

Aleksi Hämäläinen

LUHTITALON PALORAKENTEET

LUHTITALON PALORAKENTEET

Aleksi Hämäläinen
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, Rakennesuunnittelu

Tekijä: Aleksi Hämäläinen

Opinnäytetyön nimi: Luhtitalon palorakenteet

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Fire structures of balcony access block

Työn ohjaaja: Olli Mustaparta

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2023

Sivumäärä: 31

Palomääräyksiä päivitetään muutaman vuoden välein, minkä vuoksi vaatimuksia ja ohjeistuksia tulee ajoittain tarkastella uudelleen. Asuinrakennuksen suunnitteleminen P2-paloluokassa mahdollistaa esimerkiksi luhtitalojen toteuttamisen. Aihetta oli ajankohtaista tutkia, sillä vaikutusten tiedostaminen helpottaa esimerkiksi työn aiheena olevan luhtitalon tarjoamista. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia Kastelli-talot Oy:lle selvitys P2-paloluokkaan kuuluvan rakennuksen vaatimuksesta ja tarvittavista palorakenteista.

Työssä perehdytään siihen, millaisia ominaisuuksia rakenteilta ja materiaaleilta vaaditaan, jotta vaadittu paloturvallisuustaso P2-luokassa saavutetaan. Lisäksi tarkasteltiin luhtitalon avulla vaatimukset sen oleellisimmille rakennusosille, sekä mahdollisesti tarvittavat muutokset rakenteille. Työssä on edetty tarkastelemalla vaatimukset tyypillisimmille rakenteille niiden rakenteen ja materiaalien osalta.

Työssä käytetään luhtitaloa esimerkkitapauksena, koska se joudutaan suunnittelemaan pientaloille tyypillisen P3-paloluokan sijaan P2-paloluokassa.

Asiasanat: paloluokitus, palo-osastointi, palokuorma, palomuuuri, palonkesto

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering, Structural Engineering

Author: Aleksi Hämäläinen
Title of thesis: Fire Structures of Balcony Access Block
Supervisor: Olli Mustaparta
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023
Number of pages: 31

Fire regulations are updated every few years, which is why the requirements and guidelines must be reviewed from time to time. Designing a residential building in fire resistance class P2 makes possible, for example the implementation of a balcony access block. It is topical to research the topic, because awareness of the effects makes it easier to offer, for example, the balcony access block that is the subject of the work. The goal of this thesis was to prepare a report for Kastelli-talot Ltd about the requirements and the necessary fire structures for a building belonging to the P2 fire resistance class.

The work examines what kind of properties are required from structures and materials in order to achieve the required fire safety level in the P2 class. In addition, by using the balcony access block, the requirements for its most essential building elements were examined, as well as any necessary changes to the structures. The work progressed by examining the requirements for the most typical structures in terms of their structure and materials.

The work uses the balcony access block as an example case, because it has to be designed in the P2 fire resistance class instead of the typical P3 fire resistance class for one-family house.

Keywords: fire classification, compartmentation, fire load, fire wall, fire endurance

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	ERI PALOLUOKKIEN PALORAKENTEIDEN MÄÄRÄYKSET JA VAATIMUKSET	7
2.1	Paloluokkien P2 ja P3 keskeisimmät eroavaisuudet asuinrakennuksessa	9
2.2	P2-paloluokka.....	11
2.2.1	P2-paloluokan rakenteita ja materiaaleja koskevat vaatimukset	11
2.2.2	Sisäpintojen ja suojaverhouksen vaatimukset P2-paloluokassa	14
2.2.3	P2-paloluokan käyttötarkoitukseen ja kokoon liittyvät rajoitukset.....	17
3	P2-PALOLUOKAN ASUINRAKENNUS (LUHTITALO)	19
3.1	Luhtitalon palo-osastointi.....	20
3.2	Palonkestovaatimukset luhtitalon rakenteille P2-paloluokassa.....	20
3.2.1	Vaatimukset luhtitalon ulkoseinille	20
3.2.2	Vaatimukset luhtitalon välipohjalle	22
3.2.3	Vaatimukset luhtitalon alapohjalle.....	24
3.2.4	Vaatimukset luhtitalon yläpohjalle	24
3.2.5	Vaatimukset luhtitalon huoneistojen väliselle seinälle	25
3.2.6	Vaatimukset avoimelle luhtikäytävälle ja parvekkeelle P2-paloluokan rakennuksessa.....	27
4	YHTEENVETO	29
	LÄHTEET.....	30

1 JOHDANTO

Palomääräyksillä ja paloluokilla on vaikutusta rakenteiden suunnitteluun. Siirryttäessä vaativampaan paloluokkaan suunnittelun vaatimukset nousevat, ja eri paloluokissa esimerkiksi kantaville rakenteille ovat omat määräyksensä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia selvitys, jossa tarkastellaan P2-paloluokkaan kuuluvan rakennuksen suunnitteluvaatimuksia ja tarvittavia palorakenteita. Työssä keskitytään luhtitalon kannalta olennaisimpiin rakennusosiin.

Työssä käydään läpi määräykset ja vaatimukset, joita palorakenteille on esitetty siirryttäessä P3-paloluokasta P2-paloluokkaan. Työssä esitetään Kastelli-talot Oy:n vakiorakenteisiin kohdistuvat mahdolliset muutokset, kun kohdetta suunnitellaan P2-paloluokassa. Kastelli-talot Oy toimii pääsääntöisesti pientalojen parissa, mutta paloluokan muutos voi olla ajankohtainen, jos siirrytään luhtitalojen suunnitteluun. Kastelli-talot Oy tekee aluerakentamista EasyIn -tuotenimellä ja luhtitalo soveltuisi hyvin näihin kohteisiin.

Työn tilaaja Kastelli-talot Oy on Harjavalta-konserniin kuuluva pientalotoimittaja, joka on perustettu vuonna 1989. Kastelli-talot Oy toimittaa pientaloja elementti- ja precut-toimituksina sekä urakoi asuntorakentamisen aluerakentamiskohteita. Kastelli-talot Oy on pientalojen markkinajohtaja Suomessa. Kastelli-talot Oy toimii pääsääntöisesti Suomessa, mutta toimintaa on myös Viron markkinoilla. (1.)

2 ERI PALOLUOKKIEN PALORAKENTEIDEN MÄÄRÄYKSET JA VAATIMUKSET

Suomessa rakennukselle määritellään paloluokitus sen tyypin ja käyttötarkoituksen mukaan. Paloluokkia koskevat määräykset ja vaatimukset on koottu Ympäristöministeriön asetukseen rakennusten käyttöturvallisuudesta. Tätä asetusta säädetään Ympäristöministeriön päätöksen mukaisesti maankäyttö- ja rakennuslakia mukaillen. (2.) Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennushankkeeseen ryhtyessä on pidettävä huolta siitä, että rakennus rakennetaan ja suunnitellaan paloturvalliseksi käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla, sekä rajoitettava palon syttymisen vaaraa. (3.)

Rakennuksen kantavat rakenteet tulee suunnitella kestäämään sille määritelty vähimmäisaika palon sattuessa. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon turvallinen poistuminen rakennuksesta, pelastustoiminta, rakennuksen sortuminen sekä palon hallinta. Palon ja savun leviäminen ja kehittyminen rakennuksesta toiseen on kyettävä rajoittamaan. Rakennusta rakennettaessa tulee käyttää paloturvallisia rakennustuotteita ja teknisiä laitteistoja. Rakennus tulee suunnitella siten, että palon sattuessa sisällä rakennuksessa olevat henkilöt kykenevät pelastautumaan, tai heidät on mahdollista pelastaa. Suunnittelussa on otettava huomioon myös pelastushenkilöstön turvallisuus. (3.)

Käytettäviä paloluokkia ovat luokat P3, P2, P1 ja P0. Näistä paloluokista luokka P3 on vaatimuksiltaan lievin ja luokka P0 vaativin. Paloluokkia P3, P2 ja P1 käytetään, kun suunnitellaan rakennusta noudattaen asetuksen mukaisia lukuarvoja ja luokkia. Paloluokka P0 perustuu oletettuun palonkehitykseen, eikä tässä paloluokassa siten käytetä asetuksen mukaisia lukuarvoja tai luokkia. P0-paloluokkaa käytetään, kun kyseessä on vaativa kohde. (4.)

P3-paloluokassa oleva rakennus on yleensä pieni 1–2-kerroksinen rakennus. Päällekkäisiä huoneistoja ei sallita P3-paloluokassa. P3-paloluokassa ei aseteta erityisvaatimuksia kantaville rakenteille lukuun ottamatta rakenteita, jotka tukevat osastoivia rakennusosia. Rakennuksen henkilömäärää ja kokoa on rajoitettu käyttötarkoitukskohtaisesti. (4.)

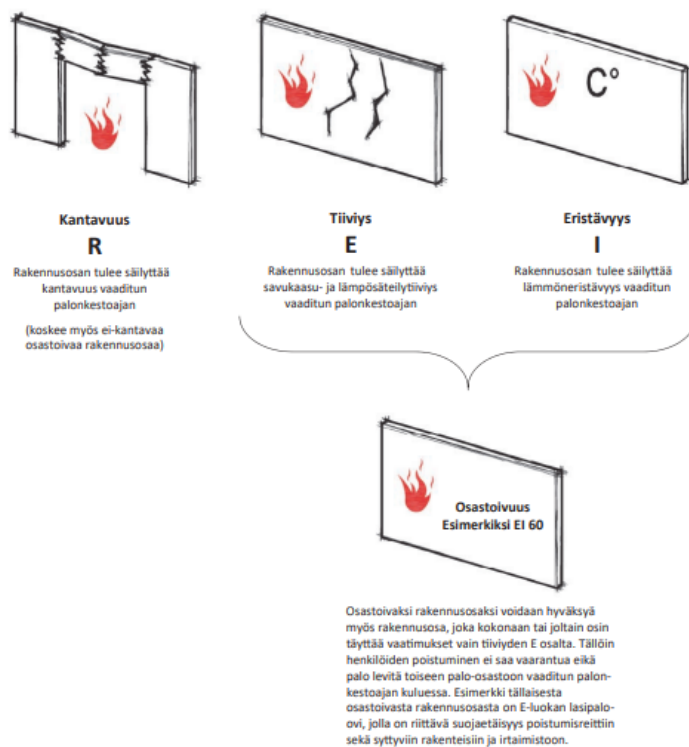
P2-paloluokan rakennus on yleensä suurehko 1–2-kerroksinen rakennus, jonka kantaville rakenteille on esitetty luokkavaatimuksia. P2-paloluokassa päällekkäiset huoneistot ovat sallittuja. Myös

P2-paloluokassa rakennuksen henkilömäärää ja kokoa on rajoitettu, mutta ne ovat väljemmät P3-paloluokan rakennukseen nähden. P2-paloluokka asettaa myös luokkavaatimuksia rakennuksen sisäpuolisille pinnoille, sekä vaatimuksia laitteistoille, jotka parantavat rakennuksen paloturvallisuutta. (4.)

P1-paloluokassa rakennuksen korkeutta, kerrosalaa tai henkilömäärää ei ole rajoitettu, mutta käytötarkoituksen riskialttiuden ja korkeuden myötä palotekniset vaatimukset kiristyvät. Palokuorman tiheys vaikuttaa oleellisesti rakenteiden mitoittamiseen suunniteltaessa P1-paloluokan rakennusta, sillä kantavien rakenteiden oletetaan yleensä kestävän tulipalossa sortumatta. (5.) Palokuormalla tarkoitetaan kaikkea palavaa materiaalia palotilassa sekä materiaalista vapautuvan lämpöenergian määrää, kun se palaa täydellisesti. Irtaimisto, kantava runko, osastoivat ja jäykistävät osat sekä muut rakennusosat ovat palokuormaa. (6, s.1)

Paloluokkaa P0 käytetään, kun rakennuksen suunnittelussa käytettävä menettely perustuu oleellisesti osin tai kokonaan oletettuun palonkehitykseen. Rakennuksen eri osien tai lohkojen kuuluessa eri paloluokkiin edellytetään, että osastosta toiseen leviävä palo on estetty palomuurilla. Poikkeuksena on tilanne, jossa rakennusta laajennetaan tai muutetaan ja se toteutetaan paloluokassa P0. Palomuuria rakennuksen eri osien välille ei edellytetä, kun P0-paloluokassa toteutettu laajennus tai muutos ja olemassa oleva osa tarkastellaan kokonaisuutena oletettuun palonkehitykseen perustuvalla menettelyllä tarkoituksenmukaisessa laajuudessa palonkehityksen ja kantavien rakenteiden kannalta. (2.)

Rakennuksen palo-osastolla tarkoitetaan rakennuksen sisäpuolista tilaa, josta on osastoivien rakennusosien tai jonkin muun tehokkaan tavan avulla estetty palon leviäminen toiseen tilaan sille määritetyn ajan. Rakennuksen osastoivat ja kantavat rakennusosat suunnitellaan REI-luokkavaatimuksien mukaisesti. Siinä R-kirjain tarkoittaa rakennusosan kantavuutta. Luokkavaatimuksen E-kirjain asettaa vaatimuksia rakennuksen tiiveydelle. Rakennuksen rakennusosan tulee säilyttää lämpösäteily- ja savukaasutiiveys koko sen vaaditun palonkestoajan. I-kirjain tarkoittaa rakennusosan eristävyyttä, tällöin rakennusosan lämmöneristävyys tulee säilyä vaadittu palonkesto-aika. (Kuva 1.) (5.)



KUVA 1. Palonkestävyyden perusvaatimukset kantavalle ja osastoivalle rakennusosalle (5, s.11)

Työn tilaaja, Kastelli-talot Oy, toteuttaa pientaloja pääsääntöisesti P3-paloluokassa. Opinnäytetyössäni on tarkoituksena tutkia, miten tähän asti käytetyt rakenneratkaisut toimivat P2-paloluokassa ja mitä muutoksia mahdollisesti tarvitaan vaatimusten kasvaessa. Luvussa 2.1 tarkastellaan tarkemmin eroja P2- ja P3-paloluokkien välillä.

2.1 Paloluokkien P2 ja P3 keskeisimmät eroavaisuudet asuinrakennuksessa

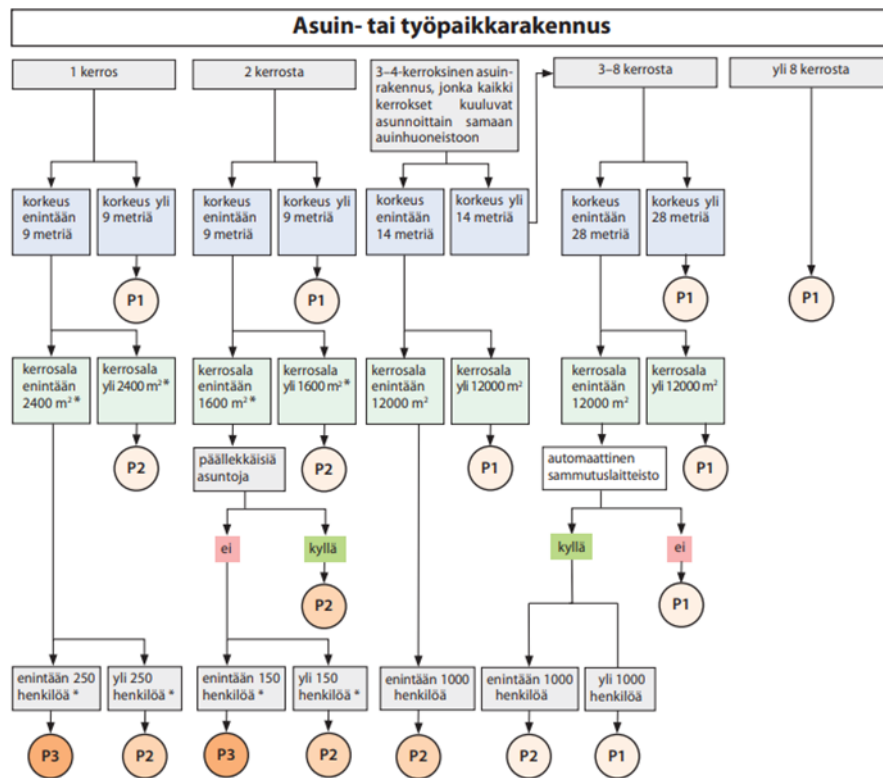
Sekä paloluokassa P2 että paloluokassa P3 asuinrakennuksen henkilömäärää ja kokoa on rajoitettava riippuen rakennuksen käyttötarkoituksesta. Molemmissa paloluokissa myös asuinrakennuksen sallittu korkeus rajoittuu asetuksen mukaan 9 metriin. Merkittävin ero paloluokkien P2 ja P3 välillä liittyy kuitenkin kantavien rakenteiden vaatimuksiin. P3-paloluokassa kantaville rakenteille ei yleensä aseteta erityisvaatimuksia. Sen sijaan P2-paloluokka aiheuttaa vaatimuksia myös sisäpuolisille seinä- ja kattopinnoille sekä luokkavaatimuksia rakennuksen kantaville rakenteille. (6.)

Yksikerroksisen asuinrakennuksen kerrosalaa tarkasteltaessa on P3-paloluokan rakennuksen suurin sallittu kerrosala 2 400 m², kun taas paloluokassa P2 ei kerrosalalle ole asetettu rajoitusta. Myöskään rakennuksen suurimmalle henkilömäärälle ei asetuksessa aseta rajoitusta P2-paloluokan asuinrakennukselle. P3-paloluokassa suurin sallittu henkilömäärä rajoittuu yksikerroksisella asuinrakennuksella 250 henkilöön. Henkilömäärä voi kuitenkin rajoittua 500 henkilöön, jos asuinrakennus on tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla varustettu. Tähän poikkeuksena on kuitenkin asuinrakennus, jonka korkeus on enintään 14 metriä ja sen jokainen kerros kuuluu samaan asuinhuoneistoon asunnoittain. (6.)

Kun tarkastellaan paloluokkien P2 ja P3 kaksikerroksista asuinrakennusta, alkaa eroavaisuuksia ilmetä. Kerrosaltaan paloluokka P3 rajoittuu 1 600 m² kerrosalaan, kun taas paloluokassa P2 ei 2-kerroksisen rakennuksen kerrosalaa ole yleensä rajoitettu. Asuinhuoneistojen sijoittaminen päällekkäin ei ole mahdollista P3-paloluokan vaatimassa rakennuksessa, kun taas P2-paloluokka mahdollistaa sen. Tämän vuoksi luhtitalot suunnitellaan paloluokassa P2. (6.)

Myös asuinrakennuksen suurimman sallitun henkilömäärän ja paikkaluvun tarkastelussa voidaan asetuksessa havaita eroavaisuuksia. Henkilömäärälle ei aseteta rajoituksia P2-paloluokan rakennuksessa silloin, kun asuinrakennus on 2-kerroksinen. P3-paloluokan rakennuksen suurin sallittu henkilömäärä sen sijaan rajoittuu 2-kerroksisessa rakennuksessa 150 henkilöön. Kuitenkin jos asuinrakennus on varustettu asianmukaisella automaattisella sammutuslaitteistolla, on suurin sallittu henkilömäärä 2-kerroksisessa rakennuksessa 250 henkilöä. Henkilömäärärajoitteet ovat vastaavat myös asuinrakennuksessa, jota ei ole varusteltu automaattisella sammutuslaitteistolla silloin, kun asuinrakennuksen korkeus on enintään 14 metriä ja sen jokainen kerros kuuluu samaan asuinhuoneistoon asunnoittain. (6.)

Kuvan 2 kaaviota voidaan hyödyntää asuinrakennuksen paloluokkaa määrittäessä. Kaaviossa on esitetty vähimmäisvaatimukset ja se on tarkoitettu asuin- ja työpaikkarakennuksen paloluokan määrittämiseen.



KUVA 2. Kaavio paloluokan määrittämisestä asuin- ja työpaikkarakennuksessa (4, s.3)

2.2 P2-paloluokka

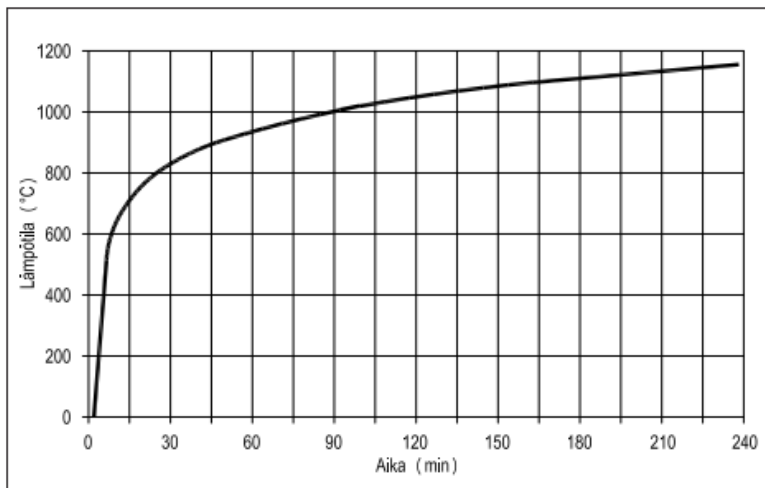
P2-paloluokkaan kuuluvat rakennukset ovat tyypillisesti 1- tai 2-kerroksisia. Hyviä esimerkkejä P2-paloluokan rakennuksista ovat esimerkiksi asuinrakennukset, majoitustilat tai hoitolaitokset. Asuinrakennus tai hoitolaitos voi kuitenkin sisältää jopa kahdeksan kerrosta. P2-paloluokan rakennuksen kantavilta rakenteilta vaaditaan asetuksessa määrättyjä palonkesto-ominaisuuksia. P2-paloluokkaan kuuluu myös vaatimuksia rakennuksen sisäpuolisille pinnoille sekä mahdollisille paloturvallisuutta parantaville laitteistoille. (2.)

2.2.1 P2-paloluokan rakenteita ja materiaaleja koskevat vaatimukset

Ympäristöministeriön asetuksen 848 luvussa 2 käsitellään rakenteiden kantavuuden säilyttämistä palotilanteessa ja asetetaan sille vaatimukset. Itse rakennus ja siihen kuuluvat rakennusosat eivät saa aiheuttaa vaaraa sortumisen vuoksi määrättyä aikana palon alkamisesta. Rakennuksen on

asetuksen mukaan kestävä riittävän luotettavasti sortumatta palokuorman palaminen ja jäähtyminen, jos se on vahinkojen suuruuteen nähden tai henkilöturvallisuuden takia tarpeellista. (2.)

Rakennuksen luokkavaatimuksen täyttyminen on kokeellisesti osoitettava joko käyttämällä hyväksyttävää taulukkomitoitusta, laskennallisin keinoin tai yhdistämällä koetulokset ja laskennalliset tulokset. Luokkavaatimuksen mukaisessa mitoituksessa luokkavaatimus määräytyy lämpötila-aikakäyrän perusteella, joka on standardisoitu (kuva 3). (6.)



KUVA 3. Standardisoitu lämpötila-aikakäyrä (5, s.8)

Asetuksen luvussa 2 on taulukoitu luokkavaatimukset kantaville ja jäykistäville rakenteille P1- ja P2-paloluokan rakennuksissa sen korkeuden ja kerroslukumäärän mukaan. P1-paloluokassa on merkitystä sillä, mihin palokuormaryhmään rakennus kuuluu, mutta sillä ei ole merkitystä P2-paloluokan rakennuksen kohdalla. Asetuksen taulukossa 3 on käyty läpi rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennaiset osat. Olennaisia osia ovat rakennuksen pääkannattajat, sekundäärikannattajat, jotka jäykistävät runkoa, yläpohjan stabiliteetin säilyttämiseksi toimivat yksittäiset rakenteet, sekä liitokset näiden välillä ja yläpohjan jäykisteet. (6.)

Asetuksessa esitetyn taulukon mukaan 1–2-kerroksisen rakennuksen luokkavaatimus kantaville ja jäykistäville rakenteille on R30 P2 -paloluokassa (taulukko 1). R30-luokkavaatimus on määritetty myös rakennuksen yläpohjalle, jonka rakenne on olennainen osa kantavaa runkoa ja rakennuksessa ei ole ullakkoa. Jos rakenne ei ole olennainen osa kantavaa runkoa, määräytyy yläpohjan

luokkavaatimukseksi R15. Jos rakennus on yli 2-kerroksinen ja enintään 28 m korkea, on luokkavaatimus kantaville ja jäykistäville rakenteille P2-paloluokassa yleensä R60, johon liittyy myös lisävaatimuksia. Tällöin rakennus tulee olla varustettu automaattisella sammutuslaitteistolla tarkoitukseen sopivasti. Myös rakennuksen lämmöneristeille ja täytteille tulee vaatimuksia ja niiden täytyy olla vähintään A2-s1, d0 -luokkaa. Jos rakennus on yli 2-kerroksinen ja enintään 28 m korkea, voi sen kantavien ja jäykistävien rakenteiden luokkavaatimus nousta luokkaan R90 silloin, kun lämmöneristeet ja täytteet ovat luokkaa A2-s1, d0 ja rakennuksen käyttötarkoituksen mukainen palokuormaryhmä on 600–1 200 MJ/ m². (6.)

TAULUKKO 1. Asetuksen taulukossa 3 esitetään luokkavaatimukset kantaville ja jäykistäville rakenteille P1- ja P2-paloluokassa (6, s.4)

Rakennus	Rakennuksen paloluokka ja palokuormaryhmät MJ/m ²			
		P1	P2	
		600–1 200	alle 600	–
1–2-kerroksinen rakennus, yleensä	yli 1 200 R 120 (R60 *)	R 90 (R60 *)	R 60	R 30
– hoitolaitokset, majoitustilat	R 120, A2 (R60 *, A2)	R 90, A2 (R60 *, A2)	R 60, A2	R 30
– ylin kellarikerros	R 120, A2 (R90 *, A2)	R 90, A2 (R60 *, A2)	R 60, A2	R 60, A2
– yläpohja rakennuksessa, jossa ei ole ullakkoa ja rakenne on kantavan rungon olennainen osa ¹⁾	R 60	R 60	R 60	R 30
– yksikerroksinen tuotanto- ja varastorakennus	R 60(R30 *) (R15, A2 *)	R 60(R30 *) (R15, A2 *)	R 60(R30 *) (R15, A2 *)	R 30 (R15 *) (R15, A2)
– yläpohja rakennuksessa, jossa ei ole ullakkoa ja rakenne ei ole kantavan rungon olennainen osa ¹⁾	R 15	R 15	R 15	R 15
Yli 2-kerroksinen rakennus, jonka korkeus on enintään 28 m, yleensä	R 180, A2 (R90 *, A2)	R 120, A2 (R60 *, A2)	R 60, A2	R 60 * # ^{2) 4)}
– ylin kellarikerros	R 180, A2 (R90 *, A2)	R 120, A2 (R60 *, A2)	R 60, A2	R 60 * A2
– asuinrakennus, asunto, ylin kerros	R 60 +	R 60 +	R 60 +	R 60 * # ²⁾
– asuinrakennus, asunto, kaksi ylintä kerrosta ²⁾	R60 * #	R60 * #	R60 * #	R 60 * # ²⁾
– yli 2-kerroksinen asuinrakennus, jonka korkeus on enintään 14 m ja jonka kerrokset kuuluvat asunnottain samaan huoneistoon	R 45, A2 (R30, A2 *)	R 45, A2 (R30, A2 *)	R 45, A2 (R30, A2 *)	R 45 # (R30 * #)
Yli 2-kerroksinen rakennus, jonka korkeus on yli 28 m mutta enintään 56 m	R 240, A2 (R180 *, A2)	R 180, A2 (R120 *, A2)	R 120, A2 (R90 *, A2)	ei mahdollinen
Yli 2-kerroksinen rakennus jonka korkeus on yli 56 m	R180 *, A2 (R180 *, A2)	R120 *, A2 (R120 *, A2)	R 120 *, A2	ei mahdollinen
Ylimmän kellarikerroksen alapuolella sijaitsevat kellarikerrokset	R 240, A2 (R180 *, A2)	R 180, A2 (R120 *, A2)	R 120, A2	R 120, A2 (R90 *, A2)

Parvekkeiden palonkestävyysvaatimus on puolet kerroksen kantavien rakenteiden vaatimuksesta.

Kantavien rakenteiden on oltava vähintään D-s2, d2 -luokan tarvitsetta, ellei taulukossa toisin mainita.

Uloskäytävän porrassyöskyn ja -tasanteen luokkavaatimus on R 30. Ylimmän kellarikerroksen alapuolella sijaitsevan kellarikerroksen uloskäytävän porrassyöskyn ja -tasanteen luokkavaatimus on R 60. Jos kantaville rakenteille on asetettu luokkavaatimus A2-s1, d0, tämä koskee myös porrassyöskyn ja -tasanteita. Yli 2-kerroksisen P1-paloluokan rakennuksen uloskäytävän porrassyöskyt ja -tasanteet on tehtävä vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvitseista

Ullakon tai ontelon vesikattorakenteille, jotka eivät ole rakennuksen rungon olennaisia kantavia tai palossa runkoa jäykistäviä rakenteita, ei aseteta palonkestävyysvaatimusta.

¹⁾ Kantavan rungon tai jäykisteiden olennaisia osia ovat pääkannattajat, runkoa jäykistävät sekundäärikannattajat ja yläpohjan jäykisteet ja muut sellaiset yksittäiset rakenteet, jotka toimivat yläpohjan stabiliteetin säilyttämiseksi, sekä näiden väliset liitokset.

²⁾ Kun kolme ylintä kerrosta, lukuun ottamatta uloskäytävää, on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

³⁾ Huom. 24 § 3 momentissa esitetyt vaatimukset.

⁴⁾ Jos käyttötarkoituksen mukainen palokuormaryhmä on 600–1 200 MJ/m², luokkavaatimus on R 90 * # ²⁾

* Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla

Lämmöneristeiden ja muiden täytteiden on oltava vähintään A2-s1, d0 -luokkaa.

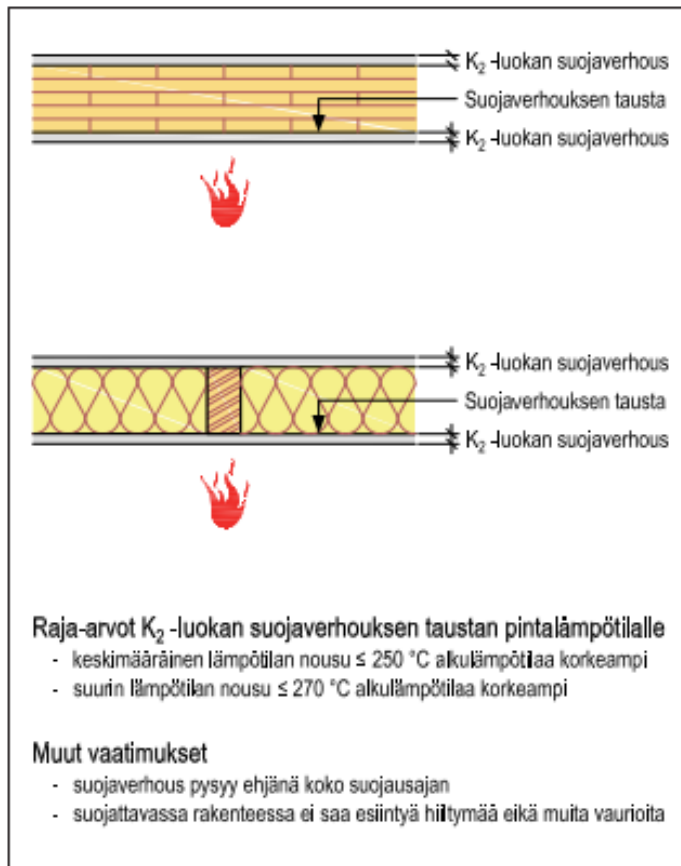
+ Lämmöneristeiden ja muiden täytteiden on oltava eristävältä osaltaan vähintään D-s2, d2 -luokkaa.

A2 Kantavien rakenteiden on oltava vähintään A2-s1, d0 -luokkaa.

2.2.2 Sisäpintojen ja suojaverhouksen vaatimukset P2-paloluokassa

Pintaluokalla on paljon merkitystä, kun tarkastellaan palon leviämistä, lieskahduksen alkamisajan kohtaa, lämmöntuottoa sekä savun muodostumista ja pisarointia (6, s.23.). P2-paloluokassa vaatimuksia on myös sisäpuolisille pinnoille sekä mahdolliselle suojaverhoukselle. Paloluokassa P2 asuinrakennuksen seinien ja katon sisäpuolisen pintojen tulee olla luokkaa D-s2, d2, tai B-s1, d0. D-s2, d2 -luokkavaatimuksen yhteydessä on huomautus, että pintaluokkavaatimus määräytyy mahdollisen suojaverhouksen tarvikeluokkavaatimuksen mukaan, mikäli semmoinen vaaditaan. B-s1, d0 -luokkavaatimukseen liittyy myös huomautuksia, joista toinen koskee samaista mahdollisen suojaverhouksen tarvikeluokkavaatimusta. Lisähuomiona B-s1, d0 -luokkavaatimuksen yhteydessä on, että sisäpinnoista voidaan verhota vähäisiä osia D-s2, d2 -luokan tarvikkeilla. Tämä huomio koskee myös seiniä, jotka on suojaverhottu. (7.)

Suojaverhous on syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta vaurioitumiselta alustaansa suojaava rakennusosan pinnan muodostama osa. Suojaverhouksen tehtävänä on rajoittaa palon kehittymistä sille määritetty aika tapauksissa, joissa käytetyt tarvikkeet rakennusosassa osallistuvat paloon vaaraa aiheuttavasti. Eurooppalaisia suojaverhousluokkia ovat luokat K₁ 10, K₂ 10, K₂ 30 ja K₂ 60, joista Suomessa käytetään palomääräysten mukaisessa suunnittelussa luokkia K₂ 10 ja K₂ 30. Suojaverhousluokka merkinnässä alaindeksi tarkoittaa alustaa, mikä sijaitsee suojaverhouksen takana. Tällöin alaindeksi 2 tarkoittaa, että suojaverhouksen käyttö on mahdollista kaikilla alustoilla riippumatta siitä, mikä on alustan tyyppi tai tiheys. Myös käytettävien rakennustarvikkeiden luokille asetetaan vaatimuksia suojaverhousluokan lisäksi. Suojaverhouksen takana sijaitsevaa lämpötilan nousua rajoitetaan kuvan 4 tavalla. Palo ei saa päästä vaurioittamaan suojattavaa rakennusosaa suojaverhouksessa esiintyvän vaurion, esimerkiksi halkeaman takia suojaverhousajan aikana, eli suojattava rakennusosa ei saa vaurioitua millään tavalla suojaverhous ajan sisällä. Rakennustarvikkeen suojaverhousluokka tulee määrittää EN 14135 -standardin mukaisesti testaamalla, koska suojaverhouksen mitoittamiseen ei ole laskentamenetelmää olemassa. (5.)



KUVA 4. Vaadittavat ominaisuudet K₂-luokan suojaverhoukselle (5, s.34)

Suojaverhoukselle on asetettu vaatimuksia P2-paloluokassa. Alla oleviin taulukoihin on koottu asuinrakennusta koskevat palomääräysten taulukkomitoituksen mukaiset suojaverhousvaatimukset asuinrakennukselle P2-paloluokassa. 1–2-kerroksisen ja alle 9 m korkean asuinrakennuksen suojaverhousvaatimukseksi on asetettu seinä- sekä kattopinnoille K₂ 10, B-s1, d0. Ulkoseinän rungon ulkopinnoilla ei ole suojaverhousvaatimuksia. Tilanteet, jolloin suojaverhousta ei 1–2-kerroksisessa P2 -paloluokan rakennuksessa tarvita, ovat taulukoituna taulukossa 2 (taulukko 2.). (5.)

3–4-kerroksisen enintään 14 m korkean P2-paloluokkaan asuinrakennuksen suojaverhousvaatimus seinä-, katto- ja lattiapinnoille on taulukon 3 (taulukko 3.) mukaan K₂ 10, A2-s1, d0. Jos kyseessä on pientalo tai rivitalo, ei ulkoseinän rungon ulkopinnoille ole suojaverhousvaatimuksia. Asuinkerrostalon kohdalla vaatimus on kuitenkin sama kuin seinä-, katto- ja lattiapinnoilla. 3–4-kerroksisessa asuinrakennuksessa voidaan myös vaihtoehtoisesti käyttää K₂ 30, A2-s1, d0-luok-

kaan kuuluvaa suojaverhousta, jolloin suojaverhoamatonta seinä- ja kattopintaa sallitaan. 3–8-kerroksisen ja enintään 28 metriä korkean P2-paloluokan asuinkerrostalon suojaverhousvaatimus seinä-, katto ja lattiapinnoille on $K_2 30$, A2-s1, d0. Ulkoseinän rungon ulkopinnoille on myös asetettu suojaverhousvaatimus ja se on $K_2 10$, A2-21, d0. Tilanteet, jolloin 3–8-kerroksisessa asuinrakennuksessa sallitaan suojaverhoamatonta seinä- tai kattopintaa, käyvät ilmi taulukossa 4 (taulukko 4.). (5.)

TAULUKKO 2. P2-paloluokan rakennuksen suojaverhousvaatimukset 1–2-krs:ssa (5, s.36)

1..2-kerroksinen rakennus, korkeus enintään 9 m			
Nimitys (käyttötarkoitus)	Rakennusosa	Suojaverhous	Suojaverhousta ei vaadita
Päiväkot ¹⁾ (kokoontumistila) Koulu (kokoontumistila) Ravintola (kokoontumistila) Myymälä (liiketila) Kirjasto (kokoontumistila) Toimisto (työpaikkatila)	Seinäpinnat	$K_2 10$, B-s1, d0	<ul style="list-style-type: none"> rakennusosassa, jonka lämmöneristeet eristävältä osaltaan vähintään B-s1, d0 ja muut tarvikkeet vähintään D-s2, d2 D-s2, d2-luokan massiivipuseinässä, jonka tiheys on vähintään 350 kg/m³ seinässä, jossa sisäpinta vähintään B-s1, d0 ja seinä rakennusosana vähintään EI 15 pilareissa ja palkeissa, jotka täyttävät luokkavaatimukset R 30 ja D-s2, d2
	Kattopinnat	$K_2 10$, B-s1, d0	
	Ulkoseinän rungon ulkopinnat (tuuletusraon sisäpinta)	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Pientalo (asunto) Rivitalo (asunto) Asuinkerrostalo (asunto)	Seinäpinnat	$K_2 10$, B-s1, d0	<ul style="list-style-type: none"> rakennusosassa, jonka lämmöneristeet eristävältä osaltaan vähintään B-s1, d0 ja muut tarvikkeet vähintään D-s2, d2 D-s2, d2-luokan massiivipuseinässä, jonka tiheys on vähintään 350 kg/m³ asunnon pinnoissa, joissa rakennusosan lämmöneristeet eristävältä osaltaan vähintään D-s2, d2 ja muut tarvikkeet vähintään D-s2, d2 pilareissa ja palkeissa, jotka täyttävät luokkavaatimukset R 30 ja D-s2, d2
	Kattopinnat	$K_2 10$, B-s1, d0	
	Ulkoseinän rungon ulkopinnat (tuuletusraon sisäpinta)	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Hotelli (majoitustila) Palvelutalo (hoitolaitos)	Seinäpinnat	$K_2 10$, B-s1, d0	<ul style="list-style-type: none"> rakennusosassa, jonka lämmöneristeet eristävältä osaltaan vähintään B-s1, d0 ja muut tarvikkeet vähintään D-s2, d2 D-s2, d2-luokan massiivipuseinässä, jonka tiheys on vähintään 350 kg/m³ pilareissa ja palkeissa, jotka täyttävät luokkavaatimukset R 30 ja D-s2, d2
	Kattopinnat	$K_2 10$, B-s1, d0	
	Ulkoseinän rungon ulkopinnat (tuuletusraon sisäpinta)	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Porrashuone	Ks. luku 7		
Luhtikäytävä	Ks. luku 7		
Parveke	Ks. luku 7		

¹⁾ Päiväkäytössä.

TAULUKKO 3. P2-paloluokan rakennuksen suojausvaatimukset 3.–4.-krs:ssa (5, s.38)

3...4-kerroksinen rakennus, korkeus enintään 14 m			
Nimitys (käyttötarkoitus)	Rakennusosa	Suojaverhouk	Palo-osastossa saa olla suojaverhoamatonta seinä- ja kattopintaa (ks. kuva 22)
Päiväkoti ²⁾ (kokoontumistila) Koulu (kokoontumistila) Ravintola (kokoontumistila) Myymälä (liiketila) Kirjasto (kokoontumistila)	Seinäpinnat	K ₂ 30, A2-s1, d0	<ul style="list-style-type: none">• ei-kantavat väliseinät• ≤ 20 %, ilman erityisvaatimuksia• > 20 % ... ≤ 80 %, jos rakennusosat R 90 ja EI 90• > 80 %, jos rakennusosat R 120 ja EI 120
	Kattopinnat	K ₂ 30, A2-s1, d0	
	Lattiapinnat	K ₂ 30, A2-s1, d0	
	Ulkoseinän rungon ulkopinnat (tuuletusraon sisäpinta)	K ₂ 10, A2-s1, d0	
Pientalo (asunto) Rivitalo (asunto)	Seinäpinnat ²⁾	K ₂ 10, A2-s1, d0	
	Kattopinnat ²⁾	K ₂ 10, A2-s1, d0	
	Lattiapinnat ²⁾	K ₂ 10, A2-s1, d0	
	Ulkoseinän rungon ulkopinnat (tuuletusraon sisäpinta)	-	
Asuinkerrostalo (asunto)	Seinäpinnat ²⁾	K ₂ 10, A2-s1, d0	
	Kattopinnat ²⁾	K ₂ 10, A2-s1, d0	
	Lattiapinnat ²⁾	K ₂ 10, A2-s1, d0	
	Ulkoseinän rungon ulkopinnat (tuuletusraon sisäpinta)	K ₂ 10, A2-s1, d0	
Porrashuone	Ks. luku 7		
Luhtikäytävä	Ks. luku 7		
Parveke	Ks. luku 7		

¹⁾ Päiväkotissa.

²⁾ Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää K₂ 30, A2-s1, d0-luokan suojausvaatimusta taulukon 27 mukaisesti, jolloin sallitaan suojausvaatimaton seinä- ja kattopintaa.

TAULUKKO 4. P2-paloluokan rakennuksen suojausvaatimukset 3–8-krs:ssa (5, s.38)

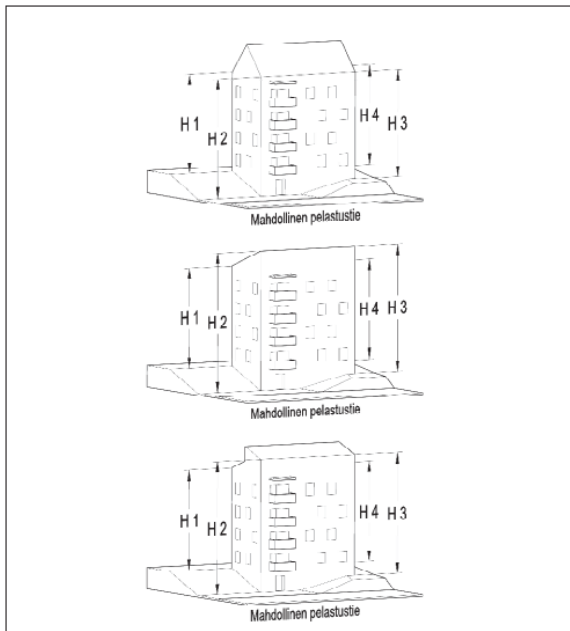
3...8-kerroksinen rakennus, korkeus enintään 28 m			
Nimitys (käyttötarkoitus)	Rakennusosa	Suojaverho	Palo-osastossa saa olla suojaverhoamatonta seinä- ja kattopintaa (ks. kuva 22)
Asuinkerrostalo (asunto) Toimisto (työpaikkatila) Hotelli (majoitustila) Palvelutalo (hoitolaitos)	Seinäpinnat	K ₂ 30, A2-s1, d0	<ul style="list-style-type: none">• ei-kantavat väliseinät• ≤ 20 %, ilman erityisvaatimuksia• > 20 % ... ≤ 80 %, jos rakennusosat R 90 ja EI 90• > 80 %, jos rakennusosat R 120 ja EI 120
	Kattopinnat	K ₂ 30, A2-s1, d0	
	Lattiapinnat	K ₂ 30, A2-s1, d0	
	Ulkoseinän rungon ulkopinnat (tuuletusraon sisäpinta)	K ₂ 10, A2-s1, d0	
Porrashuone	Ks. luku 7		
Luhtikäytävä	Ks. luku 7		
Parveke	Ks. luku 7		

2.2.3 P2-paloluokan käyttötarkoitukseen ja kokoon liittyvät rajoitukset

P2-paloluokassa on myös käyttötarkoitukseen ja kokoon liittyviä rajoituksia. Asuinrakennukselle on yleisesti määrätty kerrosluvuksi enintään 2 kerrosta ja korkeudeksi enintään 9 m. Kerrosalaa ei ole tällöin rajoitettu. Jos asuinrakennusta suunnitellaan yli 2-kerroksisena, saa sen kerrosluku olla enintään 8 ja korkeus enintään 28 m. Rakennuksen kerrosala on yli 2-kerroksisella asuinrakennuksella rajoitettu 12 000 m² ja rakennuksen suurin sallittu henkilömäärä rajoittuu 1 000 henkilöön. Nämä rajoitukset toteutuvat yli 2-kerroksisella rakennuksella P2-paloluokassa silloin, jos rakennus on tarkoitukseen sopivasti varustettu automaattisella sammutuslaitteistolla. (6.)

Rakennuksen korkeudella tarkoitetaan vesikaton leikkauslinjan ja julkisivupinnan korkeutta maan pinnan tasosta. Mikäli rakennusta ympäröivä maanpinta on epätasainen, määritetään korkeus rakennukselle nurkkapisteiden keskiarvona, tai rakennuksen julkisivujen pinta-alojen perusteella. (Kuva 5.) (5.)

Rakennuksen korkeudella on vaikutusta paloluokkaan ja paloteknisiin vaatimuksiin. Rakennuksen korkeutta tulee myös tarkastella pelastuslaitoksen toimintamahdollisuuksien kautta. Rakennuksen kerrosmäärällä tarkoitetaan maanpäällisten kerrosten lukumäärää, jotka ovat pääkäyttötarkoituksen mukaisia. Rakennuksessa voi myös kerrosten lisäksi olla käyttöullakko sekä kellari, joka voi sijaita pääasiallisesti tai kokonaan maan alla. Myös rakennuksen kerrosmäärällä on vaikutusta paloluokkaan ja paloteknisiin vaatimuksiin. (5.)



KUVA 5. Korkeus esimerkkejä rakennuksen nurkkapisteistä (5, s.16)

3 P2-PALOLUOKAN ASUINRAKENNUS (LUHTITALO)

Opinnäytetyössä esimerkkikohteena oli puurakenteinen luhtitalo. Työssä käytiin läpi vaatimukset ja määräykset luhtitalon rakenteille ja materiaaleille.

Luhtitaloa ei ympäristöministeriön asetuksen 848/2017 mukaan voida suunnitella paloluokassa P3. Tämä johtuu siitä, että kyseessä on uudisrakennus, jonka eri asuinhuoneistot on sijoitettu päällekkäisiin kerroksiin. Tällaisen rakennuksen paloluokka nousee luokkaan P2 taulukon 5 mukaisesti. Paloluokan korottuminen tuo mukanaan vaatimuksia kantaville rakenteille sekä sisäpuolisille materiaaleille. Ympäristöministeriön asetuksen taulukossa (taulukko 5.) on asetettu luhtitalon enimmäiskorkeudeksi 9 m paloluokassa P2. (6.)

TAULUKKO 5. Käyttötarkoitusta ja kokoa koskevat rajoitukset P2-paloluokassa (6, s.3)

Rakennus	Kerros- luku enintään	Korkeus ¹⁾ enintään	Kerrosala enintään
Yleensä	2	9 m	ei rajoitusta
1-kerroksinen tuotanto- tai varastorakennus	1 ²⁾	ei rajoitusta	ei rajoitusta
Palovaarallisuusluokan 2 tuotanto- tai varastora- kennus	1 ²⁾	ei rajoitusta	ei rajoitusta
Yli 2-kerroksinen asuin- rakennus, hoitolaitos (pois lukien suljettu rangaistuslaitos), majoitusrakennus ja työpaikkarakennus ³⁾	8 *	28 m *	12 000 m ² *
Yli 2-kerroksinen kokoontumis- ja liike- rakennus ³⁾	4 *	14 m *	12 000 m ² *
Yli 2-kerroksinen asuin- rakennus, jonka kaikki kerrokset kuuluvat asunnoittain samaan asuinhuoneistoon ³⁾	4	14 m	12 000 m ²

¹⁾ Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkauslinjan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.

²⁾ Pääosin 1-kerroksisessa rakennuksessa toisen kerroksen tasolle saa sijoittaa osastoituna enintään 200 m² ja osastoimattomana enintään 50 m² oleellisesti rakennuksen toimintaan liittyviä tiloja.

³⁾ Rakennuksessa ei sallita tiloja, joissa on palokuormaa yli 1 200 MJ/m².

* Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli käydä läpi tärkeimmät luhtitalon rakennusosat ja tarkastaa Kastellin vakiorakenteen toimivuus P2-paloluokan luhtitalossa. Työ-osiossa esitetään, kuinka rakenne saadaan kestäväksi ja mitkä ovat keinot vaatimuksiin pääsemiseksi rakennusosittain.

3.1 Luhtitalon palo-osastointi

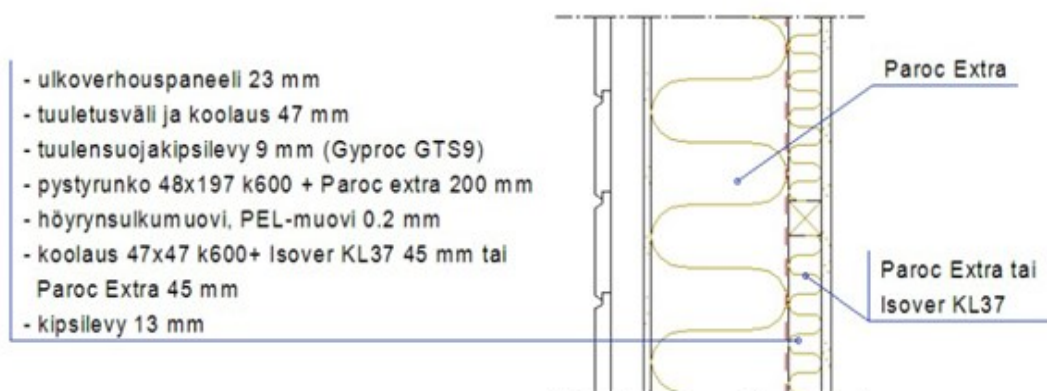
Luhtitaloon tehdään palo-osastointi P2-paloluokan 1–2-kerroksisen asuinrakennuksen vaatimusten mukaisesti. Asuinrakennuksessa palo-osastointi tulee tehdä huoneistoittain. (6, s. 6.) Opinnäytetyössä keskityttiin tutkimaan 1–2-kerrokseen rajoittuvaa luhtitaloa. Määräysten mukaan luhtitalon kaikki huoneistot tulee erotella toisistaan osastoivien rakennusosien. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennuksen välipohjan, ulkoseinien, yläpohjan ja huoneistojen välisen seinän tuli olla osastoivia rakenteita. Näiden rakennusosien osastoivuudelle on asetettu vaatimukset P2-paloluokassa.

3.2 Palonkestovaatimukset luhtitalon rakenteille P2-paloluokassa

Kaksikerroksiselle luhtitalolle on P2-paloluokassa määritetty kantaville ja jäykistäville rakenteille luokkavaatimus R30. Tämä luokkavaatimus tarkoittaa, että jäykistävän tai kantavan rakenteen tulee säilyttää kuormankantokykynsä palon aikana vähintään 30 minuuttia. R30 -luokkavaatimus vaaditaan ulkoseiniltä, yläpohjan rakenteilta, luhtitalon kerrosten väliseltä välipohjalta, kantavilta aukonylityspalkeilta ja kantavilta väliseiniltä. Kaksikerroksisen luhtitalon osastoiville rakennusosille on P2-paloluokassa määritetty luokkavaatimukseksi EI30. (6.)

3.2.1 Vaatimukset luhtitalon ulkoseinille

Opinnäytetyössä käytiin läpi vaatimukset Kastellin vakio ulkoseinärakenteelle ja todettiin sen soveltuvuus luhtitaloon P2-paloluokassa. Rakenteen toimivuutta P2-paloluokassa tarkasteltiin Puunfon palomitoitus -ohjelmistoilla, joilla mitoitetaan rakenne kantavuuden ja paloteknisen osastoivuuden vaatimuksille. Mitoitusohjelmat perustuvat RIL 205-2-2019 mukaiseen laskentaan. Kuvassa 6 (kuva 6) on esitetty leikkaus Kastellin vakiorakenteesta, joka on suunniteltu toteuttamaan luokkavaatimus REI60.



KUVA 6. Kastellin vakio ulkoseinärakenne (8.)

Kastellin pientalon ulkoseinärakenne on suunniteltu toteuttamaan REI60-luokkavaatimuksen mukaan. Ulkoseinärakenne on toteutettu Paroc Extra -kivivillalla. Rakenteen sallittu kuormitus R60-palotilanteessa onnettomuustilanteiden kuormitusyhdistelyn mukaisesti on 9 kN/m ja sisä- ja ulkopuoleisessa palossa 5,5 kN/48x197 runkotolppa. Seinän korkeudeksi on asetettu 3 metriä. (8.)

Vaatimusten mukaan mahdollista suojaverhousta ei rakennusosalle 1–2-kerroksisessa asuinrakennuksessa edellytetä, kun rakennusosan lämmöneriste kuuluu vähintään luokkaan B-s1, d0 sen eristäväältä osalta. Rakennusosan muut tarvikkeet on tällöin oltava vähintään luokkaa D-s2, d2. Myöskään asunnon pinnoissa ei vaadita suojaverhousta, jos rakennusosan lämmöneriste ja muut tarvikkeet kuuluvat vähintään D-s2, d2 -luokkaan. Kipsilevyjen rakennustarvikeluokka on A2-s1, d0 ja massiivipuu-tuotteilla saavutetaan pintaluokka D-s2, d0. (5, s.36) Suojaverhousta ei siis vaadita Kastellin vakioulkoseinärakenteelle, sillä rakenteessa on käytetty eristeenä Paroc Extra -kivivillaa, joka täyttää vaaditut luokkavaatimukset sen kuuluessa palo-ominaisuuksiltaan luokkaan A1. Myöskään muiden tarvikkeiden, kuten kipsilevyn ja puurungon osalta suojaverhousta ei vaadita, sillä puutuotteet kuuluvat yleisesti luokkaan D-s2,d0 ja kipsilevyt luokkaan A2.

Ulkoseinän ulkopinnalle ja tuuletusvälin pinnoille on myös asetettu luokkavaatimus. Yleensä enintään kaksikerroksisessa rakennuksessa on luokkavaatimukseksi ulkoseinän ulkopinnalle sekä tuuletusvälin ulko- ja sisäpinnalle asetettu D-s2, d2. Tämä tarkoittaa, että näillä pinnoilla tulee käyttää

edellä mainitun vaatimuksen täyttäviä materiaaleja. (6, s.14.) Kastelli-talot Oy:llä vakio ulkoseinärakenteessa on ulkoseinän ulkopinnan tuotteena käytetty 23 mm ulkoverhouspaneelia, joka saavuttaa pintaluokan D-s2, d0 ja on näin ollen vaatimuksen mukainen. Sama vaatimus koskee myös tuuletusvälin ulko- ja sisäpintoja ja tuuletusvälin sisäpinta on toteutettu tuulensuojakipsilevyllä. Myös tältä osin vaatimus täyttyy, sillä kipsilevyjen rakennustarvikeluokka on A2.

Asuinrakennuksen sisäpuolisille pinnoille on P2-paloluokassa asetettu vaatimus D-s2, d2. Lisähuomiona vaatimukseen on kirjattu, että suojaverhousta vaadittaessa määräytyy pintaluokkavaatimus suojaverhoukselle määrätyn tarvikeluokkavaatimuksen mukaan. (7.) Kastellin vakio ulkoseinärakenteen sisäpinnassa käytetään tavallisesti kipsilevyä, joka täyttää myös vaatimukset P2-paloluokan luhtitalossa kipsilevyn kuuluessa luokkaan A2.

Kastellin vakio ulkoseinärakenne täyttää teoriassa P2-paloluokan luhtitalolle asetetut vaatimukset ulkoseinän kantavuuden osalta, jonka vaatimus oli R30. Myös osastoivuuden kannalta vakiorakenne täyttää luokkavaatimuksen EI30, sillä rakenne on suunniteltu toteuttamaan luokkavaatimus EI60. Kastellin vakio ulkoseinärakenne toimii siis myös luhtitalossa ilman muutoksia. Tällöin ulkoseinien osalta suunnittelu ja rakennettavuus säilyy hyvällä tasolla.

3.2.2 Vaatimukset luhtitalon välipohjalle

Välipohjan osalta valittiin tarkasteluun Kastellin kaksikerroksisissa pientaloissa yleisesti käytetty välipohjarakenne. Sen toimivuutta tarkasteltiin P2-paloluokassa palkiston palomitoitus-ohjelmistoa apuna käyttäen. Palkiston palomitoitus-ohjelmisto on Puuinfon ylläpitämä Excel-pohjainen laskuri, joka perustuu RIL 205-2-2019 mukaiseen laskentaan.

Kastellin yleisesti käytössä oleva välipohjarakenne on toteutettu 600 mm:n palkkijaolla ja palkin koko on 45x300 mm. Alakaton koolaus on toteutettu 48x48 mm:n puurangoilla 400 mm:n jaolla. Alakaton sisäpinta on levytetty 13 mm paksuisella kipsikartonkilevyllä. Välipohjan lattiapinta on toteutettu 35 mm:n valulla 18 mm paksun OSB-levyn päälle. Rakenteen eristeenä on käytetty kivivillaa ja eristepaksuus on 100 mm.

Välipohjarakenteen ontelon korkeudelle on asetettu rajoitus RIL 205-2-2019 mukaan. Ehto liittyy kantavuuden osoittamiseen silloin, kun ontelotila välipohjarakenteessa on täytetty eristeellä. Välipohjassa rajoitetaan ontelon korkeus arvoon $h_{\text{ontelo}}/h_{\text{palkki}} \leq 0,6$, mutta kuitenkin korkeintaan 300 mm. (9, s.36.) Välipohjarakenne on 300 mm korkea ontelon kohdalta, jolloin palomitoitus tarkastelussa huomattiin, ettei 100 mm eristettä ontelossa ole riittävä. Eristepaksuuden 300 mm ontelossa tulisi olla 180 mm, jotta ehto täytyisi. Tässä tapauksessa ehdon täyttymiseen päästään lisäämällä välipohjaan 100 mm eristettä, jolloin se on myös palomitoitustarkastelussa riittävä ontelon osalta. Vaadittuun rakenteen luokkaan ei kuitenkaan pelkästään eristepaksuuden lisäyksellä päästä, sillä palosuojausta tarkastellessa todetaan, ettei yksi 13 mm:n kipsilevy alakaton sisäpinnassa ole riittävä ja alakaton koolaus ehtii palaa pois kokonaan. Alakaton sisäpinnassa voidaan vaihtoehtoisesti käyttää joko palokipsilevyä tai kahta 13 mm:n GN- tai GEK-kipsilevyä. Molemmissa tapauksissa saavutetaan vaadittu rakenteen luokka R30. Jos tarkastellaan vaihtoehtojen työstettävyyttä, esiintyy palolevy hieman edukseen, sillä alakaton kaksinkertainen levytys tuo paljon lisätyötä.

Välipohjan kantavuudelle on asetettu luokkavaatimus R30 P2-paloluokan rakennuksessa. Edellä mainituin toimenpitein kuitenkin saavutetaan kyseinen luokkavaatimus. Välipohjan osastoinnin luokkavaatimukseksi P2-paloluokan 1–2-kerroksiselle rakennukselle on asetettu EI30. (6, s.4–8.) RIL 205-2-2019 mukaan on oletettavaa, että rakenteen osastointivaatimus täyttyy, mikäli välipohjakannattajien päällä on kantavuutensa säilyttävä puulaatta ja sen päällä vähintään yksi tiivis kerros (9, s.48). Tässä tapauksessa voidaan siis olettaa, että välipohjarakenteen osastoivuusvaatimus täyttyy.

Välipohjan alakaton sisäpuolisille pinnoille on asetettu vaatimus D-s2, d2. Lisähuomiona vaatimukseen on kirjattu, että suojaverhousta vaadittaessa määräytyy pintaluokkavaatimus suojaverhoukselle määrätyn tarvikeluokkavaatimuksen mukaan. (7.) Välipohjarakenteessa on käytetty alakaton sisäpuolisilla kattopinnoilla kipsikartonkilevyä. Kipsikartonkilevy kattopinnoilla täyttää sisäpuolisille kattopinnoille asetetun luokkavaatimuksen D-s2, d2.

Tekijät sille, ettei suojaverhousta 1–2-kerroksisessa luhtitalossa vaadita, on koottu alaotsikon 3.2.1 alle. Välipohjarakenne täyttää nämä ehdot, kun eristeenä käytetään kivivillaa ja muut tarvikkeet ovat luokkaa D-s2, d2. Myös muiden tarvikkeiden osalta vaatimus täyttyy, sillä alakaton sisäpinnassa käytetään kipsikartonkilevyä ja puutuotteilla saavutetaan pintaluokka D-s2, d0. Välipohjalta ei vaadita suojaverhousta kyseisen rakenteen osalta.

3.2.3 Vaatimukset luhtitalon alapohjalle

Luhtitalon alapohja on yleensä maanvarainen. Asuinrakennukselle ei P2-paloluokassa ole sisäpuolisille pinnoille asetettu luokkavaatimusta alapohjan osalta.

3.2.4 Vaatimukset luhtitalon yläpohjalle

P2-paloluokan rakennuksen yläpohjarakenteelle on palomääräysten mukaan asetettu luokkavaatimus R30. Luokkavaatimus on R30, jos rakennuksessa ei ole ullakkoa ja yläpohjarakenne olennainen osa kantavaa runkoa. (6, s.4.)

P2-paloluokan asuinrakennuksen sisäpuolisille seinä- ja kattopinnoille on asetettu luokkavaatimus D-s2, d2. Kuten jo luvuissa 3.2.1 ja 3.2.2 mainittiin, on lisähuomiona vaatimukseen kirjattu, että suojaverhousta vaadittaessa määräytyy pintaluokkavaatimus suojaverhoukselle määrätyn tarvikeluokkavaatimuksen mukaan. (7.) Yläpohjan sisäpuoleisilla kattopinnoilla esimerkiksi kipsilevy täyttää tämän luokkavaatimuksen D-s2, d2.

Suojaverhousta ei vaadita P2-paloluokan 1–2-kerroksisessa rakennuksessa pilareiden ja palkkien osalta, jos ne täyttävät R30 ja D-s2, d2 luokkavaatimukset (5, s.36.). Myös luvussa 3.2.1 on koottu tarvittavia asioita suojaverhoukseen liittyen 1–2-kerroksisen luhtitalon osalta. Pilareihin ja palkkeihin liittyvä ehto täyttyy, kun NR-ristikko mitoitetaan palotilanteessa täyttämään luokkavaatimus R30. Yläpohjan palotilanteen kantavuutta on käsitelty tarkemmin myöhemmässä kappaleessa. Kun yläpohjassa käytetään eristeenä kivivillaa ja muut tarvikkeet ovat luokkaa D-s2, d2, täyttää yläpohjarakenne edellä mainitut ehdot. Näin ollen yläpohjarakenne täyttää ehdot suojaverhouksen osalta eikä sitä vaadita, kun katon sisäpinnassa käytetään kipsikartonkilevyä ja puutuotteet yleisesti ovat luokkaa D-s2, d0.

RIL 205-2-2019:ssä on taulukko, johon on koottu eri levytyksille ajat hiiltymisen alkamishetkelle ja levyjen murtumiselle. Taulukon mukaan kahdella A kipsilevyllä saavutettaisiin vaatimus EI30, eli levyt estävät takana olevien rakenteiden hiiltymisen alkamisen 30 min ajan. Kipsilevyn tulee olla

12,5 mm paksu ja painaa neliöpainoltaan vähintään 8,2 kg/m². (9, s.47) Käyttämällä yläpohjan sisäpuolisella kattopinnalla esimerkiksi kahta Gyproc GN13 kipsilevyä, saavutetaan vaatimus EI30 sisäpuolista paloa vastaan.

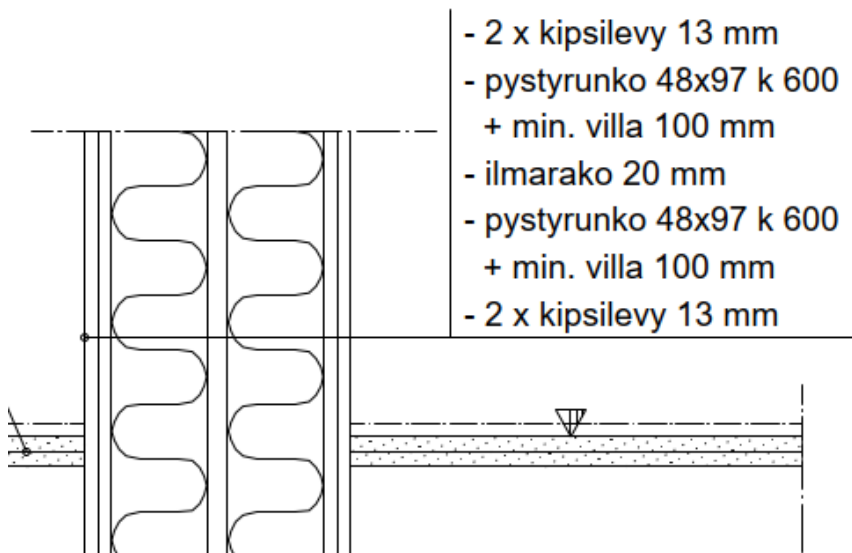
Suojaamattomana NR-ristikko säilyttää kantavuutensa alle 10 minuuttia palossa tavallisesti, mikä johtuu yleensä suojaamattomana olevien naulalevyjen irtoamisesta. Tavallinen NR-ristikko ei kestä palotilanteessa, joten tarvittaessa se tulee mitoittaa vaaditun palonkestoajan mukaan. Tämä on mahdollista joko käyttämällä paloristikoita tai mitoittamalla NR-ristikon alapaarre kantavaksi rakenteeksi palotilanteessa. Paloristikoita käytettäessä voidaan NR-ristikko suunnitella toimimaan myös palotilanteessa ristikkona. Tavallisesti tämä tarkoittaa kolmea NR-ristikkoa liitettynä toisiinsa. Toisessa tapauksessa NR-ristikon alapaarre mitoitetaan palotilanteen kuormituksen yksin kantavaksi palkiksi. Palkkina toimivan alapaarteen kyljet palosuojataan hiiltymiseltä palkin kapeuden takia, sillä palkin leveys tulee olla sama kuin ristikoin muillakin sauvoilla. Tyypillisesti tämä hoituu täyttämällä alapaarteen välit palotilanteessa toimivalla eristeellä alapaarteen yläpinnan tasoon saakka. (10.) Ympäristöministeriön asetuksen mukaan 1–2-kerroksisen P2-paloluokan rakennuksen ullakon palo-osastointi tulee hoitaa jakamalla se enintään 1 600 m² osiin. Jos yläpohja käsittää sekä ullakkoa että onteloa, tulee se jakaa enintään 400 m² osiin. (6, s.7) Näin ollen yläpohjan osastoinnille on vaatimuksia, jotka rajoittavat sen kokoa.

Sekä ullakkopalon että ristikon kantavuuden tarkastelussa havaitaan kohtia, jotka vaativat tarkempaa tutkimista. Vaatimuksena yläpohjan kantavuudelle P2-paloluokassa on R30. Kattorakenteet on suunniteltava täyttämään kyseinen vaatimus edellä mainituin tavoin, joko paloristikoita käyttämällä tai NR-ristikon alapaarteen kantavuus mitoituksella. Alapaarteen hiiltymäsuojauksessa voidaan käyttää esimerkiksi kivivillaa, sillä sen toimivuus palotilanteessa on hyvä.

3.2.5 Vaatimukset luhtitalon huoneistojen väliselle seinälle

Luhtitalon huoneistojen välisen seinän tarkasteluun valittiin Kastellin paritaloissa yleisesti käytetty seinärakenne. Huoneistojen välisen seinän osastoivuutta tutkittiin Puuinfon ylläpitämällä Seinän osastoivuuden mitoitus- mitoitusohjelmalla. Mitoitusohjelma perustuu RIL 205-2-2019 mukaiseen laskentaan.

Kastellin yleisesti käytetty huoneistojen välinen seinä on osastoiva ja sillä saavutetaan luokkavaatimus EI30. Ääneneristävyyسمääräyksien vuoksi huoneistojen välinen seinä on toteutettu kahdella 48x97 pystyrungolla, joiden välissä on 20 mm:n ilmarako. Molempien runkojen ontelot on täytetty 100 mm:n mineraalivillalla. Huoneistojen välinen seinä on levytetty kaksinkertaisesti 13 mm:n kipsilevyllä molemmin puolin.



KUVA 7. Kastellin rakenne huoneistojen väliselle seinälle (11.)

Asuinrakennuksen sisäpuolen seinä- ja kattopinnoille on P2-paloluokassa asetettu luokkavaatimus D-s2, d2. Luokkavaatimuksen liittyy myös aiemmin mainittu lisähuomio mahdollista suojaverhousta vaadittaessa. (7.) Huoneistojen välisen seinän sisäpuolen seinäpinnoilla on kaksinkertainen kipsilevytyks. Kipsilevy täyttää sisäpuolisten pintojen luokkavaatimusehdon D-s2, d2, sillä kipsilevy kuuluu luokkaan A2.

Vaatimukset suojaverhoukselle huoneistojen välisen seinän osalta ovat samat kuin ulkoseinillä. Tätä on avattu enemmän luvussa 3.2.1. Myöskään tässä tapauksessa ei suojaverhousta seinäpinnoilla vaadita, sillä tarvikkeisiin liittyvät tarvikeluokkavaatimukset täyttyvät, kun käytetään kipsilevyä ja esimerkiksi kivivillaa.

Kastellin yleisesti käytettyä huoneistojen välisen seinän rakenne täyttää teoriassa sille asetetut vaatimukset. Huoneistojen välistä seinää tarkasteltaessa havaittiin, että se täyttää sille asetetun

luokkavaatimuksen EI30, mikä testattiin myös Puuinfon mitoitushjelmalla. Kastellin nykyisin käytössä olevaa huoneistojen välistä seinää voidaan siis käyttää luhtitalossa ilman suurempia muutoksia. Mitoitushjelman mukaan rakenne toimisi myös yksinkertaisella kipsilevytyksellä, mutta huoneistojen väliseen seinään kohdistuu myös ääneneristysvaatimuksia, jonka vuoksi seinä tulee toteuttaa kaksinkertaisella kipsilevytyksellä. Rakenne toimii myös palotilanteessa.

3.2.6 Vaatimukset avoimelle luhtikäytävälle ja parvekkeelle P2-paloluokan rakennuksessa

Avoimelle luhtikäytävälle on asetettu paloteknisiä vaatimuksia P2-paloluokassa, kun rakennus on enintään 2-kerroksinen. Avoimen luhtikäytävän yleisiin vaatimuksiin on asetettu, että luhtikäytävän kantavien rakennusosien tulee täyttää R30 luokkavaatimus. Myös luhtikäytävän osastoivien rakennusosien tulee täyttää luokkavaatimus EI30. R30-luokkavaatimus koskee myös syöksyjä ja porrastanteita, sekä portaan rungossa käytettyjen rakennustarvikkeiden tulee olla vähintään D-s2, d2-luokan täyttäviä. Alla olevaan taulukkoon (taulukko 6.) on koottu palotekniset vaatimukset enintään 2-kerroksisen rakennuksen avoimelle luhtikäytävälle P2-paloluokassa. (5, s.66.) Luhtikäytäviä ei P3-paloluokassa ole ollut, joten tämä on siten uusi huomioitava asia Kastellilla.

TAULUKKO 6. Palotekniset vaatimukset avoimelle luhtikäytävälle P2-paloluokassa (5, s.66.)

Yleiset vaatimukset				
- Luhtikäytävän kantavat rakennusosat R 30 - Luhtikäytävän osastoivat rakennusosat EI 30 - Porrastasanteet ja -syöksyt R 30 - Portaen rungon rakennustarvikkeet vähintään D-s2, d2-luokkaa				
Nro	Rakenneosa	Suojaverho	Pintaluokka	Huomioitavaa
1)	Lattiat (1. krs.)	-	D _{fl} -s1	
2)	Lattian alapinta (1. krs.)	-	D-s2, d2	
3)	Lattiat (2. krs.)	-	D _{fl} -s1	
4)	Katot	-	A2-s1, d0	Vähiästen osien pintaluokka B-s1, d0
5)	Seinät ja seinämäiset rakennusosat Tuuletetun ulkoverhouksen taustapinta (tuuletusvälin ulkopinta) Ulkoverhouksen kiinnityskoolaus	-	# # D-s2, d2	Ks. kuva 46
6)	Ulkoseinän rungon ulkopinta (tuuletusvälin sisäpinta)	-	D-s2, d2	Hoitolaitoksessa B-s1, d0
7)	R 30-luokan pilarit Palkit	-	D-s2, d2 A2-s1, d0	
8)	Porrastasanteet ja -syöksyt	-	A2-s1, d0	Vähiästen osien pintaluokka B-s1, d0
9)	Portaiden yläpinnat Porrastasanteiden yläpinnat Portaiden etupinnat Porrastasanteiden etupinnat	-	D _{fl} -s1 D _{fl} -s1 B-s1, d0 B-s1, d0	
Muut palotekniset vaatimukset				
10)	Ulkoseinä EI 30 huonepaloa vastaan, kun toisen palo-osaston poistumisreitti kyseisen ulkoseinän ohi			
11)	Ikkuna osastoivassa seinässä EI 15 huonepaloa vastaan, kun H < 1400 mm ja poistuminen tapahtuu ikkunan ohi			
12)	- Ovi osastoivassa seinässä EI 15 - Oven tulee olla, pois lukien asuinhuoneiston kerrostas-ovi, itsestään sulkeutuva ja salpautuva - Oven tulee avautua poistumissuuntaan, kun ovi on asuinhuoneiston kerrostas-ovi tai oven kautta poistuu yli 60 henkilöä			

= Rakennuksen ulkoverhouksen ulkopinnan mukaan.

Parvekkeelle on myös asetettu paloteknisiä vaatimuksia enintään 2-kerroksisessa P2-paloluokan rakennuksessa. Vaatimukset koskevat myös varatieparvekkeita. Yleisinä vaatimuksina on kanta-ville rakennusosille määrätty vaatimus R15 sekä parvekelaatan osastoivuudelle vaatimus EI0. Alla olevan taulukkoon (taulukko 7.) on koottu palotekniset vaatimukset parvekkeelle koskien enintään 2-kerroksista P2-paloluokan rakennusta. (5, s. 70.)

TAULUKKO 7. Palotekniset vaatimukset parvekkeelle P2-paloluokassa (5, s.70.)

Yleiset vaatimukset				
- Parvekkeen kantavat rakennusosat R 15				
- Parvekelaatan osastoivuus EI 0				
Nro	Rakennusosa	Suojaverhouk	Pintaluokka	Huomioitavaa
1)	Lattiat (alin parveke)	-	-	
2)	Laatan alapinta (alin parveke)	-	D-s2, d2	
3)	Lattiat (alimman yläpuolella oleva parveke)	-	-	
4)	Katot	-	#	
5)	Seinät ja seinämäiset rakennusosat Tuuletetun ulkoverhouksen taustapinta (tuuletusvälin ulkopinta) Ulkoverhouksen kiinnityskoolaus	-	# # D-s2, d2	Ks. kuva 46
6)	Ulkoseinän rungon ulkopinta (tuuletusvälin sisäpinta)	-	D-s2, d2	Hoitolaitoksessa B-s1, d0
7)	Pilarit ja palkit	-	#	

#=Rakennuksen ulkoverhouksen ulkopinnan mukaan.

4 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli selvittää vaadittavat ominaisuudet luhtitalon rakenteille ja materiaaleille, jotta saavutetaan haluttu P2-paloluokka. Työssä käytiin läpi vaatimukset luhtitalon oleellisimmille rakennusosille ja siinä keskityttiin tutkimaan enintään 2-kerroksisen luhtitalon rakenteita. Teoriaa on kuitenkin kasattu koskemaan laajemmin P2-paloluokkaa. Rakennusosien tarkastelussa käytiin vaatimuksia läpi Kastellin vakiorakenteille ja rajattiin tarkastelu koskemaan enintään 2-kerroksista luhtitaloa. Toimivuutta tarkasteltiin mitoitusohjelman avulla.

Oleellisin muutos siirryttäessä paloluokasta P3 luokkaan P2, liittyy kantavien rakenteiden vaatimuksiin. Osa vakiorakenteista toimii ilman muutoksia P2-paloluokassa, mutta joidenkin rakennusosien kohdalla vaadittiin jonkin verran muutoksia rakenteille. Tarkastelussa väli- ja yläpohjalle vaadittiin eniten muutoksia, kun niitä peilattiin Kastellilla yleisesti käytössä oleviin rakenteisiin. Välipohjassa tulisi lisätä eristepaksuutta ja muuttaa sisäkaton levytystä täyttämään välipohjalle asetetut vaatimukset. Yläpohjan tarkastelussa todettiin, ettei NR-ristikko toimi palotilanteessa. Tällöin tulisi käyttää, joko paloristikkoa tai mitoittaa ristikon alaparrat toimivaksi palotilanteessa. Kaikissa työssä mukana olleissa rakenteissa oli käytetty kivivillaa ja tarkastelu keskittyy sen ympärille. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi lasivillaa käytettäessä rakenteita täytyy tarkastella uudelleen, jotta se täyttäisi vaaditut luokkavaatimukset. Muutoinkin käytetyillä materiaaleilla voi olla vaikutusta rakenteen paloteknisten vaatimusten täyttymiseen, joten työssä rakenteille käyty tarkastelu on vain suuntaa antava.

P2-paloluokan luhtitalon paloteknistä suunnittelua helpottaa usean rakenteen hyödynnettävyys sellaisenaan luhtitalossa. Saatu tieto ei ole yleistettävissä kaikkiin luhtitaloihin, sillä työn käsittelyosa käsitteli 1–2-kerroksista luhtitaloa. Näin ollen esimerkiksi kerroslukumäärän kasvaessa rakennukseen kohdistuu erilaisia vaatimuksia. Paloteknistä tarkastelua tehdessä kohteet tulee aina tarkastella tapauskohtaisesti.

LÄHTEET

1. Kastelli-talot Oy 2022. Hakupäivä 12.12.2022.
<https://www.kastelli.fi/fi/siksi-kastelli/luotettava-markkinajohtaja/>.
2. 28.11.2017/848. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Hakupäivä 18.01.2023.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848>.
3. 5.2.1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Hakupäivä 10.02.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>.
4. RT 103131 2019. Rakennuksen paloluokan määrittäminen ja keskeiset palotekniset vaatimukset. Rakennustieto Oy. Vaatii lisenssin.
5. Puuinfo. Paloturvallinen puutalo – Asuin- ja toimitilarakentaminen 2021. Hakupäivä 18.01.2023. Puuinfo Oy. <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/paloturvallinen-puutalo-asuin-ja-toimitilarakentaminen/>.
6. RT 103311 2020. YMa rakennusten paloturvallisuudesta. Suomen säädöskokoelma 848/2017. Rakennustieto Oy. Vaatii lisenssin.
7. 927/2020. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta. Hakupäivä 10.02.2023. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200927>.
8. Kastelli-talot Oy 2023. Suunnitteluohje. Sisäinen lähde.
9. RIL 205-2-2019. Puurakenteiden palomitoitus, eurokoodi EN 1995-1-2. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry 2019.

10. Puuinfo. Palonkestävä NR-yläpohja. Hakupäivä 21.03.2023. <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/tekniset-tiedotteet/palonkestava-nr-ylapohja/>.

11. Kastelli-talot Oy 2023. Rakennekirjasto. Sisäinen lähde.