

AALTO-YLIOPISTO

Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu

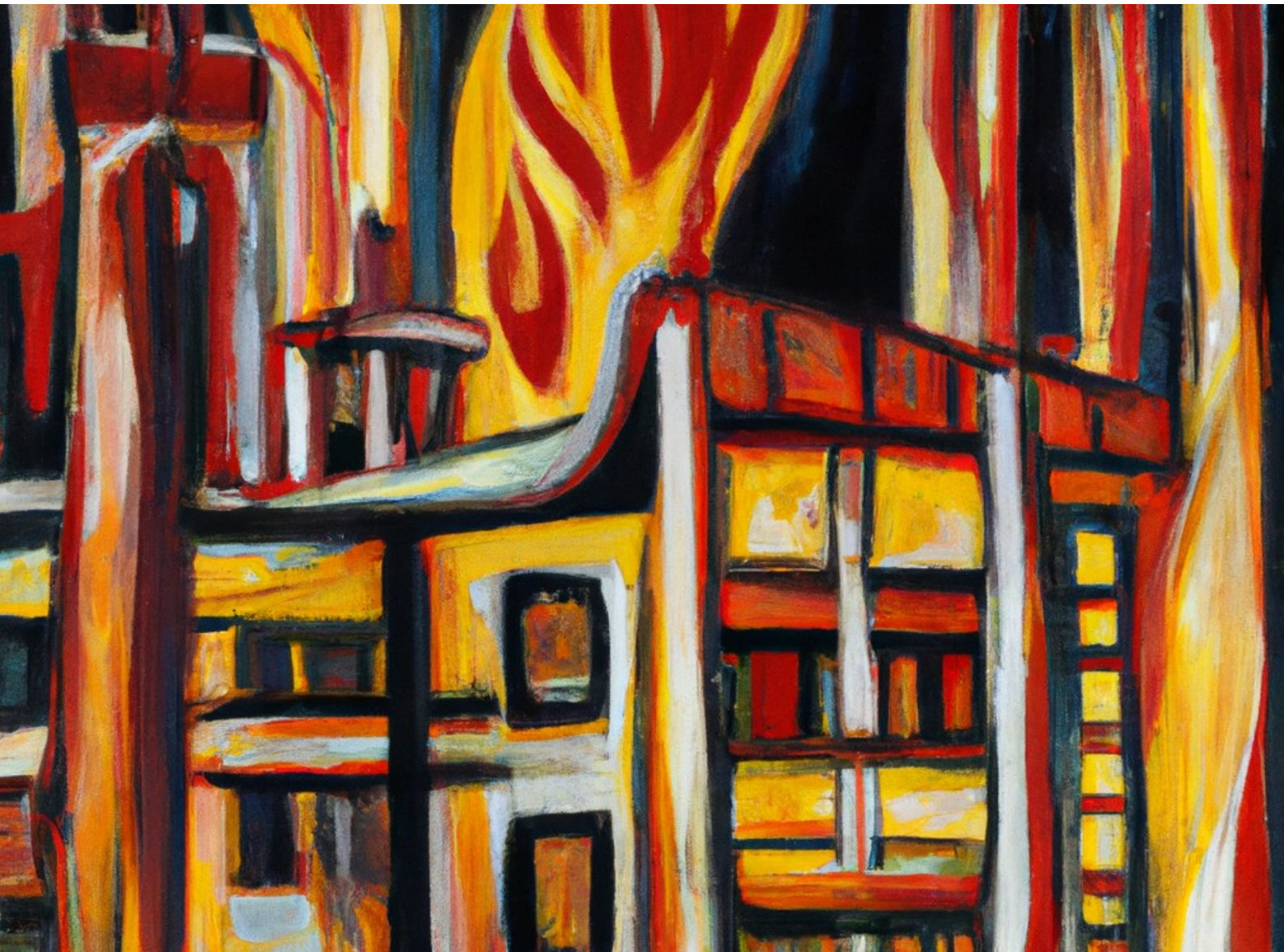
Arkkitehtuurin koulutusohjelma

# Paloturvallisuus puukerrostaloissa

Kandidaatintyö

30.11.2022

Sampo Taito Louke



---

**Tekijä** Sampo Taito Louke

---

**Työn nimi** Paloturvallisuus puukerrostaloissa

---

**Laitos** Arkkitehtuurin laitos

---

**Koulutusohjelma** Arkkitehtuuri

---

**Vastuupettaja** Anne Tervo

---

**Ohjaaja** Miia Ranta-aho

---

**Vuosi** 2022

**Sivumäärä** 16

**Kieli** Suomi

---

### Tiivistelmä

Puurakentamista lisätään Suomessa muun muassa ekologisista syistä, joten puurakentamisen edellytyksillä kuten paloturvallisuudella on merkitystä yhteiskunnalle. Palosuojelu on yksi merkittävä tekijä, joka on vaikuttanut ja vaikuttaa puurakentamiseen. Puurakentamiseen liittyvän palosuojelun historia Suomessa alkaa 1800-luvulta, mutta on tarkentunut ja kehittynyt jatkuvasti.

Tämä tutkielma luo ensin lyhyen katsauksen palosuojelun historiaan. Tutkielma käsittelee paloturvallisuutta puurakenteisissa kerrostaloissa erityisesti viimeisimpien palomääräysten ja suunnitteluun liittyvien ohjeiden valossa. Tutkielman tutkimusmenetelmä on kirjallisuustutkimus ja keskeisimpinä lähteinä toimivat Puuinfon ohjeet ja Palokirja, jotka perustuvat uusimpaan ympäristöministeriön asetukseen, joka tuli voimaan vuonna 2018.

Puukerrostalojen nykyisten paloturvallisuusvaatimusten osalta tutkielma keskittyy valittuihin keskeisimpiin paloturvallisuuden suunnittelun osa-alueisiin virallisten määräysten, ohjeiden ja asetusten valossa. Tutkielman tutkimuskysymys on, mitä ovat puurakenteisten kerrostalojen paloturvallisuuden keskeisimmät vaatimukset, määräykset ja ohjeet Suomessa?

Käsitellyistä määräyksistä ja ohjeista käy ilmi, että paloturvallisuuden vaatimukset ovat suurimmaksi osaksi samat materiaalista riippumatta, sillä niillä saadaan aikaan esimerkiksi samanlaiset palonkehitykset ja rakenteiden kestävyudet palotilanteessa. Vaatimusten toteuttaminen voi kuitenkin vaatia eri ratkaisuja eri materiaaleja käytettäessä. Puurakentamisessa on huomioitava esimerkiksi se, että puurakenne on itsessään paloon osallistuva materiaali, joten se on suojaverhottava. Puu on oikeinkäytettynä käyttäytymiseltään helposti ennakoitava ja paloturvallinen rakennusmateriaali.

---

**Avainsanat** puurakentaminen, paloturvallisuus, puukerrostalo, palosuojelu, paloluokitukset, palomääräykset, palonehkäisy

---

# Sisältö

1	Johdanto	2
1.1	Tausta ja tavoitteet	2
1.2	Tutkielman toteutus	3
1.3	Keskeisimmät käsitteet	4
2	Suomen puurakentamisen ja palosuojelun historia	5
3	Paloturvallisuus puukerrostaloissa	6
3.1	Uusi asetus rakennusten paloturvallisuudesta	6
3.2	Palomitoitus ja paloluokat	7
3.3	Palo-osastointi ja standardipalokäyrä	9
3.4	Poistumistiet	10
3.5	Automaattiset sammutusjärjestelmät	11
3.6	Rakennustarvikkeet ja suojaverhous	12
4	Yhteenveto	13
5	Lähteet	15
5.1	Tekstilähteet	15
5.2	Kuvalähteet	16

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta ja tavoitteet

Puu on ekologinen, rakennusfysikaalisilta ominaisuuksiltaan hyvin käyttökelpoinen sekä Suomessa perinteinen materiaali ja sitä pidetään miellyttävänä. Puu on hyvin palavaa, mitä pidetään sen huonona puolena, mutta kuitenkin puun käyttäytyminen palo-olosuhteissa tunnetaan hyvin ja voidaan laskea sekä ennakoida tarkasti. On perusteltua pitää kantavia puurakenteita jopa turvallisempina tulipalossa kuin tiettyjä muita palamattomia rakenteita, kuten teräsrakenteita. (Siikanen 1999, s. 7.)

Puurakentamista pyritään lisäämään Suomessa tällä hetkellä, joten puurakentaminen ja sen edellytykset sekä sitä rajoittavat tekijät ovat ajankohtainen aihe yhteiskunnallisesti. Tämä tutkielma käsittelee paloturvallisuutta puurakenteisissa kerrostaloissa erityisesti palomääräysten ja suunnitteluun liittyvien ohjeiden valossa. Tavoitteena on selvittää puurakenteisten kerrostalojen suunnitteluun vaikuttavat paloturvallisuuden keskeisimmät vaatimukset, määräykset ja ohjeet Suomessa tällä hetkellä.

Jotta voidaan ymmärtää puurakentamisen paloturvallisuuteen ja suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä sekä mahdollisuuksia, on ymmärrettävä myös puurakentamisen ja sen paloturvallisuuden historiaa Suomessa. Siksi tutkielma sisältää myös katsauksen historiaan. Tutkielma voi toimia arkkitehdin tai suunnittelijan apuna käytännön suunnittelutyössä. Yllä mainitun perusteella tutkimuskysymykseksi muodostuu: ”mitä ovat puurakenteisten kerrostalojen paloturvallisuuden keskeisimmät vaatimukset, määräykset ja ohjeet Suomessa?”

Puu on ekologinen, rakennusfysikaalisilta ominaisuuksiltaan hyvin käyttökelpoinen sekä Suomessa perinteinen materiaali ja sitä pidetään miellyttävänä. Puu on hyvin palavaa, mitä pidetään sen huonona puolena, mutta kuitenkin puun käyttäytyminen palo-olosuhteissa tunnetaan hyvin ja voidaan laskea sekä ennakoida tarkasti. On perusteltua pitää kantavia puurakenteita jopa turvallisempina tulipalossa kuin tiettyjä muita palamattomia rakenteita, kuten teräsrakenteita. (Siikanen 1999, s. 7.)

Puurakentamista on pyritty lisäämään Suomessa ja Euroopassa (Narko 2015, s. 11). Puurakentaminen vaihtoehtona voi edistää ympäristötavoitteita ja vähentää sisäilmaongelmia (Narko 2015, s. 60). Lisäksi puu voi olla edullinen vaihtoehto muille käytetyille rakennusmateriaaleille. Tutkielman aihe on sikäli perusteltu, että sen käsittely voi lisätä ymmärrystä puurakentamisesta sekä sen paloturvallisuudesta yleisesti. Tutkielma voi myös tarkentaa arkkitehtisuunnittelijan osaamista paloturvallisuuden osalta.

Suurten puurakennusten ja puukerrostalojen yleistymistä ovat Suomessa hidastaneet muun muassa paloturvallisuuden vaatimukset rakennusmääräyksissä (Narko 2015, s. 115–116). Niihin on tullut muutoksia viime vuosina. Vuoden 2018 alusta alkaen tuli voimaan uusi

ympäristöministeriön asetus paloturvallisuudesta ja sen taustalla suuntaviivoja määrittelevät Euroopan komission päätökset sekä delegoidut säädökset esimerkiksi rakenneosien ominaisuuksien paloluokituksista (Järvenpää 2018, s. 7).

Lipastin (2022, s. 49) mukaan rakentajat sekä asiantuntijat kokevat puurakentamisen paloturvallisuutta koskevien määräysten virkamiestulkinnan sekä vastausten löytämisen määräysten joukosta sekavana kokonaisuutena, mikä on voinut hidastaa puurakentamisen kasvua Suomessa verrattuna Ruotsiin.

## 1.2 Tutkielman toteutus

Tutkielman tutkimusmenetelmä on kirjallisuustutkimus. Tutkielmassa perehdytään puurakennusten paloturvallisuuteen liittyvään historiaan ja valittuihin keskeisiin paloturvallisuuden suunnittelun osa-alueisiin erityisesti virallisten määräysten, ohjeiden sekä asetusten kannalta. Käytän kirjallisuuskatsauksen lähdeaineistona erityisesti Puuinfo-sivustoa, Puuinfon Paloturvallinen puutalo -ohjetta, joka perustuu 1.1.2018 voimaan astuneeseen ympäristöministeriön asetukseen 848/2017, ympäristöministeriön julkaisuja, kuten tiedotetta (Ympäristöministeriö 2017) sekä muistiota (YMP M 2017) koskien edellä mainittua asetusta 848/2017. Ympäristöministeriön julkaisuissa on tietoa asetusten ja määräysten sisällöstä. Puurakentamista on viime vuosina käsitelty diplomitöissä ainakin puukerrostalojen rakentamisen ja sen kehittymisen näkökulmasta Euroopan tasolla (Narko 2015) sekä puurakentamista rajoittavan sääntelyn vertailuna Suomen ja Ruotsin välillä (Lipasti 2022).

Työ on jaettu kolmeen pääluukuun. Toinen luku luo lyhyen katsauksen puurakentamisen historiaan ja historiallisiin lähtökohtiin Suomessa. Kolmas luku käsittelee puurakentamisen paloturvallisuuden keskeisimpiä edellytyksiä, paloturvallisuuden suunnittelun tavoitteita ja paloturvallisuuden viimeisimpiä asetuksia sekä määräyksiä puukerrostaloissa suunnittelijan kannalta. Luku kolme on jaettu seitsemään alalukuun, jotka käsittelevät valittuja osa-alueita: ympäristöministeriön uusi asetus rakennusten paloturvallisuudesta, palomitoitus ja paloluokat, automaattiset sammutusjärjestelmät, palo-osastointi ja standardipalokäyrä, poistumistiet sekä rakennustarvikkeet ja suojaverhous. Luvussa neljä teen yhteenvedon tutkielman aiheesta.

### 1.3 Keskeisimmät käsitteet

Tässä esittelen ja määrittelen keskeisimpiä tutkimuksessa esiintyviä käsitteitä.

<b>Kaksikerroksinen</b>	Rakennus, jossa on vähintään kaksi kerrosta. Kerrosten lukumäärään lasketaan maanpinnan yläpuolella olevat kerrokset, joissa on asuin- tai työhuoneita tai muita rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisia tiloja. Jos eri osissa rakennusta kerrosluku vaihtelee, tarkoitetaan rakennuksen suurinta kerroslukua (Tilastokeskus 2007, s. 150.)
<b>Palokuorma</b>	Kokonaislämpömäärä, joka vapautuu, kun tietyssä tilassa oleva aine palaa täydellisesti (YMP M 2017: 11).
<b>Palokuormaryhmä</b>	Rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan jaoteltu ryhmä, joka määrittää sallitun palokuorman tiheyden (MJ/m <sup>2</sup> ) paloturvallisuusvaatimuksissa annetun taulukon mukaan (Puuinfo 2021, s. 12).
<b>Palo-osasto</b>	Rakenteellisesti rajattu osa rakennusta, joka täyttää palo-osastointia koskevat vaatimukset. Palo-osaston tarkoitus on suojata palon leviämiseltä sekä turvata rakenteiden kestävyys.
<b>Puukerrostalo</b>	Kokonaislämpömäärä, joka vapautuu, kun tietyssä tilassa oleva aine palaa täydellisesti (YMP M 2017: 11).
<b>Puurakenteinen</b>	Puurakenteisella tarkoitetaan sellaista rakennusta, jonka kantavan rungon pääasiallisena materiaalina on käytetty puuta (Narko 2015, s. 16).
<b>Standardipalokäyrä</b>	Standardin ISO 834 mukainen palokäyrä, joka kuvaa oletettua lämpötilan nousua ajan funktiona palotilassa eli tilassa, jossa tulipalo tapahtuu. Standardipalokäyrä ei kuvaa todellista palotapahtumaa, mutta toimii perustana paloturvallisuusvaatimuksille.
<b>Uloskäytävä</b>	Poistumisalueelta suoraan ulos vievä ovi tai rakennuksessa tai sen ulkopuolella oleva tila, jonka kautta on tulipalon sattuessa mahdollista poistua turvallisesti maan pinnalle tai muulle vastaavalle turvalliselle paikalle. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017 § 2.)

## 2 Suomen puurakentamisen ja palosuojelun historia

Pohjois-Euroopassa puu on kautta aikojen ollut yksi käytetyimmistä rakennusten runkomateriaaleista (Narko 2015, s. 20). Varhaisimmissa hirsitaloissa seinärakenne muodostui maahan upotetuista pylväistä, joiden väleihin oli ladottu hirsiiä (Hansen 1971, s. 23). Suomen ja Skandinavian havumetsät ovat tarjonneet raaka-aineeksi suoraa hirsiiä, jotka ovat soveltuneet erityisesti rakentamiseen kylmissä ja karuissa olosuhteissa (Narko 2015, s. 20).

Nykyajallekin puulla on annettavaa, sillä lisäämällä puun käyttöä rakennusmateriaalina voidaan vähentää rakentamisesta välittömästi aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä merkittävästi. Puurakennusten runkomateriaalit tarjoavat myös uusio- ja loppukäyttömahdollisuuksia, jotka voivat vähentää purkamisesta syntyvää jätettä. (Narko 2015, s. 11.)

Puunjalostusteollisuudella on ollut suuri merkitys myös taloudelle Suomessa ja laajemminkin Euroopassa, joten puurakentamista edistämällä voidaan vaikuttaa myönteisesti myös teollisuuteen, työpaikkojen luomiseen erityisesti syrjäseuduille ja hyvinvointiin Suomessa sekä Euroopassa. Puurakentamisesta ja puurakenteista on etua myös korjaus- ja lisärakentamisessa, koska niiden avulla on mahdollista lisätä kerroksia tiivistäen kaupunkirakennetta ja säilyttäen palveluita sellaisilla alueilla, joilla on tiivistämistarvetta. (Narko 2015, s. 11.)

Puurakentamisen edellytykset ja siihen vaikuttavat vaatimukset sekä rajoitteet ovat siis merkityksellistä yhteiskunnan, talouden ja tiivistämistarvituksen kannalta. Palosuojelu on yksi merkittävä tekijä, joka on vaikuttanut ja vaikuttaa puurakentamiseen. 1820-luvulle saakka kaupungeissa palosuojelun säätely tapahtui vielä rakennusjärjestysten kautta (Siikanen 1999, s. 51). Turun palo vuonna 1827 sai aikaan suurempia kaupunkeja koskevien palomääräysten luomisen, jotka loivat pohjan koko Suomen puunkäyttöä rajoittaville palomääräyksille. Esimerkiksi yli kaksikerroksisten puutalojen rakentamista alettiin rajoittaa (Siikanen 1999, s. 7). Vuonna 1856 säädettiin kaupunkien yleinen rakennussääntö, jossa kaupungit jaettiin neljään luokkaan. Luokissa 1. ja 2. täytyi kaupunkien keskustoihin rakentaa vain 2–3 kerroksisia puutaloja, jos mahdollista, mutta luokissa 3–4 sai rakentaa myös yksikerroksisia puutaloja (Siikanen 1999, s. 51).

Turun palon ja 1800-luvun jälkeen moni paloturvallisuuden vaikuttava tekijä on kuitenkin muuttunut: on siirrytty huonekohtaisesta lämmityksestä pääosin keskuslämmitykseen, sähkölämmitykseen, ilmalämmitykseen ja muihin paloturvallisempiin lämmitysjärjestelmiin öljylampuista ja kynttilöistä sähkölamppuihin ja alettu huomioida lämmityslaitteiden turvallisuus paremmin. Lämmitykseen ja valaistukseen liittyvien syytymissyiden sijaan nykyään tulipalojen syttymisen yleisimpiä syitä ovat muun muassa tupakointi sängyssä, sähkölieden huolimaton käyttö ja kiukaalle jätetyt tavarat. (Siikanen 1999, s. 7.)

### 3 Paloturvallisuus puurakennuksissa

Rakennusten paloturvallisuutta määrittelee ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Sen mukaan pääsuunnittelijan, rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan tulee huolehtia suunnittelusta siten, että rakennus täyttää käyttötarkoituksensa mukaisesti ”paloturvallisuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset.” (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017 § 3.) Paloturvallisuuden voi osoittaa kahdella vaihtoehdoisella tavalla eli joko paloluokkiin ja lukuarvoihin perustuvalla mitoituksella (ns. taulukkomitoituksella) tai tapauskohtaisella oletettuun palonkehitykseen perustuvalla toiminnallisella palomitoituksella (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017 § 12 ja § 13).

Taulukkomitoituksessa noudatetaan asetuksessa annettuja taulukoiden mukaisia tarkkoja lukuarvoja sekä paloluokkia liittyen materiaalien ominaisuuksiin erityyppisissä ja kerrosluvultaan erilaisissa rakennuksissa. Toiminnallisessa mitoituksessa paloturvallisuusvaatimukset täytetään arvioimalla etukäteen oletettu palonkehitys ja vastaamalla paloturvallisuuden suunnittelulla oletettuihin palotilanteisiin.

#### 3.1 Uusi asetus rakennusten paloturvallisuudesta

Euroopan komission päätöksissä ja delegoiduissa säädöksissä säädellään rakennusosien, rakennustarvikkeiden sekä katteiden ja katteiden palokatkojen luokittelusta sekä standardeista (YMP M 2017, s. 5; s. 29–30). Tarkemmat asetukset rakennusten paloturvallisuudesta ovat kuitenkin kussakin jäsenvaltiossa omansa, koska maiden välillä on paikallisia eroja, jotka täytyy huomioida (Järvenpää 2018, s. 7).

Vuoden 2018 alusta Suomessa tuli voimaan uusi asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Se korvasi aiemman määräyksen RakMk E1 (Ympäristöministeriö 2017) Kaikki Suomen rakentamismääräyskokoelman osat uudistettiin. Uudistuksen tavoite paloturvallisuuden suhteen oli rakenteellisen paloturvallisuuden aiemman tason säilyttäminen, erilaisten tulkintojen vähentäminen sekä rakennusten paloturvallisuustason yhdenmukaistaminen (Ympäristöministeriö 2017.)

Paloturvallisen rakennuksen suunnittelussa keskeisiä lähtökohtia ovat ymmärrys palon syttymisestä, leviämisestä ja siitä, miten paloa voidaan hallita. On siis ymmärrettävä, miten mahdollinen palo etenee ja miten eri materiaalit vaikuttavat paloon sekä käyttäytyvät palotilanteessa. Rakennusmateriaalien osalta huomioitavia ominaisuuksia ovat muun muassa syttymisherkkyys, savuntuotto ja materiaalista palon aikana irtoavat pisarat tai liekehtivät osat. (Järvenpää 2018, s. 8.)

Palon leviämisen ja hallinnan kannalta ratkaiseva merkitys on paitsi rakennusmateriaalien ominaisuuksilla myös palo-osastoinnilla sekä poistumisteillä. Yleisin kuolinsyy tulipaloissa on



häkämyrkytys (Järvenpää 2018, s. 8). Siksi palo-osastoinnilla on henkilöturvallisuuden kannalta olennaisena tehtävänä paitsi estää palon leviäminen, myös rajoittaa palokaasujen leviämistä rakennuksen sisällä ja siten turvata rakennuksesta poistuminen sekä helpottaa sammutus- sekä pelastustoimia (YMP M 2017, s. 17). Ympäristöministeriön asetuksen avulla rajoitetaan ja valvotaan mainittuja sekä syttymiseen, leviämiseen että tulipalotilanteiden hallintaan vaikuttavia tekijöitä, kuten rakennusmateriaalien syttymisherkkyttä, savuntuottoa, irtoavia aineksia, savun ja tulen leviämistä, palo-osastointia ja poistumisteitä (Järvenpää 2018, s. 8).

Palokuolemien määrä suhteessa väestöön on Suomessa selvästi korkeampi kuin yleisesti Länsi-Euroopassa ja Pohjoismaissa (Järvenpää, 2018, s. 7.; Tillander, K., Korhonen, T. ja Keski-Rahkonen, O., 2005, s. 94). Palokuolemat Suomessa ovat myös vähenneet hitaasti (Tillander ja muut, 2018, s. 118). Palokuolemia tapahtuu useimmin yksineläville ja miehille useammin kuin naisille. Miesten osalta suurimmat riskit liittyvät tulenkäyttöön, kun kukaan muu ei ole paikalla valvomassa (Tillander ja muut, 2018, s. 101–102; s. 118). Syyt saattavat siis paloteknisten ja pelastustoimeen liittyvien syiden lisäksi liittyä ensisijaisesti sosiologisiin tekijöihin, kuten kontaktien vähyyteen, minkä myös Tillander ja muut (2005, s. 118) toteaa. Siitä huolimatta voitaisiin myös paloturvallisuuteen liittyvässä suunnittelussa pyrkiä huomioimaan riskitilanteet ja suuressa paloriskissä olevat asumismuodot.

### 3.2 Palomitoitus ja paloluokat

Rakennusten paloluokista käytetään neljää lyhennettä P0, P1, P2 ja P3. Kun rakennus suunnitellaan käyttäen palomääräysten paloluokkia ja lukuarvoja mitoituksen perustana (taulukkomitoitus), niin käytössä ovat luokat P1, P2 ja P3. Siinä tapauksessa, että rakennus suunnitellaan vähintään osittain perustuen oletettuun palonkehitykseen, on kyseessä toiminnallinen palomitoitus ja käytetään paloluokkaa P0. (Puuinfo 2020 A.)

Paloluokassa P0 on oletetussa palonkehityksessä huomioitu tietyssä rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät palotilanteet. Jos jokin määritelty osuus rakennuksen suunnittelusta, esimerkiksi rakenteiden palonkestävyys tai poistumisturvallisuus, perustuu toiminnalliseen palomitoitukseen, niin kyseinen rakennus kuuluu P0-luokkaan. Tietyn rakennuksen eri osat voivat kuulua myös eri paloluokkiin. Se on mahdollista siinä tapauksessa, että palon leviäminen eri luokkiin kuuluvien osien välillä on palomuurilla estetty. (Puuinfo 2020 A.)

P1-luokan rakennus on palonkestävä ja pääosin palamattomista rakennusosista tehty. Siksi sen oletetaan kestävän palossa sortumatta eikä sen kokoa tai henkilömäärää tarvitse siksi rajoittaa (Rakentaja 2011). Taulukkomitoitusta käytettäessä rakennuksen katsotaan täyttävän paloturvallisuuden olennaiset vaatimukset, kun asetuksessa annetut luokka- ja lukuarvot täyttyvät rakennuksen kaikissa yksityiskohdissa.

Kaikissa paloluokissa voidaan käyttää runkomateriaalina puuta. P2-paloluokassa puuta voidaan käyttää kuitenkin vain enintään 28 metriä korkeissa (8 krs) asuin- ja työpaikkarakennuksissa sekä enintään 14 m korkeissa (4 krs) muissa kuin asuin- ja työpaikkarakennuksissa (Puuinfo 2020 A).

Palokuormalla tarkoitetaan kokonaislämpömäärää, joka vapautuu, kun tietyssä tilassa oleva palava materiaali palaa täydellisesti (YMP M 2017, s. 11) ja sen tiheys ilmaistaan megajouleina per lattia- $m^2$  (Puuinfo 2021, s. 12). Siihen lasketaan mukaan sekä irtaimisto että rakennusosat, kuten kantavat, runkoa jäykistävät, osastoivat ja muut rakennusosat (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017 § 2.). Taulukkomitoituksessa rakennuksen palokuorma määräytyy eri tavoin eri luokissa. Puuinfon (2021, s. 12) paloturvallisuusohjeiden mukaan P2- ja P3-luokissa palokuorma määräytyy rakennuksen pääkäyttötarkoituksen mukaan ja P1-luokassa palokuormaryhmän mukaan. Palokuormaryhmä siis tarkoittaa käyttötarkoituksen mukaan jaoteltua ryhmää, joka määrittää sallitun palokuorman tiheyden ( $MJ/m^2$ ) vaatimuksissa annetun taulukon mukaan (Puuinfo 2021, s. 12). Rakennuksen puurungon palokuormaa ei lasketa erikseen vaan se on valmiiksi huomioitu käyttötarkoituksen ja palokuormaryhmien mukaisissa palokuormissa (Puuinfo 2020 A).

Kunkin erillisen palo-osaston palokuorma voidaan määrittää riippumatta toisistaan. Silloin jokaisen palo-osaston rakenteet voidaan määrittää erikseen sen palokuorman mukaan, joka määrittyy laskennallisesti standardeissa annettujen ohjeiden perusteella (Puuinfo 2021, s. 12). Puuinfon (2021, s. 12) mukaan palokuormatarkastelussa olisi perusteltua huomioida myös mahdolliset rakennuksen käyttötarkoituksen muutokset ja niiden mukaan määrittyvät palokuorman muutokset. Näkisin tämän tarkoittavan, että käyttötarkoitusten mahdollisia muutoksia tulisi pohtia paitsi niitä toteutettaessa, myös etukäteen rakennettavaa rakennusta ja sen paloturvallisuutta suunniteltaessa. Kestävyyden kannalta olisi eduksi, jos paloturvallisuuden suunnittelukin mahdollistaisi joustavia käyttötarkoitusten muutoksia tulevaisuudessa. Muutokset voivat koskea paitsi koko rakennusta myös tiettyä palo-osastoa.

Palokuormaan liittyvät vaatimukset poikkeavat eri paloluokissa. P0-paloluokassa on aina määritettävä tilan palokuorma, jotta voidaan simuloida todellinen palonkehitys. Sitä varten on saatava tietoja myös muista tarkemmista seikoista kuten palokuorman sijainnista ja palamisominaisuuksista. Taulukkomitoitusta käytettäessä, eli paloluokissa P1, P2 ja P3, ei tarkkaa palokuormaa tarvitse erikseen määrittää. Paloluokassa P1 käytetään vaatimuksissa annettua rakennusten jaottelua palokuormaryhmiin käyttötarkoituksen perusteella. Sen sijaan paloluokissa P2 ja P3 ei käytetä tilojen jaottelua annettuihin palokuormaryhmiin. Asuinrakennuksessa sellainen palo-osasto, joka sisältää irtainvarastoja, kuuluu palokuormaryhmään  $600 MJ/m^2 - 1200 MJ/m^2$ . (Puuinfo 2021, s. 12.)

Paloluokka P0 tarkoittaa tapauskohtaista toiminnallista palomitoitusta. Toiminnallista palomitoitusta voidaan käyttää riippumatta siitä, olisiko rakennus mahdollista toteuttaa taulukkomitoitukseen perustuvien paloluokkien mukaan. P0-luokkaa voidaan täsmentää ilmaisemalla tavoitteellinen turvallisuustaso suluissa, esimerkiksi P0(P2). Toiminnallisessa palomitoituksessa paloturvallisuusvaatimukset täyttyvät, jos rakennuksen suunnittelu

tehdään oletetun palonkehityksen perusteella. Oletetun palonkehityksen on tällöin katettava kyseisessä rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät palotilanteet. (Puuinfo 2020 A.)

P0-luokassa eli toiminnallisessa palomitoituksessa on käytettävä sellaisia menetelmiä, jotka on osoitettu kelpoisiksi. Menetelmän kelpoisuuden voi osoittaa hyväksytyjen EN- tai ISO-standardien mukaisin koe- ja laskentamenetelmin, kunhan niitä sovelletaan niiden pätevyysalueella (Puuinfo 2020 A). EN-standardi on eurooppalainen ja ISO-standardi kansainvälinen tekninen laadunhallintastandardi. (Kivelä 2018, s. 7). Toiminnallisessa palomitoituksessa tulee rakennuksen palokuorma määrittää aina erikseen kohdekohtaisesti (Puuinfo 2020 A).

### 3.3 Palo-osastointi ja standardipalokäyrä

Kun suunnitellaan rakennuksen runkoa, ovat paloteknisen suunnittelun tärkeimmät tekijät kantavan rungon palonkestävyys ja osastoivien rakennusosien palonkestävyys. Niiden perusteella määrittyy myös se, millaisia rakennetyyppejä tai liittymädetaljeja rakennuksessa on järkevää käyttää. (Puuinfo 2021, s. 9.)

Rakennuksen palo-osastoinnilla rajoitetaan palon ja savun etenemistä, suojataan turvalliset poistumistiet, helpotetaan pelastus- ja sammutustoimia sekä vähennetään omaisuusvahinkoja. Osastoivalla rakennusosalla on eri tehtäviä: sen tulee rajoittaa palon ja savun leviäminen vaaditun palonkestoajan sekä pysyä paikoillaan sortumatta koko palonkestoajan. Siksi runko tulee mitoittaa sen mukaan, ettei se sorru. (Puuinfo 2021, s. 40.)

Se, valmistetaanko rakennuksen kantava runko puusta, betonista vai jostakin muusta rakennusmateriaalista, ei vaikuta kantavuutta ja osastoivuutta koskeviin palotilanteen perusvaatimukseen (Puuinfo 2021, s. 9.). Sekä kantavien että osastoivien rakennusosien tulee täyttää REI-luokkavaatimukset käyttäen niin sanottua standardipalokäyrää.

Standardipalokäyrällä tarkoitetaan standardin ISO 834 mukaista palokäyrää, joka kuvaa lämpötilan nousua ajan funktiona palotilassa eli tilassa, jossa tulipalo tapahtuu. Standardipalokäyrän laskelmat perustuvat vuoteen 1918 mennessä tehtyihin polttokokeisiin eikä siis kuvaa todellista palotapahtumaa. Todellisessa tulipalossa kunkin palotilan lämpökäyrä on tapauskohtainen ja siihen vaikuttavat muun muassa se, minkä kokoinen ja muotoinen tila on, kuinka suuri palotilan palokuorma on, kuinka paljon tilassa on lasipintoja ja millaiset sammutuslaitteistot tilassa on. Standardipalokäyrä ei ota huomioon palokuorman loppuun palamisesta johtuvaa palotilan jäähtymistä. Standardipalokäyrässä lämpötilan nousunopeus on myös suhteessa hitaampi kuin todellisissa palotilojen lämpökäyrissä. (Puuinfo 2021, s. 8.)

Kun määritellään rakennusosan osastoivuutta, tarkastellaan silloin 1) lämpötilan nousua rakennusosan toisella (suojattavalla) puolella ja 2) rakennusosan tiiviyyttä, 3) epäjatkuvuuskohtia ja reikiä sekä niiden vaikutusta edellä mainittuun ja 4) rakenteen rungon kestävyyttä. Rungon kestävyys voi olla heikko esimerkiksi rankarakenteessa, jos rankojen välissä ei ole oikeantyyppistä lämmöneristettä ja rakenteen rangat palavat kolmelta eri sivulta yhtäaikaisesti. (Puuinfo 2021, s. 40.)

### 3.4 Poistumistiet

Kaikista rakennuksista tulee olla mahdollista poistua tulipalon sattuessa turvallisesti ja nopeasti. Puurunkoisissa rakennuksissa turvallisten ohjattujen poistumisreittien ja poistumisjärjestelyjen suunnittelua koskevat samat ehdot kuin muissakin rakennuksissa. Jos rakennuksen ylimmän kerroksen lattia on enintään 24 m etäisyydellä sen porrashuoneen sisäänkäyntitasosta, tulee rakennuksessa olla vähintään kaksi toisistaan riippumatonta uloskäytävää, jotka on joko osastoitu tai jotka johtavat suoraan ulos turvalliselle paikalle. Asuntojen ja alle 300 m<sup>2</sup> toimistotilojen osalta riittää kuitenkin yksi uloskäytävä ja yksi varatiejärjestely. Varatiejärjestely suunnitellaan tapauskohtaisesti ja sitä varten on tarkasteltava koko rakennusta yhteistyössä pelastusviranomaisten kanssa. Erityyppisiin rakennuksiin voidaan tarvita erilainen varatiejärjestely parhaan ratkaisun saavuttamiseksi. (Puuinfo 2021, s. 58.)

Varatien suunnittelussa olennaista on se, että sen kautta on mahdollista pelastautua tai pelastaa ihmisiä tikkaiden tai pelastamistoimenpiteiden avulla turvalliselle paikalle. Varatie voi olla esimerkiksi parveke, ranskalainen parveke, ikkuna, aukko tai parvekelaatassa oleva luukku. Parvekelaatan luukun tapauksessa aukon on oltava vähintään 600 mm x 600 mm. Jos varatie on seinään sijoitettu aukko, tulee vapaan aukon korkeus olla vähintään 600 mm ja leveys vähintään 500 mm sekä korkeuden ja leveyden summan olla vähintään 1500 mm. (Puuinfo 2021, s. 58.)

Jos varatieltä on pudottauduttava turvalliselle paikalle ja pudottautumiskorkeus on yli 3,5 m, niin varatien on täytettävä myös seuraavat vaatimukset: Enintään 2-kerroksisessa P3- tai P2-luojan rakennuksessa varatiellä on oltava kiinteät tikkaat. Kaupunkipientalossa eli enintään 4-kerroksisessa P2-paloluokan asuinrakennuksessa, jossa kaikki kerrokset kuuluvat samaan huoneistoon, on varatie varustettava helppokulkuisilla kiinteillä portaila, jotka on joko sijoitettava niin, että ne eivät ole ulkoseinän aukkojen välittömässä läheisyydessä, tai niiden on oltava suojattu riittävästi aukoista tulevalta lämpösäteilyltä. (Puuinfo 2021, s. 58.)

Porrashuoneen on oltava oma palo-osastonsa, mutta koska porrashuonetta ei osastoida kerroksittain, ei sen sisältämien käytävätasojen, porrastasanteiden tai portaiden tarvitse olla osastoivia (Puuinfo 2021, s. 58). Uloskäytäviä sekä porrashuonetta ja sen eri osia, kuten esimerkiksi portaiden puurakenteisia palkkeja koskevat monet sellaiset määräykset, jotka riippuvat paloluokasta ja käytetyistä materiaaleista ja niiden pinnoitteista (Puuinfo 2021, s. 59–73).

### 3.5 Automaattiset sammutusjärjestelmät

Yksi keskeinen paloturvallisuudessa käytettävä menetelmä ovat automaattiset sammutuslaitteistot, joihin kuuluvat sprinklerit sekä automaattiset hiilidioksidi-, haloni- ja sammutusvahtolaitteistot (Lappi 1991). Näistä sprinklerit ovat tärkeimpiä ja erityisesti puurakennuksissa ne ovat olennaisia palontorjunnan kannalta.

Tavallisimmin automaattisilla sammutusjärjestelmillä tarkoitetaan sprinklausta (Narko 2015, s. 51). Tyypillisesti sprinklerit toimivat siten, että huonetiloihin viedään vesijohdot ja asennetaan vesisuuttimet, jotka laukeavat automaattisesti tulipalon sattuessa. Sprinklereistä suihkuua sammutusvettä hyvin pieninä pisaroina (Tuomisaari 1996, s. 9). Suuttimet on tyypillisesti sijoitettu kattoon. Vesisuuttimen päässä on lämpöanturi, joka avaa vesisuuttimen sekä saa paineen avulla vesipumpun toimimaan. Laukeaminen aiheuttaa myös palohälytyksen automaattisesti (Lappi s. 27). Sprinklereiden sijaan voidaan käyttää palontorjuntaan tietyissä olosuhteissa vesisumujärjestelmää. (Tuomisaari 1996, s. 9-10) Tuomisaaren (1996 s. 10) mukaan palon tyyppi määrittää palon palavan aineen, sen sijoittelun ja palon vaiheen mukaan. Palon tyyppillä on merkitystä siksi, että erityyppisten palojen sammutuksessa tietynlaiset sammutusjärjestelmät toimivat paremmin kuin toiset. Esimerkiksi vesisumujärjestelmä voi olla ongelmallinen kytevän palon sammutuksessa, vaikka se onkin sprinkleriä tehokkaampi nestepalojen sammutuksessa (Tuomisaari 1996, s. 10–11).

Narko (2015, s. 15) toteaa, että sprinklerijärjestelmä lisää rakennuksen paloturvallisuutta ja hyvän suunnittelun kautta sprinklereillä voidaan jopa poistaa mahdollisuus palon leviämiseen lähes kokonaan. Lapin (1991, s. 27) mukaan muita kuin sprinklerijärjestelmiä käytetään silloin, kun vettä ei syystä tai toisesta voida käyttää. Esimerkiksi automaattisia hiilidioksidi- tai halonisammutusjärjestelmillä voidaan suojata sähköjärjestelmiä. Kuitenkin niihin liittyy muita haittapuolia kuin vesisammutusjärjestelmiin, kuten se, että halonit ovat kasvihuonekaasuja ja siksi niiden käyttöä on rajoitettu. (Lappi 1991, s. 27.)

Rakenteellinen palosuojaus on tärkeää puukerrostaloissa, mutta sen lisäksi puutalot voidaan varustaa automaattisella sammutuslaitteistolla (Narko 2015, s. 51). Puuinfon (2020 B) mukaan suositeltavin sammutusjärjestelmä puutaloon on korkeapainevesisumusprinklaus. Se ei suihkuta vettä vaan vesisumua, joka tukahduttaa palon tehokkaasti. Vesisumujärjestelmän etuina on se, että toisin kuin vesi, vesisumujärjestelmä 1) ei kastele rakenteita ja 2) toimii kolmiulotteisesti, joten se kykenee tukahduttamaan palon esimerkiksi huonekalujen alta, jonne vesi ei pääsisi. (Puuinfo 2020 B.) Suomessa vähintään kolmikerroksisten puukerrostalojen rakentaminen vaatii automaattisen sammutusjärjestelmän rakentamista, mutta myös yksi- ja kaksikerroksisissa puurakennuksissa sammutusjärjestelmän rakentamiseen voi olla perusteet (Puuinfo 2020 A). Sammutusjärjestelmän avulla voidaan sallia tiettyjä lievennyksiä rakennuksen sallittuihin henkilömääriin, palo-osastojen kokoon, pintaluokkavaatimukseen ynnä muihin vaatimukseen (Puuinfo 2020 A). Useissa muissa Euroopan maissa automaattisen sammutusjärjestelmän sijaan puukerrostalot voidaan suojata varustamalla niiden rakenteet riittävällä palonsuojauksella, jonka tehtävä on hidastaa tulen leviämistä (Narko 2015, s. 5.).

### 3.6 Rakennustarvikkeet ja suojaverhous

Puu materiaalina on hyvin palava, mutta silti oikein käytettynä paloturvallinen. Yksi sen turvallisuutta edistävä ominaisuus on se, että se hiiltyy tasaisesti ja ennakoitavasti n. 1 mm minuutissa. Siksi puurakenteen kuormankestävyys ja sortuminen voidaan ennakoida tarkasti, mikä helpottaa esimerkiksi ihmisten pelastamista tulipalosta. (Puuinfo 2020 B.)

Puurakennuksissa palossa vaadittava rakenteellinen palonkesto-aika saavutetaan rakenteiden suojaverhouksella ja puurakenteiden hiiltymävaramitoituksella. Tavallisimmin käytetään kipsikartonkilevyä. Tulipalon aikana kipsissä oleva kidevesi höyrystyy pitäen levyn lämpötilan palon vastakkaisella puolella alhaisena. Lämpötilan nousun estäminen ehkäisee puun syttymistä. Jos rakenteessa on onteloita, ne voidaan täyttää palamattomalla eristemateriaalilla. Eristemateriaali suojaa puurakenteita ja hidastaa niiden hiiltymistä. (Puuinfo 2020 B.)

Eri rakenteille on Puuinfon (2020 A) mukaan asetettu eri palonkestovaatimuksia, joita ilmaistaan REI-luokilla. Siinä R tarkoittaa rakenteen kantavuutta, E rakenteen tiiviyyttä ja I rakenteen eristävyttä. Vaatimuksen perään lisätään numero, joka tarkoittaa rakenteen palonkesto-aikaa minuutteina. Jos rakenteen palonkestovaatimus on esimerkiksi EI 30, niin rakenteen on säilytettävä tiiviytensä ja eristävyytensä 30 minuuttia palotilanteessa. (Puuinfo 2020 A.) Puurakenteilla voidaan verrattain helposti saavuttaa 30, 60, 90 ja 120 minuutin palonkesto-aika (Puuinfo 2020 B.)

Puuinfon (2020 A) mukaan eri rakennusmateriaaleilla on eri tarvikeluokat, joiden avulla säädellään niiden käyttöä rakennusten ja rakenteiden eri osissa. Tarvikeluokat on nimetty kirjaimilla A, B, C, D, E sekä F, ja luokan voi aina tarkastaa tuotteen CE-merkinnän mukaisesta suoritusasteilmoituksesta. Kukin luokka ilmaisee, kuinka siihen kuuluva materiaali osallistuu paloon. Luokan kirjaimen perään merkitään savuntuotto kirjaimella s sekä palavien pisaroiden ja osien tuotto kirjaimella d. Jos rakennustarvike tai tuote on palosuojattu, niin palosuojaus on testattu vain tietyntilanteissa käytössä. Silloin tuotetta voi paloturvallisesti käyttää vain testauksen mukaisesti. Esimerkiksi umpinaisella pinnalla testattua palosuoja-ainetta ei välttämättä voi käyttää ritilämäisellä pinnalla, jos suojausvaikutus ei siinä toteudukaan. (Puuinfo 2020 A.)

Suojaverhous tarkoittaa sellaista rakennusosan pinnan muodostamaa osaa, joka suojaa alustaansa syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta palon aiheuttamalta vauriolta. Suojaverhouksella pyritään rajoittamaan palon etenemistä määrätyn ajan verran sellaisissa tapauksissa, joissa rakennusosassa käytetyt tarvikkeet osallistuvat paloon ja aiheuttavat siten vaaraa. Esimerkiksi puu voi olla paloon osallistuva materiaali. P2-paloluokassa yli kaksikerroksisissa rakennuksissa puurakenteet on usein suojaverhottava. Suojaverhouksissa käytetään suojaverhousluokkia, jotka ovat suunnittelun taulukkomitoitusta käytettäessä K2 10 ja K2 30, joissa kaksi viimeistä numeroa tarkoittavat suojausaikaa minuutteina. Suojaverhousluokan kirjainta seuraava alaindeksi kertoo suojaverhouksen takana käytettävästä alustasta. K2-luokassa alaindeksi 2 kertoo, että

suojaverhousluokkaan kuuluvaa suojaverhousta voidaan käyttää kaikilla eri alustoilla riippumatta niiden tyyppistä ja tiheydestä. Lisäksi määräyksissä on vaatimuksia itse suojaverhouksessa käytettävien rakennustarvikkeiden luokalle. (Puuinfo 2020 A.)

Joissain tapauksissa puupinnat on mahdollista jättää näkyviin, vaikka sisäpintoihin vaaditaan suojaverhous. P2-paloluokassa korkeintaan 2-kerroksisessa rakennuksessa sisäpuoliset suojaverhoukset voidaan jättää pois, kunhan käytetään taulukoissa erikseen määriteltyjen luokkien lämmöneristeitä. Yli 2-kerroksisessa P2-luokan rakennuksessa voi suojaverhoamatonta puupintaa olla ei-kantavissa väliseinissä tietty prosenttiosuus seinäpinnasta sen mukaan, miten palo-osaston rakennusosat toteuttavat REI-luokkien mukaiset palonkestovaatimukset. (Puuinfo 2020 A.)

Asuinrakennuksessa irtainvarastoja sisältävää palo-osastoa koskevat tietyt erityisvaatimukset: jos P2-paloluokan puurunkoinen asuinrakennus on yli 2-kerroksinen, niin irtainvarastoja sisältävän palo-osaston rakennusosat on suunniteltava tarvikeluokkiin R 90 ja EI 60. Alle 2-kerroksisessa P2-luokan puurunkoisessa asuinrakennuksessa rakennusosat suunnitellaan tarvikeluokkaan REI 30. (Puuinfo 2021, s. 12.)

## 4 Yhteenveto

Puuta on pidetty paloherkkänä ja tulipalovaarallisena rakennusmateriaalina, minkä osoittavat esimerkiksi vanhat palosuojeluun tähtäävät määräykset kaupunkien keskustoissa. Kyseiset määräykset rajoittivat puurakennuksia. Puu asuinkerrostalojen rakennusmateriaalina on kuitenkin nykyään turvallinen, sillä sekä materiaalit että erityisesti palosuojelu vaatimuksineen ovat kehittyneet.

Määräyksistä ja ohjeista käy ilmi, että paloturvallisuuden vaatimukset ovat suurimmaksi osaksi samat materiaalista riippumatta, mutta vaatimusten toteuttaminen voi vaatia eri ratkaisuja eri materiaaleja käytettäessä. Puurakentamisessa on vaikkapa betonista tai tiilestä poiketen huomioitava esimerkiksi se, että puurakenne itsessään osallistuu paloon, jolloin se on tietyissä tapauksissa suojaverhottava riittävästi (ks. luku 3.6) ja että monikerroksisissa puukerrostaloissa vaaditaan automaattinen sammutusjärjestelmä (ks. luku 3.5). Asuinkerrostaloissa puu rakennusmateriaalina vaikuttaa siihen, mitä REI-luokkaa on käytettävä (Puuinfo 2021, s. 12.).

Uusin asetus paloturvallisuudesta pyrkiikin päivittämään määräyksiä vähemmän tulkinnanvaraisiksi ja selkeämmiksi (Ympäristöministeriö 2017). Silti Lipastin (2022) mukaan rakentajat sekä asiantuntijat kokevat puurakentamisen paloturvallisuuteen liittyvän virkamiestulkinnan sekä vastausten löytämisen määräysten joukosta sekavana kokonaisuutena. Jatkotutkimuksena olisi siis aiheellista selvittää, miten puukerrostalojen paloturvallisuutta voitaisiin selkeyttää ja helpottaa vielä entisestään säilyttäen silti vähintään saman turvallisuustason. Lipasti (2022) arvelee myös, että tämä on voinut hidastaa puurakentamisen kasvua Suomessa verrattuna Ruotsiin. (Lipasti 2022, s. 49.) Tutkimusta voisi siis olla aiheellista laajentaa esimerkiksi Pohjoismaisten tai Eurooppalaisten puukerrostaloja koskevien määräysten ja niiden vaikutusten vertailuun.



## 5 Lähteet

### 5.1 Tekstilähteet

Hansen, H. (1971). *Architecture in wood - A history of Wood Building & Its Techniques in Europe and North America*. (J. Seligman. Käänt). Faber and Faber Limited. Alkuperäisjulkaisu 1969.

Lipasti, K. (2022). *Puukerrostalojen rajat: Puurakentamista määrittävän sääntelyn erot ja vaikutukset Suomessa ja Ruotsissa*. Diplomityö. Aalto-yliopisto.

Järvenpää, S. (2018) Suunnitteluohjeet rakennushankkeen palosuunnitteluun – Vuonna 2018 voimaan tullut uusi paloasetus. Opinnäytetyö. JAMK. Viitattu 16.11.2021, saatavilla: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/149851/Suunnitteluohjeet%20rakennushankkeen%20palosuunnitteluun.pdf?sequence=1>

Kivelä, A. (2018). ISO 9001 standardin mukaisen laatujärjestelmän vaatimukset ja järjestelmän luominen pienyrityksen rakennustoiminnan osalle. Opinnäytetyö. HAMK. Viitattu 7.11.2021, saatavilla: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/91052/Antti%20Kivela%20ONT.pdf>

Narko, H. (2015) *Eurooppalaisen puukerrostalon nykytila ja tulevaisuus*. Diplomityö. Aalto-yliopisto.

Puuinfo (2020 A) = Puuinfo oy. Paloturvallisuus. Helsinki: Puuinfo oy. Viitattu 21.11.2022, saatavilla: <https://puuinfo.fi/suunnittelu/maaraykset/paloturvallisuus/>

Puuinfo (2020 B) = Puuinfo oy. Puurakenteiden paloturvallisuus. Helsinki: Puuinfo oy. Julkaistu 23.6.2020. Viitattu 21.11.2022, saatavilla: <https://puuinfo.fi/puutieto/kayttokohteet/paloturvallisuus/>

Puuinfo oy (2021). Paloturvallinen puutalo – Asuin- ja toimitilarakentaminen. Helsinki: Puuinfo oy. Viitattu 21.11.2022, saatavilla: [https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2021/05/Palokirja\\_netti\\_kokonainen.pdf](https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2021/05/Palokirja_netti_kokonainen.pdf)

Rakentaja / Schibsted Suomi oy. (2011). Paloturvallisuusmääräykset ja –ohjeet vaikuttavat myös rakentamisessa. Helsinki: Schibsted Suomi oy. Julkaistu 15.11.2011. Viitattu 30.11.2022, saatavilla: [https://www.rakentaja.fi/artikkelit/8529/paloturvallisuusmaaraykset\\_ja\\_ohjeet.htm](https://www.rakentaja.fi/artikkelit/8529/paloturvallisuusmaaraykset_ja_ohjeet.htm)

Siikanen, U. (2008). *Puurakentaminen*. Tampere: Rakennustieto oy.

Siikanen, U. (1999) *Puurakentaminen ja paloturvallisuus : ohjeita suunnittelijoille*. Helsinki: Puuinfo oy.

Tilastokeskus. (2007). Rakennukset, asunnot ja asuinolot 2006. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu 30.11.2022, saatavilla: [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/155261/xraka\\_200600\\_2007\\_dig.pdf](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/155261/xraka_200600_2007_dig.pdf)

Tillander, K., Korhonen, T. & Keski-Rahkonen, O. (2005). Pelastustoimen määräiset seurantamittarit. Toim. Kettunen, M. *VTT working papers 19*. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Espoo: VTT. Julkaistu tammikuussa 2005. Viitattu 19.11.2021, saatavilla: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/workingpapers/2005/W19.pdf>

Tuomisaari, M. (1996). Vesisumujärjestelmät sammutustekniikassa. *VTT Tiedotteita - Meddelanden - Research Notes No. 1798*. VTT Rakennustekniikka. Espoo: VTT. Viitattu 19.11.2021, saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1996/T1798.pdf>

Ympäristöministeriö 2017 = Uusi asetus rakennusten paloturvallisuudesta vähentää tulkintoja ja yhdenmukaistaa turvallisuustasoa. (2017). Tiedote ympäristöministeriön verkkosivulla. Viitattu 30.11.2022, saatavilla: <https://ym.fi/-/uusi-asetus-rakennusten-paloturvallisuudesta-vahentaa-tulkintoja-ja-yhdenmukaistaa-turvallisuustasoa>

YMP M 2017 = Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. (2017). Vastuuhenkilö J. Jantunen. Perustelumuuisto. Julkaistu 28.11.2017. Viitattu 19.11.2021, saatavilla: <https://ym.fi/documents/1410903/0/YM+asetus+rakennusten+paloturvallisuudesta+perustelumuuisto+23112020.pdf/56ee2f52-1e73-76e4-9d7b-f9c1c0ed10e1/YM+asetus+rakennusten+paloturvallisuudesta+perustelumuuisto+23112020.pdf?t=1614685270578>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017. Annettu Helsingissä 28.11.2017.

## 5.2 Kuvalähteet

Kansikuva. Louke, S.T. (2022). An oil painting by Kandinsky of fire in a massive timber building [tekoälypohjaisella generaattorilla luotu kuva]. Tehty 30.11.2022 osoitteessa: <https://openai.com>