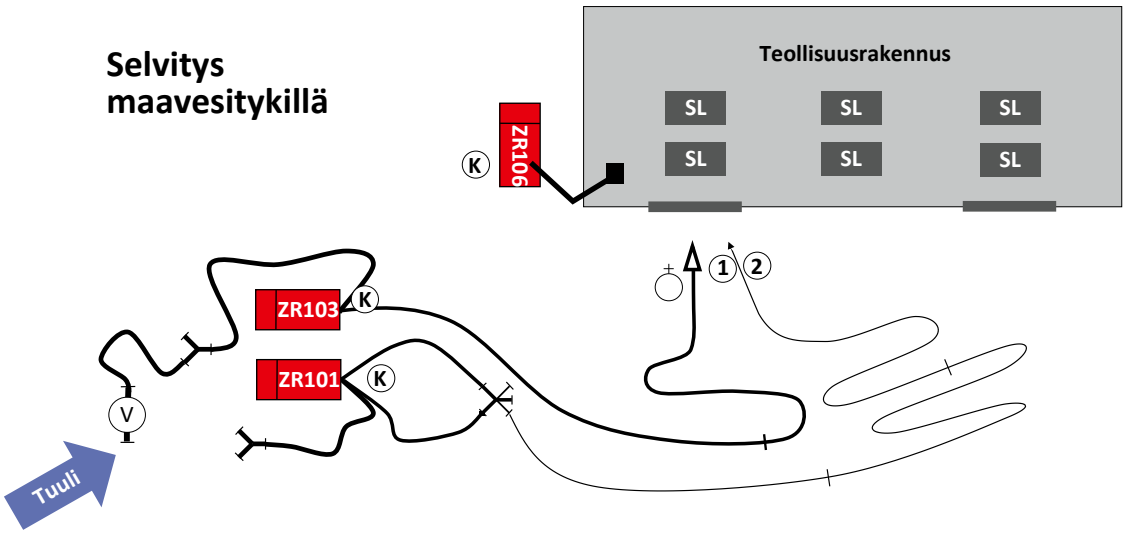
Sammutusajoneuvot tulee sijoittaa riittävän etäälle palokohteesta huomioiden myös mahdollinen sortumavaarallinen alue. Tilannearvioon perustuen päätetään, mikä on ensitoimenpiteenä tehtävä selvitys. Jos alkutietojen ja ensi havaintojen perusteella vaikuttaa siltä, että palo on paikallinen eikä se ole vielä levinnyt, perusselvitys tai perusselvitys alkusammutustiedustelulla on ensitoimenpiteinä tehtävä selvitys myös teollisuushallipalossa.

Alkusammutustiedustelulla palo on mahdollista saavuttaa nopeasti, varsinkin laajoissa teollisuuskohteissa. Jos palo on paikallinen ja kohteeseen voi mennä ilman, että se edellyttää savusukeltamista, palon voi sammuttaa alkusammuttimilla. Teollisuuskohteissa täytyy muistaa, että etäisyydet ovat pitkiä ja tilat sokkeloisia. **Alkusammutustiedustelusta tulee pidättäytyä, jos alkusammutustiedustelu arveluttaa, sillä tilanne voi rakennuksen sisällä muuttua nopeasti. Alkusammutustiedustelusta tulee myös luopua ajoissa, jos tilanne muuttuu sisällä hallissa.**

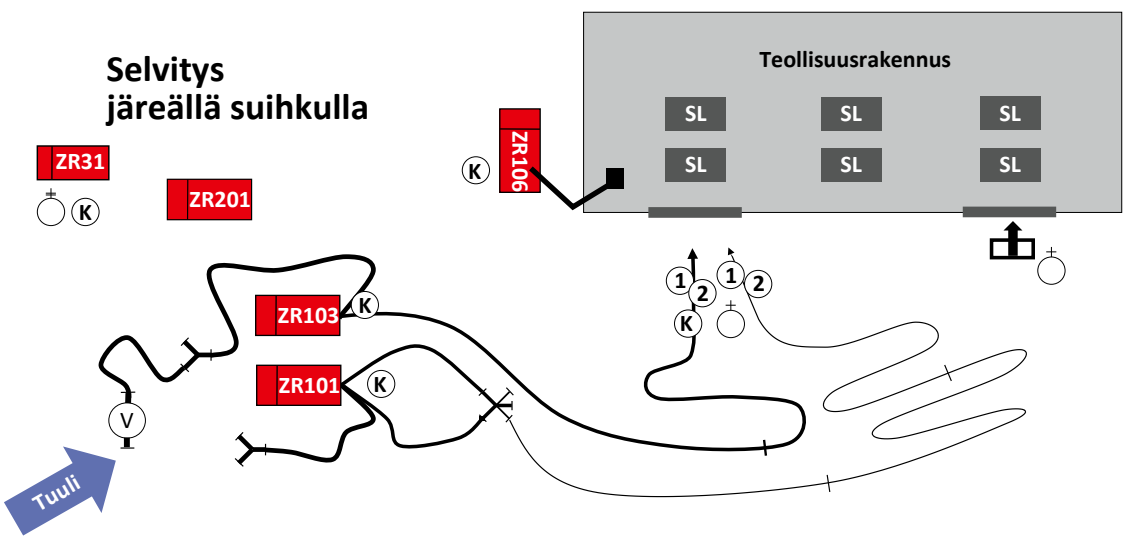
Jos palo on jo levinnyt hallitiloissa pidemmälle ja savunmuodostus on runsasta, perusselvitys yksistään ei riitä, vaan on lisättävä selvitystä **järeällä työjohdolla** tai **maavesitykkiselvityksellä**. Tällaisessa tilanteessa myös **lisävesi** kuuluu tehdä heti ensiselvityksenä ennen kuin sammutustoimintaa järeällä työsuihkulla tai vesitykillä voidaan aloittaa. Maavesitykin tuotto on noin 2000 l/min. Kuvassa 101 ja 102 on esimerkkinä esitetty selvitysmallit käytettäessä maavesitykkiä ja järeää työsuihkua.

Savunpoistoluukut voi avata aikaisessa vaiheessa. Jos luukkujen avaaminen lisää palon voimakkuutta eikä selvityksiä ja sammutusvalmiutta ole, luukut kannattaa avata myöhemmin sammutustyön alkaessa. Luukkujen avaamisella ehkäistään savun leviäminen rakennuksen muihin osiin, ja kuuman savun mukana poistuu suuri lämpömäärä, mikä helpottaa sammuttamista.

Ennen hyökkäävää ulkoa sammuttamista selvitykset tulee tehdä valmiiksi, myös lisävesi. Käytettäessä isoja ovia hyökkäysreittinä pelastusryhmä ryhmittyy hyökkäysreitille riittävän kauas, ei suoraan avattavien ovien eteen. Isot hallin ovet toimivat osaksi savunpoistoreittinä ja samalla korvausilmareittinä. Isojen ovien kautta saadaan myös hyvä ja turvallinen näkymä palavaan halliin.




**Kuva 101.** Selvitys maavesityksillä teollisuushallipalossa.




**Kuva 102.** Selvitys järeällä työsuihkulla teollisuushallipalossa.

Nosto-ovien mekanismi on altis palon kuumudelle, ja ovi voi tipahtaa alas sammutuksen aikana. Hyökkäysreitin valinnan ja isojen ovien avaamisen täytyy perustua tiedusteluun ja tilannearvioon, eikä ovien avaaminen ja hyökkääminen isojen ovien kautta saa olla automaattinen valinta.

Hyökkäävässä ulkoa sammuttamisessa käytetään maavesitykkiä tai järeää työsuihkua. Maavesitykki on tässä tehokkaampi ja turvallisempi, eikä se sido sammuttajia niin paljon, sillä yksi mies voi käyttää tykkiä. Tykin siirtämiseen kuitenkin tarvitaan vähintään kaksi sammuttajaa. Ulkoa sammuttamisessa järeällä suihkulla tai tykillä käytetään sekä suoraa- että sumusuihkua. Tavoitteena on vaikuttaa palaviin ja pyrolysoituviin pintoihin sekä liekkiin että palokaasuihin (ks. luku 5.2).

Riittävällä vesivirralla, suihkujen oikealla suuntauksella ja oikea-aikaisella savunpoistolla hallitaan savuja sekä sammutetaan liekkipaloa ja palavaa materiaalia. Järeän suihkun ja vesitykin apuna käytetään työsuihkua, jolla sammutetaan ja jäädytetään oviaukosta purkautuvaa liekkiä ja savua, jotta ne eivät levitä paloa yläpuolisiin rakenteisiin. Maavesitykin tai järeän suihkun suihku

suunnataan sisälle katon rajaan ylös, suihku pidetään täysin auki ja sitä liikutellaan rauhallisesti sivusuunnassa yläkulmasta toiseen. Työsuihkulla jäähdytetään aluksi oviaukon yläosasta purkautuvia liekkejä ja kuumaa savua. Jos alkupalo ja palavaa materiaalia näkyy, sammutetaan ne maavesitykin ja työsuihkun avulla välittömästi. Lämpökameralla varmistetaan suihkujen oikea suuntaus sisälle ja samalla voidaan todeta mahdollinen sammutusvaikutus.

Sammutuksen edetessä maavesitykkiä tai järeää suihkua voidaan siirtää eteenpäin ja jatkaa sammuttamista lähempää, jos se katsotaan tarpeelliseksi. Liikuttaessa järeän suihkun tai vesitykin kanssa sulkimen pitää olla kiinni. Kun tilaan on muodostunut reilusti näkyväisyyttä ja savun väri on muuttunut selkeästi vaaleaksi, voidaan maavesitykki (tai järeä suihku) sulkea ja jättää paikoilleen. Tämän jälkeen voidaan jatkaa **hyökkäävällä sisältä sammuttamisen taktiikalla** edellyttäen, että savupatjan syttymisvaaraa ei enää ole ja on varmistettu, että sisälle meno on työturvallista (koneet, laitteet, kaasusäiliöt, sortumavaara). Sisälle edetään näkyväisyyden ja lämpökameran turvin sekä jatketaan sammuttamista työsuihkulla sisällä. Sokkosavusukeltamista tulee välttää, sillä se ei ole turvallinen savusukellustekniikka suurissa sokkeloissa tiloissa.

Erityisesti teollisuuskohteissa tulee ottaa huomioon myös sammutusjätevesi (ks. luku 3.3.11). Sammutusjätevesi voi sisältää ympäristölle haitallisia kemikaaleja, jotka aiheuttavat vesistön, maaperän ja pohjaveden pilaantumista. Tämän vuoksi sammutusjäteveden pääsyä ympäristöön on vältettävä. Teollisuuskohteen toiminnanharjoittajalla voi olla suunnitelmat ja laitteistot sekä menetelmät saastuneen sammutusjäteveden keräämiseksi ja käsittelemiseksi. Sammutusjäteveden määrään vaikuttavat palon laajuus, palava kohde ja valittu sammutustaktiikka. On arvioitu, että noin puolet käytetystä sammutusvedestä päätyy sammutusjätevedeksi, osa sammutusvedestä höyrystyy, osa imeytyy rakenteisiin. Käytettävän sammutusveden määrää voi rajoittaa sammutusjäteveden talteenoton rajallisuus, joka tulee ottaa huomioon sammutustyössä.

**Katso video:**

Sammutustoimenpiteet teollisuushallipalossa

## Tärkeää

- Teollisuuskohteissa on useita erityisvaaroja sekä rakennuksen sortumavaara, mikä tulee huomioida sammutustaktiikkaa valittaessa.
- Teollisuuskohteissa etäisyydet ovat pitkiä ja tilat sokkeloisia, mikä tulee huomioida alkusammutustiedustelua harkittaessa.
- Teollisuushallipaloissa savun ja virtausten hallinta korostuu tilan laajuuden ja sokkeloisuuden vuoksi.
- Teollisuushallipaloissa työjohdon vesivirta ei riitä, vaan on käytettävä myös järeää työjohtoa tai vesitykkiä.
- Sammutusjäteveden määrä on myös huomioitava tilanteissa, missä käytetään paljon sammutusvettä.

## 6.10 Aurinkopaneelien huomioiminen sammutustyössä

Aurinkosähköjärjestelmä koostuu paneeleista, invertteristä, turvakytkimistä (DC- ja AC-kytkin), liittimistä ja niitä toisiinsa liittävistä kaapeleista. Aurinkosähköjärjestelmän tehtävänä on tuottaa sähköenergiaa pääsääntöisesti rakennuksen omiin tarpeisiin. **Off-Grid**-järjestelmästä puhutaan silloin, kun järjestelmää ei ole liitetty sähköverkkoon. Off-Grid-järjestelmiä käytetään sellaisissa paikoissa, joissa ei ole sähköverkkoa tai sitä ei ole mahdollista sinne tuoda. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi kesämökit. Tuotettu sähköenergia varastoidaan akkuun tulevaa käyttöä varten. Sähköverkkoon liitetystä järjestelmästä käytetään nimitystä **On-Grid** (kaavio 24). Tässä järjestelmässä aurinkopaneelien sähköenergia käytetään kiinteistössä ja mahdollinen kulutuksen ylijäämäenergia syötetään sähköverkkoon,

mistä järjestelmän omistaja saa korvauksen. (Hareja 2021.)

Lisäksi on olemassa aurinkovoimaloita, joiden tarkoitus on tuottaa keskitetysti sähköenergiaa. Ne sijaitsevat yleensä maan tasolla suurilla aukeilla. Niiden tuottama sähköteho voidaan muuntaa muuntoaseman kautta suurjännitteiseksi. (Läderberg 2017, 13.)

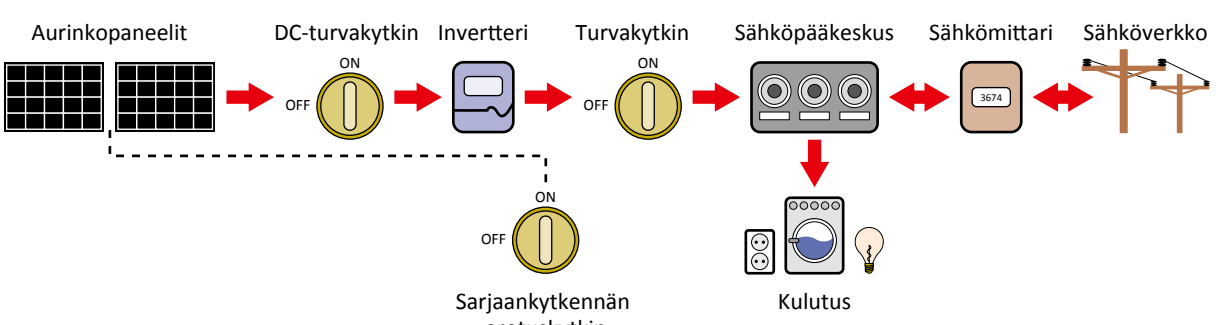
Aurinkopaneeleja on monentyyppisiä eri tarkoituksiin yksittäisistä mökkipaneeleista koko katon kokoisiin järjestelmiin. Paneelit voivat olla erillisiä, tai ne voidaan integroida esimerkiksi kate- tai julkisivumateriaaleihin. Yleensä paneelit sijoitetaan rakennusten katoille, mutta niitä asennetaan myös julkisivuihin. Aurinkosähköjärjestelmä voidaan toteuttaa myös erillisenä kenttänä. (Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2022.)

Aurinkopaneelit muodostuvat sarjaan ja/tai rinnan kytketyistä aurinkokennoista. Aurinkopaneeleita on saatavilla monen kokoisina ja moniin käyttötarkoituksiin. Erilaisilla aurinkokennojen kytkennöillä saadaan muodostettua halutun suuruinen jännite ja virta. Aurinkopaneelin jännite on sarjaan kytkettyjen aurinkokennojen jännitteiden summa. Rinnan kytkennässä muodostuva kokonaisvirta on rinnan kytkettyjen kennojen yhteenlaskettu virta. Aurinkopaneeli tuottaa tasasähköä, joka eroaa yleisessä sähköverkossa virtaavasta vaihtosähköstä. (Motiva 2021.)

Aurinkosähköjärjestelmä eroaa muista sähkölaitteista siinä, että virran katkaiseminen rakennuksen pääkatkaisijasta ei tee aurinkosähköjärjestelmää turvalliseksi. Sähköiskun vaara on olemassa, jos vesisuihku tai työkalut osuvat jännitteisiin osiin, kaapelien eristeet ovat palaneet tai astutaan aurinkopaneelien päälle. Sähköntuotantoon ei tarvita aurinkoa, sillä esimerkiksi pelastusajoneuvojen valot ja tulipalosta aiheutuva valo voi jatkaa sähköntuotantoa aurinkopaneeleissa. Huomioitava on myös, että vaurioituneet aurinkopaneelit voivat tuottaa sähköä. (Motiva 2021.)

Aurinkosähköjärjestelmän saattaminen tarvittaessa jännitteettömäksi ei käytännössä tämänhetkisellä teknologialla ole riittävällä toimintavarmuudella mahdollista. Elektroniikan avulla järjestelmän saa jännitteettömäksi, mutta elektronisten laitteiden toimintavarmuudesta ei ole varmuutta. (Hareja 2021.)

Auringonvalo (ja myös keinovalo) saa aikaan aurinkopaneelissa tasasähkövirtaa (DC). Paneelista riippuen yhden paneelin tuottama virta on noin 15–37 volttia. Aurinkosähköjärjestelmässä paneeleita kytketään sarjaan ja myös rinnan. Yhden paneelin tuottama jännite ei vielä ole välttämättä hengenvaarallinen, mutta kolmen paneelin sarjaan kytkentä tuottaa jo hengenvaarallisen jännitteen. On-Grid-järjestelmässä aurinkopaneeleilta tuleva tasavirta muutetaan invertterin kautta 230 voltin vaihtovirraksi (AC). **Järjestelmään kuuluu pakollinen AC-turvakytkin, jolla aurinkosähköjärjestelmä saadaan kytkettyä irti kiinteistön sähköverkosta, sekä myös DC-turvakytkin. DC-turvakytkimellä saadaan katkaistua virransyttö aurinkopaneeleilta invertterille.** Huomioitavaa on, että edellä mainitut kytkimet eivät pysty katkaisemaan aurinkopaneelien virran tuottoa. Järjestelmässä voi myös olla aurinkopaneelien sarjaan kytkennän erotuskytkin. Itsenäiset pienemmät järjestelmät (Off-Grid) esimerkiksi kesämökeillä ovat usein 12:n ja 24 voltin tasavirtajärjestelmiä.

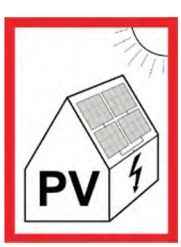



**Kaavio 24.** Havainnekuva rakennuksessa olevan sähköverkkoon kytketyn aurinkosähköjärjestelmän kokoonpanosta (Motiva 2021).

DC-puolen turvakytkin voi olla myös integroituna invertteriin. Aurinkopaneelien sarjaan kytkennän erotuskytkimen tulisi sijaita pelastuslaitoksen helposti saavutettavassa paikassa, esimerkiksi paloilmoitinkeskuksen yhteydessä. (Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2022.)

Pelastustoiminnassa on tärkeää huomioida, että **AC-turvakytkin** ei tee aurinkopaneeleja, invertereitä ja niiden välisiä komponentteja ja kaapelointeja jännitteettömiksi. Turvakytkin katkaisee vain virransyötön aurinkosähköjärjestelmästä kiinteistön sähköverkkoon. Aurinkopaneelit tuottavat sähköä niin kauan kuin saavat valoa (auringonvalo, keinovalo, tulipalon loimu), joten valoa saavan järjestelmän tasasähköpuoli invertterin DC-turvakytkimelle saakka pysyy jännitteellisenä, vaikka AC-turvakytkimestä ja DC-turvakytkimestä katkaistaisiin virransyöttö. Isoissa järjestelmissä, joissa paneeleja on kytketty sarjaan, ne saattavat tuottaa vaarallisia jännitteitä valosta, vaikka paneelit olisi erotettu rakennuksen sähköjärjestelmästä. (Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2022.)

Aurinkosähköjärjestelmälle on olemassa kansainvälinen merkkikilpi, jonka tulee löytyä kiinteistöstä, jossa on aurinkosähköjärjestelmä (kuva 103). Aurinkosähköjärjestelmän turvakytkimen (AC-kytkimen) sijainti tulee merkitä kyltein tai tarroin vähintäänkin sähköpääkeskuksessa (kuva 104).




**Kuva 103.** Aurinkosähköjärjestelmän merkkikilpi.

**Kuva 104.** Kuvassa on AC-turvakytkin (aurinkovoimalan erotuskytkin) sekä kaksi DC-turvakytkintä.

Aurinkopaneeleita voi yrittää peittää esimerkiksi kestopeitteillä, jotta ne eivät tuottaisi sähköä. Tämä on kuitenkin tulipalotilanteessa hankalaa ja jopa mahdotonta. Pelastusopistolla tehdyissä testeissä kestopeitteellä peitetyn aurinkopaneelin jännitteen tuotto saadaan tippumaan noin 65 prosenttia, kun kestopeitteen harmaa pinta on valoa kohti, ja mustalla pinnalla 80 prosenttia. Jos taas peite on käännetty kaksin kerroin ja musta pinta käännetty valoa kohti, saadaan jännite tippumaan lähes nollaan. (Kuismanen 2019.)

Markkinoilla on myös tuotteitta (PVStop), joilla aurinkopaneelin saa peitettyä ruiskuttamalla paneelin pinnalle vesi-polymeerikalvon. Kalvo jähmettyy paneelin pintaan ja estää paneelin virrantuoton. PVStop- kanisterin koko on yhdeksän litraa, ja laitteen toimintaperiaate on sama kuin käsisammuttimen. (Kuismanen 2019.)

**Aurinkosähköjärjestelmän vaarat pelastushenkilöstölle rakennuspalon sammutuksessa (mukaillen Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2022 ja Motiva 2021):**

- Rakennuspalossa aurinkosähköjärjestelmää ei saada kokonaan virrattomaksi.
- Sarjaan kytketyt paneelit voivat tuottaa hengenvaarallisen jännitteen tulipalotilanteessa jopa keinovalosta. Paneelit tuottavat virtaa niin kauan kuin saavat valoa.
- Aurinkosähköjärjestelmän tasasähkökaapelit (paneeleilta tulevat kaapelit) ovat jännitteellisiä niin pitkään kuin aurinkopaneelit tuottavat jännitettä. Kaapelien eristevaurio tulipalotilanteessa voi aiheuttaa oikosulun ja valokaaren.
- Suurissa kiinteistöissä aurinkopaneeleilta tulevat jännitteelliset johdot ovat kymmenien metrien pituisia, eikä yleensä ole tietoa, miten kaapelointi rakennuksessa kulkee.
- Sähköiskun vaara palossa rikkoontuneesta paneelista. Sähkö voi myös johtua paneelin runkoon ja telineisiin, ja katolle kertyvä sammutusvesi voi myös johtaa sähköä.
- Katolla olevat aurinkopaneelit voivat pudota pelastushenkilöstön päälle, tai pelastushenkilö voi pudota liukkaan aurinkopaneelin päältä.

- Aurinkopaneelien rikkoutuessa niistä saattaa lentää lasinsiruja, ja järjestelmän osien palaessa niistä saattaa kehittyä vaarallista kaasua.
- Paneelien alle voi muodostua onkalomaisia tiloja, jotka voivat vaikuttaa savukaasujen virtaukseen kiihdyttämällä ja levittämällä paloa.
- Järjestelmässä voi olla myös akusto, joka tuo oman paloriskinsä ja haasteet sammuttamiselle.

**Toimintaohjeet sammuttajille tulipalotilanteessa (mukaillen Motiva 2021, Kuismanen 2019):**

- Tunnista, onko kohteessa aurinkosähköjärjestelmää (paneelit katolla, aurinkosähköjärjestelmästä ilmoittava merkki).
- Käytä tiedustelussa hyväksi kohdekorttia. Isoista kohteista on yleensä laadittu pelastuslaitoskortti, joka on toimitettu pelastuslaitokselle. (Kuismanen 2019.)
- Aurinkosähköjärjestelmätoimituksen mukana voi kiinteistössä olla aurinkosähköjärjestelmän tietokortti. Tietokortti on tiivistetty kuvaus järjestelmästä ja sen sijainnista, ja siitä saa nopeasti tarvittavat tiedot tulipalotilanteessa. Tietokortti sijaitsee sähköpääkeskuksessa. (Motiva 2021.)
- Ilmoita kaikille kohteessa työskenteleville aurinkosähköjärjestelmästä ja siitä, että kohteessa on hengenvaarallinen jännite.
- Kytke AC- ja DC-turvakytkimet OFF-asentoon seuraavassa järjestyksessä:
  1. Kytke AC-turvakytkimestä aurinkosähköjärjestelmä irti kiinteistön sähköjärjestelmästä.
  2. Kytke DC-turvakytkimestä paneeleilta tuleva tasasähkö irti invertteristä.
- Erota aurinkopaneelit sarjaankytkennän erotuskytkimestä, jos sellainen löytyy.
- Määritä aurinkopaneelien putoamisvaara-alue rakennuksen ympärillä.
- Ota huomioon sammutustoiminnassa, että paneeleissa ja niistä lähtevissä kaapeleissa voi olla hengenvaarallinen jännite koko sammutustyön ajan. Vältä suoraa kosketusta paneeleihin ja kaapeleihin, sillä kaapeleiden eristeet voivat olla vaurioituneet.
- Huomioi, että myös keinovalo, esimerkiksi pelastusajoneuvojen työvalot, yöaikaan voi aktivoida aurinkopaneelin.
- Huomioi, että sammutusvesi voi johtaa sähköä. Pyritään käyttämään sumusuihkua, jos sammutus kohdistuu paneeleihin.
- Tulipalotilanteessa ei voida olla varmoja, että turvajärjestelmät toimivat (turvakytkimet).
- Älä katkaise paneeleiden johtoja, sillä siitä voi seurata valokaari.
- Jos tulipalon syynä on aurinkopaneelijärjestelmä, palon syy löytyy yleensä paneeleiden ja invertterin väliltä.

## Tärkeää

- Aurinkosähköjärjestelmät ovat itsenäisiä järjestelmiä (Off-Grid) tai sähköverkkoon kytkettyjä järjestelmiä (On-Grid).
- Aurinkopaneelit tuottavat tasasähköä.
- Sähköverkkoon kytketyssä järjestelmässä tasasähkö muutetaan vaihtosähköksi. Pakollisella AC-turvakytkimellä voidaan aurinkosähköjärjestelmä kytkeä irti kiinteistön sähköjärjestelmästä.
- AC-turvakytkimellä ei saada paneeleita ja paneeleilta lähteviä kaapeleita virrattomiksi.
- Aurinkopaneelit tuottavat virtaa niin pitkään kuin saavat auringonvaloa, myös keinovaloa.

## Lisätietoa

https://samkmoodle.samk.fi/course/view.php?id=371

Tietopankki | Pelastuslaitokset

Aurinkosähkön paloturvallisuus - Motiva

# 7 Sammutettavan rakennuskohteen rakenteellinen turvallisuus ja palotekniset laitteistot

*Jani Jämsä ja Ari Mustonen*

**Luvun 7 lähteinä on käytetty seuraavia määräyksiä ja ohjeita:**

- Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta (2017)
- Perustelumuistio ympäristöministeriön asetukseen rakennusten paloturvallisuudesta (2017)
- E1 Asetus rakennusten paloturvallisuudesta (1976-2011)
- E2 Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus (1976-2005)
- E4 Autosuojien paloturvallisuus (1977-2005)
- E7 Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus (1980-2004)
- E9 Kattilahuoneiden ja polttoainevarastojen paloturvallisuus (1985-2005)
- Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa, E1:n soveltamisopas. Ympäristöopas 39. Uusittu painos 2003, YM

Rakennukset jaetaan neljään paloluokkaan: P1, P2, P3 ja P0. Paloluokkaan P1 kuuluvan rakennuksen kantavien rakenteiden oletetaan pääsääntöisesti kestävän palossa sortumatta. Kantavien ja paloa osastoivien rakenteiden palonkestovaatimukset ovat vähintään 60 minuuttia, R60 ja EI60. Rakennuksen kokoa, korkeutta ja henkilömäärää ei ole rajoitettu. P1-luokkaan kuuluvia rakennuksia ovat kaikki yli kaksikerroksiset rakennukset lukuun ottamatta enintään kahdeksankerroksisia puurunkoisia asuin- tai toimistorakennuksia, jotka kuuluvat P2-luokkaan. P1-luokan rakennuksia ovat usein myös yksi- tai kaksikerroksiset suuret kokoontumis-, majoitus-, hoitolaitos- tai tuotantotiloja sisältävät rakennukset.

Paloluokkaan P2 kuuluvan rakennuksen kantavien ja paloa osastoivien rakenteiden palonkestovaatimukset ovat yleensä 30 minuuttia, R30 ja EI30. Näiden rakennusten kerroslukua, korkeutta ja henkilömääriä on rajoitettu käyttötavan mukaan. Tyypillisiä P2-luokkaan kuuluvia rakennuksia ovat yksikerroksiset kokoontumis-, majoitus-, hoitolaitos- tai tuotantotiloja sisältävät rakennukset, pienehköt edellä mainittuja tiloja sisältävät kaksikerroksiset rakennukset sekä enintään kahdeksankerroksiset puurunkoiset asuin- ja toimistorakennukset.

Paloluokkaan P3 kuuluvan rakennuksen kantaville rakenteille ei aseteta erityisvaatimuksia palonkeston suhteen (R0). Paloa osastoivat rakenteet ovat niissä 30 minuuttia, EI30. Riittävä turvallisuustaso saavutetaan rakennuksen kokoa, korkeutta ja henkilömääriä rajoittamalla käyttötavan mukaan. Tyypillisiä P3-luokkaan kuuluvia rakennuksia ovat omakoti- ja rivitalot, maatalouden tuotantorakennukset sekä pienehköt yksikerroksiset kokoontumis-, liike- tai tuotantotiloja sisältävät rakennukset.

Uusi paloluokka P0 (2017) kuvaa sellaista rakennusta, jota ei ole suunniteltu eikä mitoitettu palomääräysten perussääntöjen ja taulukoiden mukaan, vaan siinä on käytetty toiminnallista ja laskennallista palomitoitusta tai palosimulointia.

Nämä rakennukset ovat yleensä suuria, korkeita tai muuten erityispiirteisiä. Niissä on yleensä erilaisia sammutus- ja pelastustyötä helpottavia laitteistoja. Näistä rakennuksista tulee olla hyvä kohdekortti ja kohdetiedot, koska perussäännöt eivät niissä päde.

Rakennuksiin liittyy rakennuspalotilanteissa aina sortumavaaraa tai erilaisten rakenneosien irtoamisvaaraa. Sortumariskit riippuvat rakennuksen paloluokasta, rakennejärjestelmästä ja materiaaleista. Sortumavaaran vuoksi rakennuspalotilanteissa on tarpeen määritellä sortumavaarallinen alue rakennuksen ympärille.

Palo-osastoinnin tarkoituksena on rajoittaa palo sen syttymisosastoon ja estää savun leviäminen. Tällöin turvataan ihmisten poistuminen rakennuksesta, helpotetaan pelastuslaitoksen sammutus- ja pelastustyötä sekä pienennetään omaisuuteen kohdistuvia palovahinkoja. **Palo-osastointia rakennuksissa on voitu toteuttaa kolmella eri tavalla:**

- kerrososastointina erottamalla eri kerrokset, ullakko ja kellari toisistaan (pakollista majoitus- ja hoitolaitoskäytössä)
- käyttötapaosastointina erottamalla erilaiset käytöt, eri palokuormaryhmää olevat tilat, riskialttiit ja suojeltavat tilat
- pinta-alaosastointina rajoittamalla palo-osaston maksimikokoa rakennuksen käyttötavasta ja paloluokasta riippuen.

Lisäksi eri tonteilla olevien rakennusten välille lähelle rakennettaessa ja suurten tuotantorakennusten pinta-alaosastoinnissa on tehty massiivisia, rakenteiltaan iskunkestäviä palomuurityyppisiä osastoivia rakenteita. Massiivisuutta ja iskunkestävyyttä niissä kuvataan merkinnällä M, esimerkiksi EI-M 90.

Palo-osastointi antaa ratkaisevasti lisäaikaa sammutus- ja pelastustyössä tehtävien taktisten ratkaisujen tekemiseen. Palo-osastointia voidaan hyödyntää monin tavoin esimerkiksi ihmisten evakuoinnissa ja palon rajoituslinjojen valinnoissa. Tärkeää on, että pelastustyötä tekevät tuntevat ennakolta rakennusten palo-osastoinnin pääperiaatteet. Kohdekortit, paikantamiskaaviot, ennalta laaditut johtamissuunnitelmat, hyvin toteutettu tiedustelu tai ennakolta kohteeseen tutustuminen ovat siten ensiarvoisen tärkeitä.

## 7.1 Asuinrakennukset

### 7.1.1 Omakotitalot

**Paloluokka**

Kaikki sekä vanhat että uudemmat omakotitalot ovat P3-paloluokan rakennuksia. Niissä ei ole varmuutta kantavien rakenteiden palonkestosta (kuvat 105 ja 106).

**Kuva 105.** Nykyaikainen omakotitalo.

**Kuva 106.** Vanha rintamamiestalotyyppinen omakotitalo.

**Palo-osastointi**

Omakotitaloissa kellari- ja ullakkotiloja ei ole osastoitu asuintiloista erilleen. Muina palo-osastoituina tiloina voivat olla autotalli, uudemmissa autokatos, kattilahuone, öljysäiliötila tai muu polttoainevarasto (kuva 107). Vanhemmissa omakotitaloissa autotallitila on yleensä osastoitu levyttämällä sen sisäkattopinta ullakkoa vasten. Uudemmissa se on tehty pääsääntöisesti autotallin ja asuintilojen välissä pystysuoralla rakenteella, joka jatkuu ullakolla vesikattoon saakka. Ennen vuotta 2005 rakennetuissa omakotitaloissa avonainen autokatos voi olla osastoimattomana asuinrakennuksen yhteydessä. Vuoden 2005 jälkeen myös avoimet autokatokset on osastoitu kuten autotallit edellä (kuva 108).

Jos omakotitalo on rakennettu neljä metriä lähemmäksi naapuritontin rajaa (rakennusten väli alle 8 metriä), naapurin suuntaan oleva seinä on palo-osastoitu vesikatteeseen saakka. Lisäksi jos se on lähellä sellaisia pihamaalla olevia muita rakennuksia, jotka vaativat osastointia, on ne osastoitu myös asuinrakennukseen päin (ks. luku 7.9). Jos rakennukset ovat rajalla täysin kiinni toisissaan tai niiden väli on alle neljä metriä, niiden väliin on rakennettu palomuuri.

Omakotitalojen paloa osastoivat rakenteet ovat palonkestoltaan EI 30. Ne ovat joko puurunkoisia kipsilevyseiniä tai tiilestä tai harkoista muurattuja kivirakenteisia seiniä.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt**

Omakotitaloissa ei ole yleensä huomioitu pelastustieväyliä erikseen. Piha-alueelle saattaa päästä ambulanssilla ja invataksilla, mutta raskaalla kalustolla yleensä vain lähitien varteen.

Omakotitaloissa on pakollisena varusteena palovaroittimet, vanhemmissa paristokäyttöiset ja uudemmissa vuoden 2009 jälkeen sähköverkkoon kytketyt.

Yleensä omakotitaloissa ei ole erityisjärjestelyjä savunpoistolle. Savunpoistomahdollisuuksina toimivat normaalit ikkunat ja ulko-ovet. Myöskään kellaritiloista ei ole yleensä suunniteltu erillisiä savunpoistojärjestelyjä.

**Kuva 107.** Omakotitalon yhteydessä oleva umpinainen autosuoja.

**Kuva 108.** Omakotitalon yhteydessä oleva avonainen autokatos.

Omakotitalojen katoille on kiinteät talotikkaat ja kulkusillat, jos katolla on huollettavia kohteita. Ne on tarkoitettu kiinteistönhuoltoa varten, mutta niitä ei ole varmistettu pelastustoiminnan varalle. Ullakolle on järjestetty pääsymahdollisuus jokaiseen ullakon palo-osastoon joko ulko- tai sisäkautta vähintään 600 x 600 mm:n luukusta. Kellaritiloihin ei ole erillistä sammutusreittiä. Pelastustoiminnan varalle erikseen varmistettuja kiinnittäytymispisteitä ei ole omakotitalojen katoilla. Turvallisimpia kiinnittäytymispisteitä ovat kattokulkusillat, lumiesteet ja isommat useampireikäiset muuratut savuhormit.

**Omakotitalojen tyypilliset rakenteet**

Omakotitalojen perustukset on yleisimmin tehty maanvaraisina matalaperustuksina harkoilla ja betonilaatalla. Joissain rakennuksissa voi olla tuulettuva alapohjarakenne (rossipohja), jossa on tuulettuva ontelotila lattiarakenteen alla. Jos talon alla on kellaritiloja, niiden lattiat ovat normaalisti maanvaraisia betonilattioita, joiden alla voi olla palavia eristeitä maata vasten.

Omakotitaloissa kantavina seininä toimivat yleensä pitkät ulkoseinät, ja ne ovat puurunkoisia 600 mm:n jaolla. Puurungon päällä voi olla julkisivuverhouksena lauta- tai tiiliverhous. Ulkoseinän ja yläpohjan lämmöneristeinä on voitu käyttää kaikkia eristemateriaaleja, ja myös palavat eristeet ja tuulensuojamateriaalit julkisivun tuuletusraossa ovat sallittuja.

Vesikaton kantavina rakenteina on yleisimmin 900–1200 mm:n jaolla olevat puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot, jotka ovat ulkoseinien varassa. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti: huopakatteella yleensä umpilaudoitus ja pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet.

Vanhoissa, 1940–1960-lukujen rintamamiestaloissa ulkoseinien ja ala- ja yläpohjan eristeenä on ollut alun perin sahanpuru seinärungon välissä. Se voi olla siellä edelleen myöhemmin lisättyjen uudempien eristekerroksien alla. Purueristettyjen talojen ulkoseinän puurungon molemmin puolin on yleensä tervapaperi ja umpinainen vinolaudoitus. Ala- ja yläpohjarakenteissa purueristeet ovat myös tiivistyspaperin ja umpilaudoituksen päällä.

**Ilmanvaihto, sähkölaitteistot ja vesijohdot**

Omakotitalot ovat yleisimmin yhtä palo-osastoa, joten ilmanvaihtojärjestelmissä ei ole juurikaan huomioitu palon ja savun leviämisen estämistä. Vanhemmissa, ennen 1990-lukua rakennetuissa omakotitaloissa on yleensä painovoimainen ilmanvaihto ja uudemmissa yleensä koneellinen. Keittiöiden liesikupu- ja tuuletinjärjestelmät ovat erilliset muun asuintilan ilmanvaihdosta ja johdettu paloeristettyinä ullakon läpi vesikatolle. Jos asuinrakennuksen yhteydessä on autosuoja ja varastotiloja, näissä on yleensä erilliset ilmanvaihtojärjestelmät. Omakotitalon ilmanvaihtojärjestelmille ei ole erillisiä hätäseis-kytkimiä. Tarvittaessa ilmanvaihdon saa pysäytettyä ilmanvaihtokoneelta tai sähköpääkeskukselta.

Omakotitaloissa rakennuksen sähköpääkeskus on sijoitettu yleensä eteistilaan, erilliseen tekniseen tilaan tai varastotilaan. Vanhoissa rakennuksissa se voi olla myös ulkona pihamaan pylväässä. Sähkökeskuksen sijaintia ei ole merkitty lainkaan. Tarvittaessa palotilanteessa rakennus voidaan tehdä virrattomaksi sähköpääkeskuksen pääkytkimestä.

Omakotitalojen vesijohtojen pääsulut sijaitsevat yleensä lämmönjakohuoneessa, kattilahuoneessa, erillisessä teknisessä tilassa, kodinhoitohuone- tai wc-tilassa. Niiden sijaintia ei ole merkitty rakennuksessa ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa vesijohtojärjestelmän vuoto voidaan sulkea rakennuksen pääsulusta tai kadun varressa olevasta vesijohtoverkoston katusulusta.

**Ilmanvaihto, sähköpääkeskus ja vesijohdon pääsulku omakotitaloissa:**

- Ilmanvaihdossa ei ole erityisiä järjestelyjä palon ja savun leviämisen estämiseksi.
- Sähköpääkeskuksen sijainti vaihtelee, eikä sitä ole merkitty rakennuksessa ulospäin.
- Vesijohdon pääsulun sijainti vaihtelee, eikä sitä ole merkitty rakennuksessa ulospäin.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen riskejä**

Omakotitaloissa kattotyöskentely palavan tilan päällä on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja heikon palonkestokyvyn takia. Palon leviämisen kannalta riskipaikkoja ovat ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat ylä- ja alapohjarakenteet. Huomioitava ja tiedusteltava on myös mahdollinen palon leviäminen palavissa eristeissä, ulkoseinärakenteiden tuuletusraoissa, ulkoseinärakenteiden sisällä, ulkopinnassa ja räystään kautta. Lisäksi on huomioitava mahdollinen palon ja savun leviäminen ilmanvaihto- ja liesituuletinkanavien kautta erityisesti ullakolle.

Omakotitalojen yhteydessä olevissa varasto- ja autotallitiloissa voi olla paljon palokuormaa ja myös palavia nesteitä, kaasuja ja muita vaarallisia kemikaaleja. Niitä ei ole aina merkitty varoitusmerkinnöillä ulospäin. Nämä on huomioitava sammutustyön yhteydessä mahdollisina riskeinä.

Vanhoissa purueristeisissä taloissa on huomioitava mahdollinen palon piilossa leviäminen ja kyteminen purueristekerroksissa. Niissä liikkuu yleensä ilmaa ulkoseinien suuntaan, mikä voi johtaa kytevää paloa ilman liikkumissuunnassa. Matalat 1970–1980-lukujen omakotitalot ovat saattaneet olla alun perin tasakattoisia. Niihin on myöhemmin voitu tehdä harjakatto tasakattorakenteen päälle. Ullakolle on siinä tilanteessa voinut jäädä entinen tasakaton ontelotila sekä uusi harjakaton ullakkotila sekä vanha bitumihuopakate näkyviin. Vanha ontelotila on silloin yleensä avattu melko isokokoisilla aukoilla tuulettuvaksi uuteen ullakkotilaan. Niitä on varottava ullakoilla liikuttaessa.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen vaaroja ovat muun muassa:**

- Palon leviäminen ullakolla, ontelotilatiloissa ja tuulettuvissa ylä- ja alapohjarakenteissa
- Palavien rakennusmateriaalien käyttö joka puolella rakennusta
- Palavapintaiset tuuletusraot ja palon leviäminen ulkoseinärakenteessa ja räystään kautta
- Mahdollinen palon ja savun leviäminen ilmanvaihto- ja liesituuletinkanavien kautta
- Kattotyöskentely on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja kestokyvyn takia.
- Huomioi varastotiloissa ja autosuojissa mahdollinen suuri palokuorma ja kemikaalit.
- Sortumavaarallinen alue omakotitalojen paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

?

### Mitkä rakenteet omakotitaloissa voivat palon vaikutuksesta sortua herkimmin?

- Jos palaa ullakolla, kattorakenteet voivat pettää alta kattotyöskentelyssä.
- Palavassa tilassa olevat yläpohjarakenteet voivat pudota savusukeltajien päälle ja kevyet väliseinät kaatua palon vaikutuksesta.
- Ullakolla liikuttaessa yläpohjarakenteet voivat pettää alta erityisesti palavan tilan lähellä, mutta muuallakin, jos ei liikuta huolto-/kulkusiltojen päällä.

## Tärkeää

- Kaikki omakotitalot ovat P3-paloluokan rakennuksia, joissa ei ole varmuutta kantavien rakenteiden palonkestosta.
- Ullakkoa ja kellarikerrosta ei ole osastoitu asuintiloista erilleen.
- Palavien rakennusmateriaalien käyttö joka puolella rakennusta.
- Sortumavaarallinen alue omakotitalojen paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

**Kuva 109.** Nykyaikainen rivitalo.

## 7.1.2 Rivitalot

**Paloluokka**

Kaikki normaalit yksi- ja kaksikerroksiset rivitalot ja paritalot ovat P3-paloluokan rakennuksia. Myös vanhemmat kaksikerroksiset luhtitalot on tehty P3-luokan rakennuksina. Nykyisin vuoden 2018 alusta lähtien P3-paloluokkaan on saanut rakentaa kaksikerroksisina vain sellaisia rivitaloja, joissa kerroksissa päällekkäin on samaan asuntoon kuuluvia tiloja. Luhtitalot, joissa on eri asuntoja päällekkäin, rakennetaan nykyisin paloluokkaan P2.

P3-paloluokan rivitaloissa ei ole varmuutta kantavien rakenteiden palonkestosta. Uusissa P2-paloluokan luhtitaloissa kantavat rakenteet on toteutettu 30 minuutin rakenteilla.

**Palo-osastointi**

Nykyrivitalot on palo-osastoitu huoneistoittain vesikattoon saakka, myös ullakon osalta. Ennen 1.10.1990 tehdyissä rivitaloissa ullakko on yhtä palo-osastoa, mutta se on koon takia saatettu jakaa enintään 400 m²:n osastoiksi (kuva 110). Näissä saattaa olla yhtenäiset ontelot myös tuulettuvissa alapohjissa. Vanhimmat rivitalot voivat olla jopa yhtä palo-osastoa koko rakennus, jos sen koko on ollut alle 400 m². Luvanvaraisten peruskorjausten yhteydessä vanhempia rivitaloja pyritään saattamaan nykytasoa vastaaviksi (kuva 111).

Rivitalojen yhteiskäyttöiset kellaritilat on osastoitu asuintiloista erilleen. Muina palo-osastoituina tiloina voivat olla autotalli, uudemmissa autokatos, kattilahuone, öljysäiliötila tai muu polttoainevarasto. Ennen vuotta 2005 rakennetuissa rivitaloissa avonainen autokatos voi olla osastoimattomana asuinrakennuksen yhteydessä.

Jos rivitalo on rakennettu neljä metriä lähemmäksi naapuritontin rajaa (rakennusten väli alle 8 metriä), naapurin suuntaan oleva seinä on palo-osastoitu vesikatteeseen saakka. Lisäksi jos se on lähellä sellaisia pihamaalla olevia muita rakennuksia, jotka vaativat osastointia, on ne osastoitu myös asuinrakennukseen päin (ks. luku 7.8). Jos rakennukset ovat rajalla täysin kiinni toisissaan tai niiden väli on alle neljä metriä, niiden väliin on rakennettu palomuuri.

Rivitalojen paloa osastoivat rakenteet ovat palonkestoltaan EI 30. Asuntojen väliset osastoivat seinät ovat joko puurunkoisia kipsilevyseiniä, tiilestä muurattuja tai betonielementtejä.

**Palo-osastointi rivitaloissa:**

- Nykyrivitalot on palo-osastoitu huoneistoittain vesikattoon saakka, myös ullakon osalta.
- Ennen 90-lukua tehdyissä rivitaloissa ullakko on yhtä palo-osastoa.
- Myös tuulettuvissa alapohjissa saattaa olla yhtenäiset ontelot.
- Yhteiskäyttöiset kellaritilat on osastoitu asuintiloista erilleen.
- Muina palo-osastoituina tiloina voivat olla autotalli, uudemmissa autokatos, kattilahuone, öljysäiliötila tai muu polttoainevarasto.

**Kuva 110.** Vanha rivitalo, jossa ullakko on yhtenäinen palo-osasto.

**Kuva 111.** Peruskorjattu rivitalo, jossa ullakon palo-osastointi on toteutettu huoneistoittain.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt**

Uudemmissa rivitaloissa on yleensä ambulanssilla ja invataksilla ajettava kevyempi pelastustieväylä asuntojen ovien läheisyyteen. Raskaammalla kalustolla pääsee yleensä vain kiinteistön pääliittymän läheisyyteen, noin 50–60 metrin selvitysmatkan päähän. Vanhemmissa rivitaloissa näitä ei ole välttämättä huomioitu lainkaan.

Rivitaloasunnoissa on pakollisena varusteena palovaroittimet: vanhemmissa paristokäyttöiset ja uudemmissa vuoden 2009 jälkeen sähköverkkoon kytketyt. Tapauskohtaisesti voi olla asennettu paikallisen pelastusviranomaisen vaatimuksesta varoittimia myös yhteistiloihin.

Yleensä rivitaloasunnoissa ei ole erityisjärjestelyjä savunpoistolle. Savunpoistomahdollisuuksina toimivat normaalit ikkunat ja ulko-ovet. Yhteiskäyttöisistä kellaritiloista on suunniteltu savunpoistomahdollisuus yleensä maan päälle tulevien ikkunoiden tai kuilujen kautta.

Rivitalojen katoille on kiinteät talotikkaat ja kulkusillat, jos katolla on huollettavia kohteita. Ne on tarkoitettu kiinteistönhuoltoa varten, eikä niitä ole varmistettu pelastustoiminnan varalle. Ullakolle on järjestetty pääsymahdollisuus jokaiseen ullakon palo-osastoon, joko ulko- tai sisäkautta vähintään 600 x 600 mm:n luukusta. Yhteiskäyttöisiin kellaritiloihin ei ole välttämättä erillistä sammutusreittiä. Pelastustoiminnan varalle erikseen

varmistettuja kiinnittäytymispisteitä ei ole rivitalojen katoilla. Turvallisimpia kiinnittäytymispisteitä ovat kattokulkusillat ja lumiesteet. Isompia, useampireikäisiä kiinnittäytymistä kestäviä muurattuja savuhormeja rivitaloissa on harvoin.

**Rivitalon tyypilliset rakenteet**

Rivitalojen perustukset on yleisimmin tehty maanvaraisina matalaperustuksina harkoilla ja betonilaatalla. Joissain rakennuksissa voi olla tuulettuva alapohjarakenne (rossipohja), jossa on tuulettuva ontelotila lattiarakenteen alla. Jos rivitalon alla on kellaritiloja, niiden lattiat ovat normaalisti maanvaraisia betonilattioita, joiden alla voi olla palavia eristeitä maata vasten.

Rivitaloissa kantavina seininä toimivat yleensä pitkät ulkoseinät, ja ne ovat puurunkoisia 600 mm:n jaolla. Puurungon päällä voi olla julkisivuverhouksena lauta- tai tiiliverhous. Ulkoseinän ja yläpohjan lämmöneristeinä on voitu käyttää kaikkia eristemateriaaleja, myös palavat eristeet ja tuulensuojamateriaalit julkisivun tuuletusraossa ovat sallittuja.

Vesikaton kantavina rakenteina on yleisimmin 900–1200 mm:n jaolla olevat puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot, jotka ovat ulkoseinien varassa. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti: huopakatteella yleensä umpilaudoitus ja pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet.

**Ilmanvaihto, sähkölaitteistot ja vesijohdot**

Vanhemmissa, ennen 1990-lukua rakennetuissa rivitaloissa on yleensä painovoimainen ilmanvaihto, joka on voitu toteuttaa keskitetysti yhteisillä kanavilla ullakon kautta. Niissä ei ole aina huomioitu palon ja savun leviämisen estämistä. Uudemmissa rivitaloissa ilmanvaihto on yleensä koneellinen ja toteutettu huoneistokohtaisesti, jolloin palon leviämisriski on lähinnä oman asunnon päällä olevaan ullakkotilaan. Keittiöiden liesikupu- ja tuuletinjärjestelmät ovat huoneistokohtaisia ja erilliset muun asuintilan ilmanvaihdosta. Ne on johdettu paloeristettyinä ullakon läpi vesikatolle. Jos asuinrakennuksen yhteydessä on autosuoja ja varastotiloja, näissä on yleensä erilliset ilmanvaihtojärjestelmät. Vanhempien rivitalojen ilmanvaihtojärjestelmille ei ole erillisiä hätäseis-kytkimiä. Tarvittaessa ilmanvaihdon saa pysäytettyä ilmanvaihtokoneelta tai sähköpääkeskukselta. Uudemmissa rivitaloissa ilmanvaihdon hätäseis-kytkimet on sijoitettu yleensä tekniseen tilaan tai muuhun yhteistilaan.

Rivitaloissa asuntokohtaiset sähkökeskukset on yleensä sijoitettu asunnon eteistilaan ja koko rakennuksen sähköpääkeskus erilliseen tekniseen tilaan tai varastotilaan. Vanhoissa rakennuksissa se voi olla myös ulkona pihamaan pylväässä. Sähkökeskuksen sijaintia ei ole vanhemmissa rakennuksissa merkitty, ja uudemmissa pääkeskuksen sijainti on yleensä merkitty ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa asunto voidaan tehdä virrattomaksi asunnon sähkökeskuksen pääkytkimestä ja koko rakennus sähköpääkeskuksen pääkytkimestä.

Rivitaloissa huoneistokohtaiset vesijohtojen sulut sijaitsevat yleensä asuntojen kodinhoitohuone-, pesuhuone- tai wc-tiloissa. Koko rakennuksen vesijohtojen pääsulut sijaitsevat yleensä lämmönjakohuoneessa, kattilahuoneessa tai erillisessä teknisessä tilassa. Koko rakennuksen pääsulun sijaintia ei ole vanhemmissa rakennuksissa aina merkitty, ja uudemmissa niiden sijainti on yleensä merkitty ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa vesijohtojärjestelmän vuoto voidaan sulkea asuntokohtaisesta sulusta, rakennuksen pääsulusta tai kadun varressa olevasta vesijohtoverkoston katusulusta.

**Ilmanvaihto, sähkökeskukset ja vesijohtojen pääsulut rivitaloissa:**

- Vanhemmissa rivitaloissa voi olla yhteisilmanvaihto, uudemmissa yleensä asuntokohtainen, liesituuletinjärjestelmät yleensä asuntokohtaisia.
- Asuntojen sähkökeskukset yleensä asuntojen eteistiloissa, koko rakennuksen sähköpääkeskus erillisessä teknisessä tilassa, on pyritty merkitsemään rakennuksessa ulospäin.
- Huoneistokohtaiset vesijohtojen sulut yleensä asuntojen kodinhoitohuone-, pesuhuone- tai wc-tiloissa, koko rakennuksen vesijohtojen

pääsulut yleensä lämmönjakohuoneessa, kattilahuoneessa tai erillisessä teknisessä tilassa, pyritty merkitsemään ulospäin.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen riskejä**

Rivitaloissa kattotyöskentely palavan tilan päällä on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja heikon palonkestokyvyn takia. Palon leviämisen kannalta riskipaikkoja ovat ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat ylä- ja alapohjarakenteet. Uudemmissakin huoneistokohtaisesti osastoiduissa taloissa on varmistettava osastoivien rakenteiden liittymät vesikatteeseen. Huomioitava ja tiedusteltava on myös mahdollinen palon leviäminen palavissa eristeissä, ulkoseinärakenteiden tuuletusraoissa, ulkoseinärakenteiden sisällä, ulkopinnassa ja räystään kautta. Lisäksi on huomioitava mahdollinen palon ja savun leviäminen ilmanvaihto- ja liesituuletinkanavien kautta erityisesti ullakolle.

Matalat 1970–1980-lukujen rivitalot ovat saattaneet olla alun perin tasakattoisia. Niihin on myöhemmin voitu tehdä harjakatto tasakattorakenteen päälle. Ullakolle on siinä tilanteessa voinut jäädä entinen tasakaton ontelotila sekä uusi harjakaton ullakkotila sekä vanha bitumihuopakate näkyviin. Vanha ontelotila on silloin yleensä avattu melko isokokoisilla aukoilla tuulettuvaksi uuteen ullakkotilaan. Niitä on varottava ullakoilla liikuttaessa.

Rivitaloyhtiöiden ulkoiluvälinevarastoissa ja muissa yhteisissä varastotiloissa voi olla säilytyksessä mopoja sekä sähkökäyttöisiä polkupyöriä, liikkumisen apuvälineitä ja muita ladattavia laitteita. Mopojen bensiinitankkien räjähdysvaara, ladattavien laitteiden sähkövirta ja akkupalossa syntyvät myrkylliset savut tulee huomioida mahdollisina vaaroina palotilanteessa.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen vaaroja ovat muun muassa:**

- Palon leviäminen ullakolla, ontelotilatiloissa ja tuulettuvissa ylä- ja alapohjarakenteissa
- Uudemmissakin rivitaloissa osastointien liittymät ullakolla vesikatteeseen saakka
- Palavien rakennusmateriaalien käyttö joka puolella rakennusta
- Palavapintaiset tuuletusraot ja palon leviäminen ulkoseinärakenteessa ja räystään kautta
- Mahdollinen palon ja savun leviäminen ilmanvaihto- ja liesituuletinkanavien kautta
- Kattotyöskentely on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja kestokyvyn takia.
- Yhteisten varastotilojen vaarat, kuten mopot, muut polttomoottorikäyttöiset ajoneuvot ja ladattavat laitteet
- Sortumavaarallinen alue rivitalojen paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

?

### Mitkä rakenteet rivitaloissa palon vaikutuksesta voivat sortua herkimmin?

- Palavan huoneiston päällä olevat kattorakenteet voivat pettää alta kattotyöskentelyssä.
- Palavassa huoneistossa syttymistilassa olevat yläpohjarakenteet voivat pudota savusukeltajien päälle ja kevyet väliseinät kaatua palon vaikutuksesta.
- Ullakolla liikuttaessa yläpohjarakenteet voivat pettää alta erityisesti palavan tilan lähellä, mutta muuallakin, jos ei liikuta huolto-/kulkusiltojen päällä.

## Tärkeää

- Kaikki yksikerroksiset rivitalot ovat P3-paloluokan rakennuksia, ei ole varmuutta kantavien rakenteiden palonkestosta.
- Ennen 90-lukua tehdyissä rivitaloissa ullakko on yhtä palo-osastoa, myös tuulettuvissa alapohjissa saattaa olla yhtenäiset ontelot.
- Palavien rakennusmateriaalien käyttö joka puolella rakennusta.
- Sortumavaarallinen alue rivitalojen paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

**Kuva 112.** Nykyaikainen kolmikerroksinen asuinkerrostalo.

### 7.1.3 Asuinkerrostalot

**Paloluokka**

Kaikki yli kaksikerroksiset normaalit kivirakenteiset asuinkerrostalot ovat P1-luokan rakennuksia (kuvat 112 ja 113). Vanhat, ennen vuotta 1976 tehdyt kerrostalot eivät vastaa kaikilta osin nykyisiä P1-luokan rakennuksia, mutta peruslainalaisuudet niissäkin toteutuvat. P1-luokan rakennuksina kerrostalojen kantavat rakenteet ovat vähintään R60-luokkaa. Isompien palokuormien tiloissa ne voivat olla enemmänkin, R90 tai R120.

**Kuva 113.** Kaksi asuinkerrostaloa rakennettu yhteen, joiden välissä on palomuuri.

**Kuva 114.** Nykyaikainen puukerrostalo.

Vuodesta 1997 lähtien on voinut rakentaa yli kaksikerroksisia rakennuksia myös puurunkoisina (ns. Puukerrostalot, kuva 114). Ne ovat P2-luokan rakennuksia, joiden kantava runko on suojattu R30-luokkaan ja niissä on pakollisena lisävaatimuksena sprinklaus. 1900-luvun alkupuolelta on myös pieniä, yleensä enintään 3–4-kerroksisia pienkerrostaloja, joissa on puurunko ja esimerkiksi rappaus puurungon ja vinolaudoituksen päällä (kuva 115).

**Kuva 115.** Vanha puukerrostalo.

**Palo-osastointi**

Asuinkerrostalot on palo-osastoitu huoneistoittain. Vanhoissa, ennen 1976 tehdyissä kerrostaloissa huoneistokohtainen osastointi toteutuu myös pääosin. Niissä saattaa olla esimerkiksi yhtenäisiä eriste- ja ontelotiloja välipohjarakenteissa, jotka voivat ulottua useiden huoneistojen alueelle. Luvanvaraisten peruskorjausten yhteydessä näitä pyritään saattamaan nykytasoa vastaaviksi.

Kerrostaloissa ullakko ja kellaritilat on osastoitu asuinkerroksista erilleen. Vanhemmissa kerrostaloissa voi olla palo-osastoidussa ullakkotilassa käyttöullakko esimerkiksi varastotiloina. Laajat ullakkotilat on lisäksi voitu osastoida pinta-alan perusteella useammaksi palo-osastoksi. Asuntojen uloskäytävänä toimivat porrashuoneet on palo-osastoitu ullakolta kellariin saakka. Muina palo-osastoituina tiloina voivat olla autotallit ja irtaimistovarastotilat maantasossa tai kellaritiloissa, kattilahuone, öljysäiliötila, muu polttoainevarasto, ilmanvaihtokonehuone ullakon tasolla sekä uudemmissa kerrostaloissa myös sähköpääkeskustila.

Jos asuinkerrostalo on rakennettu neljä metriä lähemmäksi naapuritontin rajaa (rakennusten väli alle 8 metriä), naapurin suuntaan oleva seinä on palo-osastoitu. Lisäksi jos se on lähellä sellaisia pihamaalla olevia muita rakennuksia, jotka vaativat osastointia, on ne osastoitu myös asuinrakennukseen päin (ks. luku 7.8). Jos rakennukset ovat rajalla täysin kiinni toisissaan tai niiden väli on alle neljä metriä, niiden väliin on rakennettu palomuuri (kuva 113).

Kerrostalojen paloa osastoivat rakenteet ovat palonkestoltaan vähintään EI 60. Isompien palokuormien tiloissa, esimerkiksi irtaimistovarastotilat, ne voivat olla enemmänkin, EI90 tai EI120. Asuntojen väliset osastoivat seinät ovat yleensä joko tiilestä muurattuja, paikallavalettuja betoniseiniä tai betonielementtejä.

**Palo-osastointi kerrostaloissa:**

- Kerrostalot on palo-osastoitu huoneistoittain.
- Myös ullakko- ja kellarikerros on osastoitu asuinkerroksista erilleen (vanhoissa käyttöullakko).
- Uloskäytävinä toimivat porraskäytävät omina palo-osastoina.
- Muita palo-osastoituja tiloja voivat olla autotallit, irtaimistovarastotilat, kattilahuoneet, öljysäiliötilat, ilmanvaihtokonehuone ja uudemmissa rakennuksissa sähköpääkeskustilat.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt**

Uudemmissa kerrostaloissa on yleensä ambulanssilla ja invataksilla ajettava kevyempi pelastustieväylä porraskäytävien läheisyyteen. Raskaammalla kalustolla pääsee yleensä vähintään rakennuksen toiselle sivulle ja varatieparvekkeiden läheisyyteen. Vanhemmissa kerrostaloissa näitä ei ole välttämättä huomioitu lainkaan.

Kerrostaloasunnoissa on pakollisena varusteena palovaroittimet: vanhemmissa paristokäyttöiset ja uudemmissa vuoden 2009 jälkeen sähköverkkoon kytketyt. Tapauskohtaisesti paikallisen pelastusviranomaisen vaatimuksesta varoittimia voi olla asennettu myös porraskäytäviin ja yhteistiloihin.

Yleensä kerrostaloasunnoissa ei ole erityisjärjestelyjä savunpoistolle. Savunpoistomahdollisuuksina asunnoista toimivat normaalit ikkunat ja ulko-ovet. Palo-osastoiduista porraskäytävistä on toteutettu ylimmän asunnon oven tasolla oleva savunpoisto ikkunan tai luukun kautta vuoden 1981 jälkeen rakennetuissa kerrostaloissa. Sen avausjärjestelyt on pyritty ohjaamaan sisääntulotasolta avattaviksi, mutta ne voivat olla myös ylimmästä kerroksesta avattavia tai jopa rikottavia. Vanhemmissa kerrostaloissa porraskäytävän savunpoistoa ei ole välttämättä huomioitu, ja niissä voi olla esimerkiksi tuuletusparvekkeet puolen kerroksen tasolla. Uudempien kerrostalojen yhteiskäyttöisistä kellaritiloista on suunniteltu savunpoistomahdollisuus yleensä maan päälle tulevien ikkunoiden tai kuilujen kautta.

Kerrostalojen katoille ja ullakolle on pääsymahdollisuus yleensä kiinteillä talotikkailla ja kulkusilloilla, jos katolla on huollettavia kohteita. Ne on tarkoitettu kiinteistönhuoltoa varten, eikä niitä ole varmistettu pelastustoiminnan varalle. Lisäksi on toinen pääsymahdollisuus sekä ullakolle että vesikatolle sisäkautta, yleensä porraskäytävän ylätasolta palo-ovesta. Ullakolla on järjestetty pääsymahdollisuus jokaiseen ullakon palo-osastoon joko palo-ovien tai vähintään 600 x 600 mm:n luukkujen

kautta. Yhteiskäyttöisiin kellaritiloihin on toteutettu uloskäytävistä erillinen sammutusreitti vuoden 1981 jälkeen rakennetuissa kerrostaloissa. Vanhemmissa kerrostaloissa kellarikerroksen tiloihin ei ole välttämättä muuta sammutusreittiä kuin uloskäytävänä toimiva porraskäytävä. Pelastustoiminnan varalle erikseen varmistettuja kiinnittäytymispisteitä ei kerrostalojen katoilla yleensä ole. Turvallisimpia kiinnittäytymispisteitä ovat kattokulkusillat, lumiesteet sekä vanhemmissa kerrostaloissa isommat, useampireikäiset muuratut ilmanvaihto- tai savuhormit. Joissain uusimmissa kerrostaloissa voi olla vesikatolla myös suunniteltuja kiinnityspisteitä esimerkiksi julkisivun huoltoon tarvittavan huoltotason riiputtamista varten.

**Kerrostalojen tyypilliset rakenteet**

Asuinkerrostaloissa on yleensä kellaritilat maantasossa olevan asuinkerroksen alla. Perustukset on yleisimmin tehty maanvaraisina perustuksina kellaritilojen alapuolelle betonirakenteisina. Kellaritilojen lattiat ovat normaalisti maanvaraisia betonilattioita, joiden alla voi olla palavia eristeitä maata vasten. Kellarittomissa kerrostaloissa voi olla myös tuulettuvia alapohjarakenteita (rossipohja), jossa on tuulettuva ontelotila lattiarakenteen alla.

Kerrostaloissa kantavina seininä toimivat normaalisti asuntojen väliset osastoivat seinät, ja ne ovat yleisimmin joko tiilestä muurattuja, paikallavalettuja betoniseiniä tai betonielementtejä. Ulkoseinärakenteet eivät yleensä toimi nykyaikaisissa kerrostaloissa kantavina rakenteina. Vanhoissa, ennen vuotta 1976 rakennetuissa asuinkerrostaloissa rakennejärjestelmä voi olla erilainen. Niissä massiiviset, yleensä tiilestä muuratut ulkoseinät voivat toimia kantavina rakenteina, ja lisäksi rungon keskiosalla voi olla asuntojen välisiä kantavia seiniä ja palkkirakenteita. Seinäpinnat ovat kerrostalojen porraskäytävissä ja kellaritiloissa yleensä palamattomia. Asuintiloissa palamattomien seinien pinnoitteena voi olla myös palavia, puun kaltaisia materiaaleja. Jos asuinkerrostalon kellarikerroksessa on laajoja avotiloja, esimerkiksi parkkihalleja, niissä on yleensä pilari-palkkirunko kyseisellä alueella.

Kerrostalojen julkisivujen palamattomat rakenteet ovat yleensä betoni-, tiili- tai teräspintaisia. Kevyiden, sisäänvedettyjen parvekkeiden taustaseinien rungot ja ulkopinta voivat olla myös puuta. Ulkoseinärakenteissa olevat lämmöneristeet ovat pääosin palamattomia. Jos on käytetty palavia lämmöneristeitä, ne on suojaverhoiltu paloa vastaan seinien sisälle esimerkiksi levyrakenteilla tai rappauksella. 1970- ja 1980-luvun betonielementtirakenteisissa kerrostaloissa on yleensä ulkoseinärakenteena sandwich-elementti, jossa on kahden betonikuoren välissä eriste. Se voi olla myös palava. Vielä vanhemmissa, ennen vuotta 1976 rakennetuissa kerrostaloissa voi olla ulkoseinärakenteiden sisällä palavia eristemateriaaleja, mutta ne jäävät yleensä ulko- ja sisäpinnassa olevien palolta suojaavien tiili- tai betonirakenteiden väliin.

Asuinkerrostaloissa välipohjat ovat yleensä betonirakenteisia, joko paikalla valettuja umpibetonilaattoja tai elementtirakenteisia ontelolaattoja. Normaalisti niiden sisällä ei ole palavia rakennekerroksia. Ontelolaattojen onteloihin on saatettu asentaa esimerkiksi LVIS-tekniikkaa. Vanhoissa, ennen vuotta 1976 rakennetuissa asuinkerrostaloissa välipohjarakenteiden sisällä voi olla ontelotiloja ja palavia eristemateriaaleja. Tyypillisin rakenne niissä on alalaattapalkisto, jossa on alapuolella paikalla yhdessä valettu betonipalkisto ja alalaatta. Alalaatan päällä on palavia eristeitä ontelotilassa, ja betonipalkkien varassa on ylempään asuinkerrokseen päin puurakenteinen lattiakoolaus ja lattia. Kattopinnat ovat kerrostalojen porraskäytävissä ja kellaritiloissa yleensä palamattomia. Asuintiloissa palamattomien välipohjien pinnoitteena voi olla myös palavia, puun kaltaisia materiaaleja.

Kerrostalojen vesikattorakenne on yleensä tehty ylimmän asuinkerroksen päällä olevan kantavan betonilaatan varaan. Sen päälle tehdyt vesikattorakenteet on toteutettu yleensä puurakenteisina, eikä niillä ole ollut palonkestovaatimuksia. Vesikaton rakenteina on yleisimmin 900–1200 mm:n jaolla oleva betonilaatan varaan tuettu puurunko tai puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot. Lämmöneristeenä käyttämättömässä ullakkotilassa tai ontelossa on voitu käyttää palavia lämmöneristeitä, joissa on heikosti syttyvä pintakerros. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate,

peltikate tai tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti, huopakatteella yleensä umpilaudoitus, pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet. Jos kerrostalossa on tasakattorakenne, siinä ei yleensä ole onteloa vaan eristeet ja bitumikate on suoraan betonilaatan päällä.

**Ilmanvaihto, sähkölaitteistot ja vesijohdot**

Vanhemmissa, ennen 1970-lukua rakennetuissa kerrostaloissa on yleensä painovoimainen ilmanvaihto, joka on toteutettu keskitetysti muurattujen hormien tai yhteisten pystykanavien kautta. Kanavat on yleensä sijoitettu palo-osastoituun pystykuiluun. Palon ja savun leviämisen estämiseksi asunnosta toisiin yhteiskanavissa on asunnon liitoskanavassa vain savun leviämistä rajoittavat kuristinventtiilit, joiden kautta palo ja savu voivat levitä palon aiheuttaman ylipaineen vaikutuksesta.

Uudemmissa kerrostaloissa ilmanvaihto on yleensä koneellinen. Se on toteutettu joko yhteiskanavajärjestelmänä edellä kuvatun tapaisesti tai huoneistokohtaisena omana järjestelmänä. Yhteiskanavajärjestelmissä on palo-osastoitu ilmanvaihtokonehuone ullakon tasolla tai pelkästään puhaltimet katolla. Yhteiskanavajärjestelmien palon leviämisriskit ovat samat kuin vanhemmissa, ja huoneistokohtaisissa ilmanvaihtojärjestelmissä leviämisvaaraa on vain oman asunnon palo-osaston sisällä. Keittiöiden liesikupu- ja tuuletinjärjestelmät ovat erilliset muun asuintilan ilmanvaihdosta, ja ne on voitu toteuttaa samaan yhteiskanavaan päällekkäisissä asunnoissa.

Porraskäytävien ilmanvaihtojärjestelmät on toteutettu erillisinä muista tiloista, jolla pyritään ehkäisemään savun leviämistä uloskäytäviin. Asuinrakennuksen yhteydessä olevissa yhteisissä kellaritiloissa, muissa yhteistiloissa, autosuojissa ja varastotiloissa on yleensä erilliset ilmanvaihtojärjestelmät. Vanhempien kerrostalojen ilmanvaihtojärjestelmille ei ole aina erillisiä hätäseis-kytkimiä. Tarvittaessa ilmanvaihdon saa pysäytettyä ilmanvaihtokonehuoneesta, puhaltimilta tai sähköpääkeskuksesta. Uudemmissa kerrostaloissa ilmanvaihdon hätäseis-kytkimet on sijoitettu yleensä porraskäytävään tai tekniseen tilaan.

Kerrostaloissa asuntokohtaiset sähkökeskukset on yleensä sijoitettu asunnon eteistilaan ja koko rakennuksen sähköpääkeskus erilliseen tekniseen tilaan. Sähkökeskuksen sijainti on yleensä merkitty rakennuksessa ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa asunto voidaan tehdä virrattomaksi asunnon sähkökeskuksen pääkytkimestä ja koko rakennus sähköpääkeskuksen pääkytkimestä.

Kerrostaloissa huoneistokohtaiset vesijohtojen sulut sijaitsevat yleensä asuntojen kodinhoitohuone-, pesuhuone- tai wc-tiloissa. Koko rakennuksen vesijohtojen pääsulut sijaitsevat yleensä lämmönjakohuoneessa, kattilahuoneessa tai erillisessä teknisessä tilassa. Koko rakennuksen pääsulun sijainti on yleensä merkitty ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa vesijohtojärjestelmän vuoto voidaan sulkea asuntokohtaisesta sulusta, rakennuksen pääsulusta tai kadun varressa olevasta vesijohtoverkoston katusulusta.

**Ilmanvaihto, sähkökeskukset ja vesijohtojen pääsulut kerrostaloissa:**

- Kerrostaloissa voi olla yhteisilmanvaihto tai asuntokohtainen ilmanvaihto, liesituuletinjärjestelmät yleensä erillisiä muiden asuintilojen ilmanvaihdosta.
- Asuntojen sähkökeskukset yleensä asuntojen eteistiloissa, koko rakennuksen sähköpääkeskus erillisessä teknisessä tilassa, on merkitty rakennuksessa ulospäin.
- Huoneistokohtaiset vesijohtojen sulut yleensä asuntojen kodinhoitohuone-, pesuhuone- tai wc-tiloissa, koko rakennuksen vesijohtojen pääsulut yleensä lämmönjakohuoneessa, kattilahuoneessa tai erillisessä teknisessä tilassa, on merkitty rakennuksessa ulospäin.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen riskejä**

Kerrostaloissa kattotyöskentely palavan ullakkotilan tai ontelon päällä on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja heikon palonkestokyvyn takia. Palon leviämisen kannalta riskipaikkoja ovat ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat ylä- ja alapohjarakenteet. Palo voi levitä myös asuinkerrosten rikkoutuvien

päällekkäisten ikkunoiden kautta sekä ylimmän kerroksen ikkunasta ullakolle. Leviämisriskiä on myös parvekkeiden palavarakenteisissa taustaseinissä ja ulkoseinissä olevissa palavissa eristekerroksissa. Jos parvekkeita on lasitettu, ne saattavat muodostaa yhtenäisen kuumia savukaasuja keräävän pystyhormin, jossa palo voi levitä ylöspäin. Myös huoneistojen välisten osastoivien rakenteiden liittymät, läpiviennit ja mahdolliset pystysuunnassa kerroksia läpäisevät tekniikkaroilot on varmistettava. Huomioitava ja tiedusteltava on myös mahdollinen palon leviäminen ulkoseinärakenteiden tuuletusraoissa, ulkoseinärakenteiden sisällä, ulkopinnassa ja räystään kautta. Lisäksi on huomioitava mahdollinen palon ja savun leviäminen ilmanvaihto- ja liesituuletinkanavien sekä pystykuilujen kautta toisiin asuntoihin, ilmanvaihtokonehuoneeseen, ullakolle ja kuilujen sisällä palavissa materiaaleissa ylös- ja alaspäin.

1970- ja 80-luvun betonielementtikerrostaloissa ulkoseinien sandwich-elementin välissä voi olla palava eristekerros, jonne palo voi levitä esimerkiksi ikkuna-, väliseinä- ja välipohjarakenteiden liittymien kautta. Elementtien palava eristekerros olisi pitänyt katkaista palamattomalla eristeellä kerrosten ja asuntojen välillä. Jos katkoa ei ole tehty, palo voi levitä eristekerroksessa ylöspäin ja sivulle. Tämän ikäisissä kerrostaloissa riskinä palotilanteissa voivat olla myös sortuvat parvekerakenteet sekä putoavat julkisivuelementit.

Vielä vanhemmissa, ennen vuotta 1976 rakennetuissa kerrostaloissa palo voi levitä väli- ja yläpohjarakenteiden ontelotiloissa ja palavissa eristekerroksissa, jotka ulottuvat useiden huoneistojen alueelle. Sammutuksessa tulee käyttää vettä harkitusti alalaatan sortumisriskin vuoksi.

Kerrostalojen ulkoiluvälinevarastoissa ja muissa yhteisissä varastotiloissa voi olla säilytyksessä mopoja sekä sähkökäyttöisiä polkupyöriä, liikkumisen apuvälineitä ja muita ladattavia laitteita. Mopojen bensiinitankkien räjähdysvaara, ladattavien laitteiden sähkövirta ja akkupalossa syntyvät myrkylliset savut tulee huomioida mahdollisina riskeinä palotilanteessa.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen vaaroja ovat muun muassa:**

- Ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat ylä- ja alapohjarakenteet.
- Vanhoissa huomioitava välipohjaonteloiden ja ulkoseinien mahdolliset palavat eristeet.
- Varottava runsasta sammutusveden käyttöä alalaattapalkistojen kanssa.
- Uusissakin kohteissa huomioitava mahdolliset rakenteiden sisällä suojattuina olevat palavat kerrokset.
- Päällekkäiset ikkunat ja ylimmän kerroksen ikkunan yläpuoli ullakolle päin.
- Parvekkeiden taustaseinät ja lasitetut parvekkeet.
- Mahdollinen palon ja savun leviäminen ilmanvaihto- ja liesituuletinkanavien kautta.
- Kattotyöskentely on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja kestokyvyn takia.
- Yhteisten varastotilojen riskit: mopot ja ladattavat laitteet.

### Mitkä rakenteet kerrostaloissa voivat aiheuttaa vaaraa pelastustoiminnassa?

- Vesikattorakenteet voivat pettää alta kattotyöskentelyssä.
- Lasitettujen parvekkeiden lasirakenteet voivat aiheuttaa teräviä sirpaleita.
- Mahdollisten rikottavien savunpoistoikkunoiden aiheuttamat sirpaleet.
- Elementtikerrostaloissa sortuvat parvekerakenteet ja julkisivuelementit.

## Tärkeää

- Yli kaksikerroksiset kerrostalot ovat P1-paloluokan rakennuksia.
- Kerrostalot on palo-osastoitu huoneistoittain, ullakko- ja kellarikerros on osastoitu.
- Vanhoissa huomioitava välipohjaonteloiden ja ulkoseinien mahdolliset palavat eristeet.
- Päällekkäiset ikkunat ja ylimmän kerroksen ikkunan yläpuoli ullakolle päin.

**Kuva 116.** pienehkö yksikerroksinen hoitolaitos

**Kuva 117.** Useampi kerroksinen majoitusrakennus.

## 7.2 Majoitustilat ja hoitolaitokset

**Paloluokka**

Majoitustiloja ja hoitolaitoksia on kokoluokasta riippuen kaikissa paloluokissa. Pienimmät, yleensä yksikerroksiset hoivakodit ja motellityyppiset majoitustilat on toteutettu P3-luokan rakennuksina rivitalotyyppisesti (kuva 116). Suuremmat, kaksikerroksiset hoitolaitokset ja majoitustilat voivat olla P2-luokan rakennuksia. Jos vuodepaikkamäärä on kymmeniä tai kerroksia on vähintään kolme, rakennuksen luokka on P1 (kuva 117).

Kantavien rakenteiden palonkesto on rakennuksen paloluokan mukaisesti P3-luokan rakennuksissa R0, P2-luokassa R30 ja P1-luokan rakennuksissa vähintään R60. P1-luokan rakennusten isompien palokuormien tiloissa ne voivat olla enemmänkin, R90 tai R120.

**Palo-osastointi**

Majoitustilat ja hoitolaitokset on palo-osastoitava kerroksittain. Jokainen kerros on oma palo-osasto, ja lisäksi kellaritilat on osastoitu kerroksista erilleen. Ullakko on oma palo-osasto P2- ja P1-luokan rakennuksissa. Pienissä P3-luokan majoitustiloissa

ja hoitolaitoksissa sitä ei ole osastoitu alapuolisista tiloista erilleen.

Laajat ullakkotilat on lisäksi voitu osastoida pinta-alan perusteella useammaksi palo-osastoksi. Uloskäytävänä toimivat porrashuoneet on palo-osastoitu ullakolta kellariin saakka. Jokainen majoitus- ja potilashuone on kerrosten sisällä erotettu toisistaan sekä yleisistä tiloista ja käytävistä 15 minuutin rakentein. Vanhemmissa rakennuksissa myös sisäiset käytävät on osastoitu 30 minuutin rakentein, mutta nykyisin tämä on korvattu pinta-alaosastoinnilla kerrosten sisällä enintään 800 m²:n palo-osastoiksi. Muina palo-osastoituina tiloina voivat olla irtaimistovarastotilat kerroksissa tai kellaritiloissa, kattilahuone, öljysäiliötila, muu polttoainevarasto, ilmanvaihtokonehuone ullakon tasolla sekä uudemmissa rakennuksissa myös sähköpääkeskustila.

Jos rakennus on rakennettu neljä metriä lähemmäksi naapuritontin rajaa (rakennusten väli alle 8 metriä), naapurin suuntaan oleva seinä on palo-osastoitu. Lisäksi jos se on lähellä sellaisia pihamaalla olevia muita rakennuksia, jotka vaativat osastointia, on ne osastoitu myös muihin rakennuksiin päin (ks. luku 7.8). Jos rakennukset ovat rajalla täysin kiinni toisissaan tai niiden väli on alle neljä metriä, niiden väliin on rakennettu palomuuri.

Paloa osastoivat rakenteet ovat palonkestoltaan rakennuksen paloluokasta riippuen EI 30 tai EI 60. P1-luokan rakennuksissa isompien palokuormien tiloissa (esimerkiksi irtaimistovarastotilat) ja kellarikerroksissa ne voivat olla enemmänkin, EI90 tai EI120. Osastoivat seinät voivat olla puu- tai teräsrankarunkoisia villatäytteisiä kipsilevyseiniä tai tiilestä muurattuja, paikallavalettuja betoniseiniä tai betonielementtejä.

**Palo-osastointi majoitustiloissa ja hoitolaitoksissa:**

- Kerrososastointi pakollista: eri kerrokset osastoitu toisistaan, lisäksi kellarikerros osastoitu kerroksista ja ullakko oma palo-osasto P2- ja P1-luokan rakennuksissa.
- Uloskäytävinä toimivat porrashuoneet osastoitu.
- Jokainen majoitus- ja potilashuone jaettu osiin 15 minuutin rakentein.
- Varastot, tekniset tilat, kattilahuone, IV-konehuone, irtaimistovarastot osastoitu.
- Vanhemmissa sisäiset käytävät osastoitu 30 minuuttia, nykyisin tämä korvattu pinta-alaosastoinnilla 800 m²:n osastoiksi.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt**

Uudemmissa majoitustiloissa ja hoitolaitoksissa on yleensä ambulanssilla ja invataksilla ajettava kevyempi pelastustieväylä porraskäytävien läheisyyteen. Raskaammalla kalustolla pääsee yleensä vähintään rakennuksen toiselle sivulle. Vanhemmissa rakennuksissa näitä ei ole välttämättä huomioitu tällä tasolla.

Majoitustiloissa ja hoitolaitoksissa on aina vähintään kaksi erillistä uloskäytävää, jotka toimivat myös evakuointi-, hätäsiirto- ja hyökkäysreitteinä. Uusimmissa hoitolaitoksissa voi olla myös EN-standardin mukaisia varmistettuja evakuointihissejä palon aikaiseen nopeaan potilaiden hätäsiirtoon. Normaaleja, varmistamattomia hissejä tulee käyttää palon aikana vain harkitusti.

Automaattinen hätäkeskukseen kytketty paloilmoitinjärjestelmä on pakollinen vuodepaikkamäärältään suurissa, kymmenien paikkojen rakennuksissa. Pienemmissä voi olla sisäinen palovaroitinjärjestelmä. Laitteistojen antamien paloilmoitusten ja keskuksilla olevien paikantamiskaavioiden avulla alkavan palon sijainti rakennuksessa voidaan paikantaa vähintään palo-osaston tai uudemmissa järjestelmissä tilan tarkkuudella. Hoitolaitoksissa voi olla lisäksi automaattinen sammutuslaitteisto henkilöturvallisuuden varmistamiseksi. Kohdesuojauksina voi olla myös kaasusammutuslaitteistoja esimerkiksi sähkötiloissa tai ATK-tiloissa. Rakennuksessa olevan sprinklerikeskuksen sijainti on merkitty paikantamiskaavioihin ja mahdolliseen kohdekorttiin ja se on aina miehitettävä sprinklerilaitteiston hälyttäessä. Laitteistojen keskusten sijainti on myös opastettu kohteissa rakennuksen ulko- ja sisäpuolella.

Alkusammutuskalustoa majoitustiloissa ja hoitolaitoksissa on yleensä jokaisella käytävällä, ja ne sijaitsevat yleensä poistumisreittien läheisyydessä. Yleisimmin ne ovat yhdistelmäkaappeja, joissa on pikapaloposti ja käsisammutin. Niitä voi hyödyntää esimerkiksi alkusammutustiedustelussa.

Savunpoisto majoitus- ja hoitokerrosten huoneista on yleensä toteutettu normaalien ikkuna- ja oviaukkojen kautta. Osastoiduissa porraskäytävissä on erilliset savunpoistoikkunat tai -luukut, jotka ovat yleisimmin avattavissa sisääntulotasolta. Uusimmissa rakennuksissa voi olla järjestetty savunpoistolle erityisratkaisuja painovoimaisesti tai koneellisesti myös kerrosten sisäisiltä käytäviltä. Kellaritiloista on erilliset savunpoistoratkaisut ikkunoista, luukkujen kautta tai koneellisesti. Korvausilmajärjestelyt on suunniteltu rakennuskohtaisesti.

Katoille ja ullakolle on pääsymahdollisuus yleensä kiinteillä talotikkailla ja kulkusilloilla, jos katolla on huollettavia kohteita. Ne on tarkoitettu kiinteistönhuoltoa varten, eikä niitä ole varmistettu pelastustoiminnan varalle. Lisäksi toinen pääsymahdollisuus korkeammissa, yli kaksikerroksisissa rakennuksissa sekä ullakolle että vesikatolle on sisäkautta, yleensä porraskäytävän ylätasolta palo-ovesta. Ullakolla on järjestetty pääsymahdollisuus jokaiseen ullakon palo-osastoon joko palo-ovien tai vähintään 600 x 600 mm:n luukkujen kautta.

Yhteiskäyttöisiin kellaritiloihin on toteutettu uloskäytävistä erillinen sammutusreitti vuoden 1981 jälkeen rakennetuissa rakennuksissa. Vanhemmissa rakennuksissa kellarikerroksen tiloihin ei ole välttämättä muuta sammutusreittiä kuin uloskäytävänä toimiva porraskäytävä.

Pelastustoiminnan varalle erikseen varmistettuja kiinnittäytymispisteitä ei vanhempien isompienkaan rakennusten katoilla yleensä ole. Turvallisimpia kiinnittäytymispisteitä ovat kattokulkusillat, lumiesteet sekä vanhemmissa rakennuksissa isommat, useampireikäiset muuratut ilmanvaihto- tai savuhormit. Uusimmissa isoissa rakennuksissa voi olla vesikatolla myös suunniteltuja kiinnityspisteitä esimerkiksi julkisivun huoltoon tarvittavan huoltotason riiputtamista varten.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt majoitustiloissa ja hoitolaitoksissa:**

- Aina vähintään kaksi erillistä uloskäytävää, toimivat evakuointi-/hätäsiirto- ja hyökkäysreitteinä.
- Automaattinen paloilmoitinjärjestelmä pakollinen, pienissä palovaroitinjärjestelmä.
- Hoitolaitoksissa voi olla lisäksi automaattinen sammutuslaitteisto henkilöturvallisuuden varmistamiseksi.
- Savunpoisto toteutettu uloskäytävistä, uusimmissa rakennuksissa voi olla myös sisäisiltä käytäviltä, lisäksi kellaritiloista erilliset savunpoistoratkaisut.
- Kellarikerrokseen on olemassa uudemmissa erillinen sammutusreitti.
- Alkusammutuskalustoa joka käytävällä, yleensä poistumisreittien läheisyydessä.
- Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike yleensä paloilmoitinkeskuksen läheisyydessä, ilmanvaihdon pysäytys vasta, kun palavat tilat on evakuoitu.
- Uusimmissa hoitolaitoksissa voi olla myös varmistettuja evakuointihissejä.
- Katolle on pääsy ulko- ja sisäkautta, ullakolle pääsy yleensä sisäkautta.
- Pelastustiet isommissa rakennuksissa vähintään toiselle sivulle.

**Majoitustilojen ja hoitolaitosten tyypilliset rakenteet**

**Perustukset**

Isommissa majoitus- ja hoitorakennuksissa on yleensä kellaritilat maantasossa olevan kerroksen alla. Perustukset on yleisimmin tehty maanvaraisina perustuksina kellaritilojen alapuolelle betonirakenteisina. Kellaritilojen lattiat ovat normaalisti maanvaraisia betonilattioita, joiden alla voi olla palavia eristeitä maata vasten. Kellarittomissa pienissä rakennuksissa voi olla myös tuulettuvia alapohjarakenteita (rossipohja), ja niissä on tuulettuva ontelotila lattiarakenteen alla.

**Kantava runko**

Pienet yksikerroksiset P3-paloluokan majoitustilat ja hoitolaitokset on rakennettu yleensä rivitalotyyppisesti. Kantavina seininä toimivat yleensä pitkät ulkoseinät, ja ne ovat puurunkoisia 600 mm:n jaolla. Laajempirunkoisissa rakennuksissa voi olla myös kantavia väliseiniä tilojen sisällä. Sisäpinnat ovat porraskäytävissä ja sisäisissä käytävissä yleensä vaikeasti syttyviä, ja muissa tiloissa ne voivat olla puun kaltaisesti palossa käyttäytyvää materiaalia.

Isoissa P1- ja P2-paloluokan useampikerroksisissa majoitus- ja hoitorakennuksissa runkorakenteissa voi olla vaihtelua. Vanhemmissa rakennuksissa runko on yleisimmin tehty kerrostalorungon kaltaisesti. Kantavina rakenteina toimivat rakennuksen sisällä läpi rungon menevät seinälinjat. Ne ovat yleisimmin joko tiilestä muurattuja, paikallavalettuja betoniseiniä tai betonielementtejä. Ulkoseinärakenteet eivät yleensä toimi näissä kantavina rakenteina. Uudemmissa rakennuksissa rakennejärjestelmä voi olla erilainen. Niissä voi olla pilari-palkki-laatta-järjestelmän runkoja, joissa on suurempia yhtenäisiä vapaita tiloja. Näissä runkorakenteet ovat yleisimmin betonirakenteisia. Seinäpinnat ovat näissä rakennuksissa lähes kaikissa tiloissa yleensä palamattomia tai vaikeasti syttyviä. Jos isojen P1- ja P2-luokan rakennusten alla on laajoja avotiloja, esimerkiksi parkkihalleja, niissä on yleensä pilari-palkkirunko kyseisellä alueella.

**Ulkoseinärakenteet**

P3-luokan rakennuksissa puurungon päällä voi olla julkisivuverhouksena lauta- tai tiiliverhous. Ulkoseinän ja yläpohjan lämmöneristeinä on voitu käyttää kaikkia eristemateriaaleja, myös palavat eristeet ja tuulensuojamateriaalit julkisivun tuuletusraossa ovat sallittuja.

Isojen P1- ja P2-paloluokan rakennusten julkisivujen palamattomat rakenteet ovat yleensä betoni-, tiili- tai teräspintaisia. Ulkoseinärakenteissa olevat lämmöneristeet ovat pääosin palamattomia. Jos on käytetty palavia lämmöneristeitä, ne on suojaverhoiltu paloa vastaan seinien sisälle esimerkiksi levyrakenteilla tai rappauksella. 1970- ja 80-luvun betonielementtirakenteisissa rakennuksissa voi olla ulkoseinärakenteena sandwich-elementti, jossa on kahden betonikuoren välissä eriste. Se voi olla myös palava. Vielä vanhemmissa, ennen vuotta 1976 rakennetuissa rakennuksissa voi olla ulkoseinärakenteiden sisällä palavia eristemateriaaleja, mutta ne jäävät yleensä ulko- ja sisäpinnassa olevien palolta suojaavien tiili- tai betonirakenteiden väliin.

**Välipohjarakenteet**

P1- ja P2-luokan rakennuksissa välipohjat ovat yleensä betonirakenteisia, joko paikalla valettuja umpibetonilaattoja tai elementtirakenteisia ontelolaattoja. Normaalisti niiden sisällä ei ole palavia rakennekerroksia. Ontelolaattojen onteloihin on saatettu asentaa esimerkiksi LVIS-tekniikkaa. Vanhoissa, ennen vuotta 1976 rakennetuissa rakennuksissa välipohjarakenteiden sisällä voi olla ontelotiloja ja palavia eristemateriaaleja. Tyypillisin rakenne niissä on alalaattapalkisto, jossa on alapuolella paikalla yhdessä valettu betonipalkisto ja alalaatta. Alalaatan päällä on palavia eristeitä ontelotilassa, ja betonipalkkien varassa on ylempään asuinkerrokseen päin puurakenteinen lattiakoolaus ja lattia. Sisäkattopinnat ovat näissä rakennuksissa lähes kaikissa tiloissa yleensä palamattomia tai vaikeasti syttyviä.

**Yläpohja- ja vesikattorakenteet**

P3-luokan rakennuksissa vesikaton kantavina rakenteina näissä rakennuksissa on yleisimmin 900–1200 mm:n jaolla olevat puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot, jotka ovat ulkoseinien varassa. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti, huopakatteella yleensä umpilaudoitus, pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet. Yläpohjan lämmöneristeinä ja lämmöneristeen yläpinnassa olevana tuulensuojapintana on voitu käyttää palavia materiaaleja.

P1-luokan rakennusten vesikattorakenne on yleensä tehty ylimmän kerroksen päällä olevan kantavan betonilaatan varaan. Sen päälle tehdyt vesikattorakenteet ovat yleensä puurakenteisia, eikä niillä ole ollut palonkestovaatimuksia. Vesikaton rakenteina on yleisimmin 900–1200 mm:n

jaolla oleva betonilaatan varaan tuettu puurunko tai puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot. P2-luokan rakennuksissa vesikattorakenne voi olla tehty myös niin, että käyttämätöntä ullakkoa vasten on 30 minuutin osastointi ja sen päälle kattorakenteet on voitu tehdä edellä kuvattujen pienten P3-luokan rakennusten tapaan.

P1- ja P2-luokan rakennuksissa yläpohjan lämmöneristeet ovat yleensä palamattomia. Jos on käytetty palavia lämmöneristeitä, ne on suojaverhoiltu paloa vastaan yläpohjassa esimerkiksi levyrakenteilla tai rappauksella ja niissä on yleensä ullakkoon päin vaikeasti syttyvä pintakerros. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti: huopakatteella yleensä umpilaudoitus, pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet. Jos rakennuksessa on tasakattorakenne, niissä ei yleensä ole onteloa vaan eristeet ja bitumikate ovat suoraan betonilaatan päällä.

**Ilmanvaihto, sähkölaitteistot ja vesijohdot**

Majoitustiloissa ja hoitolaitoksissa ilmanvaihto on toteutettu koneellisesti. Se toteutettu yleisimmin yhteiskanavajärjestelmänä, jossa huoneet ja sisäiset käytävätilat yhdistyvät samoihin kanaviin. Kerrosten väliset kanavat on yleensä sijoitettu palo-osastoituun pystykuiluun. Niissä on palo-osastoitu ilmanvaihtokonehuone ullakon tasolla tai vesikatolla. Pienemmissä rakennuksissa voi olla pelkästään puhaltimet katolla. Yhteiskanavajärjestelmissä on ilmanvaihtokanavissa vanhemmissa, ennen vuotta 2004 rakennetuissa rakennuksissa sulkeutuvat palonrajoittimet palo-osastojen rajoilla. Uudemmissa on lisäksi savun rajoittimet yhteiskanaviin liityttäessä huonetilojen välillä sekä palon- ja savunrajoittimet palo-osaston rajalla. Vanhemmissa rakennuksissa savu voi tämän takia levitä helpommin palo-osastosta toiseen ilmanvaihdon kautta. Asukkaiden käytössä olevien keittiöiden liesikupu- ja tuuletinjärjestelmät ovat erilliset muun tilan ilmanvaihdosta.

Porraskäytävien ilmanvaihtojärjestelmät on toteutettu erillisinä muista tiloista, millä pyritään ehkäisemään savun leviämistä uloskäytäviin. Majoitus- ja hoitotilojen yhteydessä olevissa kellaritiloissa, ravintola- ja ruokalatiloissa, teknisissä tiloissa, autosuojissa ja varastotiloissa on yleensä erilliset ilmanvaihtojärjestelmät. Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike on sijoitettu yleensä paloilmoitinkeskuksen läheisyyteen tai johonkin pelastuslaitoksen kanssa sovitulle sammutusreitille. Vanhemmissa ja pienemmissä rakennuksissa ilmanvaihtojärjestelmille ei ole aina erillisiä hätäseis-kytkimiä. Tarvittaessa ilmanvaihdon saa pysäytettyä ilmanvaihtokonehuoneesta, puhaltimilta tai sähköpääkeskuksesta. Ilmanvaihto tulisi palotilanteessa pysäyttää vasta, kun palavat tilat on evakuoitu tyhjäksi ihmisistä.

Majoitus- ja hoitorakennuksissa on yleensä erilliseen tilaan sijoitettu sähköpääkeskus. Sähkökeskuksen sijainti on yleensä merkitty rakennuksessa ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa tilat voidaan tehdä virrattomaksi sähköpääkeskuksesta tietyn rakennuksen osan sähköryhmän kytkimestä tai koko rakennuksen pääkytkimestä. Virran katkaisemisessa on varmistuttava siitä, onko se mahdollista potilasturvallisuutta vaarantamatta. Hoitolaitoksissa on yleensä myös varavoimajärjestelmät, joilla turvataan kriittisten sähkölaitteiden toiminta.

Rakennusten vesijohtojen pääsulut sijaitsevat yleensä lämmönjakohuoneessa, kattilahuoneessa tai erillisessä teknisessä tilassa. Lisäksi voi olla esimerkiksi kerroskohtaisia linjasulkuja. Koko rakennuksen pääsulun sijainti on yleensä merkitty ulospäin. Hoitolaitoksissa voi olla linjasulut merkittyinä osastojen pelastuskaavioissa. Tarvittaessa palotilanteessa vesijohtojärjestelmän vuoto voidaan sulkea kerrosten linjasuluista, rakennuksen pääsulusta tai kadun varressa olevasta vesijohtoverkoston katusulusta.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen riskejä**

Isommissa majoitustiloissa ja hoitolaitoksissa palamattomat ja vaikeasti syttyvät sisäpinnat hidastavat huonepalon kehittymistä ja palon leviämistä merkittävästi. Pienempien rakennusten palavatarvikkeiset sisäpinnat mahdollistavat nopeamman palon kehittymisen ja leviämisen.

Kattotyöskentely palavan ullakkotilan tai ontelon päällä on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja heikon palonkestokyvyn takia. Palon leviämisen kannalta riskipaikkoja ovat ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat ylä- ja alapohjarakenteet. Palo voi levitä myös kerrosten rikkoutuvien päällekkäisten ikkunoiden kautta sekä ylimmän kerroksen ikkunasta ullakolle. Leviämistä voi tapahtua myös julkisivujen palavarakenteisten osien ja ulkoseinissä olevien palavien eristekerrosten kautta. Jos parvekkeita on lasitettu, ne saattavat muodostaa kerrosten välille yhtenäisen kuumia savukaasuja keräävän pystyhormin, jossa palo voi levitä ylöspäin. Myös kerrosten ja eri tilojen välisten osastoivien rakenteiden liittymät, läpiviennit ja mahdolliset pystysuunnassa kerroksia läpäisevät tekniikkaroilot on varmistettava. Vanhemmissa rakennuksissa pystyroiloissa ei ole aina rajoitettu palon ja savun leviämistä kerroksittain. Huomioitava ja tiedusteltava on myös mahdollinen palon leviäminen ulkoseinärakenteiden tuuletusraoissa, ulkoseinärakenteiden sisällä, ulkopinnassa ja räystään kautta.

Palon leviämisen kannalta riskinä majoitus- ja hoitotiloissa ovat myös paljon tekniikkaa ja palokuormaa sisältävät niin sanottujen alaslaskettujen kattojen ontelo- ja tekniikkatilat käytävien katoissa. Palo voi levitä niiden kautta piilossa, ja palo-osastojen rajoilla nämä tulee varmistaa.

1970- ja 80-luvun betonielementtirakenteissa ulkoseinien sandwich-elementin välissä voi olla palava eristekerros, jonne palo voi levitä esimerkiksi ikkuna-, väliseinä- ja välipohjarakenteiden liittymien kautta. Elementtien palava eristekerros olisi pitänyt katkaista palamattomalla eristeellä kerrosten välillä. Jos katkoa ei ole tehty, palo voi levitä eristekerroksessa ylöspäin ja sivulle. Tämän ikäisissä rakennuksissa riskinä palotilanteissa voivat olla myös sortuvat parvekerakenteet sekä putoavat julkisivuelementit.

Vielä vanhemmissa, ennen vuotta 1976 rakennetuissa kerrostaloissa palo voi levitä väli- ja yläpohjarakenteiden ontelotiloissa ja palavissa eristekerroksissa, jotka voivat ulottua useiden huoneistojen alueelle. Sammutuksessa tulee käyttää vettä harkitusti alalaatan sortumisriskin vuoksi.

Hoitolaitoksissa on yleensä keskitettyjä happi- ja kaasukeskuksia ja kaasulinjoja potilasosastoille tai erillisiä yksittäisiä pulloja tiloissa. Ne muodostavat riskin palon voimakkuudelle, leviämiselle ja työturvallisuudelle. Keskitetyissä järjestelmissä on yleensä huonekohtaiset kaasusulut, kerros- ja osastokohtaiset linjasulut ja pääsulku kaasukeskuksella. Nämä on yleensä merkitty tiloissa sulkujen viereen ja pelastuskaavioihin. Lisäksi putkistot on merkitty tunnusväreillä ja teksteillä. Yksittäiset pullot on yleensä merkitty huoneiden oviin.

Hoito- ja hoivalaitoksissa voi olla myös erillisiä lataustiloja sähkökäyttöisille apu- ja hoitovälineille, kuten pyörätuolit ja hoitoon liittyvät laitteet. Käytössä ollessaan välineet voivat olla majoitus- tai potilashuoneessa. Ladattavien laitteiden sähkövirta ja akkupalossa syntyvät myrkylliset savut tulee huomioida mahdollisina riskeinä palotilanteessa.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen vaaroja ovat muun muassa:**

- Ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat ylä- ja alapohjarakenteet.
- Vanhoissa rakennuksissa huomioitava välipohjaonteloiden ja ulkoseinien mahdolliset palavat eristeet.
- Uusissakin rakennuksissa huomioitava mahdolliset rakenteiden sisällä suojattuina olevat palavat kerrokset.
- Päällekkäiset ikkunat ja ylimmän kerroksen ikkunan yläpuoli ullakolle päin.
- Mahdollinen palon ja savun leviäminen tiloissa ilmanvaihtojärjestelmän kautta.
- Kattotyöskentely on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja kestokyvyn takia.
- Ladattavat apu- ja hoitovälineet erillisissä lataustiloissa ja osastoilla.
- Kaasukeskukset, kaasulinjat ja erilliset kaasupullot.
- Sortumavaarallinen alue majoitustilojen ja hoitolaitosten paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

**Mitkä rakenteet majoitustiloissa ja hoitolaitoksissa voivat palon vaikutuksesta sortua herkimmin?**

- Vesikattorakenteet voivat pettää alta kattotyöskentelyssä.
- Alaslasketut katot sisäisillä käytävillä voivat romahtaa nopeasti.
- Lasitettujen parvekkeiden lasirakenteet voivat aiheuttaa teräviä sirpaleita.
- Elementtikerrostaloissa sortuvat parvekerakenteet ja julkisivuelementit.

**Millä keinoilla palon leviämistä rajoitetaan majoitustiloissa ja hoitolaitoksissa? Miten ne tukevat evakuointia ja hätäsiirtoja?**

- Tiloissa on vaikeasti syttyvät sisäpinnat.
- Jokainen majoitus- ja potilashuone on erotettu omaksi tilakseen EI15.
- Pinta-alaosastointi rajaa kerroksissa palo-osastot ja antaa mahdollisuuden hätäsiirtoon.
- Kerrosten välinen osastointi turvaa palon leviämistä.

## Tärkeää

- Pienimmät rakennukset voivat olla P3-paloluokkaa, isommissa useampikerroksisissa paloluokka P2 tai P1.
- Kerrososastointi on pakollista, lisäksi jokainen majoitus- ja potilashuone on jaettu osiin 15 minuutin rakentein.
- Vanhoissa rakennuksissa huomioitava välipohjaonteloiden ja ulkoseinien mahdolliset palavat eristeet.
- Päällekkäiset ikkunat ja ylimmän kerroksen ikkunan yläpuoli ullakolle päin.
- Sortumavaarallinen alue majoitustilojen ja hoitolaitosten paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

## 7.3 Toimistorakennukset

**Paloluokka**

Toimistorakennuksia on kokoluokasta riippuen kaikissa paloluokissa. Pienimmät, yksikerroksiset enintään 250 henkilön rakennukset ja kaksikerroksiset enintään 150 henkilön rakennukset on toteutettu P3-luokan rakennuksina (kuva 118). Suuret, useampikerroksiset ja henkilömääriltään satojen henkilöiden toimistorakennukset voivat olla P2- ja P1-luokan rakennuksia (kuva 119). Toimistotyyppisiä tiloja voi rakentaa P2-luokan rakennuksina puukerrostalotyyppisesti kahdeksaan kerrokseen saakka. Normaalisti yli kaksikerroksiset rakennukset ovat P1-luokan rakennuksia. Sen jälkeen kerroslukua ei ole rajoitettu, mutta rakennuksen vaatimukset tiukkenevat, kun kerrosten määrä ylittää kahdeksan kerrosta.

Kantavien rakenteiden palonkesto on rakennuksen paloluokan mukaisesti P3-luokan rakennuksissa R0, P2-luokassa R30 ja P1-luokan rakennuksissa vähintään R60-luokkaa. Jos toimistorakennus on rakennettu puukerrostalotyyppisenä P2-luokan rakennuksena, kantavat rakenteet on tehty R60-luokkaan ja rakennus on suojattu sprinklaamalla. P1-luokan rakennusten isompien palokuormien tiloissa rakenteiden vaatimukset voivat olla enemmänkin, R90 tai R120.

**Palo-osastointi**

Toimistorakennuksissa ei ole pakollista kerrososastointia kerrosten välillä. Tämä mahdollistaa niiden suunnittelussa esimerkiksi avoporrasratkaisuja, isoja monikerroksisia aulatiloja, kerrosten välisiä valokuiluja ja avohissiratkaisuja. Rakennusten alla olevat laajat kellaritilat on kuitenkin osastoitu kerroksista erilleen. Ullakko on oma palo-osasto P2- ja P1-luokan rakennuksissa. Laajat ullakkotilat on lisäksi voitu osastoida pinta-alan perusteella useammaksi palo-osastoksi. Pienissä P3-luokan toimistorakennuksissa ullakkoa ei ole osastoitu alapuolisista tiloista erilleen.

Toimistorakennuksissa on yleensä laajoja, yhtenäisiä, useampikerroksisia palo-osastoja. Myöskään yksittäisiä toimistohuoneita ei ole osastoitu toisistaan. Tyypillisiä tilajärjestelyjä vanhemmissa

**Kuva 118.** Kaksikerroksinen pieni toimistorakennus.

toimistorakennuksissa ovat pitkät käytävät, joissa on paljon pieniä huoneita. Nykyaikaisissa rakennuksissa on enemmän avokonttoritiloja, joissa työpisteitä on rajattu kevyillä sermeillä.

Palo-osastokoot ovat suuria, P3-luokan rakennuksissa 400 m² ja P1-/P2-luokan rakennuksissa 2400 m². Palo-osastokokoja on voitu vielä näistäkin kasvattaa paloilmoittimen tai sammutuslaitteistojen avulla. Uloskäytävänä toimivat porrashuoneet on palo-osastoitu ullakolta kellariin saakka. Muina palo-osastoituina tiloina voivat olla laajemmat sosiaalitilat, irtaimistovarastotilat kerroksissa tai kellaritiloissa, kattilahuone, öljysäiliötila, muu polttoainevarasto, ilmanvaihtokonehuone ullakon tasolla sekä uudemmissa rakennuksissa myös sähköpääkeskustila.

**Kuva 119.** Suuri useampikerroksinen toimistorakennus.

Jos rakennus on rakennettu neljä metriä lähemmäksi naapuritontin rajaa (rakennusten väli alle 8 metriä), naapurin suuntaan oleva seinä on palo-osastoitu. Lisäksi jos se on lähellä sellaisia pihamaalla olevia muita rakennuksia, jotka vaativat osastointia, on ne osastoitu myös muihin rakennuksiin päin (ks. luku 7.8). Jos rakennukset ovat rajalla täysin kiinni toisissaan tai niiden väli on alle neljä metriä, niiden väliin on rakennettu palomuuri.

Paloa osastoivat rakenteet ovat palonkestoltaan normaalisti P3- ja P2-luokan rakennuksissa EI 30 ja P1-luokan rakennuksissa vähintään EI 60. Puukerrostalotyyppisissä yli kaksikerroksisissa P2-luokan rakennuksissa osastoivat rakenteet ovat myös vähintään EI 60. P1-luokan rakennuksissa isompien palokuormien tiloissa (esimerkiksi irtaimistovarastotilat) ja kellarikerroksissa ne voivat olla enemmänkin, EI90 tai EI120. Osastoivat seinät voivat olla puu- tai teräsrankarunkoisia villatäytteisiä kipsilevyseiniä tai tiilestä muurattuja, paikallavalettuja betoniseiniä tai betonielementtejä.

**Palo-osastointi toimistorakennuksissa:**

- Ei pakollista kerrososastointia.
- P2-/P1-luokan rakennuksissa ullakko osastoitu alapuolisista tiloista, P3:ssa ei.
- Yleensä suuria palo-osastoja, jotka kompensoitu paloilmoittimella tai sprinklerillä.
- Yleensä vain toimistotilat ja sosiaalitilat osastoitu toisistaan.
- Porrashuoneet, laajemmat sosiaalitilat, varastotilat, tekniset tilat, kattilahuone, IV-konehuone, irtaimistovarastot osastoitu.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt**

Uudempien toimistorakennusten tonteilla on yleensä ambulanssilla ja invataksilla ajettava kevyempi pelastustieväylä porraskäytävien läheisyyteen. Raskaammalla kalustolla pääsee yleensä vähintään rakennuksen toiselle sivulle ja mahdollisten varateiden läheisyyteen. Vanhemmissa rakennuksissa näitä ei ole välttämättä huomioitu samalla tavalla.

Suuremmissa toimistotiloissa on aina vähintään kaksi erillistä uloskäytävää, jotka toimivat myös evakuointi-, hätäsiirto- ja hyökkäysreitteinä. Pienet, alle 300 m²:n toimistotilat on voitu toteuttaa niin, että niistä on vain yksi osastoitu uloskäytävä ja lisäksi varatie esimerkiksi ikkunan tai parvekkeen kautta. Tämä on mahdollista myös isommissa toimistorakennuksissa, jos yksittäisten tilojen koko on alle 300 m². Normaaleja, varmistamattomia hissejä tulee käyttää pelastustoiminnassa palon aikana vain harkitusti. Näissä kohteissa ei ole yleensä erikseen pelastustoiminnan varalle varmistettuja hissejä.

Normaalisti toimistotyyppisessä käytössä automaattinen hätäkeskukseen kytketty paloilmoitinjärjestelmä, rakennuksen sisäinen palovaroitinjärjestelmä tai automaattinen sammutuslaitteisto ei ole pakollinen. Suuremmissa toimistorakennuksissa on kuitenkin usein hätäkeskukseen kytketty paloilmoitinjärjestelmä tai automaattinen sammutuslaitteisto omaehtoisena suojauksena tai esimerkiksi suurien palo-osastokokojen kompensoimiseksi. Yli kaksikerroksisissa puukerrostalotyyppisissä P2-luokan toimistorakennuksissa on pakollisena asennuksena automaattinen sammutuslaitteisto. Kohdesuojauksina voi olla myös kaasusammutuslaitteistoja esimerkiksi sähkötiloissa tai ICT-tiloissa. Laitteistojen antamien paloilmoitusten ja keskuksilla olevien paikantamiskaavioiden avulla alkavan palon sijainti rakennuksessa voidaan paikantaa vähintään palo-osaston tai uudemmissa järjestelmissä tilan tarkkuudella. Rakennuksessa olevan sprinklerikeskuksen sijainti on merkitty paikantamiskaavioihin ja mahdolliseen kohdekorttiin ja se on aina miehitettävä sprinklerilaitteiston hälyttäessä. Laitteistojen keskusten sijainti on myös opastettu kohteissa rakennuksen ulko- ja sisäpuolella.

Alkusammutuskalustoa toimistotiloissa on yleensä jokaisella käytävällä, ja ne sijaitsevat yleensä poistumisreittien läheisyydessä. Yleisimmin ne ovat yhdistelmäkaappeja, joissa on pikapaloposti ja käsisammutin. Pienemmissä rakennuksissa voi olla pelkät käsisammuttimet. Niitä voi hyödyntää esimerkiksi alkusammutustiedustelussa.

Savunpoisto toimistohuoneista on yleensä toteutettu normaalien ikkuna- ja oviaukkojen kautta. Osastoiduissa porraskäytävissä on erilliset savunpoistoikkunat tai -luukut, jotka ovat yleisimmin avattavissa sisääntulotasolta. Uusimmissa rakennuksissa voi olla järjestetty savunpoistolle

erityisratkaisuja painovoimaisesti tai koneellisesti myös avoimista laajoista aulatiloista, avokonttoritiloista ja kerrosten sisäisiltä käytäviltä. Kellaritiloista on erilliset savunpoistoratkaisut ikkunoista, luukkujen kautta tai koneellisesti. Korvausilmajärjestelyt on suunniteltu rakennuskohtaisesti.

Katoille ja ullakolle on pääsymahdollisuus yleensä kiinteillä talotikkailla ja kulkusilloilla, jos katolla on huollettavia kohteita. Ne on tarkoitettu kiinteistönhuoltoa varten, eikä niitä ole varmistettu pelastustoiminnan varalle. Lisäksi toinen pääsymahdollisuus korkeammissa, yli kaksikerroksisissa rakennuksissa sekä ullakolle että vesikatolle on sisäkautta, yleensä porraskäytävän ylätasolta paloovesta. Ullakolla on järjestetty pääsymahdollisuus jokaiseen ullakon palo-osastoon, joko palo-ovien tai vähintään 600 x 600 mm:n luukkujen kautta.

Yhteiskäyttöisiin kellaritiloihin on toteutettu uloskäytävistä erillinen sammutusreitti vuoden 1981 jälkeen rakennetuissa rakennuksissa. Vanhemmissa rakennuksissa kellarikerroksen tiloihin ei ole välttämättä muuta sammutusreittiä kuin uloskäytävänä toimiva porraskäytävä.

Pelastustoiminnan varalle erikseen varmistettuja kiinnittäytymispisteitä ei vanhempien isompienkaan rakennusten katoilla yleensä ole. Turvallisimpia kiinnittäytymispisteitä ovat kattokulkusillat, lumiesteet sekä vanhemmissa rakennuksissa isommat, useampireikäiset muuratut ilmanvaihto- tai savuhormit. Uusimmissa isoissa rakennuksissa voi olla vesikatolla myös suunniteltuja kiinnityspisteitä esimerkiksi julkisivun huoltoon tarvittavan huoltotason riiputtamista varten.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt toimistorakennuksissa:**

- Savunpoisto toteutettu uloskäytävistä, lisäksi kellaritiloista erilliset savunpoistoratkaisut.
- Kellarikerrokseen on uudemmissa rakennuksissa erillinen sammutusreitti.
- Alkusammutuskalustoa joka käytävällä, yleensä poistumisreittien läheisyydessä.
- Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike yleensä paloilmoitinkeskuksen tai jonkun hyökkäysreitin läheisyydessä, ilmanvaihdon pysäytys vasta, kun palavat tilat on evakuoitu.
- Katolle on pääsy ulko- ja sisäkautta, ullakolle pääsy yleensä sisäkautta.
- Pelastustiet isoissa rakennuksissa vähintään toiselle sivulle.

**Toimistorakennusten tyypilliset rakenteet**

**Perustukset**

Isoissa toimistorakennuksissa on yleensä kellaritiloja maantasossa olevan kerroksen alla. Perustukset on yleisimmin tehty maanvaraisina perustuksina kellaritilojen alapuolelle betonirakenteisina. Kellaritilojen lattiat ovat normaalisti maanvaraisia betonilattioita, joiden alla voi olla palavia eristeitä maata vasten. Kellarittomissa rakennuksissa on yleensä maanvaraiset betonirakenteiset perustukset. Kellarittomissa pienissä rakennuksissa voi olla myös tuulettuvia alapohjarakenteita (rossipohja), ja niissä on tuulettuva ontelotila lattiarakenteen alla.

**Kantava runko**

Pienet yksikerroksiset P3-paloluokan toimistorakennukset on rakennettu yleensä rivitalotyyppisesti. Kantavina seininä toimivat yleensä pitkät ulkoseinät, ja ne ovat puurunkoisia 600 mm:n jaolla. Laajempirunkoisissa rakennuksissa voi olla myös kantavia väliseiniä tilojen sisällä. Sisäpinnat ovat porraskäytävissä ja sisäisissä käytävissä yleensä vaikeasti syttyviä, ja muissa tiloissa ne voivat olla puun kaltaisesti palossa käyttäytyvää materiaalia.

Isoissa P1- ja P2-paloluokan toimistorakennuksissa runkorakenteissa voi olla vaihtelua. Vanhemmissa rakennuksissa runko on yleisimmin tehty kerrostalorungon kaltaisesti. Kantavina rakenteina toimivat rakennuksen sisällä läpi rungon menevät seinälinjat. Ne ovat yleisimmin joko tiilestä muurattuja, paikallavalettuja betoniseiniä tai betonielementtejä. Ulkoseinärakenteet eivät yleensä toimi näissä kantavina rakenteina. Uudemmissa rakennuksissa rakennejärjestelmä voi olla erilainen. Niissä voi olla pilari-palkki-laatta-järjestelmän runkoja, joissa on suurempia yhtenäisiä vapaita tiloja. Näissä runkorakenteet ovat yleisimmin liimapuu-, kertopuu- tai betonirakenteisia riippuen paloluokasta. Seinäpinnat voivat olla P1-luokan rakennuksissa puun kaltaisesti palossa käyttäytyvää

materiaalia, ja P2-luokan rakennuksissa ne ovat yleensä palamattomia tai vaikeasti syttyviä. Jos isojen P1- ja P2-luokan rakennusten alla on laajoja avotiloja, esimerkiksi parkkihalleja, niissä on yleensä pilari-palkkirunko kyseisellä alueella.

Puukerrostalotyyppisesti rakennetuissa P2-paloluokan toimistorakennuksissa kantavana rakenteena toimii liimapuu- tai kertopuurakenteinen pystyrunko, joka on mitoitettu tai suojattu kestämään paloa 30 minuuttia.

**Ulkoseinärakenteet**

P3-luokan rakennuksissa puurungon päällä voi olla julkisivuverhouksena lauta-, metalli- tai tiiliverhous. Ulkoseinän ja yläpohjan lämmöneristeinä on voitu käyttää kaikkia eristemateriaaleja, myös palavat eristeet ja tuulensuojamateriaalit julkisivun tuuletusraoissa ovat sallittuja.

P1- ja P2-paloluokan rakennusten julkisivujen palamattomat rakenteet ovat yleensä betoni-, tiili- tai teräspintaisia. Puukerrostalotyyppisesti rakennettujen toimistorakennusten julkisivut voivat olla kokonaan puun kaltaisesti palossa käyttäytyvää materiaalia. Ulkoseinärakenteissa olevat lämmöneristeet ovat pääosin palamattomia. Jos on käytetty palavia lämmöneristeitä, ne on suojaverhoiltu paloa vastaan seinien sisälle esimerkiksi levyrakenteilla tai rappauksella. 1970- ja 80-luvun betonielementtirakenteisissa rakennuksissa voi olla ulkoseinärakenteena sandwich-elementti, jossa on kahden betonikuoren välissä eriste. Se voi olla myös palava. Vielä vanhemmissa, ennen vuotta 1976 rakennetuissa rakennuksissa voi olla ulkoseinärakenteiden sisällä palavia eristemateriaaleja, mutta ne jäävät yleensä ulko- ja sisäpinnassa olevien palolta suojaavien tiili- tai betonirakenteiden väliin.

**Välipohjarakenteet**

P3-luokkaisissa toimistorakennuksissa välipohjarakenteet ovat yleensä puurakenteisia. Kantavana rakenteena toimii puusta tehty vaakakoolaus. Sen ylä- ja alapuolella on yleensä umpilaudoitus tai rakennuslevy. Välipohjien sisällä voi olla äänieristyksen vuoksi palavia eristeitä.

P1- ja P2-luokan rakennuksissa välipohjat ovat yleensä betonirakenteisia, joko paikalla valettuja umpibetonilaattoja tai elementtirakenteisia ontelolaattoja. Normaalisti niiden sisällä ei ole palavia rakennekerroksia. Ontelolaattojen onteloihin on saatettu asentaa esimerkiksi LVIS-tekniikkaa. Puukerrostalotyyppisesti toteutetuissa toimistorakennuksissa välipohjarakenteet ovat yleisimmin liimapuu- tai kertopuurakenteisia ylälaattapalkiston kaltaisia puuelementtejä. Vanhoissa, ennen vuotta 1976 rakennetuissa rakennuksissa välipohjarakenteiden sisällä voi olla ontelotiloja ja palavia eristemateriaaleja. Tyypillisimpiä rakenteita niissä ovat alalaattapalkistot tai kaksoislaattapalkistot, joissa on paikalla yhdessä valetut betonipalkistot ja alapuolella tai molemmin puolin ohut betonilaatta. Näissä on palavia eristeitä ontelotiloissa. Sisäkattopinnat ovat näissä rakennuksissa lähes kaikissa tiloissa yleensä palamattomia tai vaikeasti syttyviä.

**Yläpohja- ja vesikattorakenteet**

P3-luokan rakennuksissa vesikaton kantavina rakenteina näissä rakennuksissa on yleisimmin 900–1200 mm:n jaolla olevat puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot, jotka ovat ulkoseinien varassa. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti, huopakatteella yleensä umpilaudoitus, pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet. Yläpohjan lämmöneristeinä ja lämmöneristeen yläpinnassa olevana tuulensuojapintana on voitu käyttää palavia materiaaleja.

P1-luokan rakennusten vesikattorakenne on yleensä tehty ylimmän kerroksen päällä olevan kantavan betonilaatan varaan. Sen päälle tehdyt vesikattorakenteet on toteutettu yleensä puurakenteisina, eikä niillä ole ollut palonkestovaatimuksia. Vesikaton rakenteina on yleisimmin 900–1200 mm:n jaolla oleva betonilaatan varaan tuettu puurunko tai puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot. Jos rakennuksessa ei ole ullakkotiloja eikä yläpohjan onteloa, lämmöneristeet ovat suoraan kantavan betonilaatan päällä ja vesikate suoraan sen varassa.

P2-luokan rakennuksissa vesikattorakenne voi olla tehty myös niin, että käyttämätöntä ullakkoa

vasten on 30 minuutin osastointi ja sen päälle kattorakenteet on voitu tehdä edellä kuvattujen pienten P3-luokan rakennusten tapaan. Jos rakennuksessa ei ole ullakko- tai yläpohjan ontelotiloja, vesikattorakenteet on voitu tehdä myös liimapuu- tai kertopuurakenteisina. Silloin lämmöneristeet ovat kantavien vesikattopalkkien välissä, vesikate alusrakenteineen palkkien päällä ja alapuolella suojaverhous.

P1- ja P2-luokan rakennuksissa yläpohjan lämmöneristeet ovat yleensä palamattomia. Jos on käytetty palavia lämmöneristeitä, ne on suojaverhoiltu paloa vastaan yläpohjassa esimerkiksi levyrakenteilla tai rappauksella ja niissä on yleensä ullakkoon päin vaikeasti syttyvä pintakerros. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti: huopakatteella yleensä umpilaudoitus, pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet. Jos rakennuksessa on tasakattorakenne, siinä ei yleensä ole onteloa, vaan eristeet ja bitumikate ovat suoraan betonilaatan päällä.

**Ilmanvaihto, sähkölaitteistot ja vesijohdot**

Toimistotiloissa ilmanvaihto on toteutettu koneellisesti. Se on toteutettu yleisimmin yhteiskanavajärjestelmänä, jossa huoneet ja sisäiset käytävätilat yhdistyvät samoihin kanaviin. Kerrosten väliset kanavat on yleensä sijoitettu palo-osastoituun pystykuiluun. Niissä on palo-osastoitu ilmanvaihtokonehuone ullakon tasolla tai vesikatolla. Pienemmissä rakennuksissa voi olla pelkästään puhaltimet katolla. Yhteiskanavajärjestelmissä on ilmanvaihtokanavissa sulkeutuvat palonrajoittimet palo-osastojen rajoilla. Henkilökunnan käytössä olevien keittiöiden liesikupu- ja tuuletinjärjestelmät ovat erilliset muun tilan ilmanvaihdosta.

Porraskäytävien ilmanvaihtojärjestelmät on toteutettu erillisinä muista tiloista, jolla pyritään ehkäisemään savun leviämistä uloskäytäviin. Toimistotilojen yhteydessä olevissa kellaritiloissa, ravintola- ja ruokalatiloissa, teknisissä tiloissa, autosuojissa ja varastotiloissa on yleensä erilliset ilmanvaihtojärjestelmät. Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike on sijoitettu yleensä paloilmoitinkeskuksen läheisyyteen tai jollekin pelastuslaitoksen kanssa sovitulle sammutusreitille. Vanhemmissa ja pienemmissä rakennuksissa ilmanvaihtojärjestelmille ei ole aina erillisiä hätäseis-kytkimiä. Tarvittaessa ilmanvaihdon saa pysäytettyä ilmanvaihtokonehuoneesta, puhaltimilta tai sähköpääkeskuksesta. Ilmanvaihto tulisi palotilanteessa pysäyttää vasta, kun palavat tilat on evakuoitu tyhjiksi ihmisistä.

Isommissa toimistorakennuksissa on yleensä erillinen sähköpääkeskustila. Sähkökeskustilan sijainti on yleensä merkitty rakennuksessa ulospäin. Pienemmissä rakennuksissa voi olla tilojen yhteydessä oleva sähköpääkeskus. Tarvittaessa palotilanteessa tilat voidaan tehdä virrattomaksi sähköpääkeskuksesta tietyn rakennuksen osan sähköryhmän kytkimestä tai koko rakennuksen pääkytkimestä. Toimistorakennuksissa voi olla myös varavoimajärjestelmiä, joilla turvataan kriittisten sähkölaitteiden toiminta. Silloin varavoima käynnistyy, kun sähköt katkaistaan sähköpääkeskuksen pääkytkimestä.

Rakennusten vesijohtojen pääsulut sijaitsevat yleensä lämmönjakohuoneessa, kattilahuoneessa tai erillisessä teknisessä tilassa. Lisäksi voi olla esimerkiksi kerroskohtaisia linjasulkuja. Koko rakennuksen pääsulun sijainti on yleensä merkitty ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa vesijohtojärjestelmän vuoto voidaan sulkea kerrosten linjasuluista, rakennuksen pääsulusta tai kadun varressa olevasta vesijohtoverkoston katusulusta.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen riskejä**

Isommissa toimistorakennuksissa voidaan käyttää puun kaltaisesti palossa käyttäytyvää materiaalia, mutta porrashuoneissa tulee olla vaikeasti syttyvät sisäpinnat, jotka hidastavat huonepalon kehittymistä ja palon leviämistä merkittävästi. Pienempien rakennusten palavatarvikkeiset sisäpinnat mahdollistavat nopeamman palon kehittymisen ja leviämisen.

Kerrososastointi ei ole toimistorakennuksissa pakollista, ja niissä on usein avoporrasratkaisuja, isoja monikerroksisia aulatiloja, kerrosten välisiä valokuiluja ja avohissiratkaisuja. Tämä

mahdollistaa savun ja palon leviämisen nopeasti useamman kerroksen alueelle. Isommissa P1- ja P2-paloluokan rakennuksissa palo-osastokoot voivat olla suuria ja palo-osaston pinta-alaa on voitu kasvattaa, jos rakennuksessa on sprinklaus.

Kattotyöskentely palavan ullakkotilan tai ontelon päällä on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja heikon palonkestokyvyn takia. Palon leviämisen kannalta riskipaikkoja ovat ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat ylä- ja alapohjarakenteet. Laajoja, useiden tuhansien neliöiden ullakko- ja ontelotiloja on palo-osastoitu P1- ja P2- luokkaisissa rakennuksissa enintään 1600 m², millä pyritään rajoittamaan palon leviämistä. P3-luokkaisessa rakennuksessa ullakko on yleensä palo-osastoitu alapuolisten tilojen mukaan (enintään 400 m²).

Palo voi levitä myös kerrosten välillä rikkoutuvien päällekkäisten ikkunoiden kautta sekä ylimmän kerroksen ikkunasta ullakolle. Leviämisriskiä lisäävät myös julkisivujen palavarakenteiset osat ja ulkoseinissä olevat palavat eristekerrokset. Toimistorakennuksissa voi olla niin sanottuja kaksoisjulkisivurakenteita, jotka saattavat muodostaa kerrosten välille yhtenäisen kuumia savukaasuja keräävän pystyhormin, jossa palo voi levitä ylöspäin. Kaksoislasirakenteisissa julkisivuissa voi olla myös lasien putoamisriskejä palotilanteissa.

Myös kerrosten ja eri tilojen välisten osastoivien rakenteiden liittymät, läpiviennit ja mahdolliset pystysuunnassa kerroksia läpäisevät tekniikkaroilot on varmistettava. Vanhemmissa rakennuksissa pystyroiloissa ei ole aina rajoitettu palon ja savun leviämistä kerroksittain. Huomioitava ja tiedusteltava on myös mahdollinen palon leviäminen ulkoseinärakenteiden tuuletusraoissa, ulkoseinärakenteiden sisällä, ulkopinnassa ja räystään kautta.

Palon leviämisen kannalta riskinä toimistorakennuksissa ovat myös paljon tekniikkaa ja palokuormaa sisältävät niin sanottujen alaslaskettujen kattojen ontelo- ja tekniikkatilat käytävien katoissa. Palo voi levitä niiden kautta piilossa, ja palo-osastojen rajoilla nämä tulee varmistaa.

1970- ja 80-luvun betonielementtirakenteissa ulkoseinien sandwich-elementin välissä voi olla palava eristekerros, jonne palo voi levitä esimerkiksi ikkuna-, väliseinä- ja välipohjarakenteiden liittymien kautta. Elementtien palava eristekerros olisi pitänyt katkaista palamattomalla eristeellä palo-osastoinnin kohdalla. Jos katkoa ei ole tehty, palo voi levitä eristekerroksessa ylöspäin ja sivulle. Tämän ikäisissä rakennuksissa riskinä palotilanteissa voivat olla myös putoavat julkisivuelementit.

Vielä vanhemmissa, ennen 1976 rakennetuissa rakennuksissa palo voi levitä väli- ja yläpohjarakenteiden ontelotiloissa ja palavissa eristekerroksissa, jotka voivat ulottua useiden palo-osastojen alueelle. Sammutuksessa tulee käyttää vettä harkitusti alalaatan sortumisriskin vuoksi.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen vaaroja ovat muun muassa:**

- Ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat ylä- ja alapohjarakenteet.
- Vanhoissa huomioitava välipohjaonteloiden ja ulkoseinien mahdolliset palavat eristeet.
- Uusissakin huomioitava mahdolliset rakenteiden sisällä suojattuina olevat palavat kerrokset.
- Päällekkäiset ikkunat ja ylimmän kerroksen ikkunan yläpuoli ullakolle päin.
- Mahdollinen palon ja savun leviäminen tiloissa ilmanvaihtojärjestelmän kautta.
- Kattotyöskentely on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja kestokyvyn takia.
- Savun leviäminen laajalle ja useamman kerroksen alueelle.
- Pitkiä käytäviä, paljon pieniä huoneita ja yksin työskentelyä toimistohuoneissa, ei tiedetä aina varmasti, ovatko kaikki ulkona.
- Ilmanvaihto seis vasta, kun ihmiset ulkona, sähköt pois jos mahdollista.
- Sortumavaarallinen alue toimistorakennusten paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

### Mitkä rakenteet toimistorakennuksissa voivat palon vaikutuksesta sortua herkimmin?

- Vesikattorakenteet voivat pettää alta kattotyöskentelyssä.
- Alaslasketut katot sisäisillä käytävillä voivat romahtaa nopeasti.
- Palavassa tilassa olevat väli- tai yläpohjarakenteet voivat pudota savusukeltajien päälle ja kevyet väliseinät kaatua palon vaikutuksesta.
- Ullakolla liikuttaessa yläpohjarakenteet voivat pettää alta erityisesti palavan tilan lähellä, mutta muuallakin, jos ei liikuta huolto-/kulkusiltojen päällä.
- Julkisivujen teräs- ja lasirakenteet voivat aiheuttaa putoamisriskiä.

### Mitä erityispiirteitä on toimistorakennuksissa palon leviämisen ja pelastustoiminnan kannalta palotilanteessa?

- Kerrososastointi ei ole pakollista, jolloin savut ja palo voivat levitä nopeasti useamman kerroksen alueelle.
- Laajoja, yhtenäisiä palo-osastoja, jotka mahdollistavat savun leviämisen.
- Pitkiä käytäviä, joissa paljon huoneita tai avokonttoritiloja sermeillä eroteltuna.
- Toimistohuoneissa yksin työskentelyä, kaikki työntekijät eivät aina havahdu nopeasti tilanteisiin, pelastettavia voi olla tiloissa sisällä.

## Tärkeää

- Pienimmät voivat olla P3-paloluokkaa ja isot, joissa suuri henkilömäärä ja useita kerroksia, paloluokkaa P2 tai P1.
- Ei pakollista kerrososastointia, yleensä suuria palo-osastoja.
- Vanhoissa rakennuksissa huomioitava välipohjaonteloiden ja ulkoseinien mahdolliset palavat eristeet.
- Savun leviäminen laajalle ja useamman kerroksen alueelle.
- Sortumavaarallinen alue toimistorakennusten paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

# 7.4 Kokoontumis- ja liiketilat

## 7.4.1 Koulut, päiväkodit, ravintolat ja myymälät

**Paloluokka**

Tämän tyyppisiä kokoontumis- ja liikerakennuksia on kokoluokasta riippuen kaikissa paloluokissa. Pienimmät, yksikerroksisena enintään 500 henkilön rakennukset ja kaksikerroksiset enintään 50 henkilön rakennukset on voitu toteuttaa P3-luokan rakennuksina (kuva 120). Suuremmat, useampikerroksiset ja henkilömääriltään satojen henkilöiden kokoontumisrakennukset voivat olla P2- ja P1-luokan rakennuksia (kuva 121). Kokoontumis- ja liiketilatyyppisiä rakennuksia voi rakentaa P2-luokan rakennuksina puukerrostalotyyppisesti nelikerroksiseksi saakka. Normaalisti yli kaksikerroksiset rakennukset ovat P1-luokan rakennuksia. Sen jälkeen kerroslukua ei ole rajoitettu, mutta rakennuksen vaatimukset kasvavat, kun kerrosten määrä ylittää kahdeksan kerrosta.

Kantavien rakenteiden palonkesto on rakennuksen paloluokan mukaisesti P3-luokan rakennuksissa R0, P2-luokassa R30 ja P1-luokan rakennuksissa vähintään R60-luokkaa. Jos rakennus on rakennettu puukerrostalotyyppisenä P2-luokan rakennuksena, kantavat rakenteet on tehty R60-luokkaan ja rakennus on suojattu sprinklaamalla. P1-luokan rakennusten isompien palokuormien tiloissa rakenteiden vaatimukset voivat olla enemmänkin, R90 tai R120.

**Palo-osastointi**

Kokoontumis- ja liiketilatyyppisissä rakennuksissa ei ole pakollista kerrososastointia kerrosten välillä. Tämä mahdollistaa niidenkin suunnittelussa esimerkiksi avoporrasratkaisuja, isoja monikerroksisia aulatiloja, kerrosten välisiä valokuiluja ja avohissiratkaisuja. Rakennusten alla olevat laajat kellaritilat on kuitenkin osastoitu kerroksista erilleen. Ullakko oma palo-osasto P2- ja P1-luokan rakennuksissa. Laajat ullakkotilat on lisäksi voitu osastoida pinta-alan perusteella useammaksi palo-osastoksi. Pienissä P3-luokan rakennuksissa ullakkoa ei ole osastoitu alapuolisista tiloista erilleen.

**Kuva 120.** Puusta tehty koulurakennus.

Kokoontumis- ja liikerakennuksissa on yleensä laajoja, yhtenäisiä, useampikerroksisia palo-osastoja. Kerroksissa olevia yksittäisiä samaa käyttötapaa olevia tiloja ei ole osastoitu toisistaan. Tyypillisiä tilajärjestelyjä esimerkiksi vanhemmissa kouluissa ovat pitkät käytävät, joiden varrella on luokkahuoneita. Näitä ei ole osastoitu toisistaan. Uudemmissa kouluissa ja päiväkodeissa on enemmän erilaisia avotilaratkaisuja. Myymälä- ja ravintolatilat ovat yleisimmin luonteeltaan suurempia, yhtenäisiä avotiloja.

Palo-osastokoot ovat suuria, P3-luokan rakennuksissa 400 m² ja P1-/P2-luokan rakennuksissa 2400 m². Palo-osastokokoja on voitu vielä näistäkin kasvattaa paloilmoittimen tai sammutuslaitteistojen avulla. Uloskäytävänä toimivat porrashuoneet on palo-osastoitu ullakolta kellariin saakka. Muina palo-osastoituina tiloina näissä rakennuksissa voivat olla laajemmat toimisto-, hallinto- ja sosiaalitilat. Isommissa kouluissa teknisen työn tilat ja laboratorio-opetustyyppiset tilat on voitu palo-osastoida omiksi osastoiksi.

**Kuva 121.** Suuri kauppakeskus.

Kattilahuoneet, öljysäiliötilat, muut polttoainevarastot, ilmanvaihtokonehuoneet ullakon tasolla sekä uudemmissa rakennuksissa myös sähköpääkeskustilat on palo-osastoitu. Myymälöiden yhteydessä olevat isommat varastotilat on voitu palo-osastoida omaksi osastoksi. Lisäksi suuremmat irtaimistovarastotilat sekä erityisvarastotilat, kuten kemikaalivarastot, ilotulitevarastot, ampumatarvikevarastot ja trukkien latauspisteet, ovat kerroksissa tai kellaritiloissa palo-osastoitu.

Jos rakennus on rakennettu neljä metriä lähemmäksi naapuritontin rajaa (rakennusten väli alle 8 metriä), naapurin suuntaan oleva seinä on palo-osastoitu. Lisäksi jos se on lähellä sellaisia pihamaalla olevia muita rakennuksia, jotka vaativat osastointia, on ne osastoitu myös muihin rakennuksiin päin (ks. luku 7.8). Jos rakennukset ovat rajalla täysin kiinni toisissaan tai niiden väli on alle neljä metriä, niiden väliin on rakennettu palomuuri.

Paloa osastoivat rakenteet ovat palonkestoltaan normaalisti P3- ja P2-luokan rakennuksissa EI 30 ja P1-luokan rakennuksissa vähintään EI 60. Puukerrostalotyyppisissä yli kaksikerroksisissa P2-luokan rakennuksissa osastoivat rakenteet ovat myös vähintään EI 60. P1-luokan rakennuksissa isompien palokuormien tiloissa (esimerkiksi irtaimistovarastotilat) ja kellarikerroksissa ne voivat olla enemmänkin, EI90 tai EI120. Osastoivat seinät voivat olla puu- tai teräsrankarunkoisia villatäytteisiä kipsilevyseiniä tai tiilestä muurattuja, paikallavalettuja betoniseiniä tai betonielementtejä. Myymälätiloissa voi olla osastoivina seinärakenteina myös peltipintaisia, villaeristeisiä elementtejä.

**Palo-osastointi kokoontumis- ja liiketilatyyppisissä rakennuksissa:**

- Näissä käyttötavoissa ei ole pakollista kerrososastointia.
- P3-luokkaisissa ullakko ei ole osastoitu alapuolisista tiloista, muu palo-osastokoko enintään 400 m².
- P2/P1: ullakko osastoitu erilleen, muu palo-osastokoko enintään 2400 m², on voitu suurentaa paloilmoittimella tai sprinklerillä.
- Yleensä vain kokoontumistyyppiset tilat ja hallinto-/sosiaalitilat osastoitu toisistaan.
- Porrashuoneet, IV-konehuone, kattilahuone, sähköpääkeskus, tekniset tilat osastoitu.
- Isommissa myymälöissä varastotilat on osastoitu erilleen myymälätilasta, pienemmissä ei, lisäksi voi olla osastoituja kemikaalivarastoja.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt**

Uudempien kokoontumisrakennusten tonteilla on yleensä vähintään ambulanssilla ja invataksilla ajettava kevyempi pelastustieväylä porraskäytävien ja ulko-ovien läheisyyteen. Raskaammalla kalustolla pääsee yleensä vähintään rakennuksen toiselle sivulle ja mahdollisten varateiden läheisyyteen. Jos rakennuksessa on paloilmoitin- tai sammutuslaitteisto, pelastustieväylä on suunniteltu yleensä niiden läheisyyteen saakka. Lisäksi jos tontilla on sisäisiä vesiasemia, on niiden lähelle pelastustieväylät. Myymälä- ja liikerakennuksissa pääsee huoltoliikenteen vuoksi usein ajamaan raskaalla kalustolla myös rakennuksen ympäri. Vanhemmissa rakennuksissa näitä ei ole välttämättä huomioitu tällä tasolla.

Suuremmissa kokoontumisrakennuksissa on aina vähintään kaksi erillistä uloskäytävää, jotka toimivat myös evakuointi-, hätäsiirto- ja hyökkäysreitteinä. Yleensä näitä on pitkien poistumismatkojen ja suurten henkilömäärien takia enemmän. Pienissä katutasossa olevissa tiloissa poistuminen on voitu toteuttaa niin, että niistä on vain yksi uloskäytävä ja lisäksi varatie esimerkiksi ikkunan kautta. Tämä on mahdollista myös esimerkiksi isompien liikerakennusten yhteydessä olevissa pienehköissä sosiaali-, tauko- ja toimistotiloissa toisen kerroksen tasolla. Normaaleja, varmistamattomia hissejä tulee käyttää pelastustoiminnassa palon aikana vain harkitusti. Näissä kohteissa ei ole yleensä erikseen pelastustoiminnan varalle varmistettuja hissejä.

Normaalisti myymälä- ja ravintolatyyppisessä käytössä automaattinen hätäkeskukseen kytketty paloilmoitinjärjestelmä, rakennuksen sisäinen palovaroitinjärjestelmä tai automaattinen sammutuslaitteisto ei ole pakollinen. Suuremmissa rakennuksissa on kuitenkin usein hätäkeskukseen kytketty paloilmoitinjärjestelmä tai automaattinen sammutuslaitteisto omaehtoisena suojauksena tai

esimerkiksi suurien palo-osastokokojen kompensoimiseksi. Päiväkotirakennuksissa on vähintään normaalit palovaroittimet. Uusimmissa kouluissa on myös vähintään palovaroittimet, isommissa sisäinen paloilmoitin ja suurimmissa hätäkeskukseen kytketty paloilmoitinjärjestelmä. Yli kaksikerroksisissa puukerrostalotyyppisissä P2-luokan rakennuksissa on pakollisena asennuksena automaattinen sammutuslaitteisto. Kohdesuojauksina voi olla myös kaasusammutuslaitteistoja esimerkiksi sähkötiloissa tai ATK-tiloissa.

Laitteistojen antamien paloilmoitusten ja keskuksilla olevien paikantamiskaavioiden avulla alkavan palon sijainti rakennuksessa voidaan paikantaa vähintään palo-osaston tai uudemmissa järjestelmissä tilan tarkkuudella. Rakennuksessa olevan sprinklerikeskuksen sijainti on merkitty paikantamiskaavioihin ja mahdolliseen kohdekorttiin, ja rakennus on aina miehitettävä sprinklerilaitteiston hälyttäessä. Laitteistojen keskusten sijainnista on opasteet kohteissa rakennuksen ulko- ja sisäpuolella.

Alkusammutuskalustoa on yleensä jokaisella käytävällä ja avotiloissa noin 30 metrin välein. Ne sijaitsevat yleensä poistumisreittien läheisyydessä ja muuten keskeisillä paikoilla. Sijoituspaikat on opastettu kilpimerkinnöillä. Yleisimmin alkusammutuskalustona ovat yhdistelmäkaapit, joissa on pikapaloposti ja käsisammutin. Pienemmissä rakennuksissa voi olla pelkät käsisammuttimet. Niitä voi hyödyntää esimerkiksi alkusammutustiedustelussa.

Savunpoisto pienemmissä tiloissa, kuten luokkatilat, päiväkotien leikki- ja lepohuoneet sekä liikerakennusten sosiaali- ja toimistotilat, on yleensä toteutettu normaalien ikkuna- ja oviaukkojen kautta. Osastoiduissa porraskäytävissä on erilliset savunpoistoikkunat tai -luukut, jotka ovat yleisimmin avattavissa sisääntulotasolta. Uudemmissa myymälä- ja liiketiloissa sekä päiväkotien ja koulujen isommissa avotiloissa on yleensä järjestetty savunpoistolle erityisratkaisuja painovoimaisesti tai koneellisesti. Laajoissa tiloissa voi olla toteutettu myös savulohkojakoa palo-osaston sisällä. Kellaritiloista on erilliset savunpoistoratkaisut ikkunoista, luukkujen kautta tai koneellisesti. Korvausilmajärjestelyt on suunniteltu rakennuskohtaisesti. Suurissa rakennuksissa on yleensä erillinen savunpoiston ohjaus- tai laukaisukeskus, jonka yhteydessä on toimintaohjeet ja kaaviot savunpoiston käyttöön.

Katoille ja ullakolle on pääsymahdollisuus yleensä kiinteillä talotikkailla ja kulkusilloilla, jos katolla on huollettavia kohteita. Ne on tarkoitettu kiinteistönhuoltoa varten, eikä niitä ole varmistettu pelastustoiminnan varalle. Lisäksi toinen pääsymahdollisuus korkeammissa, yli kaksikerroksisissa rakennuksissa sekä ullakolle että vesikatolle on sisäkautta: yleensä porraskäytävän ylätasolta palo-ovesta tai liiketiloissa ylemmän kerroksen tilojen kautta. Ullakolla on järjestetty pääsymahdollisuus jokaiseen ullakon palo-osastoon, joko palo-ovien tai vähintään 600 x 600 mm:n luukkujen kautta. Isommissa myymälärakennuksissa voi tapauskohtaisena vaatimuksena olla kiinteitä sammutusvesiputkistoja katolle, laajoissa kattopinta-aloissa useampia.

Laajoihin kellaritiloihin on toteutettu uloskäytävistä erillinen sammutusreitti vuoden 1981 jälkeen rakennetuissa rakennuksissa. Vanhemmissa rakennuksissa kellarikerroksen tiloihin ei ole välttämättä muuta sammutusreittiä kuin uloskäytävänä toimiva porraskäytävä.

Pelastustoiminnan varalle erikseen varmistettuja kiinnittäytymispisteitä ei vanhempien isompienkaan rakennusten katoilla yleensä ole. Turvallisimpia kiinnittäytymispisteitä ovat kattokulkusillat, lumiesteet sekä vanhemmissa rakennuksissa isot, useampireikäiset muuratut ilmanvaihto- tai savuhormit. Uusimmissa isoissa rakennuksissa voi olla vesikatolla myös suunniteltuja kiinnityspisteitä esimerkiksi julkisivun huoltoon tarvittavan huoltotason riiputtamista varten.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt kokoontumis- ja liiketilatyyppisissä rakennuksissa:**

- Suurissa rakennuksissa voi olla sisäinen palovaroitinjärjestelmä, automaattinen paloilmoitin tai automaattinen sammutuslaitteisto.
- Savunpoisto toteutettu uloskäytävistä ja myymälätiloista, lisäksi kellaritiloista erilliset savunpoistoratkaisut.
- Kellarikerrokseen on uudemmissa rakennuksissa erillinen sammutusreitti.

- Alkusammutuskalustoa yleensä poistumisreittien läheisyydessä.
- Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike yleensä paloilmoitinkeskuksen tai jonkun hyökkäysreitin läheisyydessä, ilmanvaihdon pysäytys vasta, kun palavat tilat on evakuoitu.
- Katolle on pääsy ulko- ja sisäkautta, ullakolle pääsy yleensä sisäkautta.
- Isoissa myymälöissä voi olla sammutusvesiputkistoja katolle.
- Pelastustiet isoissa rakennuksissa vähintään toiselle sivulle.

**Kokoontumis- ja liikerakennusten tyypilliset rakenteet**

**Perustukset**

Isoissa rakennuksissa on yleensä kellaritiloja maantasossa olevan kerroksen alla. Perustukset on yleisimmin tehty maanvaraisina perustuksina kellaritilojen alapuolelle betonirakenteisina. Kellaritilojen lattiat ovat normaalisti maanvaraisia betonilattioita, joiden alla voi olla palavia eristeitä maata vasten. Kellarittomissa rakennuksissa on yleensä maanvaraiset betonirakenteiset perustukset. Kellarittomissa pienissä rakennuksissa voi olla myös tuulettuvia alapohjarakenteita (rossipohja), ja niissä on tuulettuva ontelotila lattiarakenteen alla.

**Kantava runko**

Pienet, yksikerroksiset P3-paloluokan kokoontumis- ja liikerakennukset on rakennettu yleensä rivitalotyyppisesti. Kantavina seininä toimivat yleensä pitkät ulkoseinät, ja ne ovat puurunkoisia 600 mm:n jaolla. Laajempirunkoisissa rakennuksissa voi olla myös kantavia väliseiniä tilojen sisällä tai rakennus on toteutettu pilari-palkkirunkoisena. Sisäpinnat ovat porraskäytävissä yleensä vaikeasti syttyviä. Muissa tiloissa ne voivat olla puun kaltaisesti palossa käyttäytyvää materiaalia pienemmissä alle 300 m$^2$:n palo-osastoissa, suuremmissa ne ovat vaikeasti syttyviä.

Isommissa P1- ja P2-paloluokan rakennuksissa runkorakenteissa voi olla vaihtelua. Vanhemmissa koulu- ja päiväkotirakennuksissa runko on yleisimmin tehty kerrostalorungon kaltaisesti. Kantavina rakenteina toimivat rakennuksen sisällä läpi rungon menevät seinälinjat. Ne ovat yleisimmin joko tiilestä muurattuja, paikallavalettuja betoniseiniä tai betonielementtejä. Ulkoseinärakenteet eivät yleensä toimi näissä kantavina rakenteina. Muissa kokoontumis- ja liikerakennuksissa sekä uudemmissa kouluissa ja päiväkodeissa rakennejärjestelmä voi olla erilainen. Niissä voi olla tehty pilari-palkki-laatta-järjestelmän runkoja, joissa on suurempia yhtenäisiä vapaita tiloja. Näissä runkorakenteet ovat yleisimmin liimapuu-, kertopuu- tai betonirakenteisia riippuen paloluokasta. Seinäpinnat voivat olla pienemmissä, alle 300 m$^2$:n palo-osastoissa P1-luokan rakennuksissa puun kaltaisesti palossa käyttäytyvää materiaalia. Suurissa P1-luokan rakennusten palo-osastoissa ja P2-luokan rakennuksissa ne ovat yleensä palamattomia tai vaikeasti syttyviä. Jos isojen P1- ja P2-luokan rakennusten alla on laajoja avotiloja, esimerkiksi parkkihalleja, niissä on yleensä pilari-palkkirunko kyseisellä alueella.

Puukerrostalotyyppisesti rakennetuissa P2-paloluokan kokoontumis- ja liikerakennuksissa kantavana rakenteena toimii liimapuu- tai kertopuurakenteinen pystyrunko, joka on mitoitettu tai suojattu kestämään paloa 30 minuuttia.

**Ulkoseinärakenteet**

P3-luokan rakennuksissa puurungon päällä voi olla julkisivuverhouksena lauta-, metalli- tai tiiliverhous. Ulkoseinän ja yläpohjan lämmöneristeinä on voitu käyttää kaikkia eristemateriaaleja, ja myös palavat eristeet ja tuulensuojamateriaalit julkisivun tuuletusraossa ovat sallittuja.

P1- ja P2-paloluokan rakennusten julkisivujen palamattomat rakenteet ovat betoni-, tiili- tai teräspintaisia. Puukerrostalotyyppisesti rakennettujen kokoontumis- ja liikerakennusten julkisivut voivat olla kokonaan puun kaltaisesti palossa käyttäytyvää materiaalia. Ulkoseinärakenteissa olevat lämmöneristeet ovat pääosin palamattomia. Jos on käytetty palavia lämmöneristeitä, ne on suojaverhoiltu paloa vastaan seinien sisälle esimerkiksi levyrakenteilla tai rappauksella. 1970- ja 80-luvun betonielementtirakenteisissa rakennuksissa voi olla ulkoseinärakenteena sandwich-elementti, jossa on

kahden betonikuoren välissä eriste. Se voi olla myös palava. Vielä vanhemmissa, ennen vuotta 1976 rakennetuissa rakennuksissa voi olla ulkoseinärakenteiden sisällä palavia eristemateriaaleja, mutta ne jäävät yleensä ulko- ja sisäpinnassa olevien palolta suojaavien tiili- tai betonirakenteiden väliin.

**Välipohjarakenteet**

P3-luokkaisissa kokoontumis- ja liikerakennuksissa välipohjarakenteet ovat yleensä puurakenteisia. Kantavana rakenteena toimii puusta tehty vaakakoolaus. Sen ylä- ja alapuolella on yleensä umpilaudoitus tai rakennuslevy. Välipohjien sisällä voi olla äänieristyksen vuoksi palavia eristeitä.

P1- ja P2-luokan rakennuksissa välipohjat ovat yleensä betonirakenteisia, joko paikalla valettuja umpibetonilaattoja tai elementtirakenteisia ontelolaattoja. Normaalisti niiden sisällä ei ole palavia rakennekerroksia. Ontelolaattojen onteloihin on saatettu asentaa esimerkiksi LVIS-tekniikkaa. Puukerrostalotyyppisesti toteutetuissa kokoontumis- ja liikerakennuksissa välipohjarakenteet ovat yleisimmin liimapuu- tai kertopuurakenteisia ylälaattapalkiston kaltaisia puuelementtejä. Vanhoissa, ennen vuotta 1976 rakennetuissa rakennuksissa välipohjarakenteiden sisällä voi olla ontelotiloja ja palavia eristemateriaaleja. Tyypillisimpiä rakenteita niissä ovat alalaattapalkistot tai kaksoislaattapalkistot, joissa on paikalla yhdessä valetut betonipalkistot ja alapuolella tai molemmin puolin ohut betonilaatta. Näissä on palavia eristeitä ontelotiloissa. Sisäkattopinnat ovat näissä rakennuksissa lähes kaikissa tiloissa yleensä palamattomia tai vaikeasti syttyviä.

**Yläpohja- ja vesikattorakenteet**

P3-luokan rakennuksissa vesikaton kantavina rakenteina näissä rakennuksissa on yleisimmin 900–1200 mm:n jaolla olevat puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot, jotka ovat ulkoseinien varassa. Jos rakennuksessa on pilari-palkkirunko, vesikattoa kannattelevat pilareiden varassa olevat kattopalkit. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti: huopakatteella yleensä umpilaudoitus ja pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet. Yläpohjan lämmöneristeinä ja lämmöneristeen yläpinnassa olevana tuulensuojapintana on voitu käyttää palavia materiaaleja.

P1-luokan rakennusten vesikattorakenne on yleensä tehty ylimmän kerroksen päällä olevan kantavan betonilaatan varaan. Sen päälle tehdyt vesikattorakenteet ovat yleensä puurakenteisia, eikä niillä ole ollut palonkestovaatimuksia. Vesikaton rakenteina on yleisimmin 900–1200 mm:n jaolla oleva betonilaatan varaan tuettu puurunko tai puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot. Jos rakennuksessa ei ole ullakkotiloja eikä yläpohjan onteloa, lämmöneristeet ovat suoraan kantavan betonilaatan päällä ja vesikate suoraan sen varassa.

P2-luokan rakennuksissa vesikattorakenne voi olla tehty myös niin, että käyttämätöntä ullakkoa vasten on 30 minuutin osastointi ja sen päälle on voitu tehdä kattorakenteet edellä kuvattujen pienten P3-luokan rakennusten tapaan. Jos rakennuksessa ei ole ullakko- tai yläpohjan ontelotiloja, vesikattorakenteet on voitu tehdä myös liimapuu- tai kertopuurakenteisina. Silloin lämmöneristeet ovat kantavien vesikattopalkkien välissä, vesikate alusrakenteineen palkkien päällä ja alapuolella suojaverhous.

P1- ja P2-luokan rakennuksissa yläpohjan lämmöneristeet ovat yleensä palamattomia. Jos on käytetty palavia lämmöneristeitä, ne on suojaverhoiltu paloa vastaan yläpohjassa esimerkiksi levyrakenteilla tai rappauksella ja niissä on yleensä ullakkoon päin vaikeasti syttyvä pintakerros. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti: huopakatteella yleensä umpilaudoitus ja pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet. Jos rakennuksessa on tasakattorakenne, niissä ei yleensä ole onteloa, vaan eristeet ja bitumikate ovat suoraan betonilaatan päällä.

**Ilmanvaihto, sähkölaitteistot ja vesijohdot**

Kokoontumis- ja liiketiloissa ilmanvaihto on toteutettu yleensä koneellisesti. Se toteutettu päiväkoti- ja koulutyyppisissä rakennuksissa yleisimmin yhteiskanavajärjestelmänä, jossa huoneet ja

sisäiset käytävätilat yhdistyvät samoihin kanaviin. Ravintola- ja myymälätyyppisissä avotiloissa yleensä yhden kerroksen ilmanvaihtokanavisto on kokonaisuus. Kerrosten väliset kanavat on yleensä sijoitettu palo-osastoituun pystykuiluun. Ilmanvaihtokonehuone on palo-osastoitu ullakon tasolla tai vesikatolla. Pienemmissä rakennuksissa voi olla pelkästään puhaltimet katolla. Yhteiskanavajärjestelmissä on ilmanvaihtokanavissa sulkeutuvat palonrajoittimet palo-osastojen rajoilla. Muut kokoontumis- ja liiketilat on voitu yhdistää keskenään samaan keskusilmanvaihtoon, mutta ravintolakeittiöiden kohdepoistoilla on erilliset järjestelmät.

Porraskäytävien ilmanvaihtojärjestelmät on toteutettu erillisinä muista tiloista, jolla pyritään ehkäisemään savun leviämistä uloskäytäviin. Kokoontumis- ja liiketilojen yhteydessä olevissa kellaritiloissa, teknisissä tiloissa, autosuojissa ja varastotiloissa on yleensä erilliset ilmanvaihtojärjestelmät. Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike on sijoitettu yleensä paloilmoitinkeskuksen läheisyyteen tai johonkin pelastuslaitoksen kanssa sovitulle sammutusreitille. Vanhemmissa ja pienemmissä rakennuksissa ilmanvaihtojärjestelmille ei ole aina erillisiä hätäseis-kytkimiä. Tarvittaessa ilmanvaihdon saa pysäytettyä ilmanvaihtokonehuoneesta, puhaltimilta tai sähköpääkeskuksesta. Ilmanvaihto tulisi palotilanteessa pysäyttää vasta, kun palavat tilat on evakuoitu tyhjäksi ihmisistä.

Isoissa rakennuksissa on yleensä erillinen sähköpääkeskustila. Sähkökeskustilan sijainti on yleensä merkitty rakennuksessa ulospäin. Pienemmissä rakennuksissa voi olla tilojen yhteydessä oleva sähköpääkeskus. Tarvittaessa palotilanteessa tilat voidaan tehdä virrattomaksi sähköpääkeskuksesta tietyn rakennuksen osan sähköryhmän kytkimestä tai koko rakennuksen pääkytkimestä. Kokoontumis- ja liikerakennuksissa voi olla myös varavoimajärjestelmiä, joilla turvataan kriittisten sähkölaitteiden toiminta. Silloin varavoima käynnistyy, kun sähköt katkaistaan sähköpääkeskuksen pääkytkimestä.

Rakennusten vesijohtojen pääsulut sijaitsevat yleensä lämmönjakohuoneessa, kattilahuoneessa tai erillisessä teknisessä tilassa. Lisäksi voi olla esimerkiksi kerroskohtaisia linjasulkuja. Koko rakennuksen pääsulun sijainti on yleensä merkitty ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa vesijohtojärjestelmän vuoto voidaan sulkea kerrosten linjasuluista, rakennuksen pääsulusta tai kadun varressa olevasta vesijohtoverkoston katusulusta.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen riskejä**

Isoissa kokoontumis- ja liikerakennuksissa käytetään heikosti syttyviä pintoja, ja porrashuoneissa tulee olla vaikeasti syttyvät sisäpinnat, jotka hidastavat huonepalon kehittymistä ja palon leviämistä merkittävästi. Pienempien rakennusten palavatarvikkeiset sisäpinnat mahdollistavat nopeamman palon kehittymisen ja leviämisen.

Kerrososastointi ei ole kokoontumis- ja liikerakennuksissa pakollista, ja niissä on usein avoporrasratkaisuja, isoja monikerroksisia aulatiloja, liukuportaita, kerrosten välisiä valokuiluja ja avohissiratkaisuja. Ravintoloissa ja myymälöissä voi olla eritasossa olevia parvityyppisiä, keskenään samassa palo-osastossa olevia avotiloja. Tämä mahdollistaa savun ja palon leviämisen nopeasti useamman kerroksen alueelle. Isoissa P1 ja P2-paloluokan rakennuksissa palo-osastokoot voivat olla suuria ja palo-osaston pinta-alaa on voitu kasvattaa, jos rakennuksessa on sprinklaus.

Kattotyöskentely palavan ullakkotilan tai ontelon päällä on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja heikon palonkestokyvyn takia. Palon leviämisen kannalta riskipaikkoja ovat ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat ylä- ja alapohjarakenteet. Laajoja, useiden tuhansien neliöiden ullakko- ja ontelotiloja on palo-osastoitu P1- ja P2- luokkaisissa rakennuksissa enintään 1600 $m^2$, millä pyritään rajoittamaan palon leviämistä. P3-luokkaisessa rakennuksessa ullakko on yleensä palo-osastoitu alapuolisten tilojen mukaan (enintään 400 $m^2$).

Palo voi levitä myös kerrosten välillä rikkoutuvien päällekkäisten ikkunoiden kautta sekä ylimmän kerroksen ikkunasta ullakolle. Leviämisriskiä aiheuttavat myös julkisivujen palavarakenteiset osat ja ulkoseinissä olevat palavat eristekerrokset ja tuuletusrakojen pinnat. Myymälä- ja ravintolarakennuksissa voi olla niin sanottuja

kaksoisjulkisivurakenteita, jotka saattavat muodostaa kerrosten välille yhtenäisen kuumia savukaasuja keräävän pystyhormin, jossa palo voi levitä ylöspäin. Kaksoislasirakenteisissa julkisivuissa voi olla myös lasien putoamisriski palotilanteissa.

Myös kerrosten ja eri tilojen välisten osastoivien rakenteiden liittymät, läpiviennit ja mahdolliset pystysuunnassa kerroksia läpäisevät tekniikkaroilot on varmistettava. Vanhemmissa rakennuksissa pystyroiloissa ei ole aina rajoitettu palon ja savun leviämistä kerroksittain. Huomioitava ja tiedusteltava on myös mahdollinen palon leviäminen ulkoseinärakenteiden tuuletusraoissa, ulkoseinärakenteiden sisällä, ulkopinnassa ja räystään kautta.

Palon leviämisen kannalta riskinä kokoontumis- ja liikerakennuksissa ovat myös paljon tekniikkaa ja palokuormaa sisältävät niin sanottujen alaslaskettujen kattojen ontelo- ja tekniikkatilat käytävien katoissa ja isojen tilojen alakattorakenteissa. Palo voi levitä niiden kautta piilossa, ja palo-osastojen rajoilla nämä tulee varmistaa.

1970- ja 80-luvun betonielementtirakenteissa ulkoseinien sandwich-elementin välissä voi olla palava eristekerros, jonne palo voi levitä esimerkiksi ikkuna-, väliseinä- ja välipohjarakenteiden liittymien kautta. Elementtien palava eristekerros olisi pitänyt katkaista palamattomalla eristeellä palo-osastoinnin kohdalla. Jos katkoa ei ole tehty, palo voi levitä eristekerroksessa ylöspäin ja sivulle. Tämän ikäisissä rakennuksissa riskinä palotilanteissa voivat olla myös putoavat julkisivuelementit.

Vielä vanhemmissa, ennen vuotta 1976 rakennetuissa rakennuksissa palo voi levitä väli- ja yläpohjarakenteiden ontelotiloissa ja palavissa eristekerroksissa, jotka voivat ulottuvat useiden palo-osastojen alueelle. Sammutuksessa tulee käyttää vettä harkitusti alalaatan sortumisriskin vuoksi.

Koulurakennuksissa voi olla teknisen työn tiloissa kemikaaleja ja yksittäisiä kaasupulloja vähäisissä määrin, mutta varastoituna isompia määriä omaan palo-osastoon. Laboratoriotyyppisissä kemian ja fysiikan luokissa voi olla monenlaisia kemikaaleja, mutta vähäisiä määriä.

Ravintolatiloissa voi olla käytössä nestekaasutoimisia laitteita. Niihin voi liittyä nestekaasuputkistoja, yksittäisiä tiloissa olevia nestekaasupulloja ja rakennuksen ulkoseinustalla olevia pullokaappeja. Kiinteiden nestekaasuputkistojen tulisi olla merkittyjä. Kaasun virtauksen voi katkaista käyttölaitteelta tai pullolta, ja lisäksi kiinteissä putkistoissa voi olla kerros- tai palo-osastokohtaisia sulkuja.

Myymälätiloissa voi olla samassa palo-osastossa suuria määriä palavia nesteitä, jopa tuhansia litroja. Lisäksi myymälätiloissa voi olla erillisiä palo-osastoituja kemikaali-, ampumatarvike- ja ilotulitevarastoja.

Myymälärakennuksissa voi olla asennettuna kattopinnoilla laajoja aurinkosähköjärjestelmiä, jotka on huomioitava pelastustoiminnassa. Aurinkopaneelit tuottavat vielä virtaa, vaikka järjestelmä olisikin erotettu rakennuksen sähköjärjestelmästä invertterin turvakytkimeltä. Aurinkosähköjärjestelmien tekniikka ja turvakytkimien sijainnit ovat tapauskohtaisia. Turvakytkimet voivat sijaita ulkona, invertterin luona tai sähköpääkeskuksessa.

Ravintola- ja myymälärakennuksia on voitu suunnitella oletettuun palon kehittymiseen perustuen toiminnallista palonsuunnittelua käyttäen, eli ne ovat niin sanottuja P0-luokan rakennuksia. Näissä rakennuksissa eivät toimi normaalit paloluokan mukaiset lainalaisuudet ja palo-osastoinnin periaatteet, ja kyseisissä rakennuksissa on käytetty tapauskohtaisia ratkaisuja. Näistä rakennuksista tulee olla hyvät kohdetiedot ja kohdekortti.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen vaaroja ovat muun muassa:**

- Myymälöissä erityisriskeinä metalliset hyllyt, sähkö- ja kaasutrukit, kemikaalit
- Ravintoloissa ja koulujen teknisissä tiloissa kaasuja
- Kattopinnoilla voi olla jännitteellisiä aurinkosähköjärjestelmiä
- Jos erityissuunniteltu P0-kohde, oltava tarkat kohdetiedot
- Vanhoissa myymälöissä riskirakenteena katon itsekantava profiilipelti
- Sortumavaarallinen alue kokoontumis- ja liikerakennusten paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

## Mitkä rakenteet kokoontumis- ja liikerakennuksissa voivat sortua palon vaikutuksesta?

- Vesikattorakenteet voivat pettää alta kattotyöskentelyssä.
- Alaslasketut katot sisäisillä käytävillä voivat romahtaa nopeasti.
- Palavassa tilassa olevat väli- tai yläpohjarakenteet voivat pudota savusukeltajien päälle ja kevyet väliseinät kaatua palon vaikutuksesta.
- Ullakolla liikuttaessa yläpohjarakenteet voivat pettää alta erityisesti palavan tilan lähellä, mutta muuallakin, jos ei liikuta huolto-/kulkusiltojen päällä.
- Julkisivujen teräs- ja lasirakenteet voivat aiheuttaa putoamisriskiä.

## Mitä erityispiirteitä on kokoontumis- ja liikerakennuksissa palo-osastoinnin ja rakennuksessa tapahtuvan toiminnan kannalta? Miten ne vaikuttavat palon kehittymiseen/leviämiseen ja toimintaan palotilanteessa?

- Kerrososastointi ei ole pakollista, jolloin savut ja palo voivat levitä nopeasti useamman kerroksen alueelle.
- Laajoja, yhtenäisiä palo-osastoja, jotka mahdollistavat savun leviämisen.
- Kouluissa ja päiväkodeissa pitkiä käytäviä, joissa paljon huoneita.
- Ravintola- ja myymälätiloissa avoparvityyppisiä tiloja avoyhteydellä alapuolisiin tiloihin.

## Tärkeää

- Pienet rakennukset voivat olla P3-paloluokkaa, isot rakennukset paloluokkaa P2 tai P1.
- Ei pakollista kerrososastointia, joten savu voi levitä laajalle alueelle.
- Myymälöissä erityisriskeinä metalliset hyllyt, sähkö- ja kaasutrukit, kemikaalit.
- Vanhoissa myymälöissä riskirakenteena katon itsekantava profiilipelti.
- Sortumavaarallinen alue kokoontumis- ja liikerakennusten paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

### 7.4.2 Muut isot kokoontumisrakennukset

Tässä luvussa käsitellään rakennustyyppeinä muun muassa urheilu-, messu- ja näyttelyhalleja, kauppakeskuksia, kirkkoja, teattereita ja muita suuria tapahtumien järjestämiseen rakennettuja tiloja.

**Paloluokka**

Tämän tyyppiset suuret kokoontumisrakennukset ovat yleisimmin P1-luokan rakennuksia (kuva 122). Pienimmät voivat olla yksikerroksisena enintään 500 henkilölle jopa P3-luokan rakennuksia (kuva 123). Erityissuunniteltuina näitä on toteutettu usein myös P0-paloluokkaan.

Kantavien rakenteiden palonkesto on rakennuksen paloluokan mukaisesti vähintään R60, R30 tai R0. P1-luokan rakennusten isompien palokuormien tiloissa rakenteiden vaatimukset voivat olla enemmänkin, R90 tai R120.

**Palo-osastointi**

Isoissa kokoontumisrakennuksissa ei ole pakollista kerrososastointia kerrosten välillä. Tämä mahdollistaa suunnittelussa korkeita, useamman kerroksen korkuisia avotiloja, avoporrasratkaisuja, isoja monikerroksisia aulatiloja, kerrosten välisiä valokuiluja ja avohissiratkaisuja. Rakennusten alla olevat laajat kellaritilat on kuitenkin osastoitu kerroksista erilleen. Ullakko on oma palo-osasto P2- ja P1-luokan

**Kuva 122.** suuri P1-luokan kokoontumisrakennus.

rakennuksissa. Laajat ullakkotilat on lisäksi voitu osastoida pinta-alan perusteella useammaksi palo-osastoksi. Pienissä P3-luokan rakennuksissa ullakkoa ei ole osastoitu alapuolisista tiloista erilleen.

Palo-osastokoot ovat suuria: P3-luokan rakennuksissa 400 m² ja P1-/P2-luokan rakennuksissa 2400 m². Palo-osastokokoja on voitu vielä näistäkin kasvattaa paloilmoittimen, sammutuslaitteistojen tai P0-luokan rakennuksissa erityissuunnittelun avulla.

Kerroksissa olevia yksittäisiä samaa käyttötapaa olevia tiloja ei ole osastoitu toisistaan. Käyttötapaosastoinnista on näissä rakennuksissa voitu poiketa myös sammutuslaitteiston tai erityissuunnittelun vuoksi.

Uloskäytävänä toimivat porrashuoneet on palo-osastoitu ullakolta kellariin saakka. Muina palo-osastoituina tiloina näissä rakennuksissa voivat olla laajemmat toimisto-, hallinto- ja sosiaalitilat. Kattilahuoneet, öljysäiliötilat, muut polttoainevarastot, ilmanvaihtokonehuoneet ullakon ja vesikaton tasolla sekä sähköpääkeskustilat on palo-osastoitu. Isommat varastotilat sekä erityisvarastotilat, kuten kemikaalivarastot, ilotulitevarastot, ampumatarvikevarastot ja trukkien latauspisteet, ovat kerroksissa tai kellaritiloissa palo-osastoitu.

**Kuva 123.** P3-luokan urheiluhalli.

Jos rakennus on rakennettu neljä metriä lähemmäksi naapuritontin rajaa (rakennusten väli alle 8 metriä), naapurin suuntaan oleva seinä on palo-osastoitu. Lisäksi jos se on lähellä sellaisia pihamaalla olevia muita rakennuksia, jotka vaativat osastointia, on ne osastoitu myös muihin rakennuksiin päin (ks. luku 7.8). Jos rakennukset ovat rajalla täysin kiinni toisissaan tai niiden väli on alle neljä metriä, niiden väliin on rakennettu palomuuri.

Paloa osastoivat rakenteet ovat palonkestoltaan normaalisti P3- ja P2-luokan rakennuksissa EI 30 ja P1-luokan rakennuksissa vähintään EI 60. P1-luokan rakennuksissa isojen palokuormien tiloissa (esimerkiksi irtaimistovarastotilat) ja kellarikerroksissa ne voivat olla enemmänkin, EI90 tai EI120. Osastoivat seinät voivat olla puu- tai teräsrankarunkoisia villatäytteisiä kipsilevyseiniä tai tiilestä muurattuja, paikallavalettuja betoniseiniä tai betonielementtejä. Näissä rakennuksissa voi olla osastoivina seinärakenteina myös peltipintaisia, villaeristeisiä elementtejä.

**Palo-osastointi isoissa kokoontumisrakennuksissa:**

- Näissä käyttötavoissa ei ole pakollista kerros-osastointia.
- P3-luokkaisissa ullakko ei ole osastoitu alapuolisista tiloista, muu palo-osastokoko enintään 400 m².
- P2/P1: ullakko osastoitu erilleen, muu palo-osastokoko enintään 2400 m², on voitu suurentaa paloilmoittimella tai sprinklerillä.
- Yleensä vain kokoontumistyyppiset tilat ja hallinto-/sosiaalitilat osastoitu toisistaan.
- Porrashuoneet, IV-konehuone, kattilahuone, sähköpääkeskus, tekniset tilat osastoitu.
- Kauppakeskuksissa varastotilat on yleensä osastoitu erilleen myymälätilasta, lisäksi voi olla osastoituja kemikaalivarastoja.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt**

Uudempien kokoontumisrakennusten tonteilla raskaalla kalustolla pääsee yleensä vähintään rakennuksen toiselle sivulle ja pääovien läheisyyteen. Jos rakennuksessa on paloilmoitin- tai sammutuslaitteisto, pelastustieväylä on suunniteltu yleensä niiden läheisyyteen saakka. Lisäksi jos tontilla on sisäisiä vesiasemia, on niiden lähelle pelastustieväylät. Huoltoliikenteen vuoksi näissä pääsee usein ajamaan raskaalla kalustolla myös rakennuksen ympäri. Vanhemmissa rakennuksissa pelastusteitä ei ole välttämättä huomioitu samalla tasolla.

Kokoontumisrakennuksissa on aina vähintään kaksi erillistä uloskäytävää, jotka toimivat myös evakuointi-, hätäsiirto- ja hyökkäysreitteinä. Pitkien poistumismatkojen ja suurten henkilömäärien takia reittejä on enemmän. Normaaleja, varmistamattomia hissejä tulee käyttää pelastustoiminnassa palon aikana vain harkitusti. Näissä kohteissa ei ole yleensä erikseen pelastustoiminnan varalle varmistettuja hissejä.

Tämän tyyppisissä kohteissa on useimmiten automaattinen hätäkeskukseen kytketty paloilmoitinjärjestelmä. Lisäksi voi olla automaattinen sammutuslaitteisto ja automaattinen savunpoistojärjestelmä luukuilla tai koneellisesti suurien palo-osastokokojen ja pitkien poistumismatkojen kompensoimiseksi. Kohdesuojauksina voi olla myös kaasusammutuslaitteistoja esimerkiksi sähkötiloissa tai ATK-tiloissa. Näissä rakennuksissa automatiikka ohjaa usein laitteistojen toimintaa ja palotilanteeseen mennessä laitteistot ovat automaattisesti toiminnassa.

Laitteistojen antamien paloilmoitusten ja keskuksilla olevien paikantamiskaavioiden avulla alkavan palon sijainti rakennuksessa voidaan paikantaa vähintään palo-osaston tai uudemmissa järjestelmissä tilan tarkkuudella. Rakennuksessa olevan sprinklerikeskuksen ja savunpoiston ohjauskeskuksen sijainnit on merkitty paikantamiskaavioihin ja mahdolliseen kohdekorttiin. Sprinklerikeskus on aina miehitettävä sprinklerilaitteiston hälyttäessä. Laitteistojen keskusten sijainneista on myös opastus kohteissa rakennuksen ulko- ja sisäpuolella.

Alkusammutuskalustoa on yleensä jokaisella käytävällä ja avotiloissa noin 30 metrin välein. Ne sijaitsevat yleensä poistumisreittien läheisyydessä ja muuten keskeisillä paikoilla. Sijoituspaikat on opastettu kilpimerkinnöillä. Yleisimmin alkusammutuskalustona ovat yhdistelmäkaapit, joissa on pikapaloposti ja käsisammutin. Pienemmissä rakennuksissa

voi olla pelkät käsisammuttimet. Niitä voi hyödyntää esimerkiksi alkusammutustiedustelussa.

Savunpoisto pienemmissä sivutiloissa, kuten sosiaali- ja toimistotiloissa, on yleensä toteutettu normaalien ikkuna- ja oviaukkojen kautta. Osastoiduissa porraskäytävissä on erilliset savunpoistoikkunat tai -luukut, jotka ovat yleisimmin avattavissa sisääntulotasolta. Isoissa avotiloissa on yleensä järjestetty savunpoistolle erityisratkaisuja painovoimaisesti tai koneellisesti. Laajoissa tiloissa voi olla toteutettu myös savulohkojakoa palo-osaston sisällä. Kellaritiloista on erilliset savunpoistoratkaisut ikkunoista, luukkujen kautta tai koneellisesti. Korvausilmajärjestelyt on suunniteltu rakennuskohtaisesti. Suurissa rakennuksissa on yleensä erillinen savunpoiston ohjaus- tai laukaisukeskus, jonka yhteydessä on toimintaohjeet ja kaaviot savunpoiston käyttöön.

Katoille ja ullakolle on pääsymahdollisuus yleensä kiinteillä talotikkailla ja kulkusilloilla, jos katolla on huollettavia kohteita. Ne on tarkoitettu kiinteistönhuoltoa varten, eikä niitä ole varmistettu pelastustoiminnan varalle. Lisäksi toinen pääsymahdollisuus korkeammissa rakennuksissa sekä ullakolle että vesikatolle on sisäkautta, yleensä porraskäytävän ylätasolta palo-ovesta tai ylemmän kerroksen tilojen kautta. Ullakolla on järjestetty pääsymahdollisuus jokaiseen ullakon palo-osastoon joko palo-ovien tai vähintään 600 x 600 mm:n luukkujen kautta. Tapauskohtaisena vaatimuksena voi olla kiinteitä sammutusvesiputkistoja katolle, laajoissa kattopinta-aloissa useampia.

Laajoihin kellaritiloihin on toteutettu uloskäytävistä erillinen sammutusreitti vuoden 1981 jälkeen rakennetuissa rakennuksissa. Vanhemmissa rakennuksissa kellarikerroksen tiloihin ei ole välttämättä muuta sammutusreittiä kuin uloskäytävänä toimiva porraskäytävä.

Pelastustoiminnan varalle erikseen varmistettuja kiinnittäytymispisteitä ei vanhempien isojenkaan rakennusten katoilla yleensä ole. Turvallisimpia kiinnittäytymispisteitä ovat kattokulkusillat ja lumiesteet. Uusimmissa isoissa rakennuksissa voi olla vesikatolla myös suunniteltuja kiinnityspisteitä esimerkiksi julkisivun huoltoon tarvittavan huoltotason riiputtamista varten.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt isoissa kokoontumisrakennuksissa:**

- Yleensä rakennus on varustettu automaattisella paloilmoittimella tai automaattisella sammutuslaitteistolla.
- Savunpoisto toteutettu uloskäytävistä ja laajoista avotiloista, lisäksi kellaritiloista erilliset savunpoistoratkaisut.
- Kellarikerrokseen on olemassa uudemmissa rakennuksissa erillinen sammutusreitti.
- Alkusammutuskalustoa yleensä poistumisreittien läheisyydessä.
- Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike yleensä paloilmoitinkeskuksen tai jonkun hyökkäysreitin läheisyydessä, ilmanvaihdon pysäytys vasta, kun palavat tilat on evakuoitu.
- Katolle on pääsy ulko- ja sisäkautta, ullakolle pääsy yleensä sisäkautta.
- Tapauskohtaisesti voi olla sammutusvesiputkistoja katolle.
- Pelastustiet isoissa rakennuksissa vähintään toiselle sivulle.

## Isojen kokoontumisrakennusten tyypilliset rakenteet

### Perustukset

Isoissa rakennuksissa on yleensä kellaritiloja maantasossa olevan kerroksen alla. Perustukset on yleisimmin tehty maanvaraisina perustuksina kellaritilojen alapuolelle betonirakenteisina. Kellaritilojen lattiat ovat normaalisti maanvaraisia betonilattioita, joiden alla voi olla palavia eristeitä maata vasten. Kellarittomissa rakennuksissa on yleensä maanvaraiset betonirakenteiset perustukset. Kellarittomissa rakennuksissa voi olla myös tuuletettuja alapohjarakenteita (rossipohja), ja niissä on tuulettuva ontelotila lattiarakenteen alla.

### Kantava runko

Näissä rakennuksissa voi olla tehty pilari-palkki-laatta-järjestelmän runkoja, joissa on suuria yhtenäisiä vapaita tiloja. Näissä runkorakenteet ovat yleisimmin liimapuu-, kertopuu- tai betonirakenteisia riippuen paloluokasta ja runkorakenteesta.

Rakennuksissa voi olla myös runkorakenteena teräsrunko, joka on suojattu paloa vastaan P2- ja P1-luokan rakennuksissa. Isojen kokoontumistilojen yhteydessä olevissa sivutiloissa, kuten toimisto- tai sosiaalitiloissa, runko on tehty kerrostalorungon kaltaisesti. Kantavina rakenteina toimivat rakennuksen sisällä läpi rungon menevät seinälinjat. Ne ovat yleisimmin joko tiilestä muurattuja, paikallavalettuja betoniseiniä tai betonielementtejä. Ulkoseinärakenteet eivät yleensä toimi näissä kantavina rakenteina.

Seinäpinnat voivat olla pienemmissä, alle 300 m$^2$:n palo-osastoissa P1-luokan rakennuksissa puun kaltaisesti palossa käyttäytyvää materiaalia. Suurissa P1-luokan rakennusten palo-osastoissa ja P2-luokan rakennuksissa ne ovat yleensä palamattomia tai vaikeasti syttyviä. Jos isojen P1- ja P2-luokan rakennusten alla on laajoja avotiloja, esimerkiksi parkkihalleja, niissä on yleensä pilari-palkkirunko kyseisellä alueella.

**Ulkoseinärakenteet**

P3-luokan rakennuksissa pilari-palkkirungon päällä voi olla julkisivuverhouksena lauta tai metalliverhous. Ulkoseinän ja yläpohjan lämmöneristeinä on voitu käyttää kaikkia eristemateriaaleja, ja myös palavat eristeet ja tuulensuojamateriaalit julkisivun tuuletusraossa ovat sallittuja. Näissä rakennuksissa on myös voitu käyttää sandwich-elementtejä, joissa rakenteena on pelti-eriste-pelti.

Normaalisti P1- ja P2-paloluokan rakennusten julkisivujen palamattomat rakenteet ovat betoni-, tiili- tai teräspintaisia. Ulkoseinärakenteissa olevat lämmöneristeet ovat pääosin palamattomia. Jos on käytetty palavia lämmöneristeitä, ne on suojaverhoiltu paloa vastaan seinien sisälle esimerkiksi levyrakenteilla tai rappauksella. 1970- ja 80-luvun betonielementtirakenteisissa rakennuksissa voi olla ulkoseinärakenteena sandwich-elementti, jossa on kahden betonikuoren välissä eriste. Se voi olla myös palava.

**Välipohjarakenteet**

Jos rakennus on P3-luokkainen, se voi olla vain yksikerroksinen. P1- ja P2-luokan rakennuksissa välipohjat ovat yleensä betonirakenteisia, joko paikalla valettuja umpibetonilaattoja tai elementtirakenteisia ontelolaattoja. Normaalisti niiden sisällä ei ole palavia rakennekerroksia. Ontelolaattojen onteloihin on saatettu asentaa esimerkiksi LVIS-tekniikkaa. Jos rakennus on tehty teräsrungolla, niissä saattaa olla suojattu teräsrunko välipohjarakenteissa. Vanhoissa, ennen vuotta 1976 rakennetuissa rakennuksissa välipohjarakenteiden sisällä voi olla ontelotiloja ja palavia eristemateriaaleja. Sisäkattopinnat ovat näissä rakennuksissa lähes kaikissa tiloissa yleensä palamattomia tai vaikeasti syttyviä.

**Yläpohja- ja vesikattorakenteet**

P3-luokkaisissa rakennuksissa, joissa on pilari-palkkirunko, vesikattoa kannattelevat pilareiden varassa olevat kattopalkit. Näiden varaan yleensä on laitettu katto-orret, joiden päällä on vesikatteen alusrakenteet. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti: huopakatteella yleensä umpilaudoitus ja pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet. Yläpohjan lämmöneristeinä ja lämmöneristeen yläpinnassa olevana tuulensuojapintana on voitu käyttää palavia materiaaleja.

P1- ja P2-luokkaisissa rakennuksissa, joissa on pilari-palkkirunko, on palkkien varassa suoraan kantavat betonilaatat tai muu kantava vesikattorakenne. Jos rakennuksessa ei ole ullakkotiloja eikä yläpohjan onteloa, lämmöneristeet ovat suoraan kantavan betonilaatan päällä. Sivutilojen osalla, joissa on ullakko tai ontelo, voi olla betonilaatan päälle tehdyt yläpohjan vesikattorakenteet, jotka on toteutettu yleensä puurakenteisina eikä niillä ole ollut palonkestovaatimuksia. Vesikaton rakenteina on yleisimmin 900–1200 mm:n jaolla oleva betonilaatan varaan tuettu puurunko tai puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot.

P1- ja P2-luokan rakennuksissa yläpohjan lämmöneristeet ovat yleensä palamattomia. Jos on käytetty palavia lämmöneristeitä, ne on suojaverhoiltu paloa vastaan yläpohjassa esimerkiksi levyrakenteilla tai rappauksella ja niissä on yleensä ullakkoon päin vaikeasti syttyvä pintakerros. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai

tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti: huopakatteella yleensä umpilaudoitus ja pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet. Jos rakennuksessa on tasakattorakenne, siinä ei yleensä ole onteloa, vaan eristeet ja bitumikate ovat suoraan betonilaatan päällä.

**Ilmanvaihto, sähkölaitteistot ja vesijohdot**

Isoissa kokoontumisrakennuksissa ilmanvaihto on toteutettu yleensä koneellisesti. Niiden laajoissa avotiloissa yleensä yhden kerroksen ilmanvaihtokanavisto on kokonaisuus. Sivutiloissa on yleisimmin yhteiskanavajärjestelmä, jossa huoneet ja sisäiset käytävätilat yhdistyvät samoihin kanaviin. Kerrosten väliset kanavat on yleensä sijoitettu palo-osastoituun pystykuiluun. Ilmanvaihtokonehuone on palo-osastoitu ullakon tasolla tai vesikatolla. Yhteiskanavajärjestelmissä on ilmanvaihtokanavissa sulkeutuvat palonrajoittimet palo-osastojen rajoilla. Muut kokoontumis- ja liiketilat on voitu yhdistää keskenään samaan keskusilmanvaihtoon, mutta ravintolakeittiöiden kohdepoistoilla on erilliset järjestelmät.

Porraskäytävien ilmanvaihtojärjestelmät on toteutettu erillisinä muista tiloista, millä pyritään ehkäisemään savun leviämistä uloskäytäviin. Kokoontumis- ja liiketilojen yhteydessä olevissa kellaritiloissa, teknisissä tiloissa, autosuojissa ja varastotiloissa on yleensä erilliset ilmanvaihtojärjestelmät. Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike on sijoitettu yleensä paloilmoitinkeskuksen läheisyyteen tai johonkin pelastuslaitoksen kanssa sovitulle sammutusreitille. Tarvittaessa ilmanvaihdon saa pysäytettyä hätäpysäytyspainikkeesta, ilmanvaihtokonehuoneesta, puhaltimilta tai sähköpääkeskuksesta. Ilmanvaihto tulisi palotilanteessa pysäyttää vasta, kun palavat tilat on evakuoitu tyhjäksi ihmisistä.

Näissä rakennuksissa on yleensä erillinen palo-osastoitu sähköpääkeskustila. Sähkökeskustilan sijainti on yleensä merkitty rakennuksessa ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa tilat voidaan tehdä virrattomaksi sähköpääkeskuksesta tietyn rakennuksen osan sähköryhmän kytkimestä tai koko rakennuksen pääkytkimestä. Kokoontumis- ja liikerakennuksissa voi olla myös varavoimajärjestelmiä, joilla turvataan kriittisten sähkölaitteiden toiminta. Silloin varavoima käynnistyy, kun sähköt katkaistaan sähköpääkeskuksen pääkytkimestä.

Rakennusten vesijohtojen pääsulut sijaitsevat yleensä lämmönjakohuoneessa, kattilahuoneessa tai erillisessä teknisessä tilassa. Lisäksi voi olla esimerkiksi kerroskohtaisia linjasulkuja. Koko rakennuksen pääsulun sijainti on yleensä merkitty ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa vesijohtojärjestelmän vuoto voidaan sulkea kerrosten linjasuluista, rakennuksen pääsulusta tai kadun varressa olevasta vesijohtoverkoston katusulusta.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen riskejä**

Isoissa kokoontumisrakennuksissa käytetään yleensä heikosti syttyviä pintoja, ja porrashuoneissa tulee olla vaikeasti syttyvät sisäpinnat, jotka hidastavat huonepalon kehittymistä ja palon leviämistä merkittävästi. Pienempien ja erityissuunniteltujen P0-paloluokan rakennusten mahdolliset palavatarvikkeiset sisäpinnat mahdollistavat nopeamman palon kehittymisen ja leviämisen.

Kerrososastointi ei ole kokoontumisrakennuksissa pakollista, ja niissä on usein avoporrasratkaisuja, isoja monikerroksisia tiloja, eritasossa olevia parvityyppisiä avotiloja, liukuportaita, kerrosten välisiä valokuiluja ja avohissiratkaisuja. Tämä mahdollistaa savun ja palon leviämisen nopeasti useamman kerroksen alueelle. Isoissa P1- ja P2-paloluokan rakennuksissa palo-osastokoot voivat olla suuria ja palo-osaston pinta-alaa on voitu kasvattaa, jos rakennuksessa on sprinklaus.

Kattotyöskentely palavan ullakkotilan tai ontelon päällä on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja heikon palonkestokyvyn takia. Palon leviämisen kannalta riskipaikkoja ovat ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat ylä- ja alapohjarakenteet. Laajoja, useiden tuhansien neliöiden ullakko- ja ontelotiloja on palo-osastoitu P1- ja P2- luokkaisissa rakennuksissa enintään 1600 $m^2$, millä pyritään rajoittamaan palon leviämistä. P3-luokkaisessa rakennuksessa ullakko on yleensä palo-osastoitu alapuolisten tilojen mukaan (enintään 400 $m^2$).

Palo voi levitä myös kerrosten välillä rikkoutuvien päällekkäisten ikkunoiden kautta sekä ylimmän kerroksen ikkunasta ullakolle. Leviämisriskiä aiheuttavat myös julkisivujen palavarakenteiset osat ja ulkoseinissä olevat palavat eristekerrokset ja tuuletusrakojen pinnat. Näissä rakennuksissa on usein niin sanottuja kaksoisjulkisivurakenteita, jotka saattavat muodostaa kerrosten välille yhtenäisen kuumia savukaasuja keräävän pystyhormin, jossa palo voi levitä ylöspäin. Kaksoislasirakenteisissa julkisivuissa voi olla myös lasien putoamisriski palotilanteissa.

Myös kerrosten ja eri tilojen välisten osastoivien rakenteiden liittymät, läpiviennit ja mahdolliset pystysuunnassa kerroksia läpäisevät tekniikkaroilot on varmistettava. Vanhemmissa rakennuksissa pystyroiloissa ei ole aina rajoitettu palon ja savun leviämistä kerroksittain. Huomioitava ja tiedusteltava on myös mahdollinen palon leviäminen ulkoseinärakenteiden tuuletusraoissa, ulkoseinärakenteiden sisällä, ulkopinnassa ja räystään kautta.

Palon leviämisen kannalta riskinä tiloissa ovat myös paljon tekniikkaa ja palokuormaa sisältävät niin sanottujen alaslaskettujen kattojen ontelo- ja tekniikkatilat käytävien katoissa ja isojen tilojen alakattorakenteissa. Palo voi levitä niiden kautta piilossa, ja palo-osastojen rajoilla nämä tulee varmistaa.

1970- ja 80-luvun betonielementtirakenteissa ulkoseinien sandwich-elementin välissä voi olla palava eristekerros, jonne palo voi levitä esimerkiksi ikkuna-, väliseinä- ja välipohjarakenteiden liittymien kautta. Elementtien palava eristekerros olisi pitänyt katkaista palamattomalla eristeellä palo-osastoinnin kohdalla. Jos katkoa ei ole tehty, palo voi levitä eristekerroksessa ylöspäin ja sivulle. Tämän ikäisissä rakennuksissa riskinä palotilanteissa voivat olla myös putoavat julkisivuelementit.

Huvi- ja taidetyyppisissä kokoontumistiloissa voi olla tapahtumiin liittyvää pyrotekniikkaa, kemikaaleja ja niihin liittyvää tilapäistä varastointia. Näitä tilapäisiä varastointitiloja ei ole välttämättä palo-osastoitu.

Ravintolatiloissa voi olla käytössä nestekaasutoimisia laitteita. Niihin voi liittyä nestekaasuputkistoja, yksittäisiä tiloissa olevia nestekaasupulloja ja rakennuksen ulkoseinustalla olevia pullokaappeja. Kiinteiden nestekaasuputkistojen tulisi olla merkittyjä. Kaasun virtauksen voi katkaista käyttölaitteelta tai pullolta, ja lisäksi kiinteissä putkistoissa voi olla kerros- tai palo-osastokohtaisia sulkuja.

Kauppakeskusten myymälätiloissa voi olla samassa palo-osastossa suuria määriä palavia nesteitä, jopa tuhansia litroja. Lisäksi myymälätiloissa voi olla erillisiä palo-osastoituja kemikaali-, ampumatarvike- ja ilotulitevarastoja.

Isoissa kokoontumisrakennuksissa voi olla asennettu katto- ja seinäpinnoille laajoja aurinkosähköjärjestelmiä, jotka on huomioitava pelastustoiminnassa. Aurinkopaneelit tuottavat vielä virtaa, vaikka järjestelmä olisikin erotettu rakennuksen sähköjärjestelmästä invertterin turvakytkimeltä. Aurinkosähköjärjestelmien tekniikka ja turvakytkimien sijainnit ovat tapauskohtaisia. Turvakytkimet voivat sijaita ulkona, invertterin luona tai sähköpääkeskuksessa.

Isoja kokoontumisrakennuksia on usein suunniteltu oletettuun palon kehittymiseen perustuen toiminnallista palonsuunnittelua käyttäen, eli ne ovat niin sanottuja. P0-luokan rakennuksia. Näissä rakennuksissa ei toimi normaalit paloluokan mukaiset lainalaisuudet ja palo-osastoinnin periaatteet. Kyseisissä rakennuksissa on käytetty tapauskohtaisia ratkaisuja. Näistä rakennuksista tulee olla hyvät kohdetiedot ja kohdekortti.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen vaaroja ovat muun muassa:**

- Kauppakeskuksissa erityisriskeinä metalliset hyllyt, sähkö- ja kaasutrukit, kemikaalit.
- Ravintolatiloissa voi olla kaasuja.
- Voi olla tapahtumiin liittyvää pyrotekniikkaa ja kemikaaleja.
- Katto-/seinäpinnoilla voi olla jännitteellisiä aurinkosähköjärjestelmiä (turvakytkimet).
- Jos erityissuunniteltu P0-kohde, oltava tarkat kohdetiedot.
- Vanhemmissa rakennuksissa voi olla riskirakenteena katon itsekantava profiilipelti.
- Sortumavaarallinen alue kokoontumis- ja liikerakennusten paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

## Mitkä rakenteet isoissa kokoontumisrakennuksissa voivat sortua palon vaikutuksesta?

- Vesikattorakenteet voivat pettää alta kattotyöskentelyssä.
- Alaslasketut katot sisäisillä käytävillä voivat romahtaa nopeasti.
- Palavassa tilassa olevat väli- tai yläpohjarakenteet voivat pudota savusukeltajien päälle ja kevyet väliseinät kaatua palon vaikutuksesta.
- Ullakolla liikuttaessa yläpohjarakenteet voivat pettää alta erityisesti palavan tilan lähellä, mutta muuallakin, jos ei liikuta huolto-/kulkusiltojen päällä.
- Julkisivujen teräs- ja lasirakenteet voivat aiheuttaa putoamisriskiä.

## Mitä erityispiirteitä on isoissa kokoontumisrakennuksissa palo-osastoinnin ja rakennuksessa tapahtuvan toiminnan kannalta? Miten ne vaikuttavat palon kehittymiseen/leviämiseen ja toimintaan palotilanteessa?

- Kerrososastointi ei ole pakollista, jolloin savut ja palo voivat levitä nopeasti useamman kerroksen alueelle.
- Laajoja, yhtenäisiä palo-osastoja, jotka mahdollistavat savun leviämisen.
- Sivutiloissa usein pitkiä käytäviä, joissa paljon huoneita.
- Tiloissa voi olla avoparvityyppisiä ratkaisuja avoyhteydellä alapuolisiin tiloihin.

## Tärkeää

- Pienet rakennukset voivat olla P3-paloluokkaa, isot rakennukset paloluokkaa P2 tai P1 tai erityissuunniteltuja P0-luokkaisia.
- Ei pakollista kerrososastointia, joten savu voi levitä laajalle alueelle.
- Voi olla tapahtumiin liittyvää pyrotekniikkaa ja kemikaaleja, ja katto-/seinäpinnoilla voi olla jännitteellisiä aurinkosähköjärjestelmiä.
- Jos erityissuunniteltu P0-kohde, oltava tarkat kohdetiedot.
- Sortumavaarallinen alue kokoontumis- ja liikerakennusten paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

# 7.5 Tuotanto- ja varastorakennukset

## 7.5.1 Pienteollisuuskohteet

**Paloluokka**

Yksikerroksiset, muutamien satojen neliöiden suuruiset pienteollisuushallit ovat kaikki P3-luokan rakennuksia (kuva 124). Niissä ei ole varmuutta kantavien rakenteiden palonkestosta.

**Palo-osastointi**

Pienissä P3-luokan teollisuushalleissa ei yleensä ole palo-osastointia. Ullakkotiloja ei yleensä ole. Jos ullakko on, se on samaa palo-osastoa alapuolisen tilan kanssa. Laajemmat toimisto- ja sosiaalitilat sekä suuret varastotilat pitäisi olla palo-osastoitu erilleen tuotannosta. Jos hallissa on pienet toimisto- ja sosiaalitilat, niitä ei ole välttämättä osastoitu, ei aina varastotilojakaan. Kellaritiloja halleissa ei yleensä ole.

Jos rakennus on rakennettu neljä metriä lähemmäksi naapuritontin rajaa (rakennusten väli alle 8 metriä), naapurin suuntaan oleva seinä on palo-osastoitu. Lisäksi jos se on lähellä sellaisia pihamaalla olevia muita rakennuksia, jotka vaativat osastointia, on ne osastoitu myös muihin rakennuksiin päin (ks. luku 7.8). Jos rakennukset ovat rajalla täysin kiinni toisissaan tai niiden väli on alle neljä metriä, niiden väliin on rakennettu palomuuri.

**Kuva 124.** P3-luokan pieni teollisuushalli.

Jos palo-osastointia on tehty, ne ovat vähintään EI30-luokan puurunkoisia kipsilevyseiniä tai tiilestä tai harkoista muurattuja kivirakenteisia seiniä.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt**

Uudemmissa pienteollisuushalleissa on yleensä ambulanssilla ajettava kevyempi pelastustieväylä etupihalle pääoven läheisyyteen. Raskaammalla kalustolla pääsee yleensä rakennuksen toiselle sivulle. Vanhemmissa halleissa ei välttämättä pääse kuin etupihalle.

Pienten teollisuushallien tuotanto- ja varastotilojen savunpoisto on yleensä toteutettu manuaalisesti avattavien korkeiden nosto-ovien ja ulkoseinillä olevien yläikkunoiden kautta. Vanhemmissa halleissa ylhäällä olevat savunpoistoikkunat on tarkoitettu rikottaviksi. Uusimmissa pienissä halleissa on jo tehty mekaanisesti avattavia ikkunoita. Korvausilmajärjestely on suunniteltu yleensä manuaalisesti avattavien ovien kautta. Toimisto- ja sosiaalitilojen savunpoistomahdollisuuksina toimivat normaalit ikkunat ja ulko-ovet.

Alkusammutuskalustona pienissä teollisuuskohteissa on yleisimmin vain käsisammuttimet. Niitä on sijoitettu ulko-ovien lähelle ja tuotannon riskipaikkoihin, esimerkiksi tulityöpisteisiin.

Vesikatolle pääsyä pienissä halleissa ei ole yleensä järjestetty, jos katolla ei ole huollettavia kohteita. Ullakolle on järjestetty pääsymahdollisuus joko ulko- tai sisäkautta vähintään 600 x 600 mm:n luukusta. Pelastustoiminnan varalle erikseen varmistettuja kiinnittäytymispisteitä ei hallien katoilla ole. Turvallisimpia kiinnittäytymispisteitä ovat mahdolliset kattokulkusillat tai lumiesteet.

**Pienteollisuushallien tyypilliset rakenteet**

**Perustukset**

Pienteollisuushallien perustukset on yleisimmin tehty maanvaraisina matalaperustuksina harkoilla ja betonilaatalla. Jos hallin alla on kellaritiloja, niiden lattiat ovat normaalisti maanvaraisia betonilattioita, joiden alla voi olla palavia eristeitä maata vasten.

**Kantava runko ja ulkoseinärakenteet**

Pienissä teollisuushalleissa kantavina seininä toimivat yleensä pitkät ulkoseinät, ja ne ovat puurunkoisia 600 mm:n jaolla tai teräskehärunkoisia, joissa kehien väli voi olla useita metrejä. Puu- tai teräsrungon päällä voi olla julkisivuverhouksena lauta- tai peltiverhous. Ulkoseinän ja yläpohjan lämmöneristeinä on voitu käyttää kaikkia eristemateriaaleja, ja myös palavat eristeet ovat sallittuja. Ulkoseinä- ja yläpohjarakenteina on usein käytetty pelti-eriste-pelti-elementtiä, joka on kiinnitetty suoraan puu- tai teräsrunkoon.

**Yläpohja- ja vesikattorakenteet**

Vesikaton kantavina rakenteina on yleisimmin 900–1200 mm:n jaolla olevat puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot, jotka ovat ulkoseinien varassa. Teräskehärakenteisissa halleissa kantavat teräskehät muutaman metrin välein ovat

yhtä rakennetta ulkoseinällä ja yläpohjarakenteessa. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti: huopakatteella yleensä umpilaudoitus ja pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet. Jos yläpohjassa on käytetty pelti-eriste-pelti-elementtiä, sen alla on valmistajan ohjeiden mukainen tukirakenne kattoristikoiden tai kehien päällä.

**Ilmanvaihto, sähkölaitteistot ja vesijohdot**

Pienteollisuushallit ovat yleisimmin yhtä palo-osastoa, joten ilmanvaihtojärjestelmissä ei ole juurikaan huomioitu palon ja savun leviämisen estämistä. Pienissä halleissa on yleisimmin painovoimainen ilmanvaihto, ja uudemmissa se voi olla myös koneellinen. Mahdollisten hitsaus- ja maalauspisteiden kohdepoistot ovat erillisiä muun tilan ilmanvaihdosta ja johdettu paloeristettyinä ulos. Jos hallissa on palo-osastoituja tiloja, näissä on erilliset ilmanvaihtojärjestelmät tai palo-osastoinnissa on huomioitu kanavissa olevilla sulkeutuvilla palonrajoittimilla. Pienten hallien koneellisille ilmanvaihtojärjestelmille ei ole yleensä erillisiä hätäseis-kytkimiä. Tarvittaessa ilmanvaihdon saa pysäytettyä ilmanvaihtokoneelta tai sähköpääkeskuksesta.

Rakennuksen sähköpääkeskus on sijoitettu yleensä hallitilan sisäpuolelle ulkoseinälle tai erilliseen tekniseen tilaan. Sähkökeskuksen sijaintia ei ole merkitty lainkaan. Tarvittaessa palotilanteessa rakennus voidaan tehdä virrattomaksi sähköpääkeskuksen pääkytkimestä.

Pienteollisuushallien vesijohtojen pääsulut voivat sijaita hallin sisätiloissa missä vain. Yleisimmin ne sijaitsevat lämmönjakohuoneessa, kattilahuoneessa, erillisessä teknisessä tilassa tai wc-tilassa. Sijaintia ei ole merkitty rakennuksessa ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa vesijohtojärjestelmän vuoto voidaan sulkea rakennuksen pääsulusta tai kadun varressa olevasta vesijohtoverkoston katusulusta.

**Ilmanvaihto, sähköpääkeskus ja vesijohdon pääsulku pienteollisuushalleissa:**

- Ilmanvaihdossa ei ole yleensä erityisiä järjestelyjä palon ja savun leviämisen estämiseksi.
- Sähköpääkeskuksen sijainti vaihtelee, ei ole merkitty rakennuksessa ulospäin.
- Vesijohdon pääsulun sijainti vaihtelee, ei ole merkitty rakennuksessa ulospäin.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen riskejä**

Teollisuushalleissa kattotyöskentely palavan tilan päällä on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja heikon palonkestokyvyn takia. Myös koko hallin runko voi palossa sortua nopeasti ja varoittamatta, varsinkin teräsrakenteisissa halleissa. Puurunkoisten hallien kantavat rakenteet eivät ole niin arvaamattomia, mutta niissäkin vesikaton alusrakenteet voivat pettää nopeasti. Hallin koko runko voi palon vaikutuksesta myös nurjahtaa eli kaatua sivusuunnassa kasaan sivutuennan pettäessä.

Palon leviämisen kannalta riskipaikkoja ovat ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat yläpohjarakenteet. Huomioitava ja tiedusteltava on myös mahdollinen palon leviäminen palavissa eristeissä, ulkoseinärakenteiden tuuletusraoissa, ulkoseinärakenteiden sisällä, ulkopinnassa ja räystään kautta. Erityisesti palavaeristeisten pelti-eriste-pelti-elementtien sisällä mahdollisesti leviävä palo on huomioitava. Lisäksi on huomioitava mahdollinen palon ja savun leviäminen ilmanvaihto- ja kohdepoistokanavien kautta palaviin ulkoseinärakenteisiin ja erityisesti ullakolle.

Erityisriskeinä pienteollisuuskohteiden pelastustoiminnassa on huomioitava hallien suuri palokuorma sekä mahdolliset kaasupullot ja palavat nesteet. Kemikaalien määrää ja laatua ei voi varmuudella tietää, eikä niitä ole aina merkitty varoitusmerkinnöillä ulospäin. Hallissa voi olla lisäksi nestekaasu-, diesel-, bensiini- tai sähkökäyttöisiä trukkeja tai muita pienkoneita.

Suuri sähkölaitteiden ja -asennusten määrä pinta-asennuksina, voimavirta ja palossa vielä mahdollisesti pyörivät työstökoneet aiheuttavat riskejä pelastajille. Pelastussukellustilanteessa on putoamisvaaroja mahdollisiin huoltomonttuihin. Loukkaantumisvaaraa aiheuttavat terävät kappaleet sekä korkeiden teräsrakenteisten varastohyllyjen pettäminen ja niiltä putoavat tavarat.

Puuntyöstöteollisuudessa on pölyräjähdysriskejä hallin sisällä pölyisissä tiloissa, purun- ja pölynpoistokanavissa, ulkona siilorakenteissa tai sisätiloissa olevissa pienemmissä purunpoistoyksiköissä.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen vaaroja ovat muun muassa:**

- Pienteollisuushallien kantavat rakenteet terästä tai puuta, voivat sortua nopeasti.
- Ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat ylä- ja alapohjarakenteet.
- Huomioitava mahdolliset peltipintaiset palavaeristeiset elementit ulkoseinissä ja katossa.
- Mahdollinen palon ja savun leviäminen ilmanvaihto- ja kohdepoistokanavien kautta.
- Runsaasti palokuormaa, kaasupullot, palavat nesteet, trukit ja pienkoneet, sähkölaitteet, työstökoneet, paljon voimavirtaa.
- Varottava putoavia tavaroita, huoltomonttuja, teräviä särmiä ja metallisia varastohyllyjä.
- Puuntyöstöteollisuudessa purun- ja pölynpoistojärjestelmien siilojen ja kanavien pölyräjähdysriskit.
- Kattotyöskentely on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja kestokyvyn takia.
- Sortumavaarallinen alue pienten teollisuushallien paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

## Tärkeää

- Pienteollisuushallit ovat yleensä P3-paloluokan rakennuksia.
- P3-luokan pienteollisuushalleissa palo-osastointia ei yleensä ole.
- Huomioitava mahdolliset peltipintaiset palavaeristeiset elementit ulkoseinissä ja katossa.
- Runsaasti palokuormaa, kaasupullot, palavat nesteet, trukit ja pienkoneet, sähkölaitteet, työstökoneet, paljon voimavirtaa.
- Sortumavaarallinen alue pienten teollisuushallien paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

## Mitkä rakenteet pienissä teollisuushalleissa voivat palon vaikutuksesta sortua herkimmin?

## Mitä erityispiirteitä niissä on palon leviämisen ja pelastustoiminnan kannalta?

- Palavan tilan päällä olevat kattorakenteet voivat pettää alta kattotyöskentelyssä.
- Teräsrakenteiset hallit saattavat sortua äkillisesti ja varoittamatta.
- Koko halli voi nurjahtaa sivulle sivutuennan pettäessä.
- Palavat eristeet ulkoseinissä ja yläpohjarakenteissa voivat levittää paloa nopeasti.
- Huomioi pelastussukelluksessa teollisuushallien erityisriskit.

### 7.5.2 Suuret tuotanto- ja varastorakennukset

**Paloluokka**

Suurien teollisuuskohteiden paloluokka on yleisimmin P2 tai P1. Pääosin yksikerroksisena iso teollisuuskohde voi olla tehty myös P3-luokan rakennuksena. Yksikerroksisten suurtenkaan teollisuushallien paloluokkaa ei voi päätellä ulkoapäin (kuvat 125 ja 126). Ne voidaan tehdä mihin tahansa paloluokkaan, mutta palo-osastoidaan vain pienemmiksi palo-osastoiksi heikommissa paloluokissa.

Kantavien rakenteiden palonkesto on rakennuksen paloluokan mukaisesti R60–R120 (P1), R30 (P2) tai R0 (P3). Jos rakennuksessa on käytetty säädösten sallimat sammutuslaitteiston ja palamattomien rakenteiden lievennykset hyväksi, rakenteiden palonkestoa on voitu myös pienentää.

Näiden syiden vuoksi suurista teollisuuskohteista tulee olla hyvät kohdetiedot ja kohdekortti.

**Palo-osastointi**

Suuret tuotantokohteet on palo-osastoitu järeillä palomuurityyppisillä pinta-alaosastoivilla seinillä rakennuksen paloluokasta ja sisäisestä

**Kuva 125.** Suuri teollisuushalli.

**Kuva 126.** Suuri teollisuushalli.

suojauksesta riippuen (paloilmoitin tai sprinklaus) 2 000–60 000 m²:n kokoisiin palo-osastoihin. Näiden suurten, järeiden palo-osastojen sisällä voi olla vielä muuta kevyemmin tehty osastointi, esimerkiksi käyttötapaosastointi.

Järeät pinta-alaosastoinnit on toteutettu palomuurimaisesti. Ne ovat täysin läpitulevia, ja niissä on vesikaton ylitykset ja ulkoseinien levitykset. Rakenteet ovat luokaltaan rakennuksen paloluokasta ja suojauksesta riippuen EI-M 60–EI-M 120, ja ne on toteutettu yleisimmin massiivisina tiili-, harkko- tai betoniseininä.

Jos rakennuksessa on ullakko tai yläpohjan ontelo, se on palo-osastoitu P1- ja P2-luokan rakennuksissa omaksi palo-osastoksi alapuolisista tiloista. Laajat ullakkotilat on lisäksi voitu osastoida pinta-alan perusteella useammaksi palo-osastoksi. P3-luokan rakennuksissa ullakkotila on samaa palo-osastoa alapuolisen tilan kanssa.

Laajemmat toimisto- ja sosiaalitilat sekä suuret varastotilat pitäisi olla palo-osastoitu erilleen tuotannosta. Kellaritiloja halleissa ei yleensä ole. Jos niitä on, ne ovat yleensä erityistiloja, jotka on palo-osastoitu. Uloskäytävänä toimivat porrashuoneet on palo-osastoitu. Muina palo-osastoituina tiloina näissä rakennuksissa voivat olla maalaamot, kattilahuoneet, öljysäiliötilat, muut polttoainevarastot, ilmanvaihtokonehuoneet ullakon ja vesikaton tasolla sekä sähköpääkeskustilat. Erityisvarastotilat, kuten kemikaalivarastot, kaasuvarastot ja trukkien latauspisteet, on yleensä palo-osastoitu.

Jos rakennus on rakennettu neljä metriä lähemmäksi naapuritontin rajaa (rakennusten väli alle 8 metriä), naapurin suuntaan oleva seinä on palo-osastoitu. Lisäksi jos se on lähellä sellaisia pihamaalla olevia muita rakennuksia, jotka vaativat osastointia, on ne osastoitu myös muihin rakennuksiin päin (ks. luku 7.8). Jos rakennukset ovat rajalla

täysin kiinni toisissaan tai niiden väli on alle neljä metriä, niiden väliin on rakennettu palomuuri.

Paloa osastoivat rakenteet ovat palonkestoltaan normaalisti P3- ja P2-luokan rakennuksissa EI 30 ja P1-luokan rakennuksissa vähintään EI 60. P1-luokan rakennuksissa isompien palokuormien tiloissa (esimerkiksi irtaimistovarastotilat) ja kellarikerroksissa ne voivat olla enemmänkin, EI90 tai EI120. Osastoivat seinät voivat olla puu- tai teräsrankarunkoisia villatäytteisiä kipsilevyseiniä tai tiilestä muurattuja, paikallavalettuja betoniseiniä tai betonielementtejä. Näissä rakennuksissa voi olla osastoivina seinärakenteina myös peltipintaisia, villaeristeisiä elementtejä.

**Palo-osastointi suurissa tuotanto- ja varastorakennuksissa:**

- Yleensä suuria tuhansien neliöiden pinta-aloja, jotka on osastoitu järeillä palomuurityyppisillä rakenteilla ja niiden pinta-alojen suuruutta on kompensoitu paloilmoittimella tai sammutuslaitteistolla.
- P1- ja P2-luokan halleissa ullakko osastoitu kerroksesta, jos sellainen on.
- Toimisto- ja sosiaalitilat sekä varastot pyritty osastoimaan tuotannosta.
- Kattilahuoneet, maalaamot, IV-konehuone, sähkötilat, tekniset tilat osastoitu.
- Kaasu-, maali- ja kemikaalivarastot osastoitu.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt**

Uudempien teollisuusrakennusten tonteilla raskaalla kalustolla pääsee yleensä vähintään rakennuksen toiselle sivulle ja pääovien läheisyyteen. Jos rakennuksessa on paloilmoitin- tai sammutuslaitteisto, pelastustieväylä on suunniteltu yleensä niiden läheisyyteen saakka. Lisäksi jos tontilla on sisäisiä vesiasemia, on niiden lähelle pelastustieväylät. Huolto- ja tavaraliikenteen vuoksi näissä pääsee usein ajamaan raskaalla kalustolla myös rakennuksen ympäri. Vanhemmissa rakennuksissa pelastusteitä ei ole välttämättä huomioitu samalla tasolla.

Suurten tuotantokohteiden sisäinen palotekninen suojaus voi olla pelkkä alkusammutuskalusto, automaattinen hätäkeskukseen kytketty paloilmoitinjärjestelmä tai automaattinen sammutuslaitteisto. Kohdesuojauksina voi olla myös kaasusammutuslaitteistoja esimerkiksi sähkötiloissa, ohjaamo- ja ristikytkentätiloissa tai ICT-tiloissa. Myös tuotantoprosessin eri osissa voi olla kohdesuojausjärjestelmiä.

Laitteistojen antamien paloilmoitusten ja keskuksilla olevien paikantamiskaavioiden avulla alkavan palon sijainti rakennuksessa voidaan paikantaa vähintään palo-osaston tai uudemmissa järjestelmissä tilan tarkkuudella. Rakennuksessa olevan sprinklerikeskuksen ja savunpoiston ohjauskeskuksen sijainnit on merkitty paikantamiskaavioihin ja mahdolliseen kohdekorttiin. Sprinklerikeskus on aina miehitettävä sprinklerilaitteiston hälyttäessä. Laitteistojen keskusten sijainnit on myös opastettu kohteissa rakennuksen ulko- ja sisäpuolella.

Alkusammutuskalustoa on yleensä avotiloissa noin 30 metrin välein ja sivutilojen käytävillä. Lisäksi alkusammutuskalustoa voi olla tuotannon riskipaikoissa, esimerkiksi tulityöpisteissä. Yleisimmin alkusammutuskalustona ovat yhdistelmäkaapit, joissa on pikapaloposti ja käsisammutin. Ne sijaitsevat yleensä poistumisreittien läheisyydessä ja muuten keskeisillä paikoilla. Sijoituspaikat on opastettu kilpimerkinnöillä. Pienemmissä rakennuksissa voi olla pelkät käsisammuttimet. Niitä voi hyödyntää esimerkiksi alkusammutustiedustelussa.

Isommissa avotiloissa on yleensä järjestetty savunpoistolle erityisratkaisuja painovoimaisesti tai koneellisesti. Laajoissa tiloissa voi olla toteutettu myös savulohkojakoa palo-osaston sisällä. Isojenkin hallien reuna-alueilla savunpoisto on voitu toteuttaa manuaalisesti avattavien korkeiden nosto-ovien ja ulkoseinillä olevien yläikkunoiden kautta. Hallin keskiosalla on niissäkin savunpoistoluukkuja. Vanhemmissa halleissa nämä ylhäällä olevat savunpoistoikkunat on tarkoitettu rikottaviksi. Uusimmissa halleissa on jo tehty mekaanisesti avattavia ikkunoita.

Savunpoisto pienemmissä sivutiloissa, kuten sosiaali- ja toimistotiloissa, on yleensä toteutettu normaalien ikkuna- ja oviaukkojen kautta. Osastoiduissa porraskäytävissä on erilliset savunpoistoikkunat tai -luukut, jotka ovat yleisimmin avattavissa sisääntulotasolta. Kellaritiloista on erilliset

savunpoistoratkaisut ikkunoista, luukkujen kautta tai koneellisesti.

Korvausilmajärjestelyt on suunniteltu rakennuskohtaisesti. Suuremmissa rakennuksissa on yleensä erillinen savunpoiston ohjaus- tai laukaisukeskus, jonka yhteydessä on toimintaohjeet ja kaaviot savunpoiston käyttöön.

Katoille ja ullakolle on pääsymahdollisuus yleensä kiinteillä talotikkailla ja kulkusilloilla, jos katolla on huollettavia kohteita. Ne on tarkoitettu kiinteistönhuoltoa varten, eikä niitä ole varmistettu pelastustoiminnan varalle. Lisäksi toinen pääsymahdollisuus korkeammissa rakennuksissa sekä ullakolle että vesikatolle voi olla sisäkautta, yleensä porraskäytävän ylätasolta palo-ovesta tai ylemmän kerroksen tilojen kautta. Ullakolla on järjestetty pääsymahdollisuus jokaiseen ullakon palo-osastoon, joko palo-ovien tai vähintään 600 x 600 mm:n luukkujen kautta. Tapauskohtaisena vaatimuksena isoissa teollisuuskohteissakin voi olla kiinteitä sammutusvesiputkistoja katolle, laajoissa kattopinta-aloissa useampia.

Laajoihin kellaritiloihin on toteutettu uloskäytävistä erillinen sammutusreitti vuoden 1981 jälkeen rakennetuissa rakennuksissa. Vanhemmissa rakennuksissa kellarikerroksen tiloihin ei ole välttämättä muuta sammutusreittiä kuin uloskäytävänä toimiva porraskäytävä.

Pelastustoiminnan varalle erikseen varmistettuja kiinnittäytymispisteitä ei vanhempien isompienkaan rakennusten katoilla yleensä ole. Turvallisimpia kiinnittäytymispisteitä ovat kattokulkusillat ja lumiesteet. Uusimmissa isoissa rakennuksissa voi olla vesikatolla myös suunniteltuja kiinnityspisteitä esimerkiksi julkisivun huoltoon tarvittavan huoltotason riiputtamista varten.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt suurissa tuotanto- ja varastorakennuksissa:**

- Savunpoistojärjestelyt on toteutettu kohteissa yleensä painovoimaisesti savunpoiston ohjauskeskukselta avattavien savunpoistoluukkujen avulla.
- Vanhemmissa halleissa voi rikottavia yläikkunoita ja katolta käsin avattavia luukkuja.
- Suuret palo-osastot on jaettu useampaan savulohkoon, savunpoistomahdollisuus lohkokohtaisesti.
- Alkusammutuskalustona yleensä pika- ja seinäpalopostit täydennettyinä käsisammuttimilla, voi hyödyntää alkusammutustiedustelussa.
- Isoissa teollisuuskohteissa voi olla kuivia, kiinteitä sammutusvesiputkistoja katolle.
- Ilmanvaihto yleensä keskitetysti konehuoneissa tai katolla olevilla puhaltimilla.
- Katolle pääsy yleensä ulkokautta, korkeissa kohteissa voi olla myös sisäkautta.

**Suurten teollisuuskohteiden tyypilliset rakenteet**

**Perustukset**

Teollisuushallien perustukset on yleisimmin tehty maanvaraisina matalaperustuksina harkoilla, valetulla sokkelipalkilla ja betonilaatalla. Hallissa voi olla myös kantava, tuuletettu alapohjarakenne esimerkiksi paalujen varaan tuetuilla sokkelipalkeilla ja ontelolaatoilla toteutettuna. Jos hallin alla on kellaritiloja, niiden lattiat ovat normaalisti maanvaraisia betonilattioita. Kaikkien alapohjarakenteiden alla voi olla palavia eristeitä maata vasten.

**Kantava runko**

Isoissa teollisuuskohteissa on yleisimmin tehty pilari-palkki-järjestelmän runkoja, joissa on suuria yhtenäisiä vapaita tiloja. Näissä runkorakenteet ovat yleisimmin liimapuu-, kertopuu- tai betonirakenteisia riippuen paloluokasta ja runkorakenteesta. Rakennuksissa voi olla myös teräsrunko, joka on suojattu paloa vastaan P2- ja P1-luokan rakennuksissa niiden vaatimusten mukaisesti. P3-luokan rakennuksissa teräsrunko voi olla suojaamaton, eikä muillakaan runkorakenteilla ole varmistettua palonkestoa.

Teollisuushallien yhteydessä olevissa sivutiloissa, kuten toimisto- tai sosiaalitiloissa, runko voi olla tehty myös kerrostalorungon kaltaisesti. Kantavina rakenteina toimivat rakennuksen sisällä läpi rungon menevät seinälinjat. Ne ovat yleisimmin joko tiilestä muurattuja, paikallavalettuja betoniseiniä tai betonielementtejä. Ulkoseinärakenteet eivät yleensä toimi näissä kantavina rakenteina. P3-luokan hallien

kaksikerroksissa osissa runkorakenne voi olla myös omakotitalon kaltainen tavallinen puurunko ja sen varassa olevat välipohjakannakkeet.

Seinäpinnat voivat olla tuotantosuunnasta riippuen puun kaltaisesti palossa käyttäytyvää materiaalia kevyemmässä teollisuudessa. Vaarallisemman tuotantosuunnan teollisuudessa seinäpinnat ovat heikosti syttyvää materiaalia.

**Ulkoseinärakenteet**

P3-luokan rakennuksissa pilari-palkkirungon päällä voi olla julkisivuverhouksena lauta tai metalliverhous. Ulkoseinän ja yläpohjan lämmöneristeinä on voitu käyttää kaikkia eristemateriaaleja, ja myös palavat eristeet ja tuulensuojamateriaalit julkisivun tuuletusraossa ovat sallittuja. Näissä rakennuksissa on myös voitu käyttää ilman suojauksia puu- tai teräsrunkoon kiinnitettyinä sandwich-elementtejä, joissa rakenteena on pelti-eriste-pelti. Näissä eriste voi olla myös palavaa materiaalia.

Normaalisti P1- ja P2-paloluokan rakennusten julkisivujen palamattomat rakenteet ovat betoni-, tiili- tai teräspintaisia. Ulkoseinärakenteissa olevat lämmöneristeet ovat pääosin palamattomia. Jos on käytetty palavia lämmöneristeitä, ne on suojaverhoiltu paloa vastaan seinien sisälle esimerkiksi levyrakenteilla tai rappauksella. Näissäkin rakennuksissa on voitu käyttää puu- tai teräsrunkoon kiinnitettyinä sandwich-elementtejä, joissa rakenteena on pelti-eriste-pelti. P1- ja P2-luokan rakennuksissa tällaisen elementin palavan eristeen pitäisi olla suojattu. 1970- ja 80-luvun betonielementtirakenteisissa rakennuksissa voi olla ulkoseinärakenteena sandwich-elementti, jossa on kahden betonikuoren välissä eriste. Se voi olla myös palava.

**Välipohjarakenteet**

Myös P3-luokan isoissa teollisuushalleissa voi olla pienellä osalla kaksikerroksisia tiloja. Näissä välipohjarakenteet voivat olla puu-, teräs- tai betonirakenteisia, eikä niillä ole varmistettua palonkestoa. Välipohjarakenteiden sisällä voi olla palavia eristekerroksia tai palavapintaisia onteloita.

Laajemmat kaksikerroksiset rakennukset ovat P1- tai P2-luokkaisia. Niiden välipohjat ovat yleensä betonirakenteisia, joko paikalla valettuja umpibetonilaattoja tai elementtirakenteisia ontelolaattoja. Normaalisti niiden sisällä ei ole palavia rakennekerroksia. Ontelolaattojen onteloihin on saatettu asentaa esimerkiksi LVIS-tekniikkaa. Jos rakennus on tehty teräsrungolla, siinä saattaa olla suojattu teräsrunko välipohjarakenteissa. Vanhoissa, ennen vuotta 1976 rakennetuissa rakennuksissa välipohjarakenteiden sisällä voi olla ontelotiloja ja palavia eristemateriaaleja.

Sisäkattopinnat voivat olla tuotantosuunnasta riippuen puun kaltaisesti palossa käyttäytyvää materiaalia kevyemmässä teollisuudessa. Vaarallisemman tuotantosuunnan teollisuudessa seinäpinnat ovat heikosti syttyvää materiaalia.

**Yläpohja- ja vesikattorakenteet**

P3-luokkaisissa teollisuushalleissa, joissa on pilari-palkkirunko, vesikattoa kannattelevat pilareiden varassa olevat kattopalkit. Teräskehärakenteisissa halleissa kantavat teräskehät muutaman metrin välein ovat yhtä rakennetta ulkoseinällä ja yläpohjarakenteessa. Näiden varaan yleensä on laitettu katto-orret, joiden päällä on vesikatteen alusrakenteet.

Ullakollisten sivutilojen vesikaton kantavina rakenteina voi olla myös 900–1200 mm:n jaolla olevat puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot, jotka ovat ulkoseinien varassa. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai tiilikate.

Yläpohjan lämmöneristeinä ja lämmöneristeen yläpinnassa olevana tuulensuojapintana on voitu käyttää palavia materiaaleja.

Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti: huopakatteella yleensä umpilaudoitus ja pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet. Jos yläpohjassa on käytetty pelti-eriste-pelti-elementtiä, sen alla on valmistajan ohjeiden mukainen tukirakenne kattoristikoiden tai kehien päällä.

P1- ja P2-luokkaisissa rakennuksissa, joissa on betoni- tai puurakenteinen pilari-palkkirunko, on palkkien varassa suoraan kantavat betonilaatat tai muu kantava vesikattorakenne. Teräskehärakenteisissa halleissa kantavat teräskehät muutaman metrin välein ovat yhtä rakennetta ulkoseinällä ja yläpohjarakenteessa. Näiden varaan yleensä on laitettu katto-orret, joiden päällä on vesikatteen

alusrakenteet. Jos rakennuksessa ei ole ullakkotiloja eikä yläpohjan onteloa, lämmöneristeet ovat suoraan kantavan betonilaatan päällä tai palkkien ja tukirakenteiden varaan on asennettu suoraan sandwich-tyyppinen elementti.

Sivutilojen osalla, joissa on ullakko tai ontelo, voi olla betonilaatan päälle tehdyt yläpohjan vesikattorakenteet, jotka on toteutettu yleensä puurakenteisina eikä niillä ole ollut palonkestovaatimuksia. Vesikaton rakenteina on yleisimmin 900–1200 mm:n jaolla oleva betonilaatan varaan tuettu puurunko tai puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot. Jos sivutilojen osalla ei ole ullakkoa, niiden yläpohjarakenne voi olla perushallin rungon kaltainen.

P1- ja P2-luokan rakennuksissa yläpohjan lämmöneristeet ovat yleensä palamattomia. Jos on käytetty palavia lämmöneristeitä, ne on suojaverhoiltu paloa vastaan yläpohjassa esimerkiksi levyrakenteilla tai rappauksella ja niissä on yleensä ullakkoon päin vaikeasti syttyvä pintakerros. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti: huopakatteella yleensä umpilaudoitus ja pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet. Jos rakennuksessa on tasakattorakenne, siinä ei yleensä ole onteloa, vaan eristeet ja bitumikate ovat suoraan betonilaatan tai muun kattorakenteen päällä. Kattorakenteena on voitu käyttää myös sandwich-tyyppistä elementtiä.

**Ilmanvaihto, sähkölaitteistot ja vesijohdot**

Isoissa teollisuusrakennuksissa ilmanvaihto on toteutettu yleensä koneellisesti. Niiden laajoissa avotiloissa oleva ilmanvaihtokanavisto on yleensä yksi kokonaisuus. Sivutiloissa on yleisimmin yhteiskanavajärjestelmä, jossa huoneet ja sisäiset käytävätilat yhdistyvät samoihin kanaviin. Tuotantotiloissa voi olla pelkät poistopuhaltimet katolla tai ilmanvaihtokonehuone ullakon tasolla tai vesikatolla. Sivutiloissa voi olla omat koneet katolla tai oma ilmanvaihtokonehuone ullakolla tai vesikatolla. Sivutilojen ilmanvaihto on voitu myös yhdistää tuotantotilojen kanssa samaan konehuoneeseen. Jos tuotantotilat ja muut tilat on yhdistetty samaan järjestelmään, on niillä palo-osastoitu ilmanvaihtokonehuone. Jos järjestelmät ovat erilliset, voivat konehuoneet olla osastoimattomina omien tilojensa alueella. Yhteiskanavajärjestelmissä on ilmanvaihtokanavissa myös sulkeutuvat palonrajoittimet palo-osastojen rajoilla.

Porraskäytävien ilmanvaihtojärjestelmät on toteutettu erillisinä muista tiloista, millä pyritään ehkäisemään savun leviämistä uloskäytäviin. Teollisuushallien yhteydessä olevissa kellaritiloissa, teknisissä tiloissa ja erityisvarastotiloissa on yleensä erilliset ilmanvaihtojärjestelmät. Mahdollisten hitsaus- ja maalauspisteiden kohdepoistot ovat erillisiä muun tilan ilmanvaihdosta ja johdettu paloeristettyinä ulos.

Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike on sijoitettu yleensä paloilmoitinkeskuksen läheisyyteen tai johonkin pelastuslaitoksen kanssa sovitulle sammutusreitille. Tarvittaessa ilmanvaihdon saa pysäytettyä hätäpysäytyspainikkeesta, ilmanvaihtokonehuoneesta, puhaltimilta tai sähköpääkeskuksesta. Teollisuuskohteiden palotilanteissa ilmanvaihto tuotantotiloissa kannattaisi pysäyttää savuvahinkojen ehkäisemiseksi mahdollisimman nopeasti. Toimisto- ja sosiaalitilojen osalta ilmanvaihto tulisi palotilanteessa pysäyttää vasta, kun palavat tilat on evakuoitu tyhjäksi ihmisistä.

Näissä rakennuksissa on yleensä erillinen palo-osastoitu sähköpääkeskustila. Sähkökeskustilan sijainti on yleensä merkitty rakennuksessa ulospäin. Lisäksi sähköjärjestelmässä voi olla alakeskuksia tuotantotiloissa eri alueilla. Tarvittaessa palotilanteessa tilat voidaan tehdä virrattomaksi sähköpääkeskuksesta tietyn rakennuksen osan sähköryhmän kytkimestä tai koko rakennuksen pääkytkimestä tai tietyn tuotanto-osan alakeskukselta. Isoissa tuotantokohteissa sähköjä ei voi yleensä katkaista varmistamatta hallittua tuotantoprosessien alasajoa ensin. Tähän tarvitaan yleensä avuksi tuotannon ohjaushenkilöstö. Teollisuusrakennuksissa voi olla myös varavoimajärjestelmiä, joilla turvataan kriittisten sähkölaitteiden toiminta. Silloin varavoima käynnistyy, kun sähköt katkaistaan sähköpääkeskuksen pääkytkimestä.

Rakennusten vesijohtojen pääsulut sijaitsevat yleensä lämmönjakohuoneessa, kattilahuoneessa,

erillisessä teknisessä tilassa tai hallin sisätiloissa. Lisäksi voi olla esimerkiksi rakennusosa- tai kerroskohtaisia linjasulkuja. Koko rakennuksen pääsulun sijainti on yleensä merkitty ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa vesijohtojärjestelmän vuoto voidaan sulkea linjasuluista, rakennuksen pääsulusta tai kadun varressa olevasta vesijohtoverkoston katusulusta.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen riskejä**

Teollisuushalleissa kattotyöskentely palavan tilan päällä on aina riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja heikon palonkestokyvyn takia. Myös koko hallin runko voi palossa sortua nopeasti ja varoittamatta tiukempienkin paloluokan rakennuksissa, varsinkin teräsrakenteisissa halleissa. Puurunkoisten hallien kantavat rakenteet eivät ole niin arvaamattomia, mutta niissäkin vesikaton alusrakenteet voivat pettää nopeasti. Hallin koko runko voi palon vaikutuksesta myös nurjahtaa eli kaatua sivusuunnassa kasaan suojausten ja sivutuennan pettäessä.

Palon leviämisen kannalta riskipaikkoja ovat ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat ylä- ja alapohjarakenteet. Laajoja, useiden tuhansien neliöiden ullakko- ja ontelotiloja on palo-osastoitu P1- ja P2-luokkaisissa rakennuksissa enintään 1600 m$^2$, millä pyritään rajoittamaan palon leviämistä. P3-luokkaisessa rakennuksessa ullakko on yleensä palo-osastoitu alapuolisten tilojen mukaan (enintään 400 m$^2$).

Huomioitava ja tiedusteltava on myös mahdollinen palon leviäminen palavissa eristeissä, ulkoseinärakenteiden tuuletusraoissa, ulkoseinärakenteiden sisällä, ulkopinnassa ja räystään kautta. Erityisesti palavaeristeisten pelti-eriste-pelti-elementtien sisällä mahdollisesti leviävä palo on huomioitava. Lisäksi on huomioitava mahdollinen palon ja savun leviäminen ilmanvaihto- ja kohdepoistokanavien kautta palaviin ulkoseinärakenteisiin ja erityisesti ullakolle.

Isoissa teollisuushalleissa käytetään vaarallisemmissa tuotantosuunnissa yleensä heikosti syttyviä pintoja, ja porrashuoneissa tulee olla vaikeasti syttyvät sisäpinnat, jotka hidastavat huonepalon kehittymistä ja palon leviämistä merkittävästi. Kevyemmän tuotantosuunnan rakennusten mahdolliset palavatarvikkeiset sisäpinnat mahdollistavat nopeamman palon kehittymisen ja leviämisen.

Kerrososastointi ei ole tuotantotiloissa pakollista, ja niissä on usein eri tasossa olevia palo-osastoimattomia parvityyppisiä varasto-, huolto- ja prosessin ohjaustiloja. Tämä mahdollistaa savun ja palon leviämisen nopeasti koko alueelle. Teollisuusrakennukset ovat korkeita, palo-osastokoot voivat olla suuria ja palo-osaston pinta-alaa on voitu kasvattaa, jos rakennuksessa on sprinklaus.

Eri tilojen välisten palo-osastoivien rakenteiden liittymät, läpiviennit ja mahdolliset pysty- ja vaakasuunnassa osastointia läpäisevät tekniikka-asennukset on varmistettava. Huomioitava ja tiedusteltava on myös mahdollinen palon leviäminen ulkoseinärakenteiden tuuletusraoissa, ulkoseinärakenteiden sisällä, ulkopinnassa ja räystään kautta.

Palon leviämisen kannalta riskinä sivutiloissa ovat myös paljon tekniikkaa ja palokuormaa sisältävät ontelo- ja tekniikkatilat käytävien alakattorakenteissa. Palo voi levitä niiden kautta piilossa, ja palo-osastojen rajoilla nämä tulee varmistaa.

1970- ja 80-luvun betonielementtirakenteissa ulkoseinien sandwich-elementin välissä voi olla palava eristekerros, jonne palo voi levitä esimerkiksi ikkuna-, väliseinä- ja välipohjarakenteiden liittymien kautta. Elementtien palava eristekerros olisi pitänyt katkaista palamattomalla eristeellä palo-osastoinnin kohdalla. Jos katkoa ei ole tehty, palo voi levitä eristekerroksessa ylöspäin ja sivulle. Tämän ikäisissä rakennuksissa riskinä palotilanteissa voivat olla myös putoavat julkisivuelementit.

Erityisriskeinä teollisuuskohteiden pelastustoiminnassa on huomioitava hallien suuri palokuorma. Tämän vuoksi savunpoistojärjestelyt ovat pelastustoiminnassa tärkeässä roolissa. Tuotantoon liittyy myös erityisriskeinä mahdolliset kaasupullot, palavat nesteet ja muut kemikaalit. Kemikaalien määrää ja laatua ei voi varmuudella tietää, eikä niitä ole aina merkitty varoitusmerkinnöillä ulospäin. Tuotantotiloissa voi olla samassa palo-osastossa suuria määriä tuotannon tarvitsemia kemikaaleja. Lisäksi voi olla erillisiä palo-osastoituja kemikaali-, maali- ja palavan nesteen varastoja.

Hallissa voi olla lisäksi nestekaasu-, diesel-, bensiini- tai sähkökäyttöisiä trukkeja tai muita pienkoneita.

Tuotantoprosessiin voi liittyä erilaisia kemikaali- ja kaasuputkistoja, yksittäisiä tiloissa olevia kaasupulloja ja rakennuksen ulkoseinustalla olevia kaasukeskuksia tai pullokaappeja. Kiinteiden kemikaaliputkistojen tulisi olla merkittyjä. Kemikaalien virtauksen voi katkaista käyttölaitteelta, pullolta, kaasukeskukselta tai kemikaalisäiliöltä. Lisäksi kiinteissä putkistoissa voi olla kerros-, palo-osasto- tai prosessikohtaisia sulkuja. Sulkujen pitäisi olla merkittyjä.

Suuri sähkölaitteiden ja -asennusten määrä pinta-asennuksina, voimavirta ja palossa vielä mahdollisesti pyörivät työstökoneet aiheuttavat riskejä pelastajille. Pelastussukellustilanteessa on putoamisvaaroja mahdollisiin huoltomonttuihin. Loukkaantumisvaaraa aiheuttavat terävät kappaleet, huolto- ja varastotasojen sekä korkeiden teräsrakenteisten varastohyllyjen pettäminen ja niiltä putoavat tavarat.

Puuntyöstöteollisuudessa on pölyräjähdysriskejä hallin sisällä pölyisissä tiloissa, purun- ja pölynpoistokanavissa, ulkona siilorakenteissa tai sisätiloissa olevissa pienemmissä purunpoistoyksiköissä. Kemikaali-, pintakäsittely- ja muoviteollisuudessa on myös vastaavan kaltaisia räjähdysriskejä ja räjähdysvaaralliseksi luokiteltuja alueita eri tuotannon osissa.

Isoista teollisuuskohteista tulee olla hyvät kohdetiedot ja kohdekortti.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen vaaroja ovat muun muassa:**

- P3-luokan hallien kantavat rakenteet voivat sortua nopeasti.
- Huomioitava myös P1- ja P2-luokan halleissa teräsrakenteiden sortumisriskit, jos palonkesto tehty esimerkiksi palosuojauksilla (kun suojaus pettää, voi sortua).
- Ullakkotiloja ei isommissa halleissa yleensä ole, huomioitava yläpohjan ontelot sekä ilmaraot esimerkiksi julkisivurakenteissa.
- Tiloissa runsaasti palokuormaa, sammutustyö vaatii runsaasti vettä ja savunpoistolla on sammutustyön tukena ratkaiseva merkitys, korvausilmajärjestelyt huomioitava.
- Huomioitava mahdolliset peltipintaiset palavaeristeiset elementit.
- Erityisriskeinä ovat kaasupullot, palavat nesteet, muut kemikaalit, trukit ja pienkoneet, sähkölaitteet ja työstökoneet, joissa on voimavirta.
- Jos tiloissa on kemikaaliputkistoja ja -säiliöitä, niissä pitäisi olla merkinnät ja sulut.
- Varottava putoavia tavaroita, huoltomonttuja, teräviä särmiä, metallisia korkeita varastohyllyjä sekä huolto- ja varastotasojen sortumista.
- Puuntyöstöteollisuudessa purun- ja pölynpoistojärjestelmien siiloissa ja kanavissa voi olla pölyräjähdysriski.
- Tuotannossa voi olla avonaisia kastoaltaita tai muita luokiteltuja EX-tiloja, joissa voi olla kemikaaleista johtuva räjähdysvaara.
- Kattotyöskentely on riskialtista teräsrakenteiden ja vesikaton sekundäärirakenteiden heikon kestokyvyn takia.
- Sortumavaarallinen alue isojen teollisuusrakennusten paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

## Tärkeää

- Suurempien yksikerroksisten teollisuuskohteiden paloluokkaa ei voi päätellä ulkoapäin.
- Yleensä suuria tuhansien neliöiden pinta-aloja, jotka on osastoitu järeillä palomuurityyppisillä rakenteilla, ja niiden pinta-alojen suuruutta on kompensoitu paloilmoittimella tai sammutuslaitteistolla.
- Huomioitava myös P1- ja P2-luokan halleissa teräsrakenteiden sortumisriskit, jos palonkesto tehty esimerkiksi palosuojauksilla (kun suojaus pettää, halli voi sortua).
- Erityisriskeinä ovat kaasupullot, palavat nesteet, muut kemikaalit, trukit ja pienkoneet, sähkölaitteet ja työstökoneet, joissa on voimavirta.
- Sortumavaarallinen alue isojen teollisuusrakennusten paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

**Mitkä rakenteet isommissa teollisuusrakennuksissa voivat sortua palon vaikutuksesta?**

- Vesikattorakenteet voivat pettää alta kattotyöskentelyssä palavan tilan päällä.
- Koko hallin runko voi pettää tai nurjahtaa, varsinkin teräsrakenteisissa halleissa.
- Palavassa tilassa olevat väli- tai yläpohjarakenteet voivat pudota savusukeltajien päälle ja kevyet väliseinät kaatua palon vaikutuksesta.
- Ullakolla liikuttaessa yläpohjarakenteet voivat pettää alta erityisesti palavan tilan lähellä, mutta muuallakin, jos ei liikuta huolto-/kulkusiltojen päällä.

**Mitä erityispiirteitä on isoissa teollisuusrakennuksissa palo-osastoinnin ja rakennuksessa tapahtuvan toiminnan kannalta? Miten ne vaikuttavat palon kehittymiseen/leviämiseen ja toimintaan palotilanteessa?**

- Kerrososastointi ei ole pakollista, jolloin savut ja palo voivat levitä nopeasti useamman kerroksen alueelle, tiloissa voi olla avoparvityyppisiä ratkaisuja avoyhteydellä alapuolisiin tiloihin.
- Laajoja, yhtenäisiä palo-osastoja, jotka mahdollistavat savun leviämisen.
- Rakenteissa on voitu käyttää palavia eristeitä tai kerroksellisia sandwich-elementtejä.

## 7.6 Autosuojat

### 7.6.1 Pienet autotallit ja -katokset

**Paloluokka**

Kaikki tonteilla olevat pienet yksikerroksiset erilliset autotalli- ja katosrakennukset ovat P3-paloluokan rakennuksia (kuva 127). Tämä koskee myös rivitalojen ja kerrostalojen pihoilla olevia yksikerroksisia, suuruusluokaltaan alle 1000 m$^2$:n kokoisia taloyhtiöiden autotalli- ja katosrakennuksia. Niissä ei ole varmuutta kantavien rakenteiden palonkestosta (kuva 128).

**Palo-osastointi**

Pienissä autosuojarakennuksissa ullakkotiloja ei ole osastoitu erilleen. Muina palo-osastoituina tiloina voivat olla autosuojarakennuksen yhteydessä olevat kattilahuoneet ja polttoainevarastot, jätetilat ja suuremmat varastotilat. Pieniä varastotiloja ei ole välttämättä osastoitu erilleen. Vanhemmissa rakennuksissa nämä on yleensä osastoitu levyttämällä sisäkattopinta ullakkoa vasten. Uudemmissa rakennuksissa osastoinnit on tehty pääsääntöisesti autosuojan ja muiden tilojen välissä pystysuoralla rakenteella, joka jatkuu ullakolla vesikattoon saakka.

Jos autosuojarakennus on rakennettu neljä metriä lähemmäksi naapuritontin rajaa (rakennusten väli alle 8 metriä), naapurin suuntaan oleva seinä on palo-osastoitu vesikatteeseen saakka. Lisäksi jos se on lähellä muita pihamaalla olevia rakennuksia, on autosuoja osastoitu myös niihin päin.

**Kuva 127.** Erillinen useamman auton katos, jossa on myös varastotiloja.

Jos autosuojarakennus on tontin rajalla täysin kiinni naapurin rakennuksessa tai niiden väli on alle neljä metriä, niiden väliin on rakennettu palomuuri.

P3-luokan autosuojarakennusten paloa osastoivat rakenteet ovat palonkestoltaan EI 30. Ne ovat joko puu- tai teräsrankarunkoisia kipsilevyseiniä tai tiilestä tai harkoista muurattuja kivirakenteisia seiniä.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt**

Pienet autosuojarakennukset sijaitsevat tonteilla yleensä lähellä katua tontin liittymän läheisyydessä. Niille ei ole yleensä erikseen huomioitu pelastustieväyliä. Piha-alueelle saattaa päästä ambulanssilla, mutta raskaalla kalustolla yleensä vain lähitien varteen.

Pienissä autosuojarakennuksissa ei ole pakollisia palovaroittimia tai muita hälytyslaitteistoja.

Yleensä niissä ei ole erityisjärjestelyjä savunpoistolle. Savunpoistomahdollisuuksina toimivat normaalit ikkunat, ulko-ovet ja autotallien ovet.

Autosuojarakennusten katoille on harvoin kiinteät talotikkaat ja kulkusillat. Ne on asennettu vain, jos katolla on huollettavia kohteita, esimerkiksi savuhormi. Ne on tarkoitettu kiinteistönhuoltoa varten, eikä niitä ole varmistettu pelastustoiminnan varalle. Ullakolle on järjestetty pääsymahdollisuus jokaiseen ullakon palo-osastoon joko ulko- tai sisäkautta vähintään 600 x 600 mm:n luukusta.

Pelastustoiminnan varalle erikseen varmistettuja kiinnittäytymispisteitä ei pienten autosuojien katoilla ole. Turvallisimpia kiinnittäytymispisteitä ovat kattokulkusillat ja lumiesteet.

**Pienten autosuojarakennusten tyypilliset rakenteet**

Perustukset on yleisimmin tehty maanvaraisina matalaperustuksina harkoilla ja betonilaatalla. Jos rakennuksen alla on kellaritiloja, niiden lattiat ovat normaalisti maanvaraisia betonilattioita, joiden alla voi olla palavia eristeitä maata vasten.

Pienissä autosuojarakennuksissa kantavina seininä toimivat yleensä pitkät ulkoseinät, ja ne ovat yleisimmin puurunkoisia 600 mm:n jaolla. Osittain avoimia autokatosrakennuksia on toteutettu myös teräspilarirungoilla. Puu- tai teräsrungon päällä voi olla julkisivuverhouksena lauta- tai peltiverhous. Ulkoseinän ja yläpohjan lämmöneristeinä on voitu käyttää kaikkia eristemateriaaleja, ja myös palavat eristeet on sallittuja.

Vesikaton kantavina rakenteina on yleisimmin 900–1200 mm:n jaolla olevat puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot, jotka ovat ulkoseinien varassa. Teräsrunkoisissa autokatosrakennuksissa vesikaton kantavina rakenteina voivat olla myös teräspalkit. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti: huopakatteella yleensä umpilaudoitus ja pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet.

**Kuva 128.** Vanhempi metallirunkoinen autokatos.

**Ilmanvaihto, sähkölaitteistot ja vesijohdot**

Erillisten pienten autosuojien ilmanvaihto on yleensä painovoimainen, eikä siinä ole erikseen huomioitu palon ja savun leviämisen estämistä. Jos autosuojan yhteydessä on varastotiloja, näissä on yleensä erilliset ilmanvaihtojärjestelmät.

Rakennuksessa ei välttämättä ole omaa sähkökeskusta, ja sähkönsyöttö voi tulla päärakennuksesta. Jos autosuojarakennuksessa on oma sähkökeskus, se on sijoitettu yleensä ulkoseinälle sisäpuolelle oven läheisyyteen, autosuojan yhteydessä olevaan varasto- tai tekniseen tilaan tai rakennuksen ulkopuolelle seinälle. Sähkökeskuksen sijaintia ei ole merkitty lainkaan. Tarvittaessa palotilanteessa rakennus voidaan tehdä virrattomaksi rakennuksen oman sähkökeskuksen pääkytkimestä tai päärakennuksen sähköpääkeskuksen pääkytkimestä.

Pienissä autosuojarakennuksissa ei aina ole lainkaan vesijohtoja. Jos niihin on vedetty vesijohto, sen pääsulut voivat sijaita päärakennuksessa lämmönjakohuoneessa, kattilahuoneessa, erillisessä teknisessä tilassa tai wc-tilassa. Jos autosuojarakennuksessa on oma vesisulku, se on yleisimmin lämpimässä sisätilassa ulkoseinän vieressä. Sijaintia ei ole merkitty rakennuksessa ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa vesijohtojärjestelmän vuoto voidaan sulkea päärakennuksen pääsulusta, autosuojan omasta sulusta tai kadun varressa olevasta vesijohtoverkoston katusulusta.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen riskejä**

Pienissä autosuojarakennuksissa kattotyöskentely palavan tilan päällä on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja heikon palonkestokyvyn takia. Kantavat rakenteet ovat monesti näkyvissä varsinkin kylmissä tiloissa, jolloin ne altistuvat palolle vielä herkemmin ja voivat sortua nopeasti. Jos vesikaton kantavat rakenteet ovat näkyvillä tai sisäverhouslevytys putoaa palossa, kattorakenne voi sortua nopeasti, jolloin myös seinärakenteet aukeavat nopeammin palon rasitukselle.

Palon leviämisen kannalta riskipaikkoja ovat mahdollinen ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat yläpohjarakenteet. Huomioitava ja tiedusteltava on myös mahdollinen palon leviäminen palavissa eristeissä, ulkoseinärakenteiden tuuletusraoissa, ulkoseinärakenteiden sisällä, ulkopinnassa ja räystään kautta.

Autosuojissa on monesti säilytyksessä palavia nesteitä, nestekaasua, autonrenkaita ja muita tarvikkeita. Palotilanteessa on huomioitava näiden aiheuttamat riskit ja suuri palokuorma. Myös pienissä autosuojissa on huomioitava mahdollinen sähköauton palamisen riski.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen vaaroja ovat muun muassa:**

- Ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat ylä- ja alapohjarakenteet.
- Palavien rakennusmateriaalien käyttö joka puolella rakennusta.
- Kantavat rakenteet monesti näkyvissä varsinkin kylmissä tiloissa, jolloin ne altistuvat palolle vielä herkemmin ja voivat sortua nopeasti.
- Jos katon kantavat rakenteet ovat näkyvillä tai sisäverhouslevytys putoaa palossa nopeasti, kattorakenne voi sortua nopeasti, jolloin myös seinärakenteet aukeavat.
- Palavapintaiset tuuletusraot, leviäminen ulkoseinärakenteessa ja räystään kautta.
- Kattotyöskentely on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja kestokyvyn takia.
- Autosuojissa monesti säilytyksessä palavia nesteitä, nestekaasua, autonrenkaita ja muita tarvikkeita, huomioitava riskit ja suuri palokuorma.
- Sortumavaarallinen alue pienten autosuojarakennusten paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

**Mitkä rakenteet pienissä autosuojissa palon vaikutuksesta voivat sortua herkimmin?**

**Mitä erityispiirteitä on rakennuksessa tapahtuvan toiminnan kannalta? Miten ne vaikuttavat toimintaan palotilanteessa?**

- Palavan tilan päällä olevat kattorakenteet voivat pettää alta kattotyöskentelyssä.
- Palavassa tilassa olevat yläpohjarakenteet voivat pudota savusukeltajien päälle ja kevyet väliseinät kaatua palon vaikutuksesta.
- Ullakolla liikuttaessa yläpohjarakenteet voivat pettää alta erityisesti palavan tilan lähellä, mutta muuallakin, jos ei liikuta huolto-/kulkusiltojen päällä.
- Muista autosuojissa säilytyksessä olevat palavat kemikaalit ja suuri palokuorma.
- Huomioi myös mahdollinen sähköauton palamisen riski.

## Tärkeää

- Kaikki pienet autosuojarakennukset ovat P3-paloluokan rakennuksia, myös rivitalojen ja kerrostalojen pihoilla olevat yksikerroksiset autotallit ja -katokset.
- Jos katon kantavat rakenteet ovat näkyvillä tai sisäverhouslevytys putoaa palossa nopeasti, kattorakenne voi sortua nopeasti, jolloin myös seinärakenteet aukeavat.
- Palavapintaiset tuuletusraot, leviäminen ulkoseinärakenteessa ja räystään kautta.
- Autosuojissa monesti säilytyksessä palavia nesteitä, nestekaasua, autonrenkaita ja muita tarvikkeita, huomioitava riskit ja suuri palokuorma.
- Sortumavaarallinen alue pienten autosuojarakennusten paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

## 7.7 Korkeat rakennukset (yli kahdeksankerroksiset)

**Paloluokka**

Yli kahdeksankerroksiset rakennukset ovat aina tapauskohtaisesti erityissuunniteltuja. Nykyisen määräyksen mukaan ei käytetä kerrosmääritelmää, vaan käytetään metrejä, siis tässä tapauksessa yli 24 metriä. Yleisimmin niiden pohjana on ollut P1-luokan rakennuksen vaatimukset, joihin on toteutettu lisäjärjestelyjä paikallisilla vaatimuksilla. Korkeita rakennuksia on yleisimmin asuin-, toimisto- ja majoituskäytössä (kuvat 129 ja 130)..

Kantavien rakenteiden palonkesto on yleensä vähintään R60-luokkaa. Isompien palokuormien tiloissa tai erityissuunniteltujen rakenteiden vaatimukset voivat olla enemmänkin, R90 tai R120.

**Palo-osastointi**

Korkeiden rakennusten palo-osastoinnin periaatteet on toteutettu käyttötavasta riippuen. Asuinrakennuksina ne on palo-osastoitu normaalien asuinkerrostalojen tapaan (ks. luku 7.1.3), toimistorakennuksina niiden tapaan (ks. luku 7.3) ja majoitustiloina pääosin normaalien majoitustilojen tapaan (ks. luku 7.2).

Erityispiirteenä korkeiden rakennusten palo-osastoinneissa ovat palolta suojatut sekä palolta ja savulta suojatut uloskäytävät. Yli kahdeksankerroksisissa (nykyisin yli 24 metriä mitattuna sisääntulotasanteen porrashuoneen lattiapinnasta ylimmän kerroksen lattiapintaan) rakennuksissa uloskäytävien tulee olla palolta suojattuja, jolloin palo-osastoidun porraskäytävän ja kerrostason välillä on erillinen palo-osastoitu välitila. Yli 16-kerroksisissa rakennuksissa (nykyisin yli 52 metriä mitattuna sisääntulotasanteen porrashuoneen lattiapinnasta ylimmän kerroksen lattiapintaan) tulee olla vähintään yksi palolta suojattu sekä yksi palolta ja savulta suojattu uloskäytävä. Palolta ja savulta suojatussa uloskäytävässä siirrytään kerrostasolta palo-osastoidun välitilan kautta ensin

**Kuva 129.** Korkea rakennus, jossa on alimmissa kerroksissa liike- ja toimistotiloja ja ylemmissä kerroksissa asuntoja.

**Kuva 130.** Korkea toimistorakennus.

ulkotilaan ja siitä vasta palo-osastoituun porraskäytävään.

Jos korkea rakennus on toimistokäytössä, siinä ei ole pakollista kerrososastointia kerrosten välillä. Tämä mahdollistaa suunnittelussa esimerkiksi avoporrasratkaisuja, isoja monikerroksisia aulatiloja, kerrosten välisiä valokuiluja ja avohissiratkaisuja. Korkeissa rakennuksissa on monesti useampia käyttötapoja esimerkiksi siten, että katutasossa voi olla myymälä- ja ravintolatiloja, muut alemmat kerrokset ovat toimistokäytössä, ylimmät kerrokset ovat asuinkäytössä ja rakennuksen alla on esimerkiksi parkkitiloja. Eri käyttötavat on yleensä palo-osastoitu toisistaan. Käyttötapojen sisällä toimivat yleensä normaalit kyseisen käyttötavan osastointiperiaatteet (ks. edellä).

Rakennusten alla olevat kellaritilat on yleensä palo-osastoitu kerroksista erilleen. Ullakko on oma palo-osasto P1-luokan rakennuksien kaltaisesti. Laajat ullakkotilat on lisäksi voitu osastoida pinta-alan perusteella useammaksi palo-osastoksi.

Palo-osastokoot voivat olla suuria 2400 m²:n toimisto- ja myymälätiloissa. Palo-osastokokoja on voitu vielä näistäkin kasvattaa paloilmoittimen tai sammutuslaitteistojen avulla.

Jos rakennus on rakennettu neljä metriä lähemmäksi naapuritontin rajaa (rakennusten väli alle 8 metriä), naapurin suuntaan oleva seinä on palo-osastoitu. Lisäksi jos se on lähellä sellaisia pihamaalla olevia muita rakennuksia, jotka vaativat osastointia, on ne osastoitu myös muihin rakennuksiin päin (ks. luku 7.8). Jos rakennukset ovat rajalla täysin kiinni toisissaan tai niiden väli on alle neljä metriä, niiden väliin on rakennettu palomuuri.

Paloa osastoivat rakenteet ovat palonkestoltaan P1-luokan rakennusten mukaisesti vähintään EI 60. Isompien palokuormien tiloissa (esimerkiksi irtaimistovarastotilat), kellarikerroksissa ja erityissuunniteltuina ne voivat olla enemmänkin, EI90, EI120 tai EI240. Osastoivat seinät voivat olla puu- tai teräsrankarunkoisia villatäytteisiä kipsilevyseiniä tai tiilestä muurattuja, paikallavalettuja betoniseiniä tai betonielementtejä.

**Palo-osastointi korkeissa rakennuksissa:**

- Rakennukset on palo-osastoitu käyttötapojen mukaan, asuintiloissa palo-osastointi on huoneistoittain.
- Myös ullakko ja kellarikerrokset on osastoitu kerroksista erilleen.
- Uloskäytävinä toimivat porraskäytävät omina palo-osastoina, lisävaatimuksina myös palolta suojatut sekä palolta ja savulta suojatut uloskäytävät.
- Muina palo-osastoituina tiloina voivat olla maanlaiset parkkihallit, irtaimistovarastotilat, ilmanvaihtokonehuoneet, sähköpääkeskustilat ja sprinklerikeskukset.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt**

Korkeiden rakennusten tonteilla raskaalla kalustolla pääsee yleensä vähintään rakennuksen toiselle sivulle ja pääovien läheisyyteen. Jos rakennuksessa on paloilmoitin- tai sammutuslaitteisto, pelastustieväylä on suunniteltu yleensä niiden läheisyyteen saakka. Lisäksi jos tontilla on sisäisiä vesiasemia, on niiden lähelle pelastustieväylät.

Korkeissa rakennuksissa on aina vähintään kaksi erillistä palolta suojattua uloskäytävää, jotka toimivat myös evakuointi-, hätäsiirto- ja hyökkäysreitteinä. Normaaleja, varmistamattomia hissejä tulee käyttää pelastustoiminnassa palon aikana vain harkitusti. Yli 16-kerroksisissa rakennuksissa hissit (nykyisin yli 38 metriä mitattuna sisääntulotasanteen lattiapinnasta ylimmän kerroksen lattiapintaan) on varustettu sellaisin laittein, että niiden käyttö on mahdollista pelastus- ja sammutustyössä (palomieshissi EN 81-72). Palo-mieshissien ohjauslaitteisto on sijoitettu yleensä porrasaulaan tai pelastuslaitoksen kanssa sovitulle sammutusreitille.

Tämän tyyppisissä kohteissa on useimmiten automaattinen hätäkeskukseen kytketty paloilmoitinjärjestelmä. Asuinkäytössä voi olla asuintiloissa sisäinen palovaroitinjärjestelmä ja yleisissä tiloissa paloilmoitin. Paloilmoitin- tai palovaroitinjärjestelmällä ohjataan näissä kohteissa usein myös uloskäytävien savunpoisto- ja paineistustekniikkaa. Lisäksi korkeissa rakennuksissa on yleensä myös automaattinen sammutuslaitteisto. Näissä rakennuksissa automatiikka ohjaa usein laitteistojen toimintaa, ja palotilanteeseen mennessä laitteistot ovat automaattisesti toiminnassa.

Laitteistojen antamien paloilmoitusten ja keskuksilla olevien paikantamiskaavioiden avulla alkavan palon sijainti rakennuksessa voidaan paikantaa vähintään palo-osaston tai uudemmissa järjestelmissä tilan tarkkuudella. Rakennuksessa olevan sprinklerikeskuksen ja savunpoiston ohjauskeskuksen sijainnit on merkitty paikantamiskaavioihin ja mahdolliseen kohdekorttiin. Sprinklerikeskus on aina miehitettävä sprinklerilaitteiston hälyttäessä. Laitteistojen keskusten sijainneista on myös opastukset kohteissa rakennuksen ulko- ja sisäpuolella.

Alkusammutuskalustoa on rakennuksen käytöstä riippuen yleensä porraskäytävissä, jokaisella käytävällä ja avotiloissa noin 30 metrin välein. Ne sijaitsevat yleensä poistumisreittien läheisyydessä ja muuten keskeisillä paikoilla. Sijoituspaikat on opastettu kilpimerkinnöillä. Yleisimmin alkusammutuskalustona ovat yhdistelmäkaapit, joissa on pikapaloposti ja käsisammutin. Niitä voi hyödyntää esimerkiksi alkusammutustiedustelussa.

Savunpoisto pienemmissä tiloissa, kuten asunnot ja toimistotilat, on yleensä toteutettu normaalien ikkuna- ja oviaukkojen kautta. Korkeiden rakennusten palolta suojatuissa uloskäytäväratkaisuissa on yleensä automaattiset savunpoistolaitteistot ja paineistustekniikkaa, joiden toimintaperiaatteet ovat tapauskohtaisia.

Isoissa avotiloissa, kuten myymälä- ja ravintolatiloissa, on yleensä järjestetty savunpoistolle erityisratkaisuja painovoimaisesti tai koneellisesti. Laajoissa tiloissa, esimerkiksi kellarikerroksissa olevissa autosuojatiloissa, voi olla toteutettu myös savulohkojakoa palo-osaston sisällä. Muista kellaritiloista on erilliset savunpoistoratkaisut ikkunoista, luukkujen kautta tai koneellisesti.

Korvausilmajärjestelyt on suunniteltu rakennuskohtaisesti. Korkeissa rakennuksissa on yleensä erillinen savunpoiston ohjaus- tai laukaisukeskus, jonka yhteydessä on toimintaohjeet ja kaaviot savunpoiston käyttöön.

Katolle ja ullakolle on pääsymahdollisuus korkeissa rakennuksissa yleensä sisäkautta, porraskäytävän ylätasolta palo-ovesta tai ylimmän kerroksen tilojen kautta. Ullakolla on järjestetty pääsymahdollisuus jokaiseen ullakon palo-osastoon joko palo-ovien tai vähintään 600 x 600 mm:n luukkujen kautta.

Yli kahdeksankerroksisissa rakennuksissa (nykyisin yli 24 metriä mitattuna sisäänkäynnin lattiapinnasta ylimmän kerroksen lattiapintaan) on määräysten mukaan asennettu selvitysten helpottamiseksi porrashuoneisiin kiinteät sammutusvesiputkistot eli niin sanotut kuiva- tai märkänousujohdot. Sammutusvesiputkiston ulosoton sijainti kerroksissa voi olla korkeissa rakennuksissa tapauskohtaisesti sisäisellä käytävällä, osastoidussa välitilassa tai porraskäytävän puolella. Veden syöttö putkistoihin tapahtuu pelastuslaitoksen toimesta, ja syöttöliittimet sijaitsevat porraskäytävien läheisyydessä.

Sammutusvesiputkistojen vaatimuksissa on lisäksi pelastuslaitoskohtaisia alueellisia ohjeistuksia, joiden perusteella on voitu vaatia myös märkänousujohtoja. Yleisimmin näitä on vaadittu yli 16-kerroksisiin rakennuksiin, joiden ylimpiin kerroksiin pelastuslaitoksella ei riitä pumppupaine selvityksissä. Märkänousujohdoissa voi olla kiinteitä pumppuja rakennuksen alatasolla ja myös välikerroksissa. Pumppujen käyttökytkimien sijainnit ja automatiikkajärjestelyt ovat yksilöllisiä ja tapauskohtaisia ratkaisuja. Niistä tulee olla hyvät tiedot kohdekorteissa ja riittävän selkeät käyttö- ja toimintaohjeet kohteessa.

Laajoihin kellaritiloihin on korkeissa rakennuksissa toteutettu uloskäytävistä erillinen sammutusreitti. Sammutusreittiä voi käyttää selvitys- ja hyökkäysreittinä tai savunpoistoreittinä kellarikerroksen palotilanteessa tilanteesta riippuen.

Pelastustoiminnan varalle on korkeiden rakennusten katoilla yleensä varmistettuja kiinnittäytymispisteitä. Ne voivat olla samalla suunniteltuja kiinnityspisteitä esimerkiksi julkisivun huoltoon tarvittavan huoltotason riiputtamista varten tai niistä erillisiä ratkaisuja. Katoilla voi olla myös valmiita järjestelyjä esimerkiksi alaspäin laskeutumiseen pelastustilanteissa.

Korkeissa rakennuksissa voi olla paljon tapauskohtaisia järjestelyjä pelastustoiminnan varalle, että niistä tulee olla tarkat kohdetiedot ja kohdekortti.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt korkeissa rakennuksissa:**

- Tyypillisimmin kaikki yli kahdeksankerroksiset rakennukset on suojattu paloilmoittimella ja sammutuslaitteistolla.
- Savunpoisto on toteutettu erityisjärjestelyillä porraskäytävissä, kerrosten sisäisissä käytävissä, kerrosten laajoissa avotiloissa ja kellaritiloissa.
- Uudemmissa korkeissa rakennuksissa voi olla myös paineistustekniikkaa poistumisreiteillä osana savunpoistojärjestelmää.
- Alkusammutuskalustona yleensä pikapalopostit ja käsisammuttimet, näitä voi hyödyntää alkusammutustiedustelussa.
- Yli 16-kerroksisissa rakennuksissa on pelastustoimintaan varmistetut palomieshissit.
- Kuivia tai märkiä sammutusvesiputkistoja kerroksiin (tapauskohtainen vaatimus).
- Kellarikerroksiin uloskäytävistä erillinen sammutusreitti.

- Voi olla erillisiä kiinnityspisteitä katolla ja kerroksiin yläkautta laskeutumiseen suunniteltuja järjestelyjä pelastustoiminnan varalle.
- Pelastustiet vähintään rakennuksen toiselle sivulle ja tärkeiden kohteiden lähelle.

**Toimistorakennusten tyypilliset rakenteet**

**Perustukset**

Korkeissa rakennuksissa on yleensä kellaritiloja maantasossa olevan kerroksen alla. Perustukset on yleisimmin tehty maanvaraisina perustuksina kellaritilojen alapuolelle betonirakenteisina. Kellaritilojen lattiat ovat normaalisti maanvaraisia betonilattioita, joiden alla voi olla palavia eristeitä maata vasten. Kellarittomissa rakennuksissa on yleensä maanvaraiset betonirakenteiset perustukset.

**Kantava runko, ulkoseinä- ja välipohjarakenteet**

Korkeiden rakennusten runkorakenteissa voi olla vaihtelua käytöstä riippuen. Asuinkäytössä runko on yleisimmin tehty kerrostalorungon kaltaisesti. Kantavina rakenteina toimivat rakennuksen sisällä läpi rungon menevät seinälinjat. Ne ovat yleisimmin paikallavalettuja betoniseiniä, betonielementtejä tai suojattuja teräsrunkorakenteita. Ulkoseinärakenteet eivät yleensä toimi näissä kantavina rakenteina.

Toimisto-, myymälä- ja ravintolakäytössä rakennejärjestelmä voi olla erilainen. Niissä voi olla pilari-palkki-laatta-järjestelmän runkoja, joissa on suurempia yhtenäisiä vapaita tiloja. Näissä runkorakenteet ovat betonirakenteisia tai suojattuja teräsrakenteita.

Jos rakennusten alla on laajoja avotiloja, esimerkiksi parkkihalleja, niissä on yleensä pilari-palkkirunko kyseisellä alueella.

Seinäpinnat ovat korkeissa rakennuksissa turvallisuuden vuoksi yleensä palamattomia tai vaikeasti syttyviä. Sammutuslaitteiston tuoman lisäturvan avulla on voitu käyttää myös esimerkiksi puupintoja ravintolatiloissa.

Normaalisti korkeiden rakennusten julkisivujen palamattomat rakenteet ovat betoni-, tiili- tai teräspintaisia. Ulkoseinärakenteissa olevat lämmöneristeet ovat pääosin palamattomia.

Korkeissa rakennuksissa välipohjat ovat yleensä betonirakenteisia tai suojattuja teräsrakenteita. Betonirakenteena ne ovat joko paikalla valettuja umpibetonilaattoja tai elementtirakenteisia ontelolaattoja. Normaalisti niiden sisällä ei ole palavia rakennekerroksia. Ontelolaattojen onteloihin on saatettu asentaa esimerkiksi LVIS-tekniikkaa. Sisäkattopinnat ovat näissä rakennuksissa yleensä palamattomia tai vaikeasti syttyviä.

**Yläpohja- ja vesikattorakenteet**

Korkeiden rakennusten vesikattorakenne on yleensä tehty ylimmän kerroksen päällä olevan kantavan betonilaatan varaan tai suojattuna teräsrakenteena. Betonilaatan päälle tehdyt vesikattorakenteet on voitu toteuttaa tapauskohtaisesti erilaisilla rakenteilla, ja niiden palonkestovaatimukset vaihtelevat. Jos rakennuksessa ei ole ullakkotiloja eikä yläpohjan onteloa, lämmöneristeet ovat suoraan kantavan rakenteen päällä ja vesikate suoraan sen varassa.

Yläpohjan lämmöneristeet ovat yleensä palamattomia. Vesikatemateriaalina on yleisimmin peltikate. Katon alusrakenne on tehty katevalmistajan ohjeiden mukaisesti.

**Ilmanvaihto, sähkölaitteistot ja vesijohdot**

Korkeissa rakennuksissa ilmanvaihto on toteutettu koneellisesti. Asuintiloissa on yleensä huoneistokohtaiset koneelliset ilmanvaihtojärjestelmät, jotka eivät yhdisty toisiinsa. Toimistotiloissa ilmanvaihto on toteutettu yleisimmin yhteiskanavajärjestelmänä, jossa huoneet ja sisäiset käytävätilat yhdistyvät samoihin kanaviin. Laajoissa avotiloissa, kuten myymälöissä ja ravintoloissa, yleensä yhden kerroksen ilmanvaihtokanavisto on kokonaisuus.

Kerrosten väliset kanavat on yleensä sijoitettu palo-osastoituun pystykuiluun. Rakennuksissa on palo-osastoitu ilmanvaihtokonehuone ullakon tasolla, vesikatolla tai kerroksessa. Yhteiskanavajärjestelmissä on ilmanvaihtokanavissa sulkeutuvat palonrajoittimet palo-osastojen rajoilla. Asuntojen liesikupu- ja liesituuletinjärjestelmät ovat erilliset asunnon ilmanvaihdosta. Rakennuksessa olevat myymälä- ja ravintolatilat on voitu yhdistää keskenään samaan keskusilmanvaihtoon, mutta

ravintolakeittiöiden kohdepoistoilla on erilliset järjestelmät.

Porraskäytävien ilmanvaihtojärjestelmät on toteutettu erillisinä muista tiloista, millä pyritään ehkäisemään savun leviämistä uloskäytäviin. Porraskäytävien ilmanvaihtojärjestelmä voi olla korkeassa rakennuksessa yhdistetty myös savunpoiston paineistustekniikkaan. Rakennusten yhteydessä olevissa kellaritiloissa, teknisissä tiloissa, autosuojissa ja varastotiloissa on yleensä erilliset ilmanvaihtojärjestelmät.

Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike on sijoitettu yleensä paloilmoitinkeskuksen läheisyyteen tai pelastuslaitoksen kanssa sovitulle sammutusreitille. Tarvittaessa ilmanvaihdon saa pysäytettyä hätäpysäytyspainikkeesta, ilmanvaihtokonehuoneesta, puhaltimilta tai sähköpääkeskuksesta. Ilmanvaihto tulisi palotilanteessa pysäyttää vasta, kun palavat tilat on evakuoitu tyhjäksi ihmisistä. Ilmanvaihdon pysäytyksen yhteydessä on korkeissa rakennuksissa varmistettava, ettei pysäyttäminen vaikuta savunpoiston paineistustekniikkaan.

Korkeissa rakennuksissa on erillinen sähköpääkeskustila. Sähkökeskustilan sijainti on merkitty rakennuksessa ulospäin. Asuintiloissa on yleensä asuntokohtaiset sähkökeskukset asunnoissa. Tarvittaessa palotilanteessa tilat voidaan tehdä virrattomaksi asunnosta, sähköpääkeskuksesta tietyn rakennuksen osan sähköryhmän kytkimestä tai koko rakennuksen pääkytkimestä. Rakennuksissa voi olla myös varavoimajärjestelmiä, joilla turvataan kriittisten sähkölaitteiden toiminta. Varavoima käynnistyy, kun sähköt katkaistaan sähköpääkeskuksen pääkytkimestä. Sähköjä katkaistaessa on varmistuttava, ettei katkaisu vaaranna rakennuksen turvalaitetekniikan toimintaa.

Rakennusten vesijohtojen pääsulut sijaitsevat yleensä lämmönjakohuoneessa tai erillisessä teknisessä tilassa. Lisäksi voi olla esimerkiksi kerroskohtaisia linjasulkuja. Koko rakennuksen pääsulun sijainti on yleensä merkitty ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa vesijohtojärjestelmän vuoto voidaan sulkea kerrosten linjasuluista, rakennuksen pääsulusta tai kadun varressa olevasta vesijohtoverkoston katusulusta.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen riskejä**

Korkeissa rakennuksissa käytetään yleensä heikosti syttyviä pintoja, ja porrashuoneissa tulee olla vaikeasti syttyvät sisäpinnat, jotka hidastavat huonepalon kehittymistä ja palon leviämistä merkittävästi. Mahdolliset palavatarvikkeiset sisäpinnat esimerkiksi ravintolatiloissa mahdollistavat nopean palon kehittymisen ja leviämisen.

Kerrososastointi ei ole korkeidenkaan rakennusten myymälä-, ravintola- ja toimistotiloissa pakollista, ja niissä on usein avoporrasratkaisuja, isoja monikerroksisia tiloja, eritasossa olevia parvityyppisiä avotiloja, liukuportaita, kerrosten välisiä valokuiluja ja avohissiratkaisuja. Tämä mahdollistaa savun ja palon leviämisen nopeasti useamman kerroksen alueelle. Palo-osastokoot näissä tiloissa voivat olla suuria, ja palo-osaston pinta-alaa on voitu kasvattaa, kun rakennuksessa on sprinklaus.

Kattotyöskentely palavan ullakkotilan tai ontelon päällä on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja heikon palonkestokyvyn takia. Palon leviämisen kannalta riskipaikkoja ovat ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat yläpohjarakenteet.

Palo voi levitä myös kerrosten välillä rikkoutuvien päällekkäisten ikkunoiden kautta sekä ylimmän kerroksen ikkunasta ullakolle. Leviämisriskiä on myös julkisivujen palavarakenteisten osien kautta. Näissä rakennuksissa voi olla niin sanottuja kaksoisjulkisivurakenteita, jotka saattavat muodostaa kerrosten välille yhtenäisen kuumia savukaasuja keräävän pystyhormin, jossa palo voi levitä ylöspäin. Kaksoislasirakenteisissa julkisivuissa voi olla myös lasien putoamisriskejä palotilanteissa.

Myös kerrosten ja eri tilojen välisten osastoivien rakenteiden liittymät, läpiviennit ja mahdolliset pystysuunnassa kerroksia läpäisevät tekniikkaroilot on varmistettava. Huomioitava ja tiedusteltava on myös mahdollinen palon leviäminen räystään kautta.

Palon leviämisen kannalta riskinä tiloissa ovat myös paljon tekniikkaa ja palokuormaa sisältävät niin sanottujen alaslaskettujen kattojen ontelo- ja tekniikkatilat myymälä- ja ravintolatiloissa sekä toimistotilojen käytävien katoissa. Palo voi levitä

niiden kautta piilossa, ja palo-osastojen rajoilla nämä tulee varmistaa.

Ravintolatiloissa voi olla käytössä nestekaasutoimisia laitteita. Niihin voi liittyä nestekaasuputkistoja, yksittäisiä tiloissa olevia nestekaasupulloja ja rakennuksen ulkoseinustalla olevia pullokaappeja. Kiinteiden nestekaasuputkistojen tulisi olla merkittyjä. Kaasun virtauksen voi katkaista käyttölaitteelta tai pullolta, ja lisäksi kiinteissä putkistoissa voi olla kerros- tai palo-osastokohtaisia sulkuja.

Korkeiden rakennusten katto- tai seinäpinnoille voi olla asennettu laajoja aurinkosähköjärjestelmiä, jotka on huomioitava pelastustoiminnassa. Aurinkopaneelit tuottavat vielä virtaa, vaikka järjestelmä olisikin erotettu rakennuksen sähköjärjestelmästä invertterin turvakytkimeltä. Aurinkosähköjärjestelmien tekniikka ja turvakytkimien sijainnit ovat tapauskohtaisia. Turvakytkimet voivat sijaita ulkona, invertterin luona tai sähköpääkeskuksessa.

Korkeat rakennukset on aina suunniteltu tapauskohtaisesti ja voivat olla suunniteltu oletettuun palon kehittymiseen perustuen toiminnallista palonsuunnittelua käyttäen, eli ne ovat niin sanottuja P0-luokan rakennuksia. Näissä rakennuksissa eivät toimi normaalit paloluokan mukaiset lainalaisuudet ja palo-osastoinnin periaatteet. Rakennuksista tulee olla tarkat kohdetiedot ja kohdekortti.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen vaaroja ovat muun muassa:**

- Ullakko ja mahdolliset tuulettuvat yläpohjaontelot.
- Huomioitava mahdolliset suojatut teräsrakenteet ja niiden pettäminen.
- Palon leviäminen ulkokautta kerroksien välillä: julkisivujen lasitusrakenteet, kaksoislasirakenteet ja julkisivun palavatarvikkeiset osat.
- Kattotyöskentely on erityisen riskialtista korkeuden, vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden kestokyvyn takia, nostolavakaluston ulottuvuus ei riitä.
- Katto-/seinäpinnoilla voi olla jännitteellisiä aurinkosähköjärjestelmiä (turvakytkimet).
- Sortumavaarallinen alue korkeiden rakennusten paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

?

### Mitkä rakenteet korkeissa rakennuksissa voivat sortua palon vaikutuksesta?

- Vesikattorakenteet voivat pettää alta kattotyöskentelyssä.
- Alaslasketut katot sisäisillä käytävillä voivat romahtaa nopeasti.
- Palavassa tilassa olevat väli- tai yläpohjarakenteet voivat pudota savusukeltajien päälle ja kevyet väliseinät kaatua palon vaikutuksesta.
- Julkisivujen teräs- ja lasirakenteet voivat aiheuttaa putoamisriskiä.

### Mitä erityispiirteitä on korkeissa rakennuksissa palo-osastoinnin ja rakennuksessa tapahtuvan toiminnan kannalta? Miten ne vaikuttavat palon kehittymiseen/leviämiseen ja toimintaan palotilanteessa?

- Kerrososastointi ei ole kaikissa tiloissa pakollista, jolloin savut ja palo voivat levitä nopeasti useamman kerroksen alueelle.
- Laajoja, yhtenäisiä palo-osastoja, jotka mahdollistavat savun leviämisen.
- Toimistotiloissa usein pitkiä käytäviä, joissa paljon huoneita.
- Tiloissa voi olla avoparvityyppisiä ratkaisuja avoyhteydellä alapuolisiin tiloihin.

## Tärkeää

- Yli kahdeksankerroksiset rakennukset ovat yksilöllisiä, tapauskohtaisesti suunniteltuja, niiden pohjana on yleensä P1-paloluokan rakennuksen ratkaisut.
- Rakennukset on palo-osastoitu käyttötapojen mukaan, asuintiloissa palo-osastointi on huoneistoittain, myös ullakko ja kellarikerrokset on osastoitu kerroksista erilleen.
- Palon leviäminen ulkokautta kerroksien välillä: julkisivujen lasitusrakenteet, kaksoislasirakenteet ja julkisivun palavatarvikkeiset osat.
- Katto-/seinäpinnoilla voi olla jännitteellisiä aurinkosähköjärjestelmiä.

## 7.8 Muut pienet talousrakennukset

**Paloluokka**

Kaikki tonteilla olevat pienet rakennukset ovat P3-luokan rakennuksia (kuva 131). Näissä ei ole varmuutta kantavien rakenteiden palonkestosta. Lisäksi pihamailla on rakennelmia, jotka eivät välttämättä ole edes rakennusluvan varaisia eivätkä täytä P3-luokan rakennuksen vaatimuksia. Pienissä ilman lupaa toteutetuissa rakennuksissa ja rakennelmissa rakenteiden lujuuksia, varmuutta ja toimintaa ei ole välttämättä varmistettu lainkaan ammattisuunnittelijalla, ja ne voivat sortua yllättävästi (kuva 132).

**Palo-osastointi**

Pienissä talousrakennuksissa ullakkotiloja ei ole osastoitu erilleen. Niissä ei yleensä ole palo-osastointia. Palo-osastoituina tiloina voivat olla ainoastaan niiden yhteydessä olevat kattilahuoneet ja polttoainevarastot tai muut isommat varastotilat.

Jos talousrakennus on rakennettu neljä metriä lähemmäksi naapuritontin rajaa (rakennusten väli alle 8 metriä), naapurin suuntaan oleva seinä on palo-osastoitu vesikatteeseen saakka. Lisäksi jos isompi pihamaan talousrakennus on kahdeksan metriä lähempänä muita pihamaalla olevia rakennuksia, on se saatettu osastoida tilojen käytöstä riippuen myös niihin päin. Jos rakennus on tontin rajalla täysin kiinni naapurin rakennuksessa tai niiden väli on alle neljä metriä, niiden väliin on rakennettu palomuuri. Ilman lupaa rakennetuissa pienissä rakennuksissa ja rakennelmissa näitä ei ole aina huomioitu.

P3-luokan pienten rakennusten paloa osastoivat rakenteet ovat palonkestoltaan EI 30. Ne ovat joko puu- tai teräsrankarunkoisia kipsilevyseiniä tai tiilestä tai harkoista muurattuja kivirakenteisia seiniä.

**Kuva 131.** Rivitalon pihalla sijaitseva erillinen rakennus, jonka yhteydessä on teknisiä tiloja.

**Palotekniset laitteistot sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt**

Pienet talousrakennukset sijaitsevat yleensä tonttien takapihoilla ja reuna-alueilla. Niille ei ole yleensä erikseen huomioitu pelastustieväyliä. Etupihalle saattaa päästä ambulanssilla, mutta raskaalla kalustolla yleensä vain lähitien varteen.

Pienissä talousrakennuksissa ei ole pakollisia palovaroittimia tai muita hälytyslaitteistoja.

Yleensä niissä ei ole erityisjärjestelyjä savunpoistolle. Savunpoistomahdollisuuksina toimivat normaalit ikkunat ja ulko-ovet.

Talousrakennusten katoille on harvoin kiinteät talotikkaat ja kulkusillat. Ne on asennettu vain, jos katolla on huollettavia kohteita, esimerkiksi savuhormi. Ne on tarkoitettu kiinteistönhuoltoa varten, eikä niitä ole varmistettu pelastustoiminnan varalle. Ullakolle on järjestetty pääsymahdollisuus jokaiseen ullakon palo-osastoon joko ulko- tai sisäkautta vähintään 600 x 600 mm:n luukusta.

Pelastustoiminnan varalle erikseen varmistettuja kiinnittäytymispisteitä ei pienten rakennusten katoilla ole. Turvallisimpia kiinnittäytymispisteitä ovat kattokulkusillat ja lumiesteet.

**Pienten talousrakennusten tyypilliset rakenteet**

Perustukset on yleisimmin tehty maanvaraisina matalaperustuksina harkoilla ja betonilaatalla. Jos rakennuksen alla on kellaritiloja, niiden lattiat ovat normaalisti maanvaraisia betonilattioita, joiden alla voi olla palavia eristeitä maata vasten. Avoimissa rakennelmissa (esimerkiksi grillikatoksissa ja kesäkeittiökatoksissa) perustukset on toteutettu yleensä pilariharkoilla betonianturoiden päältä.

Pienissä rakennuksissa kantavina seininä toimivat yleensä pitkät ulkoseinät, ja yleisimmin ne ovat puurunkoisia 600 mm:n jaolla. Puu- tai teräsrungon päällä voi olla julkisivuverhouksena lauta- tai peltiverhous. Ulkoseinän ja yläpohjan lämmöneristeinä on voitu käyttää kaikkia eristemateriaaleja,

**Kuva 132.** Omakotitalon pihalla oleva varastorakennus.

ja myös palavat eristeet ovat sallittuja. Avoimia rakennelmia on toteutettu myös puu- tai teräspilarirungoilla pilariharkkojen varaan, jolloin sivutuenta ja jäykistys ovat saattaneet jäädä melko vähäisiksi.

Vesikaton kantavina rakenteina on yleisimmin 900–1200 mm:n jaolla olevat puurakenteiset, naulalevyliitoksilla kootut kattoristikot, jotka ovat ulkoseinien varassa. Puu- tai teräsrunkoisissa avoimissa rakennelmissa vesikaton kantavina rakenteina voivat olla myös puu- tai teräspalkit. Vesikatemateriaalina voi olla huopakate, peltikate tai tiilikate. Katon alusrakenne on tehty katemateriaalin mukaisesti: huopakatteella yleensä umpilaudoitus ja pelti- ja tiilikatteella katevalmistajan ohjeiden mukaisella tiheydellä olevat ruoteet.

**Ilmanvaihto, sähkölaitteistot ja vesijohdot**

Erillisten pienten rakennusten ilmanvaihto on yleensä painovoimainen, eikä siinä ole erikseen huomioitu palon ja savun leviämisen estämistä.

Rakennuksessa ei välttämättä ole sähköjä lainkaan. Jos rakennuksessa on sähköt, siinä ei ole välttämättä omaa sähkökeskusta ja sähkönsyöttö voi tulla päärakennuksesta. Jos rakennuksessa on oma sähkökeskus, se on sijoitettu yleensä sisäpuolelle oven läheisyyteen tai rakennuksen ulkopuolelle seinälle. Sähkökeskuksen sijaintia ei ole merkitty lainkaan. Tarvittaessa palotilanteessa rakennus voidaan tehdä virrattomaksi rakennuksen oman sähkökeskuksen pääkytkimestä tai päärakennuksen sähköpääkeskuksen pääkytkimestä.

Pienissä talousrakennuksissa on harvoin vesijohtoja. Jos niihin on vedetty vesijohto, sen päävesulut voivat sijaita päärakennuksessa lämmönjakohuoneessa, kattilahuoneessa, erillisessä teknisessä tilassa tai wc-tilassa. Jos talousrakennuksessa on oma vesisulku, se on yleisimmin lämpimässä sisätilassa ulkoseinän vieressä. Sijaintia ei ole merkitty rakennuksessa ulospäin. Tarvittaessa palotilanteessa vesijohtojärjestelmän vuoto voidaan sulkea päärakennuksen pääsulusta, talousrakennuksen omasta sulusta tai kadun varressa olevasta vesijohtoverkoston katusulusta.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen riskejä**

Pienissä talousrakennuksissa kattotyöskentely palavan tilan päällä on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja heikon palonkestokyvyn takia. Kantavat rakenteet ovat monesti näkyvissä varsinkin kylmissä rakennuksissa ja avoimissa rakennelmissa, jolloin ne altistuvat palolle vielä herkemmin ja voivat sortua nopeasti. Jos vesikaton kantavat rakenteet ovat näkyvillä tai sisäverhouslevytys putoaa palossa, kattorakenne voi sortua nopeasti, jolloin myös seinärakenteet aukeavat nopeammin palon rasitukselle.

Pihamaiden avointen rakennelmien pilarirungoissa ei ole aina riittävää sivutuentaa ja jäykistystä. Tämän vuoksi ne voivat palotilanteessa sortua nopeasti nurjahtamalla sivulle päin, kun perustusten kiinnitysten tai rungon ylänurkkapisteiden jäykkyys pettää.

Palon leviämisen kannalta riskipaikkoja ovat mahdollinen ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat yläpohjarakenteet. Huomioitava ja tiedusteltava on myös mahdollinen palon leviäminen palavissa eristeissä, ulkoseinärakenteiden tuuletusraoissa, ulkoseinärakenteiden sisällä, ulkopinnassa ja räystään kautta.

Varastotiloissa on monesti säilytyksessä palavia nesteitä, nestekaasua, muita vaarallisia kemikaaleja, autonrenkaita ja muita tarvikkeita. Palotilanteessa on huomioitava näiden aiheuttamat riskit ja suuri palokuorma.

**Huomioitavia työturvallisuuden ja palon leviämisen vaaroja ovat muun muassa:**

- Ullakko, ontelotilat ja mahdolliset tuulettuvat ylä- ja alapohjarakenteet.
- Palavien rakennusmateriaalien käyttö joka puolella rakennusta.
- Kantavat rakenteet monesti näkyvissä varsinkin kylmissä tiloissa, jolloin ne altistuvat palolle vielä herkemmin ja voivat sortua nopeasti.
- Jos katon kantavat rakenteet näkyvillä tai sisäverhouslevytys putoaa palossa, kattorakenne voi sortua nopeasti, jolloin myös seinärakenteet aukeavat.
- Palavapintaiset tuuletusraot, leviäminen ulkoseinärakenteessa ja räystään kautta.

- Kattotyöskentely on riskialtista vesikattomateriaalien ja alusrakenteiden palavuuden ja kestokyvyn takia.
- Varastotiloissa monesti säilytyksessä palavia nesteitä, nestekaasua, autonrenkaita ja muita tarvikkeita, huomioitava riskit ja suuri palokuorma.
- Kevyet, avoimet rakennukset voivat palon vaikutuksesta nurjahtaa ja kaatua sivusuunnassa äkillisesti.
- Sortumavaarallinen alue pienten talousrakennusten paloissa on noin 1,5 kertaa rakennuksen korkeus.

## Tärkeää

- Kaikki pienet talousrakennukset ovat P3-paloluokan rakennuksia.
- Jos katon kantavat rakenteet näkyvillä tai sisäverhouslevytys putoaa palossa nopeasti, kattorakenne voi sortua nopeasti, jolloin myös seinärakenteet aukeavat.
- Varastotiloissa monesti säilytyksessä palavia nesteitä, nestekaasua, autonrenkaita ja muita tarvikkeita, huomioitava riskit ja suuri palokuorma.
- Kevyet, avoimet rakennukset voivat palon vaikutuksesta nurjahtaa ja kaatua sivusuunnassa äkillisesti.

?

### Mitkä rakenteet pienissä talousrakennuksissa palon vaikutuksesta voivat sortua herkimmin?

### Mitä erityispiirteitä on rakennuksessa tapahtuvan toiminnan kannalta? Miten ne vaikuttavat toimintaan palotilanteessa?

- Palavan tilan päällä olevat kattorakenteet voivat pettää alta kattotyöskentelyssä.
- Palavassa tilassa olevat yläpohjarakenteet voivat pudota savusukeltajien päälle ja kevyet väliseinät kaatua palon vaikutuksesta.
- Ullakolla liikuttaessa yläpohjarakenteet voivat pettää alta erityisesti palavan tilan lähellä, mutta muuallakin, jos ei liikuta huolto-/kulkusiltojen päällä.
- Kylmissä ja avoimissa rakennuksissa rakenteet alttiina palolle ja voivat sortua nopeammin.
- Muista pienissä talousrakennuksissa ja rakennelmissa erityisesti avointen rakennelmien nurjahtamisvaara sivulle.
- Huomioi esim. varastotiloissa mahdollisesti säilytyksessä olevat vaaralliset kemikaalit.

# 8 Pelastustoiminnan johtaminen rakennuspaloissa

*Mika Smura*

Pelastustoiminnan johtamisella tarkoitetaan kaikkia niitä johtajan tekemiä päätöksiä ja toimenpiteitä, joilla hän pyrkii saamaan johtamansa organisaation toimimaan asetettujen tavoitteiden mukaisesti esimerkiksi ihmisten ja omaisuuden pelastamiseksi, palon sammuttamiseksi, leviämisen estämiseksi ja ympäristön suojaamiseksi. Rakennuspalot edustavat tyyppiesimerkkiä dynaamisesta eli kehittyvästä onnettomuustyypistä, jotka asettavat omat vaatimuksensa myös johtamiselle. Johtamisen ja samalla koko pelastustoiminnan yhteisenä tavoitteena rakennuspalotehtävällä on tuottaa mahdollisimman nopeaa, tehokasta, turvallista ja tarkoituksenmukaista apua onnettomuuden tai sen uhkan torjumiseksi.

Rakennuspalotilanteissa pelastustoiminnan johtajan tekemiin päätöksiin vaikuttavat muun muassa palon vaihe, rakennuksen tyyppi, käyttötarkoitus ja paloluokka sekä päätöksentekohetkellä käytettävissä olevan pelastusmuodostelman suorituskyky. Nopean tiedustelun, tilannearvion ja päätöksentekoprosessin perusteella pelastustoiminnan johtaja asettaa pelastusorganisaatiolle tavoitteen tilanteen hallitsemiseksi. Toiminta ilman yhteistä tavoitetta ja päämäärää voi johtaa yksilöiden itseohjautuvuuteen ja toiminnan päällekkäisyyteen. Pahimmillaan tämä voi johtaa tehtävän epäonnistumiseen tai jopa vaarantaa pelastustehtävän turvallisuuden. Ennakoinnin merkitystä osana rakennuspalojen sammutustyötä ei voi liikaa korostaa. Esimerkiksi rakennuskantaan tutustuminen ja etukäteen laaditut toiminnalliset suunnitelmat, resursointi ja harjoittelu ovat erittäin merkittäviä pelastus- ja sammutustehtävän onnistumisen kannalta.

**Pelastustoiminnan johtajan toiminnan yleiset tavoitteet ovat:**

1. toiminnan nopea käynnistäminen
2. käytettävissä olevien voimavarojen tarkoituksenmukainen jakaminen
3. eri toimialojen, organisaatioiden ja yksiköiden yhteistoiminnan järjestely
4. johtamisjärjestelmän selkeä ja yksinkertainen toimeenpano
5. tilannekuvan ylläpitäminen, tehtävien seuranta sekä päätöksenteko.

(Pelastustoiminnan johtaminen. Kaukonen 2005, 45.)

Pelastustoiminnan johtajan tehtävänä on kaikin käytettävissä olevin voimin ja tarpeen vaatiessa omia toimivaltuuksiaan sekä toimintaan osallistuvien muiden viranomaisten valtuuksia asianmukaisessa järjestyksessä käyttäen johtaa toimintaa siten, että onnettomuus tai sen uhka saadaan torjuttua tai vahingot estettyä taikka rajoitettua. Sitovia ja yksityiskohtaisia ohjeita siitä, kuinka pelastus- tai sammutustehtävä on hoidettava, ei yleensä ole mahdollista antaa, vaan päätöksiä joudutaan tekemään kokemuksen kautta opittujen taitojen ja tilannekohtaisen harkinnan perusteella. (Pelastustoiminnan johtaminen. Kaukonen 2005, 45.)

## Tärkeää

- Johtamisen tavoitteena on tuottaa mahdollisimman nopeaa, tehokasta, turvallista ja tarkoituksenmukaista apua onnettomuuden tai sen uhkan torjumiseksi.
- Pelastustoiminnan johtaminen ja johtajalle annetut toimivaltuudet voidaan nähdä johtajan työkaluna, jonka tarkoitus on ohjata pelastusorganisaation toimintaa onnettomuustilanteessa.

## 8.1 Pelastusmuodostelmat

Sammutus- ja pelastustehtävät asettavat erilaisia vaatimuksia pelastusmuodostelmien suorituskyvylle. Palofysikaalinen ja rakennustekninen osaaminen yhdistettynä kokemukseen rakennuspalojen yleispätevistä ilmiöistä ohjaavat omalta osaltaan pelastuslaitosten tekemää onnettomuusriskien ja hälytysvasteiden määrittelyä. Hätäkeskustietojärjestelmä Erica hyödyntää pelastuslaitosten vastesuunnittelun kautta tullutta tietoa määriteltäessä onnettomuuteen hälytettävän muodostelman soveltuvuutta tehtävälle. Hätäkeskuspäivystäjä tekee hätäpuhelun perusteella riskinarvion, ja hätäkeskustietojärjestelmä esittää tehtävään sopivaa muodostelmaa eli vastetta. Pelastustoiminnan johtaja voi tarvittaessa pyytää tehtävälle hälytettyyn muodostelmaan lisähälytyksiä ja täydennyksiä myös muista viranomaisista.

Pelastustoiminnan muodostelmia ovat pelastusyksikkö, pelastusryhmä, pelastusjoukkue, pelastuskomppania ja pelastusyhtymä.

- **Yksikkö** on henkilön tai henkilöstön, kulkuneuvon ja kaluston muodostama toimintakokonaisuus, joka kykenee itsenäiseen toimintaan. Yksiköitä ovat esimerkiksi pelastusyksikkö, sammutusyksikkö, raivausyksikkö, säiliöyksikkö ja tikasyksikkö.
- **Pelastusryhmä** koostuu johtajasta, vähintään kolmesta ja enintään seitsemästä henkilöstä sekä tehtävän mukaisista ajoneuvoista ja kalustosta.
- **Pelastusjoukkue** koostuu johtajasta, vähintään kahdesta ja enintään viidestä pelastusryhmästä.
- **Pelastuskomppania** koostuu johtajasta, pelastustoiminnan johtajaa avustavasta esikunnasta, vähintään kahdesta ja enintään viidestä pelastusjoukkueesta.
- **Pelastusyhtymä** koostuu johtajasta, johtokeskuksesta ja vähintään kahdesta pelastuskomppaniasta tukimuodostelmineen.

(Toimintavalmiuden suunnitteluohje. SM 2012, 4–5.)

Pelastuslain (2011/379) 34 §:n mukaan sammutus- ja pelastustoimintaa johtaa pelastusviranomainen. Pelastustoiminnan johtajana voi toimia esimerkiksi alueen päivystävä palomestari pelastusjoukkueen tasoisissa onnettomuustilanteissa ja alipäällystöviranhaltija pienemmissä pelastusryhmän tasoisissa onnettomuustilanteissa. Lähtökohtana voidaan pitää, että pelastusryhmän johtajalla on ryhmänjohtajan koulutus ja pelastusjoukkueen tai sitä suuremman muodostelman johtaja on päätoiminen päällystöviranhaltija. Yleisperiaatteena on, että jokaisen muodostelman johtaja kykenee tarvittaessa johtamaan seuraavaksi suurempaa johtamisporrasta edellyttävää muodostelmaa. (Toimintavalmiuden suunnitteluohje. SM 2012, 9–10.)

Pelastustoiminnan johtovastuun tulee olla kaikissa tilanteissa yksiselitteinen, ja johtovastuun siirtyminen tulee välittömästi ilmoittaa kaikille, joita asia koskee suoraan. Mikäli pelastustoimintaan osallistuu pelastuslaitoksen lisäksi myös muiden toimialojen yksiköitä, kuten poliisi ja ensihoito, toimii pelastusviranomainen myös kokonaisuudesta vastaavana yleisjohtajana. Pelastustoiminnan johtajan ei tarvitse kaikissa tilanteissa tulla onnettomuuspaikalle, ellei tilanne sitä edellytä. Näissä tilanteissa johtaminen tapahtuu etäjohtamisen periaattein. (Toimintavalmiuden suunnitteluohje. SM 2012, 9–10.)

## 8.2 Pelastustoiminnan johtamisen säädösperusta

Sammutus- ja pelastustoiminnan johtamiseen kohdistuu paljon ulkoista ja sisäistä ohjausta ja valvontaa. Eri lait, asetukset, ohjeet ja strategiat ja niiden valvonta normittavat johtamistyötä. Lainsäädäntö muodostaa pelastustoiminnalle ja myös pelastustoiminnan johtamiselle vähimmäistason, jota on noudatettava. Pelastuslaitoksen johdon, esimiesten ja kaikkien työntekijöiden täytyy tuntea voimassa oleva normisto siinä laajuudessa, joka koskee heidän omaa tehtäväänsä ja siihen määriteltyä vastuualuetta. Palvelun tuottaja eli pelastuslaitos vastaa käytännössä siitä, että pelastustoiminnan johtamiseen vaikuttavat osa-alueet suunnitellaan ja organisoidaan asianmukaisesti ja että tehtävien hoitamiseen varataan riittävät resurssit.

Pelastuslakiin (379/2011) kirjattuja oikeudellisia vaatimuksia on tarkennettu useassa muussa laissa, asetuksessa ja ohjeessa. Toiminnassa ja sen suunnittelussa on huomioitava esimerkiksi pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohje (21/2012), alueen palvelutasopäätös, pelastussukellusohje (48/2007), työturvallisuuslaki (738/2002) ja muu työturvallisuutta ohjaava lainsäädäntö. Sisäministeriön julkaisuista esimerkiksi putoamisvaarallisella alueella työskentely pelastustoimessa (2021:6) sekä ohje pelastushenkilöstön toimintakyvyn arvioinnista ja kehittämisestä (5/2016) määrittelevät puolestaan tarkemmin pelastustoimen henkilöstön fyysisen toimintakyvyn vaatimukset.

Pelastuslain (379/2011) 34 §:n mukaan: ”Pelastustoiminnan johtaja on yhden tai useamman pelastusmuodostelman tilanteenaikainen johtaja. Pelastustoiminnan johtaja on siltä pelastustoimen alueelta, jossa onnettomuus tai vaaratilanne on saanut alkunsa, jollei toisin ole sovittu. Pelastustoimintaa johtaa pelastusviranomainen. Pelastustoimintaa voi kuitenkin tilapäisesti johtaa muu pelastuslaitoksen palveluksessa oleva tai sopimuspalokuntaan kuuluva siihen saakka, kun toimivaltainen pelastusviranomainen ottaa pelastustoiminnan johtaakseen.”

## Tärkeää

- Pelastustoiminnan johtajan on tunnettava keskeiset sammutus- ja pelastustoimintaa ohjaavat säädökset.
- Säädökset ohjaavat erityisesti pelastustoiminnan suunnittelua, mutta ne on huomioitava myös onnettomuuden aikaisessa johtamistyössä.

## 8.3 Pelastustoiminnan johtajan toimivaltuudet

Pelastuslaissa (379/2011) 36 § on määritelty pelastustoiminnan johtajan toimivaltuudet, joiden tarkoitus on edesauttaa pelastustoiminnan yleisiä tavoitteita: sammuttaa tulipalo ja ehkäistä sen leviäminen, muun onnettomuuden torjuminen ja vahinkojen rajoittaminen sekä vaaran välttäminen. Toimivaltuuksia voidaan käyttää vain pakottavissa tilanteissa edellä mainittujen tavoitteiden saavuttamiseksi, joten niiden käyttöä tulee aina tapauskohtaisesti arvioida ja perustella. Lain mukaan toimivaltuuksien käyttö tulee siis olla välttämätöntä ihmisen, omaisuuden tai ympäristön pelastamiseksi. Mikäli pelastustoiminnasta aiheutuu vahinkoa esimerkiksi kiinteälle tai irtaimelle omaisuudelle, on pelastuslaitos velvollinen suorittamaan täyden korvauksen aiheutuneista omaisuusvahingoista. Pelastustoiminnan johtaminen ja johtajalle annetut toimivaltuudet voidaan nähdä yhtenä tärkeänä johtajan työkaluna, jonka tarkoitus on edesauttaa kiireellisen avun tuottamista onnettomuustilanteessa.

### Lisätietoa säädöksistä

Pelastuslaki

Pelastustoimen toiminta-valmiuden suunnitteluohje

Ohje palvelutasopäätöksen sisällöstä ja rakenteesta

Pelastussukellusohje

Työturvallisuuslaki

### Mitä toimivaltuuksia pelastustoiminnan johtajalla on pelastuslain nojalla?

**Pelastustoiminnan johtaja voi:**

- määrätä ihmisiä suojautumaan sekä panna toimeen suojaväistön
- ryhtyä sellaisiin välttämättömiin toimenpiteisiin, joista voi aiheutua vahinkoa kiinteälle tai irtaimelle omaisuudelle
- määrätä antamaan käytettäväksi rakennuksia, viesti- ja tietoliikenneyhteyksiä ja välineitä sekä pelastustoiminnassa tarvittavaa kalustoa, välineitä ja tarvikkeita, elintarvikkeita, poltto- ja voiteluaineita ja sammutusaineita
- ryhtyä muihinkin pelastustoiminnassa tarpeellisiin toimenpiteisiin.

## 8.4 Pelastustoiminnan johtamistasot

Pelastustoimintaa johdetaan eri tasoilla. Johtamistasoon ja johtamisen sisältöön vaikuttavat muun muassa johdettavan tehtävän suuruus ja onnettomuuden asettamat vaatimukset. Kaikilla johtamisen tasoilla tarvitaan lainsäädännön tulkintaa sekä teknistä, taktista ja strategista johtamista, mutta niiden painotus vaihtelee. Esimerkiksi taktisella johtamistasolla pääpaino on taktisissa ratkaisuissa, mutta pelastustoiminnan johtaja voi joutua pohtimaan myös teknisiä yksityiskohtia osana sammutustoiminnan johtamista. Lainsäädännön tulkintaa joudutaan tekemään arvioitaessa sitä, milloin pelastustoiminta voidaan lopettaa. Rakennuspalotehtävällä eri johtamistasojen tehtävänä on varmistaa tehtävän kokonaisuuden hallinta sekä vastuualueeseen liittyvä riittävä osaaminen, resurssit ja suorituskyky. (Ehdotus pelastustoiminnan johtamisen suunnitteluperusteiden kehittämiseksi. Sisäministeriö 2018, 15–17.)

### 8.4.1 Tekninen johtamistaso

Teknisellä johtamistasolla johdetaan pelastusryhmää. Pelastusryhmä hälytetään ainoana pelastusmuodostelmana tehtäville, joissa ei ole useita ihmisiä vaarassa tai suuria omaisuusarvoja uhattuna. Hätäilmoituksen perusteella voidaan lisäksi arvioida, ettei onnettomuudella ole laajenemisen vaaraa ja tehtävästä voidaan arvioida pelastusryhmän voivan suoriutua itsenäisesti. Suurin osa pelastuslaitosten tehtävistä on sellaisia, joihin hälytetään ainoastaan pelastusryhmä. Teknisellä johtamistasolla pelastustoiminnan johtajana toimii pelastusryhmän johtaja. Jos onnettomuuteen liittyy muita viranomaisia, hän toimii samalla yleisjohtajana. Pelastusryhmän pitää pystyä toimimaan myös osana suurempaa muodostelmaa. Laajentamistarve liittyy onnettomuuden laatuun sekä tarvittavien ja käytettävissä olevien voimavarojen määrään. Toimiessaan osana suurempaa pelastustoimen muodostelmaa täytyy pelastusryhmän johtajan ymmärtää oman roolinsa merkitys toiminnan kokonaisuudelle. Tämä on tärkeää yhteiseksi asetetun tavoitteen saavuttamisen kannalta. (Ehdotus pelastustoiminnan johtamisen suunnitteluperusteiden kehittämiseksi. Sisäministeriö 2018, 18–19.)

Teknisellä johtamistasolla tehdään päätöksiä sammutustekniikoista, -välineistä ja vaadittavista taidoista taktisella tasolla luotujen tavoitteiden toteuttamiseksi. Teknisellä johtamistasolla on tärkeää kyetä tunnistamaan eri vaihtoehtoja, jotta löydetään paras mahdollinen sammutustekniikka, joka samalla tukee tehtävän päätavoitetta. Esimerkiksi taktisella tasolla syntyy päätös siitä, että aloitetaan palon aktiivinen sammuttaminen rakennuksen ulkopuolelta, mikä johtaa teknisen tason päätökseen siitä, aloitetaanko edellä mainittu sammuttaminen esimerkiksi sammutusleikkurilla, pistosuihkuputkella vai jollain muulla teknisellä menetelmällä. Viime vuosina markkinoille on tullut runsaasti uusia sammutusvälineitä, jotka luovat uusia mahdollisuuksia sammutustoimintaan, mutta asettavat samalla uusia osaamisvaatimuksia pelastustoiminnan johtajalle ja koko pelastushenkilöstölle.

### 8.4.2 Taktinen johtamistaso

Taktisella johtamistasolla tarkoitetaan pelastusjoukkueen tai -komppanian johtamista. Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohjeen (2012) mukaan pelastusjoukkue koostuu pelastustoiminnan johtajasta, vähintään kahdesta ja enintään viidestä pelastusryhmästä. Pelastusjoukkue hälytetään tehtäville, kun hätäilmoituksen tai kohteen perusteella voidaan päätellä, että pelastusryhmä ei kykene suoriutumaan tehtävästä yksin. Rakennuspalot edustavat tyypillisesti onnettomuustyyppiä, johon liittyy leviämisen vaara, joten näihin tilanteisiin hälytetään yleisesti vähintään pelastusjoukkueen kokoinen muodostelma, jonka osana pelastusryhmät toimivat. Pelastusryhmiä johdetaan teknisellä tasolla myös joukkue- ja komppaniatason tehtävillä osana suurempaa muodostelmaa. Pelastusryhmien osaaminen ja kyvykkyys ovat tärkeässä roolissa siis kaikissa rakennuspalotehtävissä organisaation koosta huolimatta.

Pelastuskomppania hälytetään hälytysohjeen mukaisesti niille tehtäville, joissa pelastusjoukkueen resurssit eivät riskianalyysin perusteella ole todennäköisesti riittäviä tai onnettomuudella on ainekset laajentua suuronnettomuudeksi. Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohjeen (2012) mukaan pelastuskomppania koostuu pelastustoiminnan johtajasta, johtavaa avustavasta esikunnasta sekä vähintään kahdesta ja enintään viidestä pelastusjoukkueesta.

Taktisella tasolla asetetaan tavoitteet sammutustoiminnalle ja valvotaan tavoitteiden toteutumista. Esimerkki taktisen tason päätöksestä on pelastustoiminnan johtajan tekemä päätös pelastusryhmien vastuualuejaosta tai esimerkiksi tiedustelutiedon perusteella syntynyt tilannearvio ja päätös siitä, aloitetaanko palon aktiivinen sammuttaminen rakennuksen ulkopuolelta vai siirrytäänkö puolustavaan ulkoa – palon leviämisen estämisen taktiikka.

### 8.4.3 Strateginen johtamistaso

Strategisella johtamistasolla johdetaan tyypillisesti pelastusyhtymää ja huolehditaan vaativista yleisjohtotehtävistä. Pelastusyhtymä koostuu johtajasta, johtokeskuksesta ja vähintään kahdesta pelastuskomppaniasta tukimuodostelmineen (Sisäministeriö 2012). Tällaisia tehtäviä on harvoin, mutta johtamisjärjestelmä tulee suunnitella siten, että näihin suuria riskejä sisältäviin tehtäviin pystytään vastaamaan tarvittaessa.

## 8.5 Tilannepaikan johtaja

Tilannepaikan johtaja on pelastustoimintaa onnettomuuskohteessa johtava henkilö. Pelastuslain 34 §:n mukaan pelastustoimintaa johtaa pelastusviranomainen. Pelastusviranomaiselle on siksi toimitettava tieto kaikista tehtävistä ja pelastusviranomaisen on oltava yhteydessä tilannepaikalle hälytettyyn lähimpään yksikköön ja määrättävä pelastustoiminnan johtajan alaisuuteen yksikön jäsenistä tilannepaikan johtaja, jos sitä ei ole ennalta määrätty. Tilannepaikan johtaja on siis fyysisesti paikalla onnettomuuskohteessa ja johtaa siellä toimintaa pelastustoiminnan johtajana toimivan pelastusviranomaisen antamien ohjeiden mukaisesti. Pelastustoiminnan johtajana toimivan pelastusviranomaisen ei kuitenkaan tarvitse tulla onnettomuuspaikalle, ellei tilanne sitä edellytä. (Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohje. Sisäasiainministeriö 2012, 9.)

Tilannepaikan johtajan käsite ja toimintaan vakiintuneet käytännöt pelastuslaitoksissa eivät ole yksiselitteisiä. Johtamisen ja pelastustoiminnan onnistumisen kannalta on ihanteellisinta, mikäli tilannepaikan johtajaksi nimetty henkilö voi johtamistyöskentelyssään keskittyä toimimaan ainoastaan tilannepaikan johtajana. Tarvittaessa hän määrää omasta pelastusryhmästään uuden ryhmänjohtajan. Jotta tämä toimintamalli on käytännössä mahdollinen, tarvitaan hyvää etukäteissuunnittelua, koulutusta ja harjoittelua kaikilla pelastusmuodostelman johtamisen tasoilla. Tilannepaikan johtajaksi nimetty henkilö voi toimia kohteessa ainoastaan tilannepaikan johtajana tai vaihtoehtoisesti kahdessa eri roolissa ja kahdella johtamistasolla. Kahden eri johtamistason

yhdistäminen on erittäin haastavaa ja vaatii tekijältään monipuolista johtamisosaamista ja hyvää johtamiskokonaisuuden hallintaa.

## 8.6 Pelastustoiminnan johtamisen taktiset yleisperiaatteet

Taitava pelastustoiminnan johtaja osaa käyttää pelastusmuodostelmia ja niiden resursseja optimaalisesti onnettomuustilanteen saamiseksi hallintaan – tämä on taktiikkaa. Taktiikka voidaan jakaa taktisiin yleisperiaatteisiin ja onnettomuustyyppikohtaisiin taktiikoihin. Onnettomuustyyppikohtaiset taktiikat ovat eri onnettomuustyyppeihin sovellettavia yleisperiaatteita, joita voidaan hyödyntää onnettomuustilanteissa. Näitä ovat esimerkiksi sammutustaktiikka tulipaloissa, pelastustaktiikka liikenneonnettomuuksissa ja torjuntataktiikka vaarallisten aineiden onnettomuuksissa. Kaiken taktisen johtamisen tavoitteena on optimoida onnettomuuden torjunnassa saavutettava hyöty käytettävissä olevalla resurssilla ja suorituskyky huomioiden. Suorituskyvyllä tarkoitetaan pelastuslaitoksen olemassa olevaa kykyä suoriutua tietystä tehtävästä.

**Taktisia yleisperiaatteita ovat seuraavat:**

- **pelastaminen**
  - 1. ihmiset
  - 2. omaisuus ja muut arvot
- **suurimman uhkan torjuminen**
  - kuinka onnettomuus kehittyy?
- **painopisteen luominen**
  - ohjataan resursseja uhanalaisimpaan suuntaan
- **olosuhteiden hyväksi käyttäminen**
  - rakenteet
  - sääolosuhteet
  - maasto
- **jatkuvuudesta huolehtiminen**
  - vaihtohenkilöstö
  - huolto
- **jatkuva tiedustelu**
  - aktiivinen tiedonkeruu
- **ennakointi**
  - tilannekuvan ylläpito
  - muutoksiin varautunen
  - suunnitelma, varasuunnitelma, hätäsuunnitelma
- **aktiivinen johtaminen**
  - ”valvontajänteen” ylläpitäminen
  - tilanneilmoitukset
  - etupainotteisuus
  - toiminnan mukauttaminen

(Pelastusopiston koulutusmateriaali. Honkanen & Neuvonen 2012.)

### Tärkeää

- Tilannepaikan johtaja johtaa toimintaa onnettomuuskohteessa pelastustoiminnan johtajana toimivan pelastusviranomaisen antamien ohjeiden mukaisesti.

Tilannepaikan johtajan tunnus muodostetaan yksikkötunnuksesta tai käyttämällä erillistä kutsutunnusta ”Tilanne” ja muodostelman kokoon perustuvaa numeroa:

- Tilanne P2 (komppanian johtamistaso)
- Tilanne P3 tai P4 (joukkueen johtamistaso)
- Tilanne P5 (ryhmän johtamistaso)

(Ohje pelastustoimen yksikkö- ja kutsutunnuksista 2020.)

### ? Mitkä ovat johtamistoimintaan liittyviä yksikkö- ja kutsutunnuksia?

- Päivystävä palomestari johto-/tilannekeskuksessa P30
- Päivystävä palomestari kentällä P31
- Päivystävä ryhmänjohtaja johto-/tilannekeskuksessa P50
- Päivystävä ryhmänjohtaja kentällä P51

(Ohje pelastustoimen yksikkö- ja kutsutunnuksista 2020.)

## 8.7 Johtamisprosessi

Pelastustoiminnan johtaminen voidaan prosessina jakaa viiteen eri toiminnan osaan: tiedusteluun, tilannearvioon, päätökseen, käskyyn ja valvontaan (kaavio 25). Ne muodostavat johtamisen prosessin kehän, ja jokainen kehän osa on yhtä merkittävä kokonaisuuden kannalta. Vaiheittain etenevä johtamisprosessi auttaa käsittelemään tehtävän hoidon kannalta merkityksellisiä asioita loogisessa järjestyksessä, ja se edesauttaa kiireellisen avun järjestämistä pelastettaville.

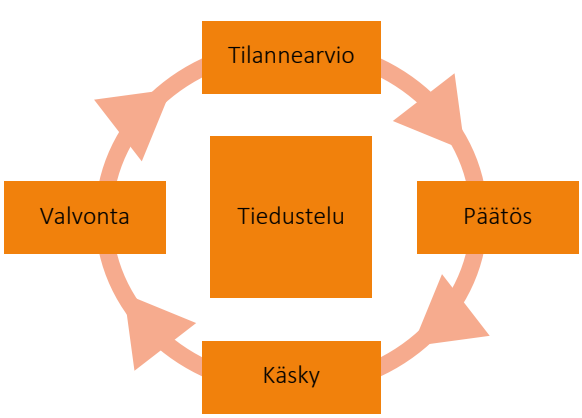
**Tiedustelu** on johtamisprosessin ensimmäinen vaihe, ja se voi olla tilanteen alkuvaiheessa organisaation päätehtävä. Pelastustoiminnan aikainen tiedustelu on jatkuvaa ja kaikilla toiminnan tasoilla tapahtuvaa johtamisen ja pelastustoiminnan kannalta merkityksellisten tietojen hankintaa. Kaikki onnettomuuden torjuntaan osallistuvat tuottavat tiedustelutietoa omalta vastuualueeltaan pelastustoiminnan johtajan ja ryhmänjohtajien päätöksenteon tueksi. Tiedustelu alkaa heti hälytysilmoituksesta ja tehtävän vastaanottamisesta ja jatkuu kohteessa koko tilanteen ajan.

**Tilannearvio** muodostuu onnettomuuden hahmottamisesta: mitä on tapahtunut ja missä, voiko tilanne laajeta, onko ihmisiä ja omaisuutta uhattuna sekä riittävätkö nykyiset resurssit tulokselliseen ja turvalliseen toimintaan. Tilannearvion aikana verrataan onnettomuuden asettamia vaatimuksia suhteessa pelastusorganisaation suorituskykyyn ja osaamiseen sekä tarkastellaan eri mahdollisuuksia tehtävän hoitamiseen.

**Päätös** on pelastustoiminnan johtajan tekemä linjaus toiminnan aloittamisesta tai jo aloitetun toiminnan suunnan muuttamisesta. Päätökseen vaikuttavat erityisesti vallitseva onnettomuustilanne ja käytettävissä olevat resurssit.

**Käsky** on tehdyn päätöksen ilmaisemista ja toiminnan liikkeelle paneva voima. Mikäli kyseessä on johtajan käsky alijohtajalle, voidaan alijohtajalle jättää liikkumavaraa käskyn toteuttamisessa. Käskyn on oltava rakenteeltaan selkeä, hyvin jäsennelty ja yksinkertainen virhetulkintojen välttämiseksi, ja sen on oltava myös toteuttamiskelpoinen. Perusrakenteinen käsky koostuu käskynsaajan identifioinnista, tehtävän määrittelystä ja kohteesta.

**Valvonta** on johtajan keino seurata annetun käskyn noudattamista ja suunnitelman toteutumista. Valvonnan tarkoituksena on varmistaa, että pelastustoiminta etenee määritetyn tavoitteen suuntaan ja että noudatetaan pelastustoiminnan johtajan päättämää toimintalinjaa. Yksinkertaisimmillaan valvonta tarkoittaa käskyn takaisinlukua eli sitä, että käskyn saaja toistaa käskyn ja näin varmistaa ymmärtäneensä käskyn. Myös erilaiset väliaika- ja tilanneraportit ovat osa valvontaa. Johtamisprosessi ei pääty valvontaan, vaan alkaa uudelleen alusta ja jatkuu koko tehtävän hoidon ajan.




**Kaavio 25.** Johtamisen prosessikaavio onnettomuustilanteessa.

### Tärkeää

- Sammutustaktiikan valinta on harkitun tilannearvio–päätösketjun tulos, jonka avulla voidaan perustellusti ja turvallisesti suorittaa pelastustoimintaa haluttuun tavoitteeseen saakka (Sisäministeriö 2021 b).
- Päätökseen vaikuttavat muun muassa palokohde, palon vaihe, sammuttajien osaaminen ja kelpoisuus sekä muut resurssit.

## Tärkeää

- Tiedustelu on jatkuvaa ja kaikilla toiminnan tasoilla tapahtuvaa johtamisen ja pelastustoiminnan kannalta merkityksellisten tietojen hankintaa.
- Kaikki onnettomuuden torjuntaan osallistuvat tahot tuottavat tiedustelutietoa omalta vastuualueeltaan pelastustoiminnan johtajan ja ryhmänjohtajien päätöksenteon tueksi.

## 8.8 Työturvallisuuden johtaminen sammutustoiminnassa

Sammutus- ja pelastustoimintaan liittyvien riskien poistaminen kokonaan on usein mahdotonta. Näissä tilanteissa on tärkeää pyrkiä pienentämään riskit siedettävälle tasolle suhteessa tehtävän tavoitteisiin ja saavutettavaan hyötyyn. Esimerkiksi täytyy pohtia, onko sisältä sammuttaminen ainoa ja paras vaihtoehto rakennuspalotilanteessa, jossa pelastettavia ihmisiä ei varmuudella ole. Työturvallisuusseikkojen huomioiminen osana päätöksentekoa on sammutustehtävillä erittäin tärkeää. Jotta se olisi mahdollista, täytyy sammutustyöhön osallistuvalla henkilöstöllä olla yhteinen käsitys pelastustehtävän tavoitteesta sekä siitä, millaisia vaaroja tehtävään liittyy.

Oleellinen osa sammutustyöhön liittyvää riskien hallintaa on työn vaarojen arviointi ja niiden merkityksen selvittäminen. Riskejä voidaan arvioida ennalta esimerkiksi eri rakennustyyppeihin liittyvien ominaispiirteiden tarkastelulla tai aiemmin tapahtuneiden vaaratilanteiden perusteella. Ennakoivasti suoritettu riskien arviointi on tärkeä ja vaikuttava osa sammutustoiminnan turvallisuuden, tehokkuuden ja johtamisen kehittämistä.

Sammutustyöhön kuuluu useita sellaisia työtehtäviä, jotka luokitellaan työturvallisuuslain (738/2002) mukaan työksi, josta voi aiheutua työn tekijälle erityistä tapaturman tai sairastumisen vaaraa. Tällaista työtä saa tehdä vain henkilö, joka on siihen omien henkilökohtaisten ominaisuuksiensa kautta sopiva. Toimittaessa sammutustehtävillä turvallisuuskriittisessä toimintaympäristössä riskin toteutuminen aiheuttaa usein merkittävää vahinkoa joko ihmisille tai ympäristölle. Lähtökohta riskin toteutumiselle on tyypillisesti sen huono hallinta. Sammutustyöhön liittyvien riskien tunnistamiskyky on merkittävä osa pelastustoimintaan osallistuvan henkilöstön ammattitaitoa. Turvallisuuteen suunnattavat voimavarat ja painopistealueet eroavat paljon turvallisuutta johtavan henkilöstön osaamisen, arvojen ja näkemysten mukaan.

### 8.8.1 Pelastustoiminnan johtaja turvallisuusjohtajana

Pelastustoiminnan johtaja ja erityisesti päällystö vastaa työturvallisuuslainsäädännön mukaan niin hallinnollisesti kuin käytännössä pelastus- ja sammutustyöhön osallistuvan henkilöstön työturvallisuuden suunnittelusta, kehittämisestä ja valvonnasta. Sammutustehtävän aikana tämä voi tarkoittaa käytännössä esimerkiksi tilannetietojen perusteella määrättävää suojaustasoa ja sammutustekniikkaa, joiden määrittelyperusteena on toiminnan tehokkuuden ohella työturvallisuus.

Kaikkien onnettomuustilanteessa työskentelevien henkilöiden on työskenneltävä työnantajan antamien ohjeiden mukaan turvallisuutta ja terveellisyyttä edistäen. Heidän on työturvallisuuslain (738/2002) 4 luvun 18 §:n mukaisesti noudatettava työnantajan asettamia ohjeita ja turvallisuusmääräyksiä ja käytettävä heille osoitettuja suojavarusteita. Pelastustoiminnan johtaja on onnettomuustehtävällä työnantajan edustaja, joka toimii virkavastuun alla.

Pelastustoiminnan johtaja on onnettomuustehtävällä paljon vartijana siis myös työturvallisuuden osalta. Pelastustoimintaan liittyvät päätökset koskevat suoraan sekä välillisesti niitä henkilöitä, jotka pelastustoimintaan osallistuvat. Vakioitujen vastuualueiden, tehtävien ja käskyjen antamisella niillä olettamuksilla, että suorituskyky on aina sama ja riittävä, voi olla merkittäviä vaikutuksia työturvallisuuteen. Pelastustoiminnan johtajan

tulee olla tietoinen tehtävälle hälytetyn muodostelman todellisesta osaamisesta, kokemuksesta, toimintakyvystä ja terveydentilasta vaativan onnettomuuden ja työturvallisuuden asettamien vaatimusten näkökulmasta. Oman organisaation vakiintuneiden toimintatapojen rinnalle voidaan nykymenetelmiä soveltaen kehittää erityisesti sammutustyön turvallisuutta ja tehokkuutta parantavia ratkaisuja.

### 8.8.2 Työturvallisuutta tehdään ennakoimalla

Pelastustoiminta, pelastustoiminnan johtaminen sekä työturvallisuus nivoutuvat voimakkaasti toisiinsa ja muodostavat keskinäisiä riippuvuussuhteita. Sammutustoimintaan liittyvien työriskien tunnistaminen suunnitelmallisesti ja ennakoivasti on erittäin tärkeää. Riskien tunnistamisen ja arvioinnin avulla voidaan kehittää esimerkiksi johtamista, osaamista, menetelmiä ja kalustoon liittyviä hankintaprosesseja.

Sammutustehtävien onnistumiseen ja toiminnan turvallisuuteen voidaan vaikuttaa ennakoivasti esimerkiksi tutustumalla oman toiminta-alueen kohteisiin ja laatimalla niistä kohdekortteja. Kohteiden onnettomuusuhkien tunnistaminen on ennakoivan työn ensimmäinen vaihe, jota jatkojalostetaan myöhemmässä vaiheessa laadittavilla toiminnallisilla suunnitelmilla, koulutuksella ja harjoittelulla (kaavio 26). Ennakoinnin merkitystä pelastustoiminnalle voidaan hyvin kuvata ”yhdeksän kuukauden säännöllä” (Smura 2016), jonka tavoitteena on onnettomuuden odottamisen sijasta valmistautua mahdollisimman hyvin tulevaan tehtävään. Etukäteissuunnitelmia laadittaessa on tärkeää tunnistaa myös omat mahdollisuudet ja voimavarat edellä mainittujen onnettomuusskenaarioiden hoitoon. Organisaatiolta voidaan siis kysyä perustellusti esimerkiksi, mitä meillä on ja miten meillä toimitaan. Toimintavalmiuden ylläpitäminen ja toiminnan kehittäminen vaativat myös tehtävien jälkeistä avointa ja rehellistä oman toiminnan arviointia. Näin voidaan löytää kehittämiskohteita ja samalla vahvistaa niitä toiminnan elementtejä, joissa on onnistuttu.

**Tärkeää**

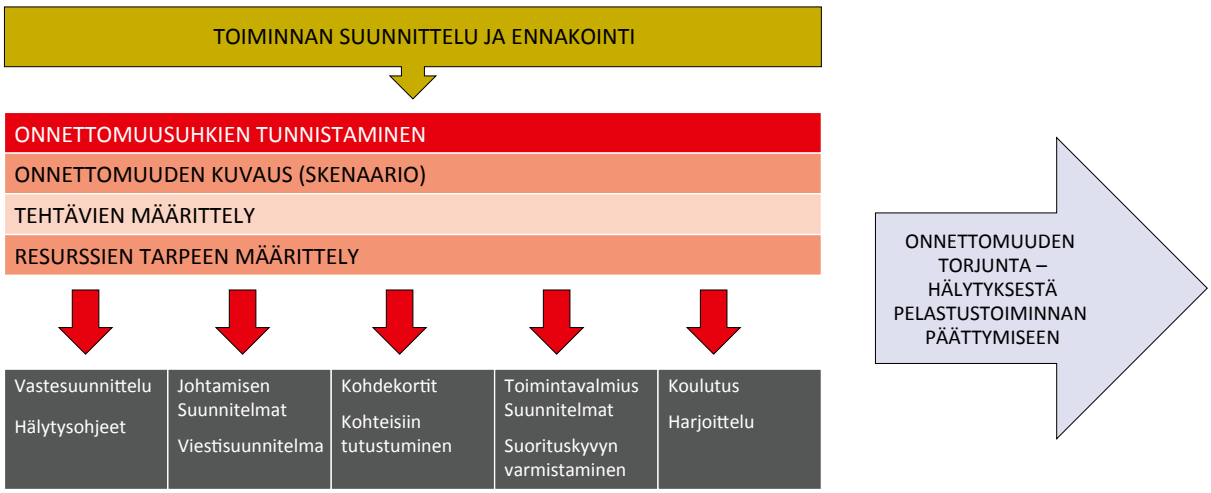
- Vaara ja vaaratekijät
  - Työssä esiintyviä tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa haittaa tai vaaraa työntekijöiden terveydelle tai turvallisuudelle.
- Vaaratilanne
  - Henkilöön kohdistuu yksi tai useampia vaaratekijöitä.
- Riski
  - Vaaratilanteen aiheuttamien vahinkojen vakavuuden ja todennäköisyyden yhdistelmä.

**Mitä tarkoitetaan riskienhallinnalla?**

- Riskienhallinta on systemaattista työtä toiminnan jatkuvuuden varmistamiseksi ja henkilöstön turvallisuuden ja hyvinvoinnin varmistamiseksi.
- Sammutustyön riskienhallinta tarkoittaa kaikkea organisaatiossa tehtävää toimintaa riskien pienentämiseksi tai poistamiseksi ennen sammutustehtävää ja sen aikana.

**Tärkeää**

- Sammutustehtävien onnistumiseen ja toiminnan turvallisuuteen voidaan vaikuttaa ennakoivasti esimerkiksi tutustumalla oman toiminta-alueen kohteisiin ja laatimalla niistä kohdekortteja.
- Pelastustoiminnan johtajan tulee olla tietoinen tehtävälle hälytetyn muodostelman todellisesta osaamisesta, kokemuksesta, toimintakyvystä ja terveydentilasta.




**Kaavio 26.** Ennakoinnin merkityksiä (soveltaen Honkanen & Neuvonen 2012).

# 9 Rakennuspalon tutkinta

*Pasi Paloluoma*

## 9.1 Palontutkinta pelastustoimessa

Pelastuslainsäädäntö lähtee siitä, että kaikki tulipalot tulee tutkia. Pelastuslaitosten palontutkinnan tavoitteena on tuottaa tietoa onnettomuuksien ehkäisyä, vahinkojen rajoittamista sekä pelastustoiminnan ja toimintavalmiuksien kehittämistä varten. Tutkintatiedot kirjataan pelastustoimen toimenpiderekisteriin (Pronto).

Pelastuslain (378/2011) 41 §:n mukaisesti valtaosa pelastuslaitosten tutkinnasta suoritetaan vähintään arvioimalla tulipalojen syttymissyyt ja selvittämällä pelastustoiminnan kulku (tason 1 tutkinta). Tyypillisesti arviointi toteutetaan toimintaa johtaneen pelastusviranomaisen toimesta. Arvioinnin tulee perustua viranomaisen koulutukseen, kokemukseen ja kykyyn toteuttaa arviointi havaittujen tietojen perusteella onnettomuuskehitys huomioiden. Mikäli tulipalo edellyttää tarkempaa tutkintaa esimerkiksi henkilö- tai omaisuusvahinkojen, pelastustoiminnan kulun selvittämisen tai jonkin muun seikan takia, tulee käynnistää tarkempi tutkinta (tasot 2–3). Tällöin onnettomuuden syntyä ja seurauksia sekä pelastustoiminnan kulkua selvitetään arviointia tarkemmalla tasolla.

## 9.2 Tutkinnan edellytykset

Vaikka pelastustoimen palontutkinnassa selvitetään tyypillisesti palon syttymistä, leviämistä, vahinkojen laajuutta ja pelastustoiminnan kulkua, suorittavat tulipalojen tutkintaa myös useat muut viranomaiset sekä toimijat. Jokaisella tutkijatahol-la on tyypillisesti tutkinnalle omat intressinsä, joita voivat olla omaisuusvahingon tai henkilövahingon selvittäminen, kuolemansyyn selvittäminen, rikoksen selvittäminen, tuotevastuun selvittäminen tai vaikkapa epäilty vakuutuspetos. Tämän vuoksi pelastustoiminnassa tulee aina huomioida tulipalon tutkinta ja turvata tutkinnan edellytykset.

Rakennuspalon tutkinta huomioidaan yleensä sammutustyön aikana tai vasta sen päätyttyä. Joskus tutkinta voi kuitenkin jäädä kokonaan huomioimatta ja tarve tutkinnalle realisoituu vasta myöhemmin. Kun tutkinnalle syntyy intressi eikä rakennukseen kohdistuneessa sammutustyössä ole lainkaan huomioitu palon tutkintaa, voi sen suorittaminen olla poikkeuksellisen haastavaa.

## 9.3 Keskeiset tehtävät pelastustoiminnan aikana

Kappaleiden 9.3 ja 9.4. sisältö perustuu laajalti International IAAI:n (International Association of Arson Investigators) verkko-oppimisalustan (cfitrainer.net) ohjekortteihin. Ohjekortit on linkitetty lisätieto-osioon.

Pelastustoimintaan osallistuvan henkilöstön rooli on rakennuspalon tutkinnan kannalta merkittävä. Tilanteen alkuvaiheessa voidaan tehdä olennaisia huomioita tapahtuneesta eikä rakennukseen ole vielä kohdistunut toimia, jotka vaikuttavat tulipalon sammuttamiseen tai palamisolosuhteiden muutokseen sekä siten kohteesta myöhemmin saatavaan tietoon. Vaikka pelastustoiminnan alkuvaiheessa tapahtuu paljon ja joukkojen kokoamisvaihe on vielä menossa, tulee pelastustoiminnan yhteydessä (kaavio 27):

**Kaavio 27.** Keskeiset tehtävät pelastustoiminnan aikana.

**Tarkkailla** palokohdetta ja sen ympäristöä sekä tehdä havaintoja palon vaiheesta, etenemisestä, sammutusvaikutuksesta, sään vaikutuksesta, ihmisistä ja mahdollisista poikkeavista tapahtumista palopaikalla.

**Säilyttää** kaikki normaalista poikkeavat jäljet ja välttää rakennuksen ylimääräistä raivaamista. Jälkien suojaamatta jättäminen, niiden sotkeminen tai liiallinen raivaaminen voi vaikeuttaa tulipalon tutkintaa ja tuhota esimerkiksi rikospalon todisteita.

**Dokumentoida** tilanteen kehittyminen, sammutusvaikutus ja palon sekä savun tila koko sammutustyön ajan. Lisäksi kaikki rakennuksen tilat, poikkeavuudet, irtaimiston siirrot sekä raivattavat kohteet ennen raivauksen aloitusta on dokumentoitava.

**Kommunikoida** tehdyistä toimista ja havainnoista siten, että pelastustoiminnan johdolla on asianmukainen tieto tilanteesta.

Kaikkien pelastustoiminnan aikana tehtävien havaintojen tulee olla jatkuvia ja tehdyille havainnoille ja toimille tulisi aina löytää vähintäänkin karkea aikaleima. Luotettavilla havainnoilla onkin keskeinen merkitys tulipalon tutkinnassa.

### 9.3.1 Tilanteen havainnointi

Tulipaloon johtaneet osatekijät voivat juontua hyvinkin pitkältä ajalta ennen palon syttymistä. Kun palo sitten syttyy ja siitä ilmoitetaan, alkaa pelastustoiminnan ja tulipalon tutkinnan kannalta merkittävää tietoa kertyä.

Pelastuslaitoksen saatua hälytyksen rakennuspalotehtävään voidaan jo esitiedoissa tai matkalla kohteeseen saada tietoa, jolla on myöhemmin myös tutkinnallista merkitystä. Monet havainnot esimerkiksi liekeistä, savusta ja palon vaiheesta edesauttavat myös sammutustyötä.

Kun toiminta kohteessa alkaa, tulee tutkinnan kannalta kiinnittää erityistä huomiota seuraaviin kokonaisuuksiin:

**Syttymisalue**
Palopaikan ensimmäiset havainnot tulee tehdä heti kohteeseen saavuttaessa. Mikäli palavasta rakennuksesta voidaan varmuudella havaita se osa, jossa palo on todennäköisimmin syttynyt, huomioidaan se jatkossa mahdollisena *syttymisalueena*. Samalla rakennuspalon vaihe rakennuksen eri osissa tulee arvioida. Syttymisaluetta määriteltäessä tulee hyödyntää havaintoja ensimmäisestä havaitusta liekkipalosta. Erityisesti tämän alueen osalta kaikkien pelastustoimien tulee olla harkittuja ja muistiin kirjattuja. Syttymisaluetta kannattaa tutkinnan kannalta käsitellä palo-osastoon, huoneeseen tai muuhun luonnolliseen osaan rakennusta rajoittuvana tilana, jolla on käytön tai rakentamisen kannalta selvä loogisuus. (Rautasuo 2014, 38.)

**Liekit ja savu**
Etenkin palon alkuvaiheessa liekeistä ja savusta voi saada tietoa palavasta materiaalista ja palon syttymistilasta. Monille materiaaleille on tyypillistä tiettyjen väri- ja savusävyjen esiintyminen heti palamisen alkuvaiheessa. Tässä vaiheessa palosta kannattaa ottaa myös kuva. Suuria johtopäätöksiä liekin värien perusteella ei kuitenkaan voi tehdä, koska rakennuspaloissa on tyypillistä, että puu- ja muu orgaaninen materiaali osallistuu palamiseen ja liekin väri määräytyy käytettävissä olevan polttoainetyypin palamisilman saatavuuden mukaan. (DeHaan & Icove 2014, 169.)

Kun palo kehittyy ja palaminen tapahtuu sopivassa ilmaseoksessa, on palaminen lähellä täydellistä. Aineiden puhdas palaminen synnyttää

tyypillisesti vähemmän savua, eikä savusta ja liekeistä tehtävät havainnot ole yleensäkään enää kovin informatiivisia. Tällöin palamisolosuhteiden selvittäminen on tärkeämpää. Liekkien ja savun osalta voidaan pyrkiä tekemään huomioita myös seuraavista asioista:

- Musta runsas savu kuvastaa palamisen epätäydellisyyttä ja siten happirajoitteisuutta. Tällöin palavassa tilassa on todennäköisesti paljon lämpöä ja polttoainetta, mutta niukasti happea.
- Mikäli runsas savu liikkuu voimakkaasti ja pyörteisesti, voi tilan lieskahtaminen olla lähellä.
- Savun ulos työntymisnopeus aukosta voi olla merkki siitä, että palaminen on kiivasta ja ylipaine tilassa voimakasta. Palotila saattaa rajoittua jonkin tyyppiseen suljettuun tai rajattuun tilaan.
- Liekkien voimakkuus ja korkeus kuvastavat voimakasta palotehoa, jossa polttoainetta, lämpöä ja happea on runsaasti.

Palon kehittyminen tai käyttäytyminen antaa tietoa palavan tilan geometriasta sekä palavasta materiaalista. Nopea palon kehittyminen voi viitata muovituotteiden, palavien nesteiden tai palavien kaasujen osallisuuteen palotapahtumassa. Monet petrokemian teollisuuden tuottamat synteettiset materiaalit, kuten muovituotteet, palavat nopeasti ja tuottavat runsaasti savua. Muovien paloissa muodostuvilla syttyvillä kaasuilla on taipumus leimahtaa nopeasti. (Hyttinen, Tolonen & Väisänen 2014, 24.) Tämän vuoksi rajatut tilat myös lieskahtavat aiempaa nopeammin, mikäli palo ei muutu happirajoitteiseksi. Kotitalouksissa suurin synteettinen palokuorma on pehmustetuissa huonekaluissa ja patjoissa.

**Ihmiset rakennuspalopaikalla**

Rakennuspalopaikalla on monesti paljon ihmisiä seuraamassa tapahtumaa ja sammutustoimien sujuvuutta. Paikalla olijoilla voi olla omistus- tai hallintasuhde rakennukseen taikka tietoa ja oletamuksia tapahtuneesta. Kun sivullisten kanssa keskustellaan pelastustoiminnan aikana, kannattaa merkittävät asiat kirjoittaa muistiin ja ottaa henkilöiltä yhteystiedot talteen. Tapahtumapaikalla olijoiden olemukseen, käyttäytymiseen, pukeutumiseen, vammoihin tai sijaintiin tapahtuma-alueella kannattaa myös kiinnittää huomiota.

Mikäli palopaikalla on vielä loukkaantuneita, kannattaa heidän kertomuksensa tapahtuneesta kuulla. Vammojen syntymiseen johtaneita toimia tulee selvittää suhteessa tapahtuneeseen. Myös vammojen sijaintia kehossa kannattaa verrata loukkaantuneen kertomukseen tapahtuneesta.

**Silminnäkijät**

Paikalla jo pidempään olleet ihmiset voivat kertoa paljon tapahtuneesta, ja heille kannattaa antaa siihen mahdollisuus. Silminnäkijät ovat tyypillisesti olleet palopaikalla tai sen läheisyydessä jo ennen viranomaisia ja ovat siten muodostaneet oman käsityksensä tapahtuneesta ja saattavat kyetä kertomaan onnettomuuden syntyhetken hyvinkin tarkasti.

**Muut paikalla olijat**

Tyypillisesti palopaikalla oleskelee myös muuta väkeä, jolla voi olla arvokasta tietoa. Paikalla olijoilta kannattaa tiedustella onnettomuustapahtumista tai esimerkiksi havaintoja rakennuksen aiemmasta käytöstä. Kaikki ihmiset eivät kuitenkaan halua tulla heti haastatelluiksi tai ylipäätään edes havaituiksi. Tällöin heidän yhteystietonsa kannattaa ottaa talteen ja palata asiaan myöhemmin.

Jotkut paikalla olijat voivat käyttäytyä poikkeuksellisesti. Heidän käytöksensä vaikuttimet kannattaa arvioida tapauskohtaisesti. Jotkut voivat toimia erityisen avuliaasti, kun taas toiset jopa aggressiivisesti. Vaikka poikkeavalla käyttäytymisellä voi olla yhteyttä tulipaloon, näin ei välttämättä aina ole.

**Paikalta pois lähtevät**

Viranomaisten saapumisen aikaan paikalta poistumaan pyrkivät kannattaa huomioida, kuvata tai ottaa tiedot ylös, mikäli mahdollista. Henkilöillä voi olla avaintietoja onnettomuudesta, mutta poistuvat paikalta, kun pelastustoiminta alkaa tai kun pelastusyksiköt ovat saapumassa kohteeseen. Ajoneuvojen kojelautakamerat ovat erinomaisia tallennusvälineitä tapahtumapaikalta poistuvien dokumentointiin.

Pelastusviranomainen tekee haastatteluja pelastustoiminnan ja palontutkinnan tarpeisiin. Syyllisyyskysymysten ratkaiseminen ei ole pelastusviranomaisen tehtävä. Mikäli haastattelu tai muu onnettomuustieto viittaa siihen, että onnettomuus on aiheutettu tahallisesti tai tuottamuksellisesti, tulee asiasta ilmoittaa poliisille. Tarvittaessa kannattaa keskustella poliisin kanssa siitä, miten haastattelujen kanssa tulee menetellä.

**Palopaikalla olleiden kuvat ja videot**
Rakennuspalopaikalla olijat ottavat tyypillisesti paljon kuva- ja videotallenteita. Näitä kannattaa selvitellä jo pelastustoiminnan aikana ja niistä tulee viestiä pelastustoiminnan johtajalle, jonka tehtävänä on edesauttaa onnettomuuden tutkintaa.

**Hälytys- ja valvontajärjestelmät**
Murto-, palo- tai esimerkiksi LVIS-hälytysjärjestelmät voivat antaa merkittävää tietoa palon ja savun leviämisestä sekä muista mahdollisesti tilaan kohdistuneista toimista. Tallentuneilla tiedoilla voi olla käyttöä jo pelastustoiminnan aikana, mutta viimeistään niitä tarvitaan palon tutkinnassa. Järjestelmien muistitietoja ei siis missään tapauksessa saa tyhjentää.

**Poikkeavat havainnot**
Kun sammutustyö kohdistuu tilaan, joka on jollain tavoin poikkeuksellinen, tulee havainnosta ilmoittaa eteenpäin. Irtaimistosta tyhjä rakennus voi liittyä sen polttamiseen tai rikoksen peittämistarkoitukseen. Se voi myös kieliä rakennuksen luvattomasta käytöstä. Erityisen sekaiset tilat tai runsas, epämääräinen palokuorma antaa viitteitä ihmisen elintavoista ja mahdollisesta riskiasumisesta. Paikalle kasattu tavara, outo palopesäke tai useampi alkupalo on selkeä merkki ihmisten osallisuudesta paloon.

Joskus pelastustoimintaa saatetaan haitata tai hidastaa tarkoituksellisesti. Ovien takana voi olla esteitä tai tiloja poikkeavasti lukittuina. Myös paikalla olijat saattavat fyysisesti yrittää vaikuttaa pelastustoimintaan.

Poikkeavat hajut etenkin tilanteen alkuvaiheessa saattavat viitata palavien nesteiden käyttöön. Voimakkaiden äänten kuuleminen saattaa liittyä pakkausten tai säiliöiden räjähtelyyn tai rakenteiden pettämiseen. Niiden seurauksena koko rakennuksen palodynamiikka voi muuttua.

**Sammutustaktiikka ja johtosuhteet**
Palokohteen tiedusteluvaiheessa pyritään tunnistamaan palon vaihe ja arvioimaan rakennuksen geometriaa eli käytännössä sitä, miten tilat ovat yhteydessä toisiinsa ja kuinka suuria ne ovat. Valittu sammutustaktiikka tavoitteineen ja muutoksineen on tietoa, joka tulee kirjata ylös. Myös tavoitteeseen pääseminen ja palon saaminen hallintaan merkitään muistiin. Myös pelastus- ja sammutustoimintaan käytetyt hyökkäysreitit tulee kirjata ylös, koska niiden kautta vaikutetaan olosuhteisiin eniten ja saadaan käsitys hyökkäysreitin läheisyydessä olleiden tilojen olosuhteista.

Sammutustaktiikan toteutuksessa käytetyt vastuualueet ja johtosuhteet tulee tunnistaa, sillä niihin palataan viimeistään laajemmassa tulipalon tutkinnassa. Valitun tavoitteen saavuttamisesta ja taktiikan toimivuudesta on paras käsitys vastuualueen johtajalla.

**Sammutustekniikat ja -raivaus**
Valittu sammutustekniikka, sammutusraivaaminen ja savutuuletus voivat vaikuttaa palon kehittymiseen ja palojälkiin. Tehdyt toimet, niiden painopisteet ja tuloksellisuus sekä käytetyt sammutusaineet ovat tärkeitä tietoja myös palontutkinnassa. Kun sammuttamista edesautetaan raivauksella, tulee raivattava kohde kuvata ennen raivauksen aloittamista.

Irtaimiston tai tilojen muuttamista voi tapahtua pelastustoiminnan aikana. Pienistäkin muutoksista tulee raportoida eteenpäin, koska niillä voi myöhemmin olla merkitystä. Vaikka pelastustoiminnan johtaja vastaa pelastustoiminnasta, on jokaisen pelastustoimintaan osallistuvan henkilön velvollisuus edesauttaa onnettomuuden tutkintaa.

**Aukot**
Etenkin rakennuspaloissa tulee kiinnittää huomiota erilaisiin aukkotekijöihin. Ikkunoista tai ovista purkautuvista liekeistä voidaan tehdä havaintoja siitä, mistä kehittynyt palo saa happipitoista ilmaa

**Kuva 133.** Neutraalitasoa ei näkyvissä. Korvausilma palotilaan virtaa toisesta aukosta.

**Kuva 134.** Neutraalitaso näkyvissä. Ilmaa virtaa palotilaan aukon alaosasta.

jatkaakseen palamista. Jos aukko on täysin liekkien peittämä eikä niin sanottua neutraalitasoa ole aukolla nähtävissä, on todennäköistä, että korvausilma palotilaan tulee jostain toisesta aukosta, mikä taas saattaa kertoa eri tilojen yhteyksistä toisiinsa (Kuvat 133 ja 134).

Ovia ja ikkunoita voi olla avoinna jo pelastuslaitoksen saapuessa paikalle tai niitä voidaan availla ja sulkea taikka rikkoa toiminnan aikana. Myös rakenteen pettämisen tai puhki palamisen seurauksena voi syntyä aukko, joka vaikuttaa kohteen palodynamiikkaan ja siten palojälkiin.

Lukituksia ja murtojälkiä on hyvä huomioida etenkin pääkulkuväylien varressa. Mikäli pelastuslaitos joutuu murtautumaan rakennukseen, tulee tieto välittää pelastustoiminnan johdolle.

### 9.3.2 Kohteen tutkintaedellytysten säilyttäminen

Jotta rakennuspalon tutkintaedellytykset olisivat mahdollisimman hyvät, tulee sammuttamisessa ja raivaamisessa olla huolellinen. Sammutustyössä käytetään ainoastaan tarpeellinen määrä vettä ja vältetään suurella paineella sammuttamista silloin, kun sille ei ole tarvetta. Irtaimistoon, seinä- ja kattopintoihin kohdistuvassa sammuttamisessa on suihkuputken käyttäjän oltava huolellinen, koska hallitsemattomalla suihkuputken käytöllä voidaan heikentää kohteen palojälkien tutkintaa merkittävästi ja aiheuttaa kohteeseen tulviva lattiapinta sekä vesivahinko. Huonekalut pyritään sammuttamaan paikalleen, ja mikäli irtaimistoa siirretään, tulee se palauttaa alkuperäiselle paikalleen. Vaahtonesteen käyttämisen tulee olla erittäin harkittua, koska vaahto voi aiheuttaa positiivisen palonäytetuloksen vaahtonesteen sisältämien kemikaalien osalta.

Mikäli palokohteen raivaaminen on välttämätöntä, tulee raivaustyö kohdentaa esimerkiksi lämpökameran avulla mahdollisimman pienelle alueelle ja välttää ylimääräistä raivaamista. Kipsilevyjen ja muiden palamattomien rakenteiden rikkominen tai poistaminen on turhaa. Myöskään rakenteiden, ikkunoiden ja ovien turhaa rikkomista ei tule tehdä ja irtain omaisuus pyritään säilyttämään alkuperäisessä tilassaan.

Polttomoottorikäyttöisten työkalujen käyttämistä sisätiloissa tulee välttää, koska niiden

pakokaasujäämät ja mahdolliset roiskeet saattavat vaikeuttaa palon syttymissyyn selvittämistä. Mikäli tällaisten työkalujen käyttäminen on välttämätöntä, tulee kaluston käyttö- ja tankkauspaikat kirjata ylös.

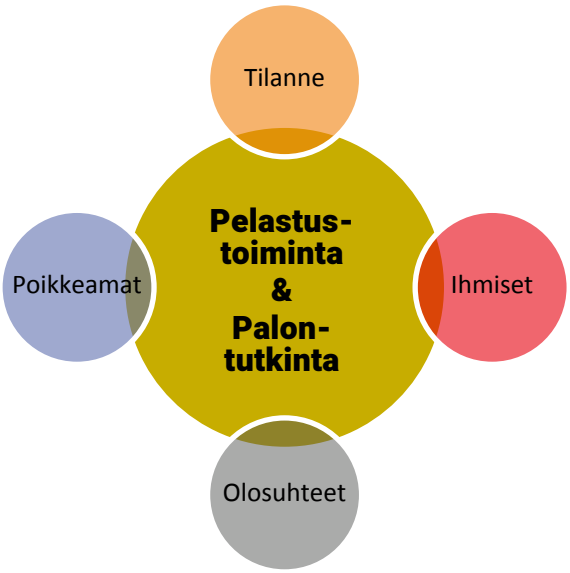
Palava rakennus lähialueineen on pelastustoiminnan ajan pelastuslaitoksen hallinnassa, ja sitä tulee kontrolloida. Jotta alue olisi hallittavissa, tulee rakennus ja sen ympäristö eristää pelastustoiminta-alueeksi. Tällöin alueelle pääsemistä rajoitetaan, eikä siviilejä käytännössä päästetä alueen sisälle. Samalla myös mahdollisten uhrien yksityisyyttä voidaan suojella paremmin. Pelastustoiminta-alueen kontrollointi tukee myös palon tutkintaa ja rajaa liikkumista rakennuksen läheisyydessä. Kun rakennukseen ja alueelle kulkemista rajoitetaan, on olosuhteiden säilymiselle paremmat edellytykset.

### 9.3.3 Rakennuspalon dokumentoiminen

Rakennuspalon tutkinnassa kaivataan tietoa lähes kaikesta paloon, rakennukseen, ihmisiin ja pelastustoimintaan liittyvästä (kaavio 28). Tämän vuoksi palosta tulee kerätä tietoa heti tilanteen alusta lähtien. Kun ensimmäisten yksiköiden alkuvaiheen kuvien ottaminen on etukäteen suunniteltua ja liittyy esimerkiksi kohteen tiedusteluun, ei se vaikuta muuhun toimintaan käytännössä mitenkään. Kuvaamista ja muuta dokumentointia jatketaan koko pelastustoiminnan ajan tilanteen loppuun saakka (kuva 135).

Kun henkilöresurssia on niukasti käytettävissä, voidaan hyödyntää myös automaattisia tallennusvälineitä, kuten ajoneuvojen kojelautakameroita. Tämä tulee huomioida ajoneuvojen sijoittelussa onnettomuusalueella.

Erilaisten kuvatallenteiden tuottaminen pelastustoiminnan ajalta on tutkinnan fakta-aineistoa eli eräänlainen muuttumaton muistijälki. Rakennuspalon aikana syntyneen kuva-, video- ja muiden tallenteiden ja dokumenttien hallinnan tulee olla suunniteltua ja esimerkiksi valokuva-aineisto tulee saada käyttöön mahdollisimman nopeasti, koska useita päiviä sammutushaalarin taskussa olevan kameran kuvat eivät hyödytä ketään.




**Kaavio 28.** Pelastustoimintaa tukeva tiedon hankinta liittyy rakennuspalon tutkinnassa tarvittavien tietojen tunnistamiseen ja dokumentointiin.

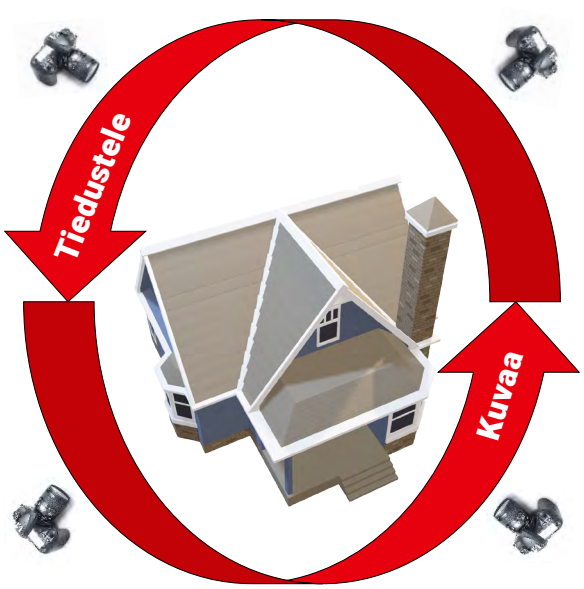
### 9.3.4 Kommunikointi palopaikalla

Pelastustoiminnan aikana tehdyistä havainnoista ja poikkeamista tulee kommunikoida organisaation sisällä. Kaikki palopaikalla olevat henkilöt voivat tehdä havaintoja tilanteista, ihmisistä, olosuhteista tai poikkeamista, eikä niiden merkityksellisyyttä tule arvioida, vaan tietoa tulee välittää eteenpäin aina pelastustoiminnan johtajalle saakka. Koska tehokas pelastustoiminta edellyttää jatkuvaa tiedustelua, voidaan myös palontutkintaa varten kerättävää tietoa hankkia pelastustoimintaa tukevan tiedon lomassa. Luvussa 12.5 on erityinen muistilista palontutkintaa hyödyttävistä havainnoista.

## 9.4 Muistilista ensihavainnoista rakennuspalopaikalla

Ensimmäisenä rakennuspalopaikalle saapuvan pelastusyksikön jäsenten tulee tehdä nopeita ja mahdollisimman tarkkoja sekä yksityiskohtaisia havaintoja seuraavista asioista:

1) Oliko ovia tai ikkunoita avoinna tai rikkoutuneena? Oliko muita aukkoja avoinna tai puhki palaneena?
2) Olivatko lukitukset normaaleja? Jouduttiinko murtautumaan?
3) Mitä kautta (ovet, ikkunat) rakennuksen sammutustoimintaa suoritettiin?
4) Avattiinko ja käytettiinkö rakennukseen kulkemiseen muita reittejä?
5) Hälyttikö jokin tekninen laite, kun paikalle saavuttiin? (palo, murto, LVIS)
6) Liekkien ja savun tila rakennuksen eri osissa?
7) Millainen sammutusvaikutus vedellä sammuttamisella saavutettiin?
8) Havaittiinko paikalla poikkeavia hajuja?
9) Mikä oli valittu sammutustaktiikka? Muuttuiko se?
10) Miten rakennuksen tiloissa olleen irtaimiston sijaintia muutettiin? Raivaustoimet?
11) Keitä havaittiin palopaikalla (myös lyhytaikaiset havainnot)? Erityishavaintoja paikalla olleista? Yhteystiedot?
12) Oliko paikalla erityisiä olosuhteita tai tavaroita? Puuttuiko jotain?
13) Mitä kohteen turvallisuuteen liittyviä erityishuomiota todettiin palon aikana? Edistettiinkö turvallista työskentelyä? Milloin ja kenen toimesta? Yhteystiedot?




**Kuva 135.** Palokohteen tiedustelu ja valokuvaus.

## 9.5 Rakennuspalo tutkinnan kohteena

Pelastustoiminnan johtaja on vastuussa siitä, minkälaiset edellytykset tutkinnalle luodaan. Rakennuspalon tutkinnan tukeminen kuuluu kuitenkin kaikille pelastustoimintaan osallistuville. Palopaikkaa ei tule raivata tai muuttaa ilman perusteltua syytä ja palokohdetta tulee aina lähtökohtaisesti ajatella paikkana, jossa on sattunut jotain, mitä myöhemmin selvitetään. Mikäli kohteessa havaitaan pelastustoiminnan aikana tutkinnan aloittamiseen liittyviä erityisiä riskejä, tulee ne pyrkiä poistamaan. Mikäli poistaminen ei turvallisesti onnistu, tulee huolehtia siitä, että tutkintaa aloittavat ovat tietoisia riskitekijöistä. On hyvä huomioida, että esimerkiksi kohteen jännitteettömäksi tekeminen on aina yksilöitävä tieto, joka tulee välittää tutkijoille.

## 9.6 Pelastustoiminnan kulku ja arviointi

### 9.6.1 Pelastustoiminnan kulun selvittäminen

Nykyisen pelastuslainsäädännön (379/2011) mukaisesti tulee palontutkinnan ohella myös pelastustoiminnan kulku selvittää jokaisen pelastuslaitoksen toimenpiteitä vaatineen tulipalon yhteydessä (HE 2010). Pelastustoiminnan kulun selvittäminen on luonnollinen jatkumo jokaisen tulipalon tutkintavelvoitteelle, mutta selvityksen laajuuden määrittää kuitenkin kukin pelastuslaitos itse ja selvitystyö tehdään pääsääntöisesti onnettomuuden vaikutukset ja vakavuus huomioiden.

Yksinkertaisimmillaan ja tyypillisesti pelastustoiminta läpileikataan onnettomuusselosteessa, ja sen laatii pelastustoiminnan johtaja. Pelastustoiminnan johtaja voi muodostelmasta riippuen käyttää apunaan joukkueen tai ryhmän johtajia selvitystä tehdessään. Onnettomuusselosteelle kirjataan tehdyt toimenpiteet ja menetelmät sekä niiden tuloksellisuus. Myös vahvuudet, toimintavalmiusajat ja muut kellonajat tarkistetaan. On

hyvä huomioida, että onnettomuusselosteen valmiiksi kirjaamisella pelastusviranomainen hyväksyy selosteen sisällön oikeaksi, jolloin myös pelastustoiminnan kulku kaikkine yksityiskohtineen vahvistuu. Selosteesta muodostuu täten julkinen asiakirja.

Kun tulipalon seurauksena syntyy merkittäviä henkilö- tai omaisuusvahinkoja, on pelastustoiminnan kulun selvittäminen yleensä syytä tehdä huolellisesti. Asianmukaisesti koostettu yhteenveto pelastustoiminnan kulusta luo paremmat edellytykset pelastustoiminnan arvioinnille ja toiminnan kehittämiselle.

Pelastustoiminnan kulun selvittämisen edellytykset nojaavat pääsääntöisesti tietojen keräämiseen. Jokaisesta tulipalosta on mahdollisuus kerätä faktapohjaista aineistoa erilaisten tietojärjestelmien ja muun dokumentaation perusteella. Puheryhmätallenteet, järjestelmälokit ja erilaiset kuvatallenteet muodostavat tarkkaa aikaleimattua dataa, kunhan järjestelmien ja tallentimien kellonajat on huolehdittu kuntoon. Kaikki kellonaikapohjainen data varmistetaan ja viedään aikajanalle, jonka avulla voidaan tarkastella pelastustoiminnan kulkua onnettomuuskehitykseen suhteuttaen.

Myös haastatteluilla ja kyselyillä voidaan selvittää pelastustoiminnan kulkua. Samalla saadaan käsitys siitä, miten eri tehtävissä toimineet henkilöt kokivat ja havaitsivat pelastustoiminnan kulun sekä erilaisten taktisten päätösten vaikutukset ja teknisten valintojen tehokkuuden. On tärkeää haastatella sammutus- ja pelastustyön avainrooleissa olleita henkilöitä, kuten savusukeltajia ja ryhmän johtajia sekä pelastustoiminnan johtajaa, mikäli tämä ei itse suorita tutkintaa. Haastattelu tulisi tehdä kuitenkin mahdollisimman pian pelastustoiminnan päättymisen jälkeen tai henkilöstön vapauduttua tehtävästä ja sen tulisi olla mahdollisimman yksilöllistä, jotta esimerkiksi muut pelastusryhmän jäsenet eivät kommenteillaan muuttaisi yksilön näkemyksiä. Henkilökohtainen tieto, havainto tai kokemus voi muuttua nopeasti, minkä vuoksi se tulisi kirjata tai muutoin tallentaa mahdollisimman tuoreena kokemuksena.

### 9.6.2 Pelastustoiminnan arviointi

Pelastustoimintaa voidaan arvioida pelastustoiminnan kulun selvityksen avulla. Pelastustoiminnasta muodostetun aikajanan avulla muodostetaan käsitys siitä, miten tuloksellista toiminta on ollut ja mitkä tekijät ovat vaikuttaneet pelastustoiminnan kulkuun. Aikajanaan tulee suhteuttaa onnettomuuden kehitys, kohteen operoitavuus, ympäristötekijät ja käytettävissä ollut henkilöstö sekä johtaminen.

Pelastustoiminnan arvioinnin voi tehdä ainoastaan siihen pätevä henkilö. Jotta arviointi olisi tuloksellista, tulee sitä tehtäessä säilyttää objektiivisuus. Tämän vuoksi on tarkkaan harkittava, kykeneekö pelastustoiminnan johtajana työskennellyt henkilö tekemään riittävän objektiivista arviota pelastustoiminnasta.

Jotta pelastustoimintaa voitaisiin tehokkaasti arvioida, tulisi pelastuslaitoksissa tehdä päätös siitä, ketkä ovat päteviä arvioimaan toimintaa. Arvioitsijoiden tulisi olla perillä nykyaikaisista sammutustaktiikoista, tekniikoista ja -menetelmistä sekä niiden sammutusvaikutuksista erityyppisissä tulipalotilanteissa. Palodynamiikan ja -fysiikan tuntemus ja rakennusten käyttäytyminen tulipalossa tulisi myös hallita.

### 9.6.3 Toiminnan kehittäminen ja onnettomuuksista oppiminen

Tulipalojen huolellisella tutkimisella voidaan kerätä tietoa oman toiminnan, kuten pelastustoiminnan, kehittämisen tueksi. Pelastustoiminnan työnjohdon tehtävä on huolehtia tiedon saannista ja valvoa työn tekemistä sekä sen tuloksellisuutta. Jotta tilanteesta saadaan mahdollisimman objektiivinen kuva, tulee toimintaa dokumentoida.

Vaikka palontutkinnassa selvitetään pelastustoiminnan kulkua, ei sen tarkoitus ole löytää virheitä toiminnasta, vaan kehittää toimintaa. Palontutkinnassa selvitettävä pelastustoiminnan kulku pyritään esittämään sellaisena kuin se tapahtui, jolloin tapahtumien objektiivisen tarkastelun myötä voidaan nostaa tapahtumista kehitettäviä tai jo hyväksi koettuja asioita.

Kun pelastustoiminnasta on kaikkien olemassa olevien dokumenttien perusteella voitu laatia mahdollisimman tarkka aikajana, voidaan tietoa analysoida. Kattavasti dokumentoitu pelastustoiminta antaa sen kehittämiselle hyvät mahdollisuudet ja helpottaa myös palontutkintaa. Kehittämisen ja toiminnan mielekkyyden vuoksi on tärkeää käydä läpi pelastustoiminnan kulun selvittämisen kautta tehtyjä arviointeja ja johtopäätöksiä pelastustoimintaan osallistuvan henkilöstön kanssa.

## Lisätietoa

Lisätietoa palontutkinnan suorittamisesta löytyy mm. Palontutkinnan käsikirjasta (Rautasuo 2014) https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2014/1620-pelastuslaitosten-palontutkinnan-kasikirja

Pelastustoiminnassa huomioitavista asioista voi katsoa englanninkielisen videon tai tutustua kappaleiden 9.3 ja 9.4 lähdeaineistoina toimiviin opaskortteihin tehtävät ja muistilista

## Tärkeää

- Rakennuspalon sammuttamisen tulee olla tutkintaa tukeva operaatio.
- Jokaista rakennuspalotehtävää tulee pitää tutkittavana palona.
- Palon syttymisalue pyritään rajaamaan ja rajoittamaan sammutusraivaukselta.
- Palavan rakennuksen ja sen ympäristön sekä sammutustoimien dokumentoinnin tulee olla alusta pitäen säännöllistä.
- Paikalla olijoihin tulee kiinnittää huomiota ja heidän yhteystietonsa ottaa talteen.
- Havainnoista, huomioista ja poikkeamista tulee kommunikoida ja raportoida organisaatiossa ylöspäin.
- Kohteen turvallisuuteen liittyvät yksityiskohdat kirjataan ylös ja saatetaan tutkinnalle tiedoksi.

## Miksi säännöllinen dokumentointi on tärkeää?

- Kuva- ja videotallenteet ovat muuttumaton muistijälki, joka on faktatietoa tapahtuman kulusta.

## Miksi erilaisten aukkojen tunnistaminen ja dokumentointi on tärkeää?

- Avoimet aukot vaikuttavat virtauksiin, palodynamiikkaan ja palojälkiin.

## Miksi sähköjen katkaisu tulee kirjata yksilöidysti ylös?

- Kun tutkinta alkaa, tulee kohteen sähköturvallisuus varmistaa jännitekatkon suorittaneelta taholta.

## Miksi tulipaloja tutkitaan?

- Esimerkiksi tulipalojen ennaltaehkäisyn, pelastustoiminnan kehittämisen, omaisuusvahingon tai henkilövahingon selvittämisen, kuolemansyyn selvittämisen, rikoksen selvittämisen, tuotevastuun selvittämisen tai vaikkapa epäillyn vakuutuspetoksen selvittämiseksi.

# Lähteet


Ala-Kokko, V. 2021. Savusukellusopas. 2. uudistettu painos. Pelastusopisto. Kuopio. http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja_A/A1_2021.pdf

Alanko, T., Hietanen, M. 2006. Turvallinen työskentely tukiasemien lähellä. Työterveyslaitos. Edita Prima Oy. https://urn.fi/URN:ISBN:951-802-708-0

Alho, R. 1988. Sammutustekniikka. Suomen palontorjuntaliitto. Lahti.

Alho, R. 1999. Pelastustoimen operaatiosuunnittelu ja pelastustoiminnan johtaminen. 2. uusittu painos. Suomen pelastusalan keskusjärjestö. Tammer-Paino Oy. Tampere.

Alkonis, D. 2020. Transitional Attack: Creating a Survivable Space. Los Angeles Country Fire Department. https://www.youtube.com/watch?v=9zLRJD03QwM.

Axelsson, L. 2019. Straight and fog streams for interior attack - IFIW 2019. https://www.youtube.com/watch?v=zvv-Rlr6GDU.

Bengtsson, L.-G. 2001. Enclosure fires. Swedish Rescue Services Agency. Sweden.

Cote, A., Linville, J. 1992. Fire Protection Handbook, Seventeenth Edition. National Fire Protection Association. Quincy Massachusetts.

DeHaan, J., Icove, D. 2014. Kirk's Fire Investigation 7th edition. Pearson Education Limited. Yhdysvallat.

Drysdale D. 2011. An introduction to Fire Dynamics. 3. painos.

Flood, J. (toim.), Rintala, I., Nyman, P., Aarnos, H. 2018. Sammutusjätevesien hallinta ja niiden ympäristövaikutukset. Hämeen ELY-keskus, raportteja 08/2018. https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-665-5

Giselsson, K. 1987. Brandgaser och övertändning. Girobrand ab. Sverige.

Grimwood, P. 2017. Euro Firefighter 2: 6, 701 Building Fires. Survive in the Flow-path. D&M Heritage Press.

Hagen, R., Hendriks, A., Molenaar, J. 2014, Quadrant Model for Fighting Structure Fires, Instituut Fysieke Veiligheid. Arnhem. Hollanti.

Hagen, R. 2020 Quadrant Model. Presentation for Finnish Fire Service.

Hareja, J. 2021. Aurinkosähköjärjestelmien paloturvallisuus. Kandidaattityö. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT. https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021061838812

Hassinen, M., Huttu, I., Kuikka, T. & Latvala, A. 2017. Fast and Agile Fire Extinguishing methods for Fire & Rescue Services. Pelastusyksikön ensitoimenpiteitä täydentävät sammutusmenetelmät, hankkeen loppuraportti. Pelastusopisto. http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja_B/B1_2017.pdf

Havukainen, H. 2021. CAFS – Taktinen käyttö Suomen pelastustoimessa. Opinnäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu. Teknologiaosaamisen johtamisen ylempi tutkinto-ohjelma. https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021111920670

Hellgren, E. 2022. Hallitusti polttaminen osana tehokasta pelastustoimintaa. Opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio. https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202205057396

Helsingin kaupungin pelastuslaitos. 2022. Toimintaohje 4/2022. Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen rakennuspalo-ohje.

Helsingin kaupungin pelastuslaitos. 2017. Operatiivinen toimintaohje, kerrostalon huoneistopalo. PowerPoint-esitys.

Hietaniemi, J., Hakkarainen, T., Huhta, J., Jumppanen, U.-M., Kouhia, I., Vaari, J. & Weckman, H. 2003. Ontelotilojen paloturvallisuus. Ontelopalojen leviämisen katkaiseminen. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. VTT tiedotteita 2202. Espoo. https://publications.vtt.fi/pdf/tiedotteet/2003/T2202.pdf

Holmstedt, R. 2017. Bedömning av försök utförda för att jämföra släckverkan mot A-brand med A-skum, vatten och vatten med tillsats av ytspänningsnedsättande medel. Report 3203 ISRN: LUTVDG/TVBB--3203—SE. Lund University, Sweden. https://www.msb.se/contentassets/2feb9211a56442ecb22d-8f83e2e32a4b/rapport-3203-lth-g-holmstedt.pdf

Hostikka, S. 2017. Paineen hallinta huoneistopaloissa – tutkimushankkeen tuloksia ja suosituksia. Palotutkimuksen päivät 2017.

https://eurofirefighter.com/flow-paths.

Huttu, I. 2018. Pelastusryhmän ensitoimenpiteisiin kuuluvat selvitykset sammutustehtävissä. Pelastusopisto. Kuopio. http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja_A/A1_2018.pdf

Hyttinen, V., Tolonen, P. & Väisänen, T. 2008. Palofysiikka. SPEK. Helsinki.

Hyvönen, V. 2009. Hyökkäävä ylipainetuuletus, tutkimusraportti empiirisistä kokeista kerrostalon huoneistopalossa. Opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio.

Höök, J. 2013. Pelastusryhmän pelastustekniset perustaidot - 2. osa tekniset suoritteet, 2. uudistettu painos. Pelastusopisto. Kuopio.

Höök, J. 2010. Pumppukalusto. 2. uudistettu painos 2010. Pelastusopisto. Kuopio.

International Association of Arson Investigators / cfitrainer.net, Fire Incident Response Data Sheet https://www.cfitrainer.net/Library/Resources/IncidentResponseDataSheet.pdf

International Association of Arson Investigators / cfitrainer.net, "The First Responder's Role in Fire Investigation" Quick Reference Card https://www.cfitrainer.net/Library/Resources/QuickReferenceCard.pdf

International Association of Arson Investigators, How First Responders Impact the Fire Investigation www.vimeo.com/45526647

Juuti, P. 1993. Suomen palotoimen historia. Helsinki.

Jäntti, J., Loponen, T. & Miettinen, P. 2009. Selvitys vaihtoehtoisten sammutusmenetelmien Cobra ja Dspa soveltuvuudesta huoneistopalon sammutukseen. Pelastusopisto. Kuopio. http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja_B/B4_2009.pdf

Jäntti, J., Miettinen, P. & Tillander, K. 2009. Pelastusyksikön ensimmäisiin toimenpiteisiin kohteessa kuluva aika. Pelastusopisto. Kuopio. http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja_B/B3_2009.pdf

Karasti, J. 2021. Painepesuri pelastustoimen monityökaluna. Opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio. http://info.smedu.fi/kirjasto/Kehitt%C3%A4mishankkeet/Karasti_Joona_2021.pdf

Kaukonen, E. 2016. Kohteessa täydentyvät pelastusryhmät. Pelastusopisto. Kuopio. http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja_B/B3_2016.pdf

Kaukonen, E. 2005. Pelastustoiminnan johtaminen. Pelastusopisto. Kuopio. http://info.smedu.fi/kirjasto/Julkaisut/Johtamisopas.pdf

Kivelä, M. & Laukkanen, H. 2019. Rakennuspalokohteen tiedustelu ulkoapäin ja Fognail-pistosuihkuputken käyttö rakennuspalon sammuttamisessa. Savonia ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio. https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019102220108

Kuikka, T. 2018. Pelastusyksikön ensitoimenpiteitä täydentävät sammutusmenetelmät. Opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio. https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018102816303

Kuisma, M., Holmström, P., Nurmi, J.; Porthan, K. ja Puolakka T., 2021. Ensihoito. 8. uudistettu painos. Sanoma Pro Oy. Helsinki.

Kuismanen, M. 2019. Aurinkosähköjärjestelmien huomioiminen pelastustoiminnassa. Kehittämishanke. Pelastusopisto. Kuopio. http://info.smedu.fi/kirjasto/Kehitt%C3%A4mishankkeet/Kuismanen_Mikko_2019.pdf

Kultalahti, V. 2012. Kohdekortti pelastustoiminnan johtamisen työkaluna. Opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio.

Laitinen, J., Hassinen, M., Kiviranta, K., Toivanen, P., Huttu, I., Savola, R., Ahonen, V., Ruusunen, J., Rissanen, S. & Uusitalo, A. 2022. Pelastajan työvälineet ja henkilökohtaiset suojaimet metsäpaloissa. Tutkimusraportti. http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja_B/B1_2022.pdf

Laitinen, J., Lindholm, H., Aatamila, M., Hyttinen, S. & Karisola, P. 2016. Vähentääkö Skellefteå-malli palomiesten altistumista operatiivisessa toiminnassa. Raportti Palosuojelurahastolle ja Työsuojelurahastolle. Tietoa työstä -sarja, Työterveyslaitos. Helsinki. http://hdl.handle.net/10138/172867.

Laki hätäkeskustoiminnasta. 2010. https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100692

Lappi A., Lempinen J., Leppänen J. 2008. Jälkivahinkojen torjunta. Ensitoimenpiteet vahinkopaikalla. Suomen Palopäällystöliitto. Helsinki

Latvala, A. 2011. Luento 14.4.2011. SPPL Päällystöpäivät. Kuusamo.

Lehtonen, E. 1978. Paloalan kysymyksiä ja vastauksia. Lahti.

Läderberg, V. 2017. Aurinkosähköjärjestelmien riskit pelastustoimelle. Savonia ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio. https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201704124725

Lämsä, P. 2019. P3-luokan rakennusten ullakkopalojen sammuttaminen alapuolisista tiloista käsin. Alipäällystötutkinnon kehittämishanke. Pelastusopisto. Kuopio. http://info.smedu.fi/kirjasto/Kehitt%C3%A4mishankkeet/Lamsa_Pasi_2019.pdf

Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. 5.2.1999/132. https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L16

Meraner, C., Aamondt, E., Storesund, K., Wingdahl, T., Holmvaag, O. A. Effektiv, skånsom og miljøvennlig slokking av brann i mindre bygningsenheter. 2021. RISE raport 2021:73. RISE Fire Research AS Division RISE SAFETY AND TRANSPORT. Sweden. https://risefr.no/media/publikasjoner/upload/2021/rise-rapport-2021-73-effektiv-skansom-og-miljovennlig-slokking-av-brann.pdf

Motiva. 2021. Verkkoon liitetty aurinkosähköjärjestelmä. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/tarvittava_laitteisto/verkkoon_liitetty_aurinkosahkojarjestelma

Mäkelä, T. 2019. Ensitoimenpiteitä täydentävien sammutusmenetelmien tarpeellisuus pelastustoimen tehtävissä. Savonia ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio. https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019091918913

Naarajärvi, S. ja Telkki, T. 2019. Perustason ensihoito. Sanoma Pro Oy. Helsinki.

Nakao,H., Ukai, I., & Kotani, J., 2017. A review of the history of the origin of triage from a disaster medicine perspective. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5649292/

National Fire Protection Association NFPA, International Association OF Fire Chiefs IAF. 2019, Fourth edition. Fundamentals of Fire Fighter Skills. USA.

NFPA. 2005. NFPA 11 Standard for Low, Medium, and High Expansion Foam 2005 Edition.

NFPA. 2000. NFPA 1145, 2000. Guide for the Use of Class A Foams in Manual Structural Fire Fighting. Quincy: National Fire Protection Association.

Norwood, P.J. & Salameh, N. 2020. Today's Evolving Fire Attack. https://www.fireengineering.com/firefighting/todays-evolving-fire-attack/#gref.

Nuoreva, V. 1980. Suomen palontorjunnan historia. Jyväskylä.

Pajala, P. 2017. Savuverhon käyttö huoneistopalossa. Opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio. http://info.smedu.fi/kirjasto/Kehitt%C3%A4mishankkeet/Pajala_Pekka_2017.pdf

Paloposki T., Tillander K., Virolainen K., Nissilä M. ja Survo K. 2005. Sammutusjätevedet ja ympäristö. VTT Working Papers 40. https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/workingpapers/2005/W40.pdf

Palo- ja pelastussanasto. 2006. TSK 33. Sanastokeskus. Helsinki.

Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto. luonnosversio 22.3.2022. Aurinkosähköjärjestelmien paloturvallisuusohje.

Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto. 2016. Pelastustoiminnan käsitteitä. Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston julkaisu 3/2016. https://www.pelastuslaitokset.fi/sites/default/files/2020-11/Pelastustoiminnan%20k%C3%A4sitteit%C3%A4%202.p%C3%A4ivitetty%20versio%202016.pdf

Pelastusopisto johtamisen tiimi. 2018. Pelastusopiston johtamisen tiimin opetusmateriaalia.

Pelastustoimen tehtävänkäsittely hätäkeskuksessa -yleisohjeen luonnosversio 3.0. 2022. Sisäministeriö.

Pelastustoiminnan johtaminen. 2005. Tutkimus- ja kehittämisyksikkö. Pelastusopisto. Kuopio.

Pesonen, L. 1957. Palopuntari. Paloalan ammatillinen sarjajulkaisu 57/1. Vammala.

Pesonen, L. 1946. Suuntapainetuuletus. WSOY. Helsinki.

Pesonen, L. 1926. Tulensammutus. Suomen Palosuojeluyhdistys. Helsinki.

PRONTO 2017. Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto. Pelastusopisto. Kuopio.

Raninen, E. 2020. Pikapalopostit sammutustoiminnassa. Poliisiammattikorkeakoulun opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio. https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202003103280

Rautasuo, J. 2014. Palontutkinnan käsikirja. Helsinki. Suomen Kuntaliitto.

Reick, M. 2010. Die Roten Hefte. The book Nr. 212. Germany.

Rinne, T., Grönberg, P., Heikura, V. & Loponen, T. 2011. Huoneistopalon sammutus vaihtoehtoisilla sammutusmenetelmillä. VTT Tiedotteita 2570. Espoo. https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2011/T2570.pdf

Rinne, T. & Vaari, J. 2005. Uudet sammutteet ja sammutusteknologiat. VTT. Espoo.

Ronkainen, J. 2009. Erilaiset sammutustekniikat ja sammutustekniikan opetus yläpohjan ontelon tulipaloissa. Savonia AMK opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio. http://info.smedu.fi/kirjasto/Tiivistelm%C3%A4/Ronkainen%20Juha_2009.pdf

Rosenbauer. 2022. RFC CAFS Cube Standalone compressed air foam system.

Salgrom technologies oy. 2018. Aerosolisammutustekniikka, yleis- ja ajantasatieto 9/2018.

Saukonoja, I. 1997. Sammutustaktiikka rakennuspaloissa. Julkaisematon luonnos. Pelastusopisto. Kuopio.

Savola, R. 2010. Savutuuletus pelastustyössä. Pelastusopisto. Kuopio.

Schmitz One Seven GmbH. 2022. CAFS-järjestelmien esitteet OS-1400 ja OS14000. Luckenwalde. Saksa. Luettu 13.10.2020. https://www.oneseven.com/downloads?ang=en

SFS-EN 2:1993 ja SFS-EN 2/A1:2004

Sisäministeriö. 2022. Ohjeluonnos pelastustoimen sukellus- ja pintapelastustoimintaan.

Sisäasianministeriö. 2007. Pelastussukellusohje. Helsinki. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-491-281-5

Sisäasianministeriö. 2012. Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohje. Helsinki. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-491-749-0

Sisäministeriö. 2021 a. Putoamisvaarallisella alueella työskentely pelastustoimessa. Sisäministeriön julkaisu 2021:6. Helsinki. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-324-635-5

Sisäministeriö. 2021 b. Sopimuspalomiehen loukkaantuminen rakennuspalossa Kerimäellä 1.5.2021. Sisäministeriön julkaisuja 2021:41. Helsinki. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-324-542-6

Sisäministeriö. 2018. Ehdotus pelastustoiminnan johtamisen suunnitteluperusteiden kehittämiseksi. Sisäministeriön julkaisu 21/2018. Sisäministeriö. Helsinki. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-324-232-6

Somerkoski, B. 2019. Rakennusten paloturvallisuus. Savion Kirjapaino. Kerava. http://info.smedu.fi/kirjasto/Paloportti/2021/Rakennusten_paloturvallisuus.pdf

Suomen standardisoimisliitto SFS. 2007. EN 3 -7 Käsisammuttimet. Osa 7: Tunnusmerkit, toimintavaatimukset ja testimenetelmät. SFS. Helsinki.

Suomen ympäristökeskus 2006. Perfluorattujen alkyyliaineiden (PFAS) aiheuttamat ympäristöriskit Suomessa. http://hdl.handle.net/10138/38746

Svensson, S. 2020. Fire ventilation. Swedish Civil Contingencies Agency. Sweden.

TFT G-Force Multi F05 Impulse. https://www.veljeksetkulmala.fi/uploads/media_items/tft-g-force-multi-impulse.original.pdf.

TFT suihkuputket. https://www.veljeksetkulmala.fi/Tuotteet/suihkuputket/.

TFT Ultimatic F07. https://www.veljeksetkulmala.fi/wp-content/uploads/2017/11/TFT-Ultimatic-FO-7-suihkuputki-fo4-teksti.pdf.

TOT 23/99. Työpaikkaonnettomuuksien tutkinta 2000. Sammuttaja menehtyi kuumuuteen ja hengitysilman loppumiseen varusteiden takertuessa portaikkoon. Helsinki.

Tuomisaari, M. 1997. Smoke ventilation in operational fire fighting. Technical research centre of Finland. Espoo. https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/publications/1997/P326.pdf

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, TUKES 2019. Kemikaalivuotojen ja sammutusjätevesien hallintaopas. https://tukes.fi/documents/5470659/11781251/Kemikaalivuotojen+ja+sammutusj%C3%A4tevesien+hallinta+2019/332f5db1-54cd-aa85-2e0a-dd2b270f9a7a

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738. https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L2P11.

Van Der Feyst, M. 2021. Firefighting Basics: Transitional Fire Attack. https://www.fireengineering.com/firefighter-training/firefighting-basics-transitional-fire-attack/#gref.

Vaari, J. 2004. Sammutustekniikan luonnontieteelliset perusteet. Edita oy, Helsinki.

Vaari, J. & Hietaniemi, J. 2000. Smoke ventilation in operational fire fighting Part 2. Multi-storey buildings. Technical research centre of Finland. Espoo. https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/publications/2000/P419.pdf

Vaughan, J. Positive Pressure Ventilation. Rocky Mount Fire Department. https://www.hsdl.org/c/view?docid=696453

Weewer, R. 2015. Extinguishing techniques for the offensive exterior attack- FSS Congress 2015. https://www.youtube.com/watch?v=u2z_viu1n4

Weewer, R., Baaij, S., Huizer, E., De Witte, L. 2018 The Renewed View on Firefighting. An evidence-based approach. Arnhem. Hollanti. https://nipv.nl/wp-content/uploads/2022/02/20180423-BA-The-Renewed-View-on-Firefighting.pdf

Zevotek, R., Stakes, K., Willi, J. 2018 Impact of Fire Attack Utilizing Interior and Exterior Streams on Firefighter Safety and Occupant Survival: Full Scale Experiments. UL Firefighter Safety Research Institute. Columbia. Yhdysvallat. https://d1gi3fvbl0xj2a.cloudfront.net/files/2021-07/DHS2013_Part_III_Full_Scale.pdf

Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017. Helsinki. https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848#-Pidm45237816967328

Ympäristöministeriö. 2003. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. Ympäristöopas 39. Helsinki. http://hdl.handle.net/10138/40357

Pelastusopisto

Rakennuspalon tehokas ja turvallinen sammuttaminen edellyttää laaja-alaista osaamista. Osaaminen muodostuu tiedoista ja taidoista sekä asenteista. Tiedot ja taidot koostuvat monesta eri osa-alueista kuten ymmärryksestä palofysiikasta, tulipalon leviämisestä ja virtausreiteistä, sammutustaktiikasta ja -tekniikasta, sammutustoimenpiteistä, pelastustoiminnan johtamisesta sekä rakenteellisesta paloturvallisuudesta ja palon tutkinnasta. Osaamista on ymmärtää eri osa-alueiden keskinäinen yhteys ja painopisteet sekä niiden muodostama yhtenäinen kokonaisuus.

Osaaminen on asian hallitsemista, minkä kautta mahdollistuu toiminta. Rakennuspalon sammuttamisessa asian hallitseminen tarkoittaa teoriatiedon ja käytännön soveltamista oikealla asenteella muuttuvassa toimintaympäristössä, mikä mahdollistaa tehokkaan ja turvallisen sammutustoiminnan rakennuspaloissa.

Kirjassa asioiden kerronta on hyvin käytännönläheistä perustuen kirjoittajien käytännön ammattiosaamiseen. Kirja soveltuu erinomaisesti pelastusalan tutkinto-, sopimushenkilöstö- ja täydennyskoulutukseen.

Asioiden oppimisen helpottamiseksi julkaisusta löytyy videoita, jotka avautuvat painetussa versiossa QR-koodin avulla.

ISBN 978-952-7217-67-2 (pdf)
ISSN 2343-435X (pdf)