

Tuomas Tuppurainen

PALOTURVALLISUUSMÄÄRÄYKSET HIRSIRAKENNUKSISSA

PALOTURVALLISUUSMÄÄRÄYKSET HIRSIRAKENNUKSISSA

Tuomas Tuppurainen
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Rakennustekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, talonrakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä(t): Tuomas Tuppurainen

Opinnäytetyön nimi: Paloturvallisuusmääräykset hirsirakennuksissa

Työn ohjaaja(t): Antti Ukonmaanaho

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Kevät 2023

Sivumäärä: 33

Hirren suosio rakennusmateriaalina kasvaa jatkuvasti. Yhä useampi julkis-, loma- ja pientalorakentaja valitsee rakennusmateriaaliksi hirren, jonka juuret ylettyvät pitkälle suomalaiseen rakennushistoriaan.

Rakennusten paloturvallisuutta koskevat määräykset muuttuivat vuoden 2021 alussa ympäristöministeriön antaman asetuksen takia, jonka seurauksena erityisesti suurten hirsirakennusten suunnittelu helpottui.

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin erityyppisiä hirsirakennuksia koskeviin palomääräyksiin uuden asetuksen pohjalta. Työssä käytiin läpi useiden käyttötarkoitukseltaan erilaisten hirsirakennusten paloteknisiä vaatimuksia paloluokittain, sekä perehdyttiin puurakenteiden palomitoitukseen, rakennusmateriaalien ja -pintojen paloluokkiin ja palokuormiin. Lisäksi opinnäytetyössä käytiin läpi keskeisimpiä paloturvallisuutta parantavia tekijöitä ja perehdyttiin siihen, missä tapauksessa niitä vaaditaan ja kuinka ne mahdollisesti vaikuttavat paloturvallisuusvaatimuksiin.

Lopuksi tarkasteltiin kahta erilaista todellista tilannetta, joissa hirsi on keskeisenä rakennusmateriaalina. Tilanteissa tutkittiin, millaisia paloturvallisuusvaatimuksia siihen kohdistuu ja kuinka hirsi täyttää vaatimukset.

Asiasanat: Hirsirakentaminen, palomääräykset, hirsiteollisuus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering, Option of House Building Engineering

Author(s): Tuomas Tuppurainen
Title of thesis: Fire Regulations in Log Buildings
Supervisor(s): Antti Ukonmaanaho
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023
Number of pages: 33

Log's popularity as a building material is constantly growing. More and more builders are choosing log as a building material, the roots of which go far back in the Finnish building history.

The regulations regarding the fire safety of buildings changed at the beginning of 2021 due to a decree issued by the Ministry of the Environment. As a result, the design of large log buildings became easier.

In this thesis, the fire regulations for different types of log buildings based on the new regulations were reviewed. The fire-technical requirements of several log buildings with different purposes were reviewed by fire class, and fire rating of wooden structures, the fire classes of building materials and surfaces, and fire loads were also reviewed. In addition, the thesis reviewed the most important factors that improve fire safety and learned about in which cases they are required and how they possibly affect fire safety requirements.

Finally, two different real situations where logs are a key building material were examined. In the situations, it was investigated what kind of fire safety requirements apply to it and how the log meets the requirements.

Keywords: Log construction, fire regulations, log industry

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	HIRSIRAKENTAMINEN.....	7
2.1	Hirsirakentamisen historiaa	7
2.2	Hirsityypit ja -profiilit	7
2.3	Tyypillisiä hirsirakennuksia.....	9
2.4	Hirsirakentamisen etuja	9
3	HIRSIRAKENNUSTEN PALOTURVALLISUUS.....	11
3.1	Paloluokat.....	11
3.1.1	Pientalot.....	12
3.1.2	Rivitalot.....	13
3.1.3	Asuinkerrostalot.....	14
3.1.4	Päiväkodit, koulut ja ravintolat.....	15
3.1.5	Toimistorakennukset.....	16
3.1.6	Hotellit.....	17
3.1.7	Kirjastot.....	19
3.2	Rakennusmateriaalien ja pintojen paloluokat	20
3.3	Palokuormat	21
3.4	Puurakenteiden palomitoitus	22
4	PALOTURVALLISUUDEN PARANTAMINEN.....	24
4.1	Passiivinen palon leviämisen estäminen	24
4.1.1	Suojaverhous	24
4.1.2	Palo-osastointi	25
4.1.3	Palokatkot	25
4.2	Aktiivinen palon leviämisen estäminen	25
4.2.1	Sprinklaus	26
4.2.2	Palovaroitin ja paloilmoin.....	27
5	RAKENNERATKAISUT	29
5.1	Nilonkankaan koulu	29
5.2	Pudasjärven palvelutalo	30
6	YHTEENVETO	31
	LÄHTEET.....	32

1 JOHDANTO

Ympäristöministeriön rakennuksia koskevat paloturvallisuusasetukset muuttuivat 1.1.2018 ja 1.1.2021. Muutosten myötä erityisesti hirsirakennusten paloturvallisuuden huomioimiselle on tullut uusia vaatimuksia ja mahdollisuuksia. Keskeisimpänä asiana suurten, korkeintaan kaksikerroksisten hirsitalojen suunnitteluun helpottui. (1.)

Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä hirsirakennusten palomääräyksiin ja muodostaa niistä selkeään muotoon tiivistetty ohjeistus työn tilaajan käyttöön. Ohjeen tarkoituksena on helpottaa suunnittelun ja myynnin työtä paloturvallisuusmääräyksiä ymmärtämisessä ja paloluokkien määrittämisessä, sekä selkeyttää paloturvallisuusasetuksien muutosten keskeisimpiä asioita. Lisäksi tavoitteena on luoda tilaajan sisäiseen intranettiin paloturvallisuusasioita koskeva sivusto, johon ohjeistus tullaan lisäämään. Sivustolle kerätään myös muuta internetistä löytyvää puurakenteiden paloturvallisuuteen liittyvää materiaalia.

Työn tilaajana toimii Kontiotuote Oy, joka on maailman suurin hirsitalovalmistaja. Yritys työllistää yli 200 työntekijää ja se toimittaa hirsirakennuksia kotimaan lisäksi ympäri maailman. Kontiotuote jalostaa ja tuottaa puutuotteet itse tukista lähtien, lopulta valmiiksi hirreksi saakka omalla tehtaalla, joka sijaitsee Pudasjärvellä. (2.)

2 HIRSIRAKENTAMINEN

Hirsi on kokopuinen rakennustarvike, joka on valmistettu sorvaamalla, veistämällä tai höyläämällä. Tavallisesti hirret valmistetaan männystä tai kuusesta. Hirsirakentamisessa rakennuksen kantavat seinät tehdään hirsistä, jotka ovat tavallisimmin sijoitettu vaakasuuntaan ja liitetty toisiinsa salvoksilla. (3.)

2.1 Hirsirakentamisen historiaa

Suomessa hirsirakentamisen juuret juontuvat yli tuhannen vuoden takaa. Arkeologisissa tutkimuksissa on löytynyt siltä ajalta peräisin olevia hirsirakennuksia, kuten hirsikotia ja savupirtejä. Hirsitalorakentaminen on kehittynyt koko ajan niiltä ajoilta saakka ja pikkuhiljaa pystyttiin rakentamaan entistä monipiirteisempiä taloja hirrestä (kuva 1). Rankarunkoisten talojen yleistyminen vähensi hirsirakentamista 1900-luvun alkupuolella, mutta hirsirakentaminen on silti pysynyt suosiossa. Hirsituotannon kehittyessä ja nopeutuessa hirsitalojen osuus uusista rakennuksista on kasvanut. Vuonna 2020 rakennetuista uusista omakotitaloista melkein joka neljäs oli hirsitalo. (4.)

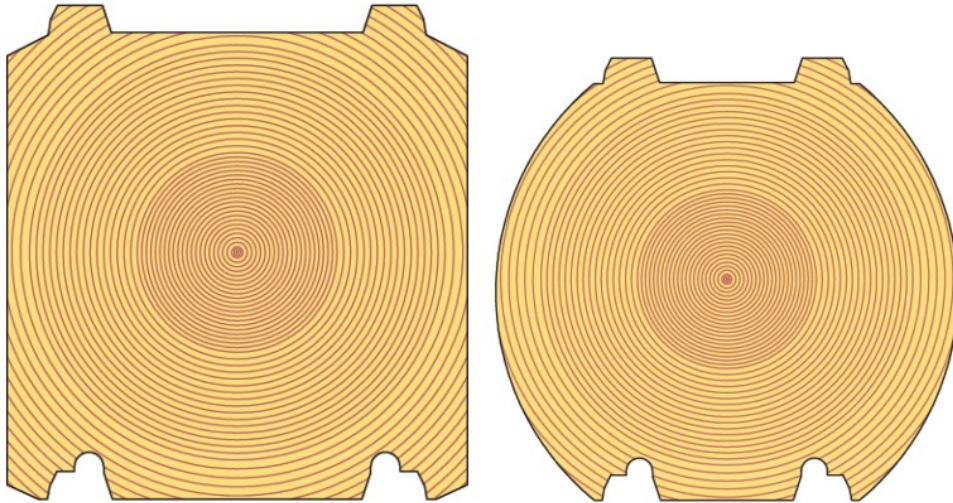


KUVA 1. Perinteinen hirsitalo (4)

2.2 Hirsityypit ja -profiilit

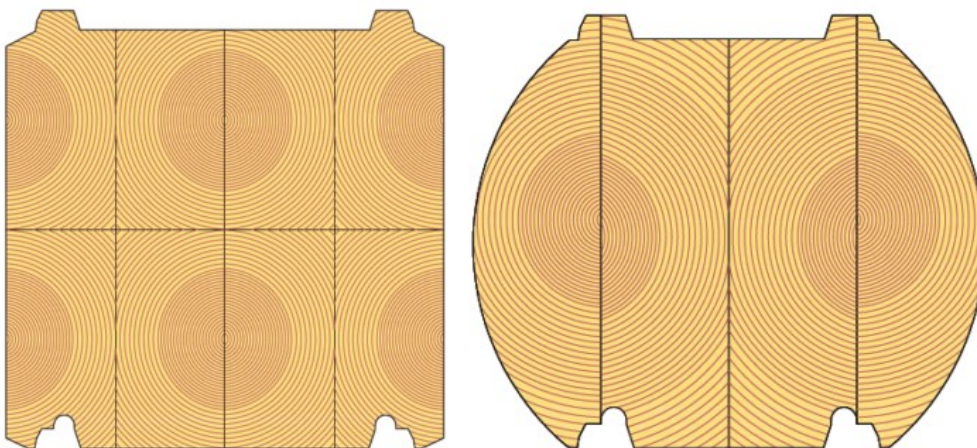
Hirret voidaan luokitella niiden muodon ja koostumuksen perusteella. Hirsi voi olla muodoltaan joko kulmikas tai pyöreä ja se voi olla lamellihirsi tai massiivihirsi. (5.)

Massiivihirsi, eli perinnehirsi on yhdestä tukista valmistettu hirsi (kuva 2). Se on eri hirsityypeistä kaikista ekologisin vaihtoehto. Massiivihirrelle tyypillisiä ominaisuuksia on sen halkeileminen, jolla ei kuitenkaan ole vaikutusta esimerkiksi rakennuksen energiatehokkuuteen. Massiivihirren materiaalina käytetään ainoastaan mäntyä. (6.)



KUVA 2. Massiivisen höylä- ja pyöröhirren poikkileikkaukset (5)

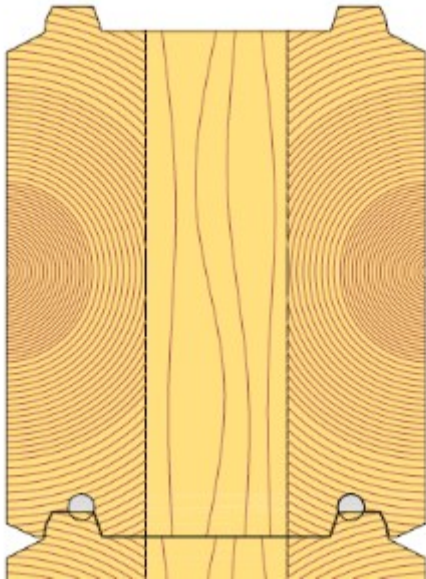
Lamellihirsi on toisiinsa liimatuista lamelleista koostuva hirsi (kuva 3). Lamellihirrestä saadaan tukin koosta riippumatta tehtyä poikkileikkaukseltaan isoja hirsiiä. Perinteisessä lamellihirressä lamellit on liimattu saman suuntaisesti toisiinsa kiinni. Tällöin on otettava huomioon hirren kosteuseläminen ja painuminen. (5.)



KUVA 3. Erityyppisten lamellihirsien poikkileikkauksia (5)

Nykyisin on saatavilla myös painumattomia lamellihirsiiä (kuva 4). Painumattoman hirren keskimäinen tai keskimmäiset lamellit, riippuen lamellien määrästä, on liimattu syysuunnaltaan pystyyn.

Painuminen on pystysuuntaisten lamellien ansiosta niin vähäistä, että hirttä voidaan kutsua painumattomaksi. (5.)



KUVA 4. Painumattoman hirren poikkileikkaus (5)

2.3 Tyypillisiä hirsirakennuksia

Hirren käyttäminen on erityisen suosittua loma-asuntorakentamisessa. Uusista mökkirakennuksista jopa kaksi kolmesta on valmistettu hirrestä. (7.) Loma-asuntojen ja omakotitalojen lisäksi hirsi on vahvistanut asemaansa julkisessa rakentamisessa. Yhä useammin julkinen rakentaja valitsee rakennusmateriaaliksi hirren, kun tavoitteena on pitkäikäinen, terveellinen ja esteettinen rakennus. (8.)

2.4 Hirsirakentamisen etuja

Hirsitalojen sisäilma on tutkimustulosten mukaan todella hyvä ja puhdas, minkä vuoksi hirsitaloissa on miellyttävää hengittää. Hirrellä on rakennusmateriaalina hyvä eristävyys ja kyky tasata sisäilman kosteutta ja lämpöä ympäri vuoden. Hirrellä on muihin rakennusmateriaaleihin verrattuna huomattavasti matalampi hiilijalanjälki koko elinkaarta tarkastellessa, joka tekee siitä hyvin ympäristöystävällisen valinnan. Hirsikehikon pystytys on myös verrattain helppoa ja nopeaa. (9.)

Hirsirakenteen paloturvallisuus on erittäin hyvä ja se täyttää Suomen rakentamismääräyskokoelman asettamat vaatimukset. Hirsi ei syty helposti, mutta palon kehittyä tarpeeksi laajaksi ja hirren palaessa se hiiltyy ulkopinnasta suojaten sen sisäosaa ja säilyttäen sen kantavuuden. (10.)

3 HIRSIRAKENNUSTEN PALOTURVALLISUUS

Ympäristöministeriö päivitti 1.1.2021 rakennusten paloturvallisuutta koskevia asetuksia, joiden tavoitteena on helpottaa palomääräysten tulkintaa, madaltaa rakentamisesta aiheutuvia kustannuksia sekä edesauttaa määräysten materiaalineutraaliutta. Muutoksen myötä suurien hirsirakenteisten rakennusten suunnittelu helpottui, sillä jatkossa korkeintaan kaksikerroksisen P2-paloluokkaan kuuluvan hirsiseinäisen rakennuksen sisäpintoihin ei enää vaadita suojaverhousa, vaan ne on mahdollista toteuttaa näkyvin puupinnoin. (1.)

3.1 Paloluokat

Rakennukset on jaettu neljään eri paloluokkaan, jotka ovat P0, P1, P2 ja P3 (taulukko 1). Paloluokissa P1, P2 ja P3 käytetään taulukkomitoitusta, eli rakennus suunnitellaan palomääräysten paloluokkia ja lukuarvoja noudattaen. P0-paloluokkaan kuuluva rakennus suunnitellaan toiminnallisen palomitoituksen mukaan. Toiminnallisessa palomitoituksessa suunnittelu perustuu osittain tai kokonaan rakennuksessa tapahtuvaan oletettuun palonkehitykseen, jossa on otettu huomioon todennäköiset palotilanteet. Rakennusta ei kuitenkaan luokitella P0-paloluokkaan, jos toiminnallisella palomitoituksella perustellaan kokonaisuuden kannalta vain pientä poikkeamaa taulukkomitoituksen lukuarvoista ja luokista. (11.)

Hirsirunkoinen rakennus pystytään toteuttamaan jokaisessa paloluokassa tietyin rajoituksin (11). Saman rakennuksen eri osat, kuten esimerkiksi varastot tai autotallit voivat olla eri paloluokissa. Tällöin palon leviäminen rakennuksen eri osien välillä estetään palomuurilla. (12.)

Rakenteen palonkestovaatimukset ilmoitetaan REI-luokkana. REI-luokka määrittää sen, kuinka kauan rakenteen on säilytettävä palotapahtumassa kantavuutensa R, tiiviytensä E ja eristävyytensä I. Vaadittu aika ilmoitetaan minuutteina vaatimuksen perässä, esimerkiksi REI 30. (11.)

TAULUKKO 1. Rakennusten paloluokat (12, s.10)

Paloluokka	Kuvaus	Tyypillisiä rakennuskohteita
P0	<ul style="list-style-type: none"> Toiminnallisen palomitoituksen mukaan (henkilömäärää ja palokuormaa koskevat tiedot ilmoitettava) 	<ul style="list-style-type: none"> Yli 28 m korkea asuinrakennus Yli 28 m korkea työpaikkarakennus
P1	<ul style="list-style-type: none"> Rakennuksen kantavien rakenteiden oletetaan kestävänsä sortumatta palon ja jäähtymisvaiheen aikana ilman, että paloa sammutetaan (yleensä yli 2-kerroksisessa rakennuksessa) Rakennuksen kokoa ja henkilömäärää ei ole rajoitettu 	<ul style="list-style-type: none"> Rakennukset, jotka eivät ole sallittuja paloluokissa P2 ja P3
P2	<ul style="list-style-type: none"> Rakennuksen kantavien rakenteiden vaatimukset voivat olla P1-paloluokkaa lievemmät Riittävä turvallisuustaso saavutetaan asettamalla vaatimuksia erityisesti pintaosien ominaisuuksille ja paloturvallisuutta parantaville laitteille Rakennuksen kokoa ja henkilömäärää on rajoitettu käyttötarkoituksesta riippuen 	<ul style="list-style-type: none"> Enintään 8-kerroksinen 28 m korkea asuinrakennus Enintään 8-kerroksinen 28 m korkea hoitolaitos (pois lukien suljettu rangaistuslaitos) Enintään 8-kerroksinen 28 m korkea majoitusrakennus Enintään 8-kerroksinen 28 m korkea työpaikkarakennus Enintään 4-kerroksinen 14 m kokoontumis- ja liikerakennus 1-kerroksinen tuotanto- ja varastorakennus ¹⁾
P3	<ul style="list-style-type: none"> Rakennuksen kantavilta rakenteilta ei yleisesti vaadita palonkestävyyttä, joitakin tapauksia lukuun ottamatta (esimerkiksi osastoivilla rakenteilla myös R-vaatimus) Riittävä turvallisuustaso saavutetaan rajoittamalla rakennuksen kokoa ja henkilömäärää käyttötarkoituksesta riippuen 	<ul style="list-style-type: none"> Enintään 2-kerroksinen 9 m korkea asuinrakennus (kerrokset samaa palo-osastoa) Enintään 1-kerroksinen 9 m korkea hoitolaitos Enintään 2-kerroksinen 9 m korkea majoitusrakennus Enintään 2-kerroksinen 9 m korkea työpaikkarakennus Enintään 2-kerroksinen 9 m korkea kokoontumis- ja liikerakennus 1-kerroksinen 14 m korkea tuotanto- ja varastorakennus ¹⁾

¹⁾ Pääosin 1-kerroksisessa rakennuksessa toisen kerroksen tasolle saa sijoittaa osastoituna enintään 200 m² ja osastoimattomana enintään 50 m² oleellisesti rakennuksen toimintaan liittyviä tiloja.

3.1.1 Pientalot

Taulukossa 2 on esitetty hirsirunkoisen pientalon paloteknisiä vaatimuksia paloluokissa P2 ja P3 (12, s.19–20).

TAULUKKO 2. Hirsirunkoisen pientalon paloteknisiä vaatimuksia P2- ja P3-paloluokissa (12, s.19–20)

P3	Nimitys	Käyttö	Sprinklaus ⁵⁾	Kerrosala [m ²]	Palo-osasto [m ²]	Kork. [m]	Krs. [kpl]	Hlö ⁶⁾ [kpl]	Runko ⁷⁾
	Pientalo ¹⁾	Asunto	-	≤ 2400	huoneistoittain	≤ 9	1	≤ 250	-
			-	≤ 1600	huoneistoittain	≤ 9	2	≤ 150	-
P2	Pientalo ¹⁾	Asunto	-	-	huoneistoittain	≤ 9	1..2	ei rajoitusta	R 30
			-	≤ 12000	huoneistoittain	≤ 14	3..4	≤ 1000	R 45
			pakollinen	≤ 12000	huoneistoittain	≤ 14	3..4	≤ 1000	R 30

¹⁾ Tässä 1..4-kerroksinen asuinrakennus, jossa vierekkäiset ja päällekkäiset tilat kuuluvat samaan huoneistoon.

⁵⁾ Turvallisuusselvityksen kautta sprinklaus voi tulla aina pakolliseksi rakennuksissa, jotka on tarkoitettu henkilöille, joiden poistumismahdollisuudet alentuneen toimintakyvyn seurauksena ovat tavanomaista huonommat (esim. hoitolaitos, majoitustila, asunto).

⁶⁾ Majoitustilassa ja hoitolaitoksessa paikkaluku, muissa tapauksissa rakennuksessa oleskelevien henkilöiden määrä.

⁷⁾ Kantavan rungon luokkavaatimus. Osastoivien rakennusosien rungon tulee täyttää vähintään sama palonkesto- ja kantavuusvaatimus kuin osastoivuudelta vaaditaan.

P2-paloluokassa alle 9 metriä korkea, maksimissaan kaksikerroksinen rakennus voidaan toteuttaa ilman rajoituksia kerrosalassa tai henkilömäärässä ja ilman sprinklausta. Rungolta vaaditaan R 30 -paloluokitus. (12, s.20.)

Yli 9, mutta alle 14 metriä korkean ja maksimissaan neljäkerroksisen rakennuksen rungolta vaaditaan R 45 -paloluokitus ilman sprinklausta, mutta sprinklausjärjestelmän kanssa voidaan käyttää R 30 -paloluokiteltua runkoa (12, s.20).

P3-paloluokassa pientalo voidaan toteuttaa ilman erityistä vaatimusta rungolle. Rakennus voi olla maksimissaan kaksikerroksinen ja 9 metriä korkea. Kerrosalan ja henkilömäärän rajoituksissa on vähäisiä eroavaisuuksia kerrosmäärästä riippuen. (12, s.19.)

3.1.2 Rivitalot

Taulukossa 3 on esitetty hirsirunkoisen rivitalon paloteknisiä vaatimuksia paloluokissa P2 ja P3 (12, s.19–20).

TAULUKKO 3. Hirsirunkoisen rivitalon paloteknisiä vaatimuksia P2- ja P3-paloluokissa (12, s.19–20)

P3	Nimitys	Käyttö	Sprinklaus ⁵⁾	Kerrosala [m ²]	Palo-osasto [m ²]	Kork. [m]	Krs. [kpl]	Hlö ⁶⁾ [kpl]	Runko ⁷⁾
	Rivitalo ²⁾	Asunto	-	≤ 2400	huoneistoittain	≤ 9	1	≤ 250	-
			pakollinen	≤ 4800	huoneistoittain	≤ 9	1	≤ 500	-
			-	≤ 1600	huoneistoittain	≤ 9	2	≤ 150	-
			pakollinen	≤ 2400	huoneistoittain	≤ 9	2	≤ 250	-
P2	Rivitalo ²⁾	Asunto	-	ei rajoitusta	huoneistoittain	≤ 9	1..2	ei rajoitusta	R 30
			-	≤ 12000	huoneistoittain	≤ 14	3..4	≤ 1000	R 45
			pakollinen	≤ 12000	huoneistoittain	≤ 14	3..4	≤ 1000	R 30

²⁾ Tässä 1..4-kerroksinen asuinrakennus, jossa vierekkäiset huoneistot kuuluvat eri palo-osastoihin ja päällekkäiset tilat kuuluvat samaan huoneistoon.

⁵⁾ Turvallisuusselvityksen kautta sprinklaus voi tulla aina pakolliseksi rakennuksissa, jotka on tarkoitettu henkilöille, joiden poistumismahdollisuudet alentuneen toimintakyvyn seurauksena ovat tavanomaista huonommat (esim. hoitolaitos, majoitustila, asunto).

⁶⁾ Majoitustilassa ja hoitolaitoksessa paikkaluku, muissa tapauksissa rakennuksessa oleskelevien henkilöiden määrä.

⁷⁾ Kantavan rungon luokkavaatimus. Osastovien rakennusosien rungon tulee täyttää vähintään sama palonkestoaikavaatimus kuin osastoivuudelta vaaditaan.

P2-paloluokassa rivitalo on toteutettavissa ilman rajoituksia kerrosalassa tai henkilömäärässä, jos talo on korkeintaan 9 metriä korkea, kerroksia on enintään kaksi ja rungolla on R 30 -paloluokitus. Se on myös mahdollista toteuttaa alle 14 metriä korkeana maksimissaan 4-kerroksisena, jos kerrosala on rajoitettu alle 12 000 neliometriin ja henkilömäärä alle tuhanteen henkilöön. Tässä tapauksessa rungolta vaaditaan R 45 -paloluokitus, jos talossa ei ole sprinklausta. Sprinklausjärjestelmää käytettäessä runko voidaan toteuttaa R 30 -paloluokassa. (12, s.20.)

P3-paloluokassa rivitalon on oltava aina alle 9 metriä korkea ja kerroksia voi olla korkeintaan kaksi. Rungolle ei ole asetettu erityisiä palonkestovaatimuksia. Yksikerroksisen rivitalon henkilömäärä on rajoitettu 250 ihmiseen ja kerrosala 2 400 neliömetriin. Sprinklausjärjestelmän avulla henkilömäärä voidaan kasvattaa 500 ihmiseen ja kerrosala 4 800 neliömetriin. Kaksikerroksisessa rivitalossa sallittu kerrosala ja henkilömäärä on hieman pienempi yksikerroksiseen verrattuna. (12, s.19.)

Palo-osastointi on molemmissa paloluokissa tehtävä huoneistoittain (12, s.19–20).

3.1.3 Asuinkerrostalot

Taulukossa 4 on esitetty hirsirunkoisen asuinkerrostalon paloteknisiä vaatimuksia paloluokissa P2 ja P3. Rakennusta ei ole ollenkaan mahdollista toteuttaa P3-paloluokassa. (12, s.19–20.)

TAULUKKO 4. Hirsirunkoisen asuinkerrostalon paloteknisiä vaatimuksia P2- ja P3-paloluokissa (12, s.19–20)

P3	Nimitys	Käyttö	Sprinklaus ⁵⁾	Kerrosala [m ²]	Palo-osasto [m ²]	Kork. [m]	Krs. [kpl]	Hlö ⁶⁾ [kpl]	Runko ⁷⁾
P3	Asuin-kerrostalo ³⁾	Asunto	Ei mahdollinen						
P2	Asuin-kerrostalo ³⁾	Asunto	-	ei rajoitusta	huoneistoittain	≤ 9	2	ei rajoitusta	R 30
			pakollinen	≤ 12000	huoneistoittain	≤ 28	3..8	≤ 1000	R 60

³⁾ Tässä 1..2-kerroksinen asuinrakennus, jossa vierekkäiset ja päällekkäiset huoneistot kuuluvat eri palo-osastoihin.

⁵⁾ Turvallisuusselvityksen kautta sprinklaus voi tulla aina pakolliseksi rakennuksissa, jotka on tarkoitettu henkilöille, joiden poistumismahdollisuudet alentuneen toimintakyvyn seurauksena ovat tavanomaista huonommat (esim. hoitolaitos, majoitustila, asunto).

⁶⁾ Majoitustilassa ja hoitolaitoksessa paikkaluku, muissa tapauksissa rakennuksessa oleskelevien henkilöiden määrä.

⁷⁾ Kantavan rungon luokkavaatimus. Osastovien rakennusosien rungon tulee täyttää vähintään sama palonkestoaikavaatimus kuin osastoivuudelta vaaditaan.

Hirsirunkoinen asuinkerrostalo on mahdollista toteuttaa vain P2-paloluokassa. Kerrostalon ollessa korkeintaan kaksikerroksinen ja alle 9 metriä korkea, ei henkilömäärälle tai kerrosalalle ole rajoitteita. Rungolle riittää R 30 -paloluokitus. Yli kaksikerroksinen ja korkeintaan 28 metriä korkea asuin-kerrostalo vaatii sprinkkaluksen, kerrosala on rajoitettu 12 000 neliömetriin ja henkilömäärä 1 000 henkilöön. Rungon osalta vaaditaan R 60 -paloluokitus. Palo-osastointi on aina tehtävä huoneistoittain. (12, s.19–20.)

3.1.4 Päiväkodit, koulut ja ravintolat

Taulukossa 5 on esitetty hirsirunkoisen koulun, ravintolan ja päiväkäytössä olevan päiväkodin paloteknisiä vaatimuksia paloluokissa P1, P2 ja P3. Niitä kaikkia koskevat samat palotekniset vaatimukset jokaisessa taulukon paloluokassa (12, s.19–21).

TAULUKKO 5. Hirsirunkoisen päiväkodin, koulun ja ravintolan paloteknisiä vaatimuksia P1-, P2- ja P3-paloluokissa (12, s.19–21)

P3	Nimitys	Käyttö	Sprinklaus ⁵⁾	Kerrosala [m ²]	Palo-osasto [m ²]	Kork. [m]	Krs. [kpl]	Hlö ⁶⁾ [kpl]	Runko ⁷⁾
	Päiväkoti (päiväkäytössä) Koulu Ravintola	Kokoontumistila	-	≤ 2400	≤ 400	≤ 9	1	≤ 500	-
			pakollinen	≤ 4800	≤ 1200	≤ 9	1	≤ 1000	-
			-	≤ 1600	≤ 400	≤ 9	2	≤ 50	-
			pakollinen	≤ 2400	≤ 600	≤ 9	2	≤ 50	-
	Päiväkoti (päiväkäytössä) Koulu Ravintola	Kokoontumistila	-	ei rajoitusta	≤ 2400	≤ 9	1	ei rajoitusta	R 30
			pakollinen	ei rajoitusta	≤ 9600	≤ 9	1	ei rajoitusta	R 30
			-	ei rajoitusta	≤ 2400	≤ 9	2	≤ 250	R 30
			pakollinen	ei rajoitusta	≤ 4800	≤ 9	2	≤ 500	R 30
			pakollinen	≤ 12000	≤ 1200	≤ 14	3..4	≤ 1000	R 60

⁵⁾ Turvallisuusselvityksen kautta sprinklaus voi tulla aina pakolliseksi rakennuksissa, jotka on tarkoitettu henkilöille, joiden poistumismahdollisuudet alentuneen toimintakyvyn seurauksena ovat tavanomaista huonommat (esim. hoitolaitos, majoitustila, asunto).

⁶⁾ Majoitustilassa ja hoitolaitoksessa paikkaluku, muissa tapauksissa rakennuksessa oleskelevien henkilöiden määrä.

⁷⁾ Kantavan rungon luokkavaatimus. Osastoivien rakennusosien rungon tulee täyttää vähintään sama palonkestoalkavaatimus kuin osastoivuudelta vaaditaan.

P1	Nimitys	Käyttö	Palokuormaryhmä	Sprinklaus ¹⁾	Palo-osasto [m ²]	Krs. [kpl]	Runko ²⁾
	Päiväkoti (päiväkäytössä) Koulu Ravintola	Kokoontumistila	alle 600 MJ/m ²	-	≤ 2400	1..2	R 60
				pakollinen	≤ 24000	1	R 60
				pakollinen	≤ 12000	2	R 60

¹⁾ Turvallisuusselvityksen kautta sprinklaus voi tulla aina pakolliseksi rakennuksissa, jotka on tarkoitettu henkilöille, joiden poistumismahdollisuudet alentuneen toimintakyvyn seurauksena ovat tavanomaista huonommat (esim. hoitolaitos, majoitustila, asunto).

²⁾ Kantavan rungon luokkavaatimus. Osastoivien rakennusosien rungon tulee täyttää vähintään sama palonkestoalkavaatimus kuin osastoivuudelta vaaditaan.

P1-paloluokassa rakennus voidaan toteuttaa korkeintaan kaksikerroksisena. Sprinklausjärjestelmä on pakollinen, jos palo-osastoinnin koko ylittää 2 400 neliometriä. Kaksikerroksisessa rakennuksessa palo-osastoinnin maksimikoko on 12 000 neliometriä ja yksikerroksisessa 24 000 neliometriä. Rungolta vaaditaan aina R 60 -paloluokitus. (12, s.21.)

P2-paloluokassa yksikerroksinen rakennus on mahdollista toteuttaa ilman rajoituksia henkilömäärässä tai kerrosalassa. Sprinklauksen tarve määräytyy palo-osastoinnin pinta-alan perusteella. Kaksikerroksisessa rakennuksessa henkilömäärä on rajoitettu 250 henkilöön, jos käytössä ei ole sprinklausta. Sprinklausjärjestelmän ollessa käytössä henkilömäärä voi olla korkeintaan 500 henkilöä ja palo-osastointien pinta-ala suurempi. Näissä tapauksissa rungolle riittää R 30 -paloluokitus. Jos kerrosmäärä nostetaan korkeintaan neljään kerrokseen tai henkilömäärä korkeintaan tuuhanteen ihmiseen, on kerrosala rajoitettu 12 000 neliometriin, palo-osastointien koko 1 200 neliometriin ja rungolta vaaditaan R 60 -paloluokitus. (12, s.20.)

P3-paloluokassa yksikerroksisessa rakennuksessa henkilömäärä on rajoitettu 500 tai 1 000 henkilöön, riippuen siitä, onko rakennuksessa sprinklaus. Sen ollessa käytössä voidaan myös kerrosalan ja palo-osastointien kokoa kasvattaa. Kaksikerroksisessa rakennuksessa henkilömäärä on rajoitettu vain 50 henkilöön. Kerrosala saa olla sprinklaamattomassa rakennuksessa 1 600 neliometriä ja palo-osastoinnit korkeintaan 400 neliometriä. Käyttämällä sprinklausta voidaan kerrosalaa ja palo-osastointeja kasvattaa suuremmiksi. (12, s.19.)

3.1.5 Toimistorakennukset

Taulukossa 6 on esitetty hirsirunkoisen toimistorakennuksen paloteknisiä vaatimuksia paloluokissa P1, P2 ja P3 (12, s.19–21).

TAULUKKO 6. Hirsirunkoisen toimistorakennuksen paloteknisiä vaatimuksia P1-, P2- ja P3-paloluokissa (12, s.19–21)

P3	Nimitys	Käyttö	Sprinklaus ⁵⁾	Kerrosala [m ²]	Palo-osasto [m ²]	Kork. [m]	Krs. [kpl]	Hlö ⁶⁾ [kpl]	Runko ⁷⁾
	Toimisto	Työpaikkatila	-	≤ 2400	≤ 400	≤ 9	1	≤ 250	-
			pakollinen	≤ 4800	≤ 1200	≤ 9	1	≤ 500	-
			-	≤ 1600	≤ 400	≤ 9	2	≤ 150	-
			pakollinen	≤ 2400	≤ 600	≤ 9	2	≤ 150	-
P2	Toimisto	Työpaikkatila	-	ei rajoitusta	≤ 2400	≤ 9	1	ei rajoitusta	R 30
			pakollinen	ei rajoitusta	≤ 9600	≤ 9	1	ei rajoitusta	R 30
			-	ei rajoitusta	≤ 2400	≤ 9	2	ei rajoitusta	R 30
			pakollinen	ei rajoitusta	≤ 4800	≤ 9	2	ei rajoitusta	R 30
			pakollinen	≤ 12000	≤ 2400	≤ 28	3..8	≤ 1000	R 60

⁵⁾ Turvallisuusselvityksen kautta sprinklaus voi tulla aina pakolliseksi rakennuksissa, jotka on tarkoitettu henkilöille, joiden poistumismahdollisuudet alentuneen toimintakyvyn seurauksena ovat tavanomaista huonommat (esim. hoitolaitos, majoitustila, asunto).

⁶⁾ Majoitustilassa ja hoitolaitoksessa paikkaluku, muissa tapauksissa rakennuksessa oleskelevien henkilöiden määrä.

⁷⁾ Kantavan rungon luokkavaatimus. Osastoivien rakennusosien rungon tulee täyttää vähintään sama palonkestoikavaatimus kuin osastoivuudelta vaaditaan.

P1	Nimitys	Käyttö	Palokuormaryhmä	Sprinklaus ¹⁾	Palo-osasto [m ²]	Krs. [kpl]	Runko ²⁾
	Toimisto	Työpaikkatila	alle 600 MJ/m ²	-	≤ 2400	1..2	R 60
				pakollinen	≤ 24000	1	R 60
				pakollinen	≤ 12000	2	R 60

¹⁾ Turvallisuusselvityksen kautta sprinklaus voi tulla aina pakolliseksi rakennuksissa, jotka on tarkoitettu henkilöille, joiden poistumismahdollisuudet alentuneen toimintakyvyn seurauksena ovat tavanomaista huonommat (esim. hoitolaitos, majoitustila, asunto).

²⁾ Kantavan rungon luokkavaatimus. Osastoivien rakennusosien rungon tulee täyttää vähintään sama palonkestoikavaatimus kuin osastoivuudelta vaaditaan.

P1-paloluokassa toimistorakennus voidaan toteuttaa korkeintaan kaksikerroksisena. Ilman sprinklausta palo-osastointien pinta-ala on oltava alle 2 400 neliometriä ja sprinklauksen ollessa käytössä palo-osastoinnit voivat olla joko 24 000 tai 12 000 neliometriä, riippuen kerrosmäärästä. Rungon paloluokka on kaikissa tapauksissa R 60. (12, s.21.)

P2-paloluokassa yksikerroksisen toimistorakennuksen henkilömäärää tai kerrosalaa ei ole rajoitettu. Palo-osastointien suurin pinta-ala on sprinklaamattomassa rakennuksessa 2 400 ja sprinklatussa rakennuksessa 9 600 neliometriä. Kaksikerroksisessa rakennuksessa on muutoin samat vaatimukset kuin yksikerroksisessa, mutta palo-osastoinnin suurin pinta-ala on sprinklatussa rakennuksessa hieman pienempi. Rungolle riittää R 30 -paloluokitus, kun kerroksia on korkeintaan kaksi. Kun kerroslukua kasvatetaan korkeintaan kahdeksaan kerrokseen ja rakennuksen korkeus on maksimissaan 28 metriä, on henkilömäärä rajoitettu 1 000 henkilöön ja kerrosala 12 000 neliometriin. Sprinklaus on tällöin pakollinen ja rungon paloluokka on oltava R 60. (12, s.20.)

P3-paloluokassa yksikerroksisen ilman sprinklausta toteutetun toimistorakennuksen henkilömäärä on rajoitettu 250 henkilöön, kerrosala 2 400 neliometriin ja palo-osastointien koko voi olla korkeintaan 400 neliometriä. Sprinklauksella henkilömäärä voidaan kasvattaa 500 henkilöön, palo-osastoinnit 1 200 neliometriin ja kerrosala 4 800 neliometriin. Kaksikerroksisen rakennuksen henkilömäärä on rajoitettu 150 henkilöön. Sprinklaamattoman rakennuksen kerrosala voi olla korkeintaan 1 600 neliometriä ja palo-osastoinnit 400 neliometriä. Sprinklauksella kerrosalaa ja palo-osastointeja voidaan kasvattaa. Rungolle ei ole missään tapauksessa erityisiä vaatimuksia. (12, s.19.)

3.1.6 Hotellit

Taulukossa 7 on esitetty hirsirunkoisen hotellirakennuksen paloteknisiä vaatimuksia paloluokissa P2 ja P3 (12, s.19–20).

TAULUKKO 7. Hirsirunkoisen hotellin paloteknisiä vaatimuksia P2- ja P3-paloluokissa (12, s.19–20)

P3	Nimitys	Käyttö	Sprinklaus ⁵⁾	Kerrosala [m ²]	Palo-osasto [m ²]	Kork. [m]	Krs. [kpl]	Hlö ⁶⁾ [kpl]	Runko ⁷⁾
P3	Hotelli ⁴⁾	Majoitus-tila	-	≤ 2400	≤ 400 yöpymistilat ≤ 400 muut tilat	≤ 9	1	≤ 50	-
			pakollinen	≤ 4800	≤ 600 yöpymistilat ≤ 1200 muut tilat	≤ 9	1	≤ 100	-
			-	≤ 1600	≤ 400 yöpymistilat ≤ 400 muut tilat	≤ 9	2	≤ 10	-
			pakollinen	≤ 2400	≤ 600 yöpymistilat ≤ 1200 muut tilat	≤ 9	2	≤ 10	-
P2	Hotelli ⁴⁾	Majoitustila	-	ei rajoitusta	≤ 800 yöpymistilat ≤ 1600 muut tilat	≤ 9	1	≤ 150	R 30
			pakollinen	ei rajoitusta	≤ 1200 yöpymistilat ≤ 2400 muut tilat	≤ 9	1	≤ 300	R 30
			-	ei rajoitusta	≤ 800 yöpymistilat ≤ 1600 muut tilat	≤ 9	2	≤ 50	R 30
			pakollinen	ei rajoitusta	≤ 1200 yöpymistilat ≤ 2400 muut tilat	≤ 9	2	≤ 100	R 30
			pakollinen	≤ 12000	≤ 800 yöpymistilat ≤ 1200 muut tilat	≤ 28	3..8	≤ 500	R 60

⁴⁾ Palo-osasto on jaettava osiin majoitushuoneittain.

⁵⁾ Turvallisuusseivityksen kautta sprinklaus voi tulla aina pakolliseksi rakennuksissa, jotka on tarkoitettu henkilöille, joiden poistumahdollisuudet alentuneen toimintakyvyn seurauksena ovat tavanomaista huonommat (esim. hoitolaitos, majoitustila, asunto).

⁶⁾ Majoitustilassa ja hoitolaitoksessa paikkaluku, muissa tapauksissa rakennuksessa oleskelevien henkilöiden määrä.

⁷⁾ Kantavan rungon luokkavaatimus. Osastoivien rakennusosien rungon tulee täyttää vähintään sama palonkestoalkavaatimus kuin osastoivuudelta vaaditaan.

P2-paloluokassa hirsirunkoisen, yksikerroksisen hotellirakennuksen henkilömäärä voi olla korkeintaan 150 henkilöä sprinklaamattomassa ja 300 henkilöä sprinklatussa rakennuksessa. Yöpymistilojen palo-osastoinnit voivat olla korkeintaan 800 neliometriä ja muiden tilojen 1 600 neliometriä sprinklaamattomassa rakennuksessa. Sprinklatussa rakennuksessa yöpymistilojen palo-osastoinnit voidaan kasvattaa 1 200 neliometriin ja muiden tilojen 2 400 neliometriin. Kaksikerroksisessa sprinklaamattomassa rakennuksessa henkilömäärä on rajoitettu 50 henkilöön, yöpymistilojen palo-osastointien koko korkeintaan 800 neliometriin ja muiden tilojen palo-osastoinnit 1600 neliometriin. Sprinklatussa rakennuksessa henkilömäärä on korkeintaan 100 henkilöä, yöpymistilojen palo-osastot korkeintaan 1 200 neliometriä ja muiden tilojen palo-osastot korkeintaan 2 400 neliometriä. Näissä tapauksissa kerrosalaa ei rajoiteta ja rungolle riittää R 30 -paloluokitus. Jos rakennus on yli kaksikerroksinen, mutta korkeintaan kahdeksankerroksinen ja alle 28 metriä korkea, on henkilömäärä rajoitettu 500 henkilöön ja kerrosala 12 000 neliometriin. Yöpymistilojen palo-osastoinnit voivat olla korkeintaan 800 neliometriä ja muiden tilojen palo-osastoinnit 1 200 neliometriä. Rungolta vaaditaan tällöin R 60 -paloluokitus. (12, s.20.)

P3-paloluokassa yksikerroksisen sprinklaamattoman hotellin henkilömäärä rajoittuu 50 henkilöön, kerrosala 2 400 neliometriin sekä palo-osastoinnit yöpymistiloissa ja muissa tiloissa 400 neliometriin. Sprinklatussa rakennuksessa henkilömäärä ja kerrosala voidaan kasvattaa kaksinkertaisiksi, sekä palo-osastointien kokoa voidaan kasvattaa. Kaksikerroksisessa hotellissa henkilömäärä voi

olla korkeintaan 10 henkilöä. Sprinklaamattomassa rakennuksessa kerrosala on rajoitettu 1 600 neliömetriin sekä yöpymistilojen ja muiden tilojen palo-osastointien koko 400 neliömetriin. Sprinklauksella palo-osastointeja voidaan kasvattaa yöpymistiloissa 600 neliömetriin ja muissa tiloissa 1 200 neliömetriin. Rungolle ei ole erityisiä vaatimuksia. (12, s.19.)

3.1.7 Kirjastot

Taulukossa 8 on esitetty hirsirunkoisen kirjastorakennuksen paloteknisiä vaatimuksia paloluokissa P1, P2 ja P3 (12, s.19–21).

TAULUKKO 8. Hirsirunkoisen kirjaston paloteknisiä vaatimuksia P1-, P2- ja P3-paloluokissa (12, s.19–21)

P3	Nimitys	Käyttö	Sprinklaus ⁵⁾	Kerrosala [m ²]	Palo-osasto [m ²]	Kork. [m]	Krs. [kpl]	Hlö ⁶⁾ [kpl]	Runko ⁷⁾
	Kirjasto	Kokoontumistila	-	≤ 2400	≤ 400	≤ 9	1	≤ 500	-
			pakollinen	≤ 4800	≤ 1200	≤ 9	1	≤ 1000	-
			-	≤ 1600	≤ 400	≤ 9	2	≤ 50	-
			pakollinen	≤ 2400	≤ 600	≤ 9	2	≤ 50	-
P2	Kirjasto	Kokoontumistila	-	ei rajoitusta	≤ 2400	≤ 9	1	ei rajoitusta	R 30
			pakollinen	ei rajoitusta	≤ 9600	≤ 9	1	ei rajoitusta	R 30
			-	ei rajoitusta	≤ 2400	≤ 9	2	≤ 250	R 30
			pakollinen	ei rajoitusta	≤ 4800	≤ 9	2	≤ 500	R 30
			pakollinen	≤ 12000	≤ 1200	≤ 14	3..4	≤ 1000	R 60

⁵⁾ Turvallisuusselvityksen kautta sprinklaus voi tulla aina pakolliseksi rakennuksissa, jotka on tarkoitettu henkilöille, joiden poistumismahdollisuudet alentuneen toimintakyvyn seurauksena ovat tavanomaista huonommat (esim. hoitolaitos, majoitustila, asunto).

⁶⁾ Majoitustilassa ja hoitolaitoksessa paikkaluku, muissa tapauksissa rakennuksessa oleskelevien henkilöiden määrä.

⁷⁾ Kantavan rungon luokkavaatimus. Osastoivien rakennusosien rungon tulee täyttää vähintään sama palonkestoaikavaatimus kuin osastoivuudelta vaaditaan.

P1	Nimitys	Käyttö	Palokuormaryhmä	Sprinklaus ⁵⁾	Palo-osasto [m ²]	Krs. [kpl]	Runko ²⁾
	Kirjasto	Kokoontumistila	600 - 1200 MJ/m ²	-	≤ 2400	1..2	R 90
				pakollinen	≤ 24000	1	R 60
				pakollinen	≤ 12000	2	R 60

⁵⁾ Turvallisuusselvityksen kautta sprinklaus voi tulla aina pakolliseksi rakennuksissa, jotka on tarkoitettu henkilöille, joiden poistumismahdollisuudet alentuneen toimintakyvyn seurauksena ovat tavanomaista huonommat (esim. hoitolaitos, majoitustila, asunto).

²⁾ Kantavan rungon luokkavaatimus. Osastoivien rakennusosien rungon tulee täyttää vähintään sama palonkestoaikavaatimus kuin osastoivuudelta vaaditaan.

P1-paloluokassa kirjasto voi olla korkeintaan kaksikerroksinen. Sprinklaamattoman rakennuksen rungolta vaaditaan R 90 -paloluokitus ja palo-osastoinnit voivat olla korkeintaan 2 400 neliömetriä. Sprinklatussa rakennuksessa rungolta vaaditaan R 60 -paloluokitus ja palo-osastointien koko voi olla 24 000 tai 12 000 neliömetriä riippuen kerrosmäärästä. (12, s.21.)

P2-paloluokassa yksikerroksisella rakennuksella ei ole rajoituksia henkilömäärässä. Kaksikerroksisessa rakennuksessa henkilömäärä on rajoitettu 250 tai 500 henkilöön riippuen siitä, onko rakennuksessa sprinklausjärjestelmä. Palo-osastointien pinta-alat vaihtelevat hieman riippuen sprinklauksesta. Korkeintaan kaksikerroksiseen rakennukseen riittää aina R 30 -paloluokiteltu runko eikä

kerrosalaa ole rajoitettu. Jos kerrosmäärä kasvatetaan 3–4 kerrokseen, rungolta vaaditaan R 60 - paloluokitus ja kerrosala rajoittuu 12 000 neliömetriin. Henkilömäärä voi olla maksimissaan 1 000 henkilöä. (12, s.20.)

P3-paloluokassa yksikerroksisen sprinklaamattoman rakennuksen henkilömäärä on rajoitettu 500 henkilöön, kerrosala 2 400 neliömetriin ja palo-osastointien koko 400 neliömetriin. Sprinklatussa yksikerroksisessa rakennuksessa henkilömäärä voi olla 1 000 henkilöä, kerrosala 4 800 neliömetriä ja palo-osastoinnit 1 200 neliömetriä. Kaksikerroksisessa rakennuksessa henkilömäärä saa olla korkeintaan 50 henkilöä. Sprinklaamattomassa kaksikerroksisessa rakennuksessa kerrosala on rajoitettu 1 600 neliömetriin ja palo-osastoinnit 400 neliömetriin. Sprinklauksen ollessa käytössä kerrosala voi olla 2 400 neliömetriä ja palo-osastoinnit 600 neliömetriä. (12, s.19.)

3.2 Rakennusmateriaalien ja pintojen paloluokat

Rakennusmateriaalien käyttöä eri rakenneosissa määritellään tarvikeluokilla, jotka kertovat materiaalin osallistumisesta paloon. (Taulukko 9.) Tarvikeluokat ilmaistaan kirjaimilla A, B, C, D, E ja F. Suojaamaton puu kuuluu yleensä tarvikeluokkaan D, kun taas palosuojattu puu voi saavuttaa tarvikeluokan B. Rakennusmateriaalin luokkamerkinnässä on myös ilmaistu sen savun tuotto kirjaimella s ja palavien pisaroiden ja osien muodostuminen kirjaimella d. (11.) Luokituksen määrittäminen tapahtuu tekemällä rakennusmateriaalille standardien mukainen polttokoe (12, s.23).

TAULUKKO 9. Rakennusmateriaalien luokkamerkinnät (12, s.23)

Osallistuminen paloon		Savun tuotto		Palavien pisaroiden ja osien tuotto	
Kuvaus	Merkintä	Kuvaus	Merkintä	Kuvaus	Merkintä
Ei osallistu paloon	A1	Erittäin vähäinen	s1	Ei esiinny	d0
Osallistuu erittäin rajoitetusti	A2	Vähäinen	s2	Nopeasti sammuvia esiintyy	d1
Osallistuu hyvin rajoitetusti	B	Muu kuin s1 tai s2	s3	Muu kuin d0 tai d1	d2
Osallistuu rajoitetusti	C				
Osallistuminen hyväksyttävää	D				
Käyttäytyminen hyväksyttävää	E				
Käyttäytymistä ei ole määritetty	F				

Luokitukset perustuvat materiaalin käyttäytymiseen tulipalon alkutilanteessa. Esimerkiksi pinnasta palosuojatun rakenteen pinta toimii suunnitellusti palon alussa, mutta palon edetessä materiaalin ydin voi osallistua paloon. Tällöin myös rakenteen ytimelle voidaan joissakin tapauksissa joutua antamaan luokkavaatimuksia. (12, s.23.)

3.3 Palokuormat

Palokuorma tarkoittaa palossa vapautuvaa kokonaislämpö määrää aineen täydellisessä palamisvaiheessa. Palokuormaan lasketaan irtaimiston lisäksi rungon kantavat, jäykistävät, osastoivat ja muut rakennusosat. Rakennuksen pääkäyttötarkoitus määrittää palokuorman ja sen tiheys on ilmaistu megajouleina lattianeliömetriä kohden. Palo-osastoilla voi olla toisistaan eroavat palokuormat ja tällöin rakenteet mitoitetaan palo-osastokohtaisesti. (12, s.12.)

Toiminnallisessa palomitoituksessa, eli P0-paloluokassa, on palokuorma aina määritettävä tapauskohtaisesti. Jotta palonkehitys voidaan mallintaa mahdollisimman hyvin, tarvitaan jokaisen tarkastelun kohteena olevan tilan palokuorman ohella tietoon myös palokuorman sijainti ja palamisominaisuudet. (12, s.12.)

Taulukkomitoitusta käyttäessä palokuormaa ei ole tarpeen määrittää erikseen. P1-paloluokassa rakennukset on jaoteltu palokuormaryhmiin niiden käyttötarkoituksen mukaan. (Taulukko 10.) Tässä tapauksessa tarkasteltavalle tilalle valitaan palokuormaryhmä ja noudatetaan sille ryhmälle annettuja lukuarvoja. (12, s.12.)

TAULUKKO 10. P1-paloluokan rakennusten palokuormaryhmät (12, s.14)

Palokuormaryhmä	Esimerkkejä tilan käyttötavoista
yli 1200 MJ/m ²	<ul style="list-style-type: none">• Erillisiä palo-osastoja olevat varastot, joiden koko > 50 m²• Erillisiä palo-osastoja olevat varastot• Tuotanto- ja varastotilojen palokuorma määritetään tapauskohtaisesti
vähintään 600 MJ/m ² enintään 1200 MJ/m ²	<ul style="list-style-type: none">• Myymälä (palo-osasto > 300 m²)• Näyttelyhalli• Kirjasto• Asuinrakennuksen irtainvarastoja sisältävä palo-osasto• Moottoriajoneuvojen korjaus- ja huoltotila• Varasto, jonka koko ≤ 50 m²
alle 600 MJ/m ²	<ul style="list-style-type: none">• Asunto• Majoitustila• Hoitolaitos• Työpaikatila• Autosuoja• Ravintola• Koulu• Liikuntahalli• Teatteri• Kirkko• Päiväkoti• Päivähoitolaitos• Myymälä (palo-osasto ≤ 300 m²)

P2- ja P3-paloluokissa rakennuksen eri tiloja ei jaotella palokuormaryhmiin (12, s.12). Rakennus

voidaan kuitenkin toteuttaa aina toiminnallista palomitoitusta käyttäen, vaikka se olisikin mahdollista toteuttaa taulukkomitoituksen mukaan (11).

3.4 Puurakenteiden palomitoitus

Puun palotekniset ominaisuudet ja käyttäytyminen palotilanteissa tiedetään hyvin. Puussa oleva vesi alkaa höyrystyä, kun puu saavuttaa 100 °C:n lämpötilan ja 180 °C:n lämpötilassa kuiva puu alkaa pehmetä. Puun syttymiseen vaadittava lämpötila on 250–380°C, mutta paloteknisessä suunnittelussa syttymisen ja hiiltymisen kriteeriarvona pidetään tyypillisesti 300 °C:n lämpötilaa. Syttymislämpötilaan vaikuttavat kuitenkin useat tekijät, kuten puumateriaalin koko, sytytyslähteen tehokkuus ja puun lämmölle altistumisen kesto. (13.)

Puun syttyä tuleen se alkaa hiiltymään pinnastaan ja hiiltymisen etenee noin 0,8 mm minuutissa. Liimapuussa eteneminen on hiukan hitaampaa. Hiiltymisestä syntyvä hiilikerros hidastaa puun siempien osien lämpötilan nousua ja täten suojaa puuta palon etenemiseltä syvemmälle puuhun. Puun lämpötila vain 15 mm:n päässä hiilikerroksen rajakohdasta on palotilanteessakin alle 100°C. Nämä puun paloteknisiä ominaisuuksia koskevat tiedot ovat erityisen tärkeitä, kun mitoitetaan kantavia puurakenteita. (13.)

Erityyppisille hirsille on määritetty palonkestoluokittain vähimmäisvaadittuja alarajoja, joilla saavutetaan tarvittavat vaatimukset. Nämä mitat ovat lueteltu taulukossa 11. Hirret on kuitenkin aina mitoitettava tapauskohtaisesti. (14.)

TAULUKKO 11. Erityyppisten hirsien suunnitteluperusteet (14.)

Hirsityyppi	Palonkestoluokka			
	R30	R60	R90	R120
Lamellihirsi				
leveys x korkeus (mm ²)	92 x 170	138 x h ¹⁾	138 x h ¹⁾	-
sauman leveys (mm)	70	116	156	
	E130	E160	E190	E1120
leveys x korkeus (mm ²)	92 x 170	148 x h ¹⁾	199 x h ¹⁾	-
sauman leveys (mm)	70	126	175	
¹⁾ h = 170 mm –195 mm				
Pyöröhirsi	R30	R60	R90	R120
hirren halkasija (mm)	150	236	-	-
sauman leveys (mm)	81	127		
	E130	E160	E190	E1120
hirren halkasija (mm)	150	236	-	-
sauman leveys (mm)	81	127		
Höylähirsi + eriste + hirsipaneeli	R30	R60	R90	R120
leveys x korkeus (mm ²)	b x 170 ^{2),3)}	128 x 170 ³⁾	-	-
sauman leveys (mm)	b-22	106		
	E130	E160	E190	E1120
leveys x korkeus (mm ²)	b x 170 ^{2),3)}	128 x 170 ³⁾	-	-
sauman leveys (mm)	b-22	106		

4 PALOTURVALLISUUDEN PARANTAMINEN

Rakennuksen paloturvallisuutta voidaan parantaa passiivisella ja aktiivisella palosuojauksella. Palosuojaukset on otettava huomioon jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. (15.)

4.1 Passiivinen palon leviämisen estäminen

Passiivisella palosuojauksella tarkoitetaan rakennuksen rakenteisiin tehtyjä toimenpiteitä, joiden tehtävänä on suojata rakennusta ja sen rakenteita palon vaikutukselta, sekä rajoittaa palon etenemistä ja savun leviämistä. Näin voidaan varmistaa ihmisten turvallinen evakuointi rakennuksesta. (15.)

4.1.1 Suojaverhous

Suojaverhous on rakenteen pinnalla oleva palosuojaus, jonka tehtävänä on suojata rakennetta syttymiseltä, hiiltymiseltä ja muulta vaurioitumiselta. Se rajoittaa palon kehittymistä tietyn ajan, joka määritellään suojaverhousluokalla. Euroopassa käytössä olevat suojaverhousluokat ovat K₁ 10, K₂ 10, K₂ 30 ja K₂ 60. Näistä Suomessa taulukkomitoituksessa käytettäviä suojaverhousluokkia ovat K₂ 10 ja K₂ 30. Merkinnässä alaindeksi 2 kertoo, että kyseessä olevaa suojaverhousta on sallittua käyttää kaikenlaisilla alustoilla ja luvut 10 ja 30 tarkoittavat suojausaikaa minuutteina. Suojaverhouksen pitäisi pystyä palotilanteessa suojaamaan sen takana olevaa rakennusosaa kaikenlaisilta vaurioilta vaaditun ajan verran. (12, s.34.)

Yli kaksikerroksisessa P2-paloluokan rakennuksessa sisäpuolisiin pintoihin vaaditaan K₂ 30, A2-s1, d0 luokan suojaverhous lukuun ottamatta ulkokäytävää ja palosulun pintoja, sekä korkeintaan neljäkerroksista ja 14 metriä korkeaa asuinrakennusta, joilta vaaditaan K₂ 10, A2-s1, d0 luokitus. K₂ 30, A2-s1, d0 suojauksen yhteydessä voidaan palo-osaston katto- ja seinäpinoista jättää suojaverhousta kuitenkin pois, jos palo-osaston rakennusosat täyttävät tietyt palonkestovaatimukset. Suojaverhoamatta näistä pinnoista voidaan jättää korkeintaan 20 %, kun rakennusosat ovat R 60 ja EI 60, tai korkeintaan 80 %, kun rakennusosat ovat R 90 ja EI 90 -luokiteltuja. Yli 80 % suojaver-

houksesta on mahdollista jättää pois, jos palo-osaston rakennusosat ovat R 120 ja EI 120 -luokiteltuja. Lisäksi palo-osaston sisäiset ei-kantavat väliseinät voidaan jättää kokonaan ilman suoja-verhousia. (12, s.37.)

4.1.2 Palo-osastointi

Palo-osastointi rajoittaa palon ja savun leviämistä, turvaa rakennuksesta poistumista ja helpottaa sammutustoimia. Osastoivuus voidaan määrittellä tarkastelemalla osastoivan rakenteen tiiveyttä, rungon kestävyyttä, sekä sen toisella puolella tapahtuvaa lämmön nousua palotilanteessa. Vaikka rakennuksen rungolla ei olisikaan kantavuusvaatimusta, kuten P3-paloluokassa, niin osastoivan rakenteen ja sitä kantavien rakennusosien on säilytettävä kantavuutensa vaaditun ajan verran. Tyypillisesti osastoivat rakenteet ovat rakennuksen sisäpuolella olevia seiniä tai väli- ja yläpohjia. (12, s.40–41.)

4.1.3 Palokatkot

Osastoivat rakenteet sisältävät yleisesti osastoinnin rikkovia kohtia kuten erityyppisiä läpivientejä tai rakenteen onteloita. Tällaisiin kohtiin on tehtävä palokatko, jotta osastoivuus säilyy. (12, s.41.)

Talotekniikan läpivientien palokatkot ovat tyypillisesti tiivistysmassoja, palokatkovaahtoja ja -tulppia, sekä turpoavia nauhoja. Muoviputkien palokatkoina on usein palomansetti, joka laajenee palotilanteessa sulkien läpiviennin siten, että se estää palon etenemisen putken sisäpuolen lisäksi myös sen ulkopuolelta, eikä putken ulkopuolelle tällöin tarvita erillistä paloeristystä. Metalliputket on yleensä eristetty myös ulkopuolelta, tyypillisimmin kivivillalla. (12, s.42.)

Palokatkotuotteet on lähtökohtaisesti suunniteltu betonirakenteille, joten niitä käytettäessä on varmistettava, että tuote on hyväksytty käytettäväksi myös puurakenteissa (12, s.42).

4.2 Aktiivinen palon leviämisen estäminen

Aktiivinen palosuojaus pyrkii havaitsemaan ja sammuttamaan tulipalon. Sen keskeisin tehtävä on suojella ihmishenkiä tulipalon syttyessä, sekä nopeuttaa palon sammutustoimien aloittamista. (15.)

4.2.1 Sprinklaus

Sprinklerijärjestelmässä koostuu putkistosta, jossa on jatkuvasti paineistettu vesi ja suuttimesta, josta vesi pääsee purkautumaan palotilanteessa. Suuttimessa on nestettä sisältävä lasinen ampulli, joka rikkoutuu palotilanteessa nesteen laajentuessa ja vesi pääsee ulos suuttimesta. Tämän rakenteen ansiosta vain paloalueella olevat sprinklerit laukeavat. Vesisuihku pyrkii kastelemaan paloalueen pinnat ja sammuttamaan palon. Kylmään tilaan asennettavassa sprinkleriputkistossa ei voida pitää jatkuvaa painetta. Tällöin laukaisujärjestelmä sijaitsee lämpimässä tilassa. Näin joudutaan toimimaan esimerkiksi parvekkeelle asennettavissa sprinklerijärjestelmissä. (12, s.79.)

Sprinklerijärjestelmät voidaan jakaa standardien mukaisiin sprinkleriluokkiin. Taulukossa 12 on esitetty, milloin puurunkoisessa rakennuksessa sprinklerilaitteisto on pakollista kytkeä hätäkeskukseen ja sille vaadittu sprinkleriluokka.

TAULUKKO 12. Pakollinen hätäkeskukseen kytketty sprinklerijärjestelmä puurunkoisissa rakennuksissa (12, s.82)

Standardi	Sprinkleriluokka	Rakennus	Sprinklattavat tilat
SFS-EN 16925	2	P2-paloluokan 3...4-kerroksinen asuinrakennus, jonka korkeus on enintään 14 m, pois lukien asuinrakennus, jossa kaikki kerrokset kuuluvat samaan huoneistoon (kaupunkipiementalo)	<ul style="list-style-type: none"> Rakennuksen käyttötarkoituksen mukaiset tilat Uloskäytävät ¹⁾ Kellarit Varatienä toimivat parvekkeet (ei koske ns. ranskalaista parvekettä) Tekniset tilat yms.
SFS-EN 16925	3	P2-paloluokan 3...8-kerroksinen asuinrakennus, jonka korkeus on enintään 28 m ²⁾	<ul style="list-style-type: none"> Rakennuksen käyttötarkoituksen mukaiset tilat Uloskäytävät ¹⁾ Kellarit Varatienä toimivat parvekkeet (ei koske ns. ranskalaista parvekettä) Tekniset tilat yms.
SFS-EN 12845	OH1	P2-paloluokan 3...8-kerroksinen rakennus, jonka korkeus on enintään 28 m	<ul style="list-style-type: none"> Rakennuksen käyttötarkoituksen mukaiset tilat Uloskäytävät ¹⁾ Kellarit Varatienä toimivat parvekkeet (ei koske ns. ranskalaista parvekettä) Tekniset tilat yms.
		Kaksi puurakenteista lisäkerrosta P1-paloluokan asuinrakennuksessa, jonka korkeus on enintään 28 m lisäkerrokset mukaan luettuna	<ul style="list-style-type: none"> Kolmessa ylimmässä kerroksessa, lukuun ottamatta uloskäytävää, rakennuksen käyttö tarkoituksen mukaiset tilat Tekniset tilat yms.

¹⁾ Sprinklausta ei edellytetä, jos uloskäytävän kantavat ja osastoivat rakennusosat sekä porrassyöskyt ja –tasanteet, kerrostasojen ja portaiden yläpintaa ja vähäisiä asennuksia lukuun ottamatta, on tehty vähintään A2-s1, d0-luokan tarvikkeista (esim. betonirakenteinen uloskäytävä).

²⁾ Jos rakennus sisältää muita kuin asuinkäyttöön tarkoitettuja tai niitä välittömästi palvelevia tiloja (esim. irtainvarasto, liiketila, autosuoja), sprinklerin suorituskykyvaatimus ja toiminta-aika määrätään erikseen tai sovelletaan standardia SFS-EN 12845.

Taulukoissa 13 ja 14 on esitetty eri sprinkleriluokkien vaatimuksia (12, s.82).

TAULUKKO 13. Sprinklerijärjestelmän vähimmäisvaatimuksia sprinkleriluokittain (12, s.82)

Standardi	Sprinkleriluokka	Vesivuon vähimmäistiheys	Sprinklerin toiminta-aika
SFS-EN 16925 (asuntosprinkleri)	2	2,1 mm	≥ 30 min
	3	4,1 mm	≥ 60 min
SFS-EN 12845 (OH = Ordinary Hazard)	OH1	5,0 mm	≥ 60 min

TAULUKKO 14. Sprinklerijärjestelmälle vaadittu vesilähde sprinkleriluokittain (12, s.82)

Standardi	Sprinkleriluokka	Vesilähde
SFS-EN 16925 (asuntosprinkleri)	2	Yksinkertainen vesilähde ¹⁾ tai täyden toiminta-ajan vesisäiliö
	3	Varmennettu yksinkertainen vesilähde ²⁾ tai täyden toiminta-ajan vesisäiliö
SFS-EN 12845 (OH = Ordinary Hazard)	OH1	Varmennettu yksinkertainen vesilähde ²⁾ tai täyden toiminta-ajan vesisäiliö

¹⁾ Esimerkiksi yleinen vesijohto.

²⁾ Esimerkiksi yleinen vesijohto, jota syötetään molemmista suunnista ja sillä on vähintään kaksi vesilähdettä.

4.2.2 Palovaroitin ja paloilmoin

Palovaroittimen tehtävänä on tunnistaa savukaasuja ja varoittaa mahdollisesti alkavasta palosta kovalla äänimerkillä. Osa palovaroittimista tunnistaa myös neste- ja häkäkaasuja. Palovaroitin on edullinen tapa parantaa paloturvallisuutta. Se voi toimia joko paristoilla, tai sähköverkkoon kytkettynä. Taulukossa 15 on esitetty missä tapauksessa palovaroitin on kytkettävä sähköverkkoon. (12, s.78.)

TAULUKKO 15. Palovaroitin kytkettävä sähköverkkoon (12, s.78)

Käyttötarkoitus	Henkilömäärä
<i>Asunto</i>	–
<i>Vapaa-ajan asunto</i>	–
<i>Majoitustila</i>	≤ 50 majoituspaikkaa
<i>Hoitolaitos</i>	≤ 25 hoitopaikkaa
<i>Päiväkotiki ympärivuorokautisessa käytössä</i>	≤ 50 vuodepaikkaa
<i>Päivähoitolaitos</i>	–
<i>Päiväkotiki tai muu varhaiskasvatuksen tila</i>	≤ 150 hoidettavaa
<i>Koulu</i>	≤ 250 oppilasta

Paloilmoitin tarkoittaa järjestelmää, joka antaa hälytyksen tulipalosta automaattisesti vähintään koko palo-osaston laajuisesti. Paloilmoitin voidaan kytkeä hätäkeskukseen, jolloin se lähettää hälytyksen suoraan hätäkeskukseen. Taulukossa 16 on esitetty, milloin rakennuksessa on oltava hätäkeskukseen kytketty paloilmoitin. (12, s.78.)

TAULUKKO 16. Rakennukset, joissa vaaditaan hätäkeskukseen kytketty paloilmoitin (12, s.78)

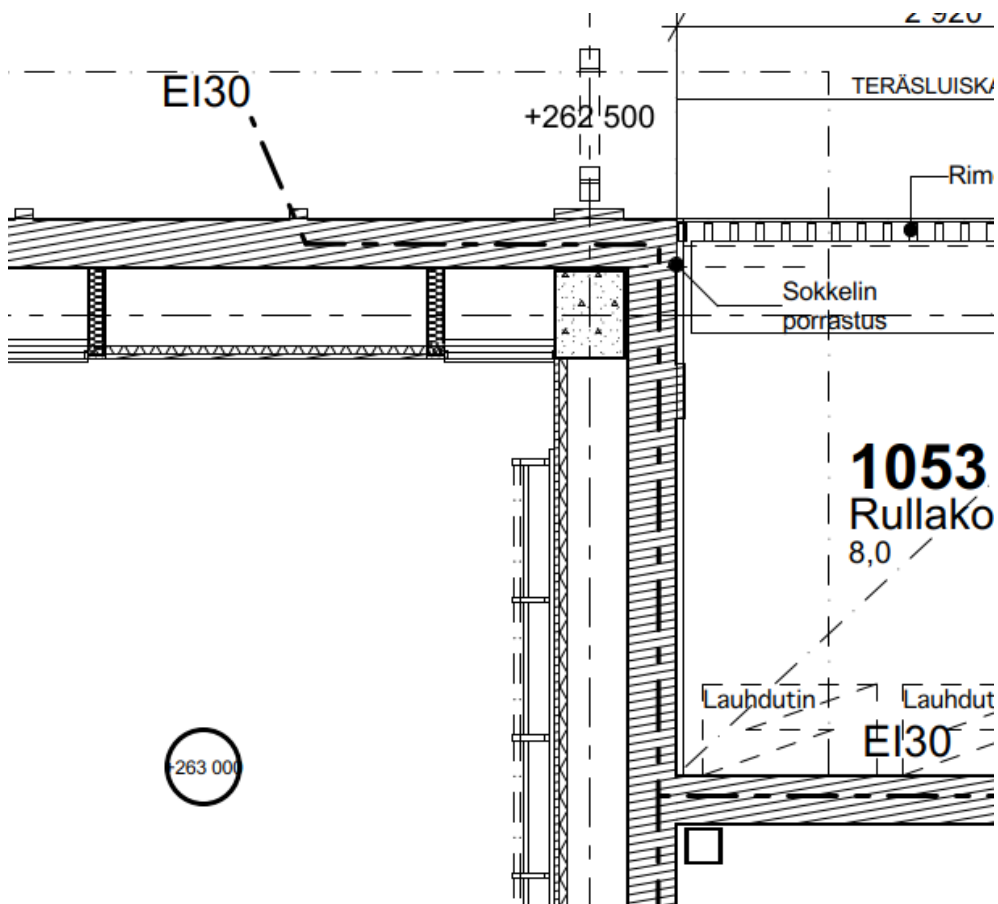
Käyttötarkoitus	Henkilömäärä
<i>Majoitustila</i>	<i>> 50 majoituspaikkaa</i>
<i>Hoitolaitos</i>	<i>> 25 vuodepaikkaa</i>
<i>Päiväkoti ympärivuorokautisessa käytössä</i>	<i>> 50 vuodepaikkaa</i>
<i>Koulu</i>	<i>> 500 oppilasta</i>

5 RAKENNERATKAISUT

Tässä osiossa on esitetty minkälaisilla rakenneratkaisuilla Kontiotuotteella päästään erityyppisten rakennusten vaatimuksiin, sekä mahdollisesti tarvittavat palosuojaustoimenpiteet. Asiaa on tarkasteltu hirren kantavuuden, osastoivuuden ja pintaluokkien näkökulmasta, eikä kaikkia muita paloturvallisuuteen liittyviä vaatimuksia ja ratkaisuja ole otettu huomioon. Esimerkkinä on käytetty Kontiotuotteen suunnittelemaa koulua ja palvelukotia.

5.1 Nilonkankaan koulu

Kyseessä on Kuusamossa sijaitseva 2-kerroksinen koulu, jonka paloluokka on P2. Rakennuksen kantava runko on valmistettu teräsbetonista ja ulkoverhous sekä osa väliseinistä 275 mm*275 mm kokoisesta hirrestä. Tässä tapauksessa hirrelle ei kohdistu rungon kantavuuden vaatimuksia, koska se ei ole osa kantavaa runkoa. Hirrelle kohdistuu osastoivuus- ja pintaluokkavaatimuksia. Tällainen tapaus on esitetty kuvassa 5.



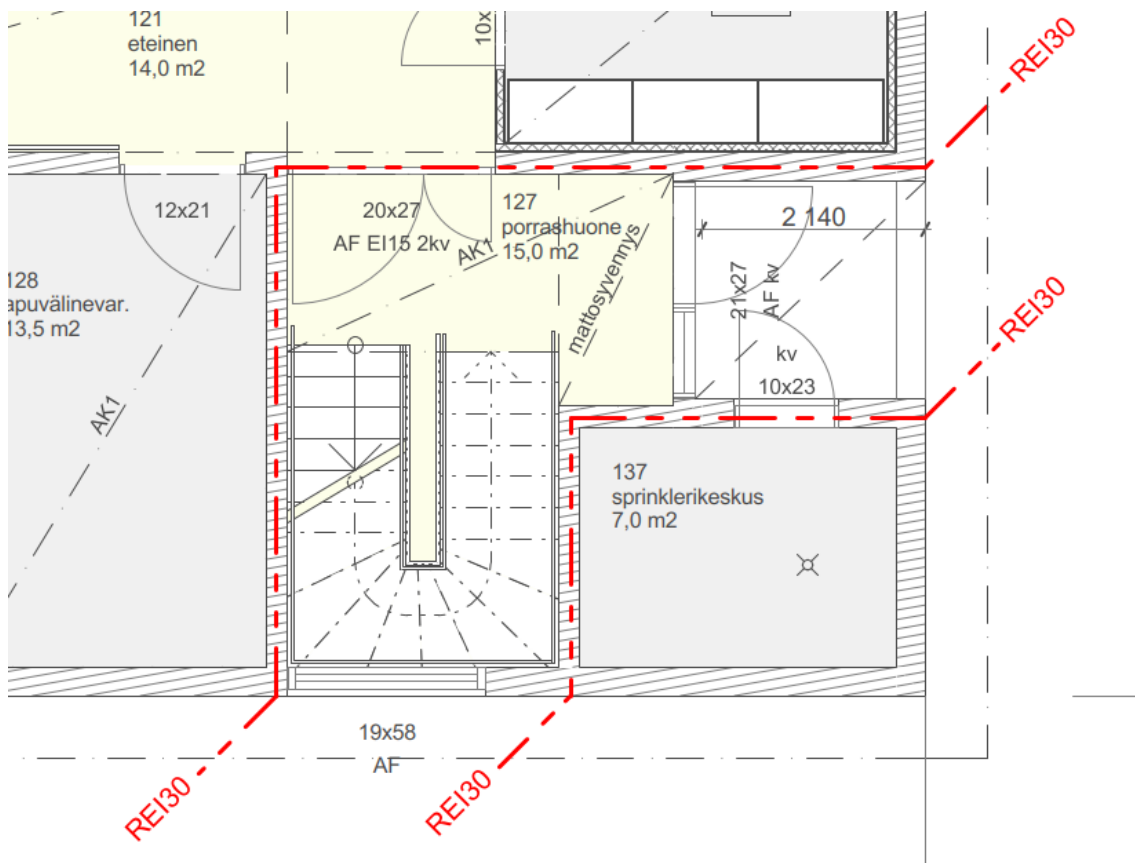
KUVA 5. Rajattu osa Nilonkankaan koulun pohjakuvasta

Osastoivuusvaatimus on EI30. 275 mm*275 mm kokoinen hirsi täyttää kyseisen vaatimuksen. (14.)
Sisäpinnan luokkavaatimuksena on D-s2, d2, jonka jo palosuojaamaton hirsi täyttää (12, s.25).

5.2 Pudasjärven palvelutalo

Pudasjärven palvelutalo on hirsirunkoinen P3-paloluokan 2-kerroksinen rakennus. Asukaspaikkoja on 5+10. Hirsinä on käytetty 205 mm*275 mm ja 135 mm*275 mm kokoisia hirsiiä. P3-paloluokassa ei ole erityistä palovaatimusta rungolle, mutta esimerkiksi uloskäytävien kohdalla vaatimuksia voi olla. Kuvassa 6 on esitetty tällainen tilanne. Hirsirungolta vaaditaan REI30 paloluokitus ja pintavaatimuksena on B-s1, d0.

Molemmat hirsityypit täyttävät REI30 vaatimuksen (14). Pintaluokkavaatimus täyttyy hirren palosuojauskäsittelyllä (12, s.25).



KUVA 6. Rajattu osa Pudasjärven palvelutalon pohjakuvasta

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tekemisen päätavoitteena oli perehtyä puurunkoisia rakennuksia koskeviin palomääräyksiin, jotka olivat päivittyneet vuoden 2021 alussa. Tarkoituksena oli saada riittävä ymmärrys puurunkoisten rakennusten palomääräyksistä ja niihin liittyvistä asioista ja sen pohjalta luoda hirsirakennusten palomääräyksiä koskeva ohjeistus. Ohjeistuksen tarkoituksena on saada taulukoitua eri hirsirakennustyyppien palovaatimukset selkeään tiivistettyyn muotoon. Ohjeistus luodaan tilaajalle heidän sisäiseen käyttöönsä.

Opinnäytetyön aikana perehdyttiin saatavilla olevaan tietoon koskien puurunkoisten rakennusten paloluokkia, rakennusmateriaalien paloluokkia, palokuormia ja puurakenteiden palomitoitusta. Puurunkoisten rakennusten paloasioita koskevaa tietoa löytyi todella hyvin Puufon nettisivuilta ja erityisesti heidän julkaisemasta palokirjasta, joka helpotti paloluokkien ja -määräysten ymmärtämistä paljon.

Tilaajalle tehtävä ohjeistus tehdään vanhaa palo-opasta hyödyntäen. Ohjeistus koskee pääasiassa suurempia hirsirakennuksia. Sitä voidaan hyödyntää tilaajan suunnittelun ja myynnin käytössä. Ohjeistuksen lisäksi laaditaan tilaajan sisäiseen intranettiin yleisesti hirsirakennusten paloasioita koskeva ohjesivusto.

Keskeisin eroavaisuus vanhoihin palomääräyksiin verrattuna oli se, että korkeintaan kaksikerroksisten P2-paloluokan rakennusten suunnitleminen helpottuu huomattavasti, sillä niiden sisäpintoihin ei enää vaadita suojaverhousa, vaan ne voidaan jättää puupinnoille.

Opinnäytetyön tekeminen opetti minulle todella paljon. Käsitykseni hirsirakennusten palomääräyksistä ja puun palokäyttäytymisestä ennen opinnäytetyötä oli kohtalaisen heikko ja koen nyt ymmärtäväni näitä asioita huomattavasti paremmin. Lisäksi opin paljon paloturvallisuuden parantamiseen liittyvistä ratkaisuista. Uskon näistä asioista olevan minulle hyötyä tulevaisuudessa työelämässä.

LÄHTEET

1. Puuinfo 2021. Palomääräysten muutokset vuoden 2021 alusta. Hakupäivä 23.11.2022. <https://puuinfo.fi/suunnittelu/maaraykset/palomaaraysten-muutokset-vuoden-2021-alusta/>.
2. Kontiotuote Oy 2022. Tietoa yrityksestä. Hakupäivä 18.10.2022. <https://www.kontio.com/fi-FI/kontiotuote-oy/>.
3. Puuinfo 2020. Hirsirakentamisen määritelmä. Hakupäivä 18.10.2022. <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/hirsirakentamisen-maaritelmia/>.
4. Aihkitalot. Hirsitalojen historiaa. Hakupäivä 28.9.2022. <https://www.aihkitalot.fi/aihki-hirsitalo/historia/>.
5. Puuinfo 2020. Hirsityypit ja perusprofiilit. Hakupäivä 29.9.2022. <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/materiaalivaihtoehdot/>.
6. Pluspuu. Hirsivaihtoehdot. Hakupäivä 22.10.2022. <https://pluspuu.fi/rakenteet/>.
7. Suomi rakentaa 2021. Hirsi on pysynyt mökkiläisen suosikkimateriaalina. Hakupäivä 25.10.2022. <https://www.suomirakentaa.fi/lomarakentaja/ulkoseinaet-ja-julkisivut/hirsirakentaminen>.
8. Hirsitaloteollisuus. Hirsirakentaminen. Hakupäivä 25.10.2022 <https://www.hirsikoti.fi/fi/hirsirakentaminen>.
9. Kimara. Hirsirakentaminen. Hakupäivä 9.2.2023. <https://kimara.fi/rakentaminen/usein-kysytyt-kysymykset/#1484763418418-a2b09dd0-40a4>.
10. Rakentaja 2018. Usein kysytyt kysymykset hirsitaloista. Hakupäivä 11.4.2023. https://www.rakentaja.fi/artikkelit/15307/usein_kysytyt_kysymykset_hirsitaloista.htm.
11. Puuinfo. Paloturvallisuus. Hakupäivä 27.11.2022. <https://puuinfo.fi/suunnittelu/maaraykset/paloturvallisuus/>.
12. Puuinfo 2021. Paloturvallinen puutalo. Hakupäivä 9.11.2022. https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2021/05/Palokirja_netti_kokonainen.pdf.
13. Puuinfo 2020. Puun paloteknisiä ominaisuuksia. Hakupäivä 15.3.2023. <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/paloteknisia-ominaisuuksia/>.
14. Hirsitaloteollisuus. Palomääräykset julkisissa rakennuksissa. Hakupäivä 26.4.2023. https://www.hirsikoti.fi/assets/images/HTT_standardit/Palomaaraykset/HTT_palomaaraykset_julkisissa_rakennuksissa.pdf.

15. Nullifire. Tekninen tietopankki. Mitä on passiivinen palosuojaus. Hakupäivä 22.5.2023.
https://www.nullifire.com/fi_FI/tekninen-alue/tietopankki/mitae-on-passiivinen-palosuojaus/.