

PALOTURVALLINEN PUUTALO

Asuin- ja toimitilarakentaminen

2021

PUUINFO



TURVALLISESTI PUUSTA

Paloturvallinen puutalo – Asuin- ja toimitilarakentaminen -ohje perustuu 1.1.2018 voimaan astuneeseen ympäristöministeriön asetukseen 848/2017 rakennusten paloturvallisuudesta. Tämä on ohjeen toinen painos, johon on päivitetty 1.1.2021 voimaan astuneessa ympäristöministeriön asetuksessa 927/2020 esitetyt muutokset.

Tämän teoksen tarkoitus on antaa käytännönläheisiä ohjeita paloturvallisen puurakennuksen suunnitteluun ja havainnollistaa puun käyttöön liittyviä säädöksiä. Ohjeessa käsitellään pääasiassa puurunkoisia asuin- ja toimitilarakennuksia. Ohjetta on suositeltavaa lukea rinnan rakennusten paloturvallisuutta koskevien asetusten kanssa. Suositeltavaa on myös tarkastella asetuksiin liittyviä ympäristöministeriön laatimia perustelumuistioita.

Tämän teoksen käsikirjoituksen on laatinut rakennusinsinööri Tero Lahtela. Teoksen laatimista ovat ohjanneet Esko Mikkola (KK-Palokonsultti Oy) ja alan teollisuuden edustajista koottu ohjausryhmä. Työn on rahoittanut Suomen Metsäsäätiö. Tämän toisen painoksen päivitystyön ovat rahoittaneet Puutuoteteollisuus ry ja ympäristöministeriö.

Parhaat kiitokset kaikille hankkeeseen osallistuneille ja sitä edistäneille.

Helsingissä huhtikuussa 2021

Anu Turunen
projektipäällikkö, Puuinfo

Toinen painos

Julkaisija ja kustantaja Puuinfo Oy, Snellmaninkatu 13, 00170 Helsinki
p. 010 212 7670, info@puuinfo.fi

Käsikirjoitus ja piirrokset Insinööritoimisto Lahtela Oy

Taitto PunaMusta Oy

Painopaikka PunaMusta Oy

Kannen valokuva Metsä Wood

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	3
SISÄLTÖ	4
MÄÄRITTELYT	6
1. PALON KEHITTYMINEN SISÄTILASSA	7
1.1 SPRINKLAAMATON HUONEISTO	7
1.2 SPRINKLAAMATON KOKOONTUMISTILA	7
1.3 SPRINKLATTU HUONEISTO	7
1.4 SPRINKLAUKSEN LUOTETTAVUUS	7
1.5 STANDARDIPALOKÄYRÄ	8
2. RAKENNUKSEN PALOTURVALLISUUDEN OSOITTAMINEN	9
2.1 RAKENNUKSEN PALOLUOKAT JA OLENNAISET VAATIMUKSET	9
2.2 RAKENNUSOSAN KANTAVUUDEN JA OSASTOIVUUDEN OSOITTAMINEN	9
3. RAKENNUKSEN PALOTURVALLISUUDEN SUUNNITTELU	12
3.1 PALOKUORMA JA PALOKUORMARYHMÄT	12
3.2 RAKENNUKSEN KERROSMÄÄRÄ JA KORKEUS	12
3.2.1 Kerrosmäärä	12
3.2.2 Rakennuksen korkeus	12
3.3 TAULUKKOMITOITUS	13
3.3.1 Tyypillisten puurunkoisten rakennusten palotekniset vaatimukset	13
3.4 TOIMINNALLINEN PALOMITOITUS	13
3.4.1 Vaatimukset	13
3.4.2 Toiminnallisen palomitoituksen suunnitteluprosessi	13
3.4.3 Tehtäväjako suunnitteluprosessissa	14
3.4.4 Viranomaishyväksynät	14
3.4.5 Milloin toiminnallista palomitoitusta käytetään	14
4. RAKENNUSTARVIKKEIDEN JA PINTOJEN LUOKITUS	23
4.1 EUROOPPALAINEN RAKENNUSTARVIKKEEN LUOKITUS	23
4.2 RAKENNUSTARVIKKEEN LUOKKA	23
4.3 PINTALUOKKA	23
4.4 PUURITILÄN PINTALUOKKA	23
5. SUOJAVERHOUS	34
5.1 SUOJAVERHOUKSEN OMINAISUUDET	34
5.2 SUOJAVERHOUSTEN TOTEUTTAMINEN	34
5.3 SUOJAVERHOUSVAATIMUKSET P2-PALOLUOKAN RAKENNUKSESSA	34
6. PALON LEVIÄMISEN ESTÄMINEN	40
6.1 OSASTOIVAT RAKENNUSOSAT	40
6.1.1 Osastoivuuden määrittäminen	40
6.1.2 Osastointiperiaatteen vaikutus vaakarakenteisiin	40
6.1.3 Ulkovaipan rungon palomitoitus	40
6.1.4 Osastoinnin toteuttamisen periaatteet	41
6.1.5 Palomuuuri	41

6.2	PALOKATKOT	41
6.2.1	Onteloiden palokatkat	41
6.2.2	Ehdot puujulkisivun käytölle P2-paloluokassa	41
6.2.3	Puujulkisivun palokatkat	41
6.2.4	Paloräystäs	42
6.2.5	Talotekniikan läpivientien palokatkat	42
7.	ULOSKÄYTVIEN PALOTEKNINEN SUUNNITTELU	59
7.1	ULOSKÄYTVÄT	59
7.1.1	Porrashuone	59
7.1.2	Avoin luhtikäytävä	59
7.1.3	Varatienä toimiva parveke	59
8.	PUURAKENTEINEN LISÄKERROS	74
9.	AKTIIVINEN PALOTURVALLISUUDEN PARANTAMINEN	78
9.1	PALOVAROITIN	78
9.2	PALOILMOITIN JA AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN	78
9.3	SPRINKLERIJÄRJESTELMÄT	79
9.3.1	Historia	79
9.3.2	Sprinklerisuuttimet	79
9.3.3	Perinteinen sprinklerijärjestelmä	79
9.3.4	Vesisumuspinkleri	79
9.3.5	Sprinkleristandardit	80
9.3.6	Sprinklerisuunnittelu	80
10.	PUURAKENTEIDEN PALOMITOITUS	83
10.1	PUUN HIILTYMINEN	83
10.1.1	Liimatun puutuotteen hiiltyminen	83
10.2	PUURAKENTEIDEN PALOMITOITUSPERIAATTEET	83
10.2.1	Palosuojaamaton puurakenne	83
10.2.2	Puurakenne palosuojattu koko vaaditun palonkestoajan	83
10.2.3	Puurakenne palosuojattu osaksi vaaditusta palonkestoajasta	84
10.3	STABILITEETTI PALOTILANTEESSA	88
10.4	PUURAKENTEEN KÄYTTÄYTYMINEN PALOSSA	93
10.5	CLT-LEVYN PALOMITOITUS	94
10.6	LIITOSTEN PALOMITOITTAMINEN	95
11.	TALOTEKNISET ERITYISKYSYMYKSET	96
11.1	LVIS-HORMIEN SIIJOITTAMINEN	96
11.2	KESKITETTY ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ	96
11.3	HUONEISTOKOHTAINEN ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ	96
11.4	ILMANVAIHTOKONEHUONEEN PALOTEKNIikka	96
11.5	VAAKARAKENTEIDEN ONTELUIDEN PALOTEKNIikka	96

MÄÄRITTELYT

Seuraavassa esitetään tässä teoksessa esiintyviä keskeisiä käsitteitä.

ASUINKERROSTALO

Vähintään 2-kerroksinen asuinrakennus, jossa vierekkäiset ja päällekkäiset asumiskäyttöön tarkoitetut tilat kuuluvat eri palo-osastoihin.

PIENTALO

1...4-kerroksinen asuinrakennus, jossa vierekkäiset ja päällekkäiset asumiskäyttöön tarkoitetut tilat kuuluvat samaan palo-osastoon (huoneisto). Yli 2-kerroksisella pientalolla tarkoitetaan kaupunkipientaloa.

RIVITALO

1...4-kerroksinen asuinrakennus, jossa vierekkäiset asumiskäyttöön tarkoitetut tilat kuuluvat eri palo-osastoihin ja päällekkäiset asumiskäyttöön tarkoitetut tilat kuuluvat samaan palo-osastoon (huoneisto). Yli 2-kerroksisella rivitalolla tarkoitetaan kaupunkirivitaloa.

IRTAINVARASTO

Varastotila, jossa säilytetään irtaimistoa (esim. autonrenkaita, huonekaluja, vaatteita).

KÄYTTÖULLAKKO

Ullakolla oleva tila, joka on suunniteltu asuinrakennuksen irtaimiston säilyttämiseen ja pyykin kuivaukseen.

KELLARI

Tila, joka on kokonaan tai pääasiallisesti maanpinnan alapuolella. Kellariksi määritellään myös tila, jonka tilavuudesta > 50 % on maanpinnan alapuolella. Rakennuksen pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisia tiloja voi sijaita myös kellarissa.

KERROS

Tila, joka on kokonaan tai pääasiallisesti maanpinnan yläpuolella. Kerrokseksi määritellään myös tila, jonka tilavuudesta ≤ 50 % on maanpinnan alapuolella. Rakennuksen pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaiset tilat sijaitsevat kerroksessa.

PALOKUORMA

Kaikki palotilassa oleva palava materiaali ja siitä vapautuva lämpöenergian määrä materiaalin palaessa täydellisesti. Siihen luetaan kantavat, runkoa jäykistävät, osastovat ja muut rakennusosat sekä irtaimisto.

PALO-OSASTO

Rakennuksen sisäpuolinen tila, josta palon leviäminen on määrätyn ajan estetty osastoivin rakennusosin tai muulla tehokkaalla tavalla.

PALOMUURI

Seinä, joka määrätyn ajan estää palon leviämisen sen toiselle puolelle ja kestää siihen liittyvän rakennuksen tai sen osan sortumisen ja sortumisesta aiheutuvat iskut (merkinnässä M=iskunkestävyys).

PINTA

Seinän, sisäkaton ja lattian pintaosa, jonka ominaisuuksilla on merkitystä palon syttymiselle ja leviämiselle.

TARVIKE

Rakentamisessa käytettävä rakennustuote, materiaali tai komponentti.

RAKENNUSOSA

Kiinteä osa tai osakokonaisuus, joka voi koostua yhdestä tai useammasta tuotteesta (esim. seinä, välipohja, pilari, ovi, läpivienti).

PALONKESTÄVYYS

Rakennusosan kyky täyttää määrätyn ajan kantavuusvaatimus (R) ja/tai osastoivuusvaatimus (EI) määritellyn kuormituksen ja paloaltistuksen vallitessa.

SUOJAJERHOUS

Rakennustuote tai useamman rakennustuotteen muodostama kokonaisuus, joka määrätyn ajan suojaa verhouksen takana olevan tarvikkeen syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta palon aiheuttamalta vaurioitumiselta.

PALOSUOJAUS

Rakennustuote tai useamman rakennustuotteen muodostama kokonaisuus, jota käytetään suojaamaan rakennusosaa palolta, kun määritetään rakennusosan palonkestävyyttä.

ULOSKÄYTÄVÄ

Poistumisalueelta suoraan ulos johtava ovi tai rakennuksessa tai sen ulkopuolella oleva tila, jonka kautta turvallinen poistuminen on palon sattuessa mahdollista maan pinnalle tai muulle turvalliselle paikalle.

VARATIE

Uloskäytävää vaikeakulkuisempi reitti, jota pitkin on mahdollisuus päästä turvaan palolta. Varatienä voidaan pitää tarkoituksenmukaisesti sijoitettua parvekettä tai ikkuna-aukkoa, joiden kautta pelastautuminen on mahdollista joko pelastamistimenpitein tai kiinteitä tikkaita pitkin taikka muita sopivia rakennusosia hyväksi käyttäen maanpinnalle tai muulle palon sattuessa turvalliselle paikalle.

ULLAKKO

Yläpohjan ja vesikaton välinen tila, joka on pääasiallisesti julkisivun ja vesikaton leikkauslinjan tasoa ylempänä. Ullakko on pääasiallisesti kerroksen yläpuolella ja ullakolla on mahdollista päästä kulkemaan esimerkiksi huoltotehtäviä varten.

YLÄPOHJAN ONTELO

Yläpohjan ja vesikaton välinen tila, joka ei täytä ullakon määritelmää. Yläpohjan ontelossa ei ole mahdollista päästä kulkemaan.

YLÄPOHJAN YLÄPINTA

Lämpöeristetyssä rakennuksessa yläpohjan yläpinta on yläpohjan lämmöneristeen yläpinta. Lämpöeristämättömässä rakennuksessa yläpohjan yläpinta on vesikaton yläpinta.

RÄYSTÄS

Rakennusosa, jonka ulottuvuus ulkoseinän ulkopinnasta ≤ 1200 mm.

KATOS

Rakennusosa, jonka ulottuvuus ulkoseinän ulkopinnasta > 1200 mm.

1 PALON KEHITTYMINEN SISÄTILASSA

1.1 SPRINKLAAMATON HUONEISTO

Sprinklaamattoman asuinhuoneiston palo on hyvin nopeasti kehittynyt tapahtuma. Suhteellisen pienessä suljetussa tilassa palo pääsee vapaasti kehittymään muutamassa minuutissa lieskahduspisteeseen, jolloin kaikki tilassa oleva palava materiaali syttyy. Tämä voi tapahtua 3...4 minuutissa liekehtivän palon alkamisesta, jolloin lämpötila on noussut yli 500 °C:een ja savukaasut ovat täyttäneet koko tilan. Tällöin tilassa ei ole enää minkäänlaisia elinmahdollisuuksia. Usein savukaasujen hengittäminen voi johtaa menehtymiseen jo ennen lieskahdusvaihetta (mm. kytevä palo sängyssä tai pehmustetuissa huonekaluissa). Tästä syystä palavasta huoneistosta tulee poistua välittömästi. Aikaa tähän on tavallisesti 1...2 minuuttia.

Usein jo ennen pelastuslaitoksen väliintuloa palo kehittyy vapaasti täyteen mittaansa, lämpötilan ollessa noin 1000 °C. Mikäli paloa ei saada hallintaan, saattaa ikkunoita rikkoutua, jolloin palo saa lisää happea ja leviää rikkoutuneen ikkunan kautta julkisivulle. Ikkunasta ulos tulevat liekit ovat tavallisesti niin suuria, että ne saattavat rikkoa yläpuolella olevan huoneiston ikkunan, jolloin palo saattaa levitä ylempään huoneistoon. Tilastojen mukaan tällaiset tapahtumat ovat kuitenkin suhteellisen harvinaisia. Vastaavasti ylimmän kerroksen tapauksessa palo saattaa levitä rikkoutuneen ikkunan kautta kattorakenteisiin ja ullakolle. Palon jäähtymisvaihe alkaa vasta, kun tilassa oleva palokuorma on palanut loppuun tai pelastuslaitos alkaa sammuttamaan paloa.

Huoneistopalo sprinklaamattomassa rakennuksessa johtaa yleensä massiiviseen korjaamiseen. Palon aiheuttamia vaurioita saattaa olla kohdehuoneiston lisäksi myös julkisivulla. Porraskäytävä täyttyy usein kokonaan savulla, koska palavan asunnon porraskäytävään johtava ovi jätetään paniikinomaisessa poistumistilanteessa tavallisesti auki. Savuvahinkoja voidaan joutua korjaamaan porraskäytävän lisäksi kaikista porraskäytävään rajoituvista asunnoista. Pelastuslaitoksen käyttämä suuri vesimäärä aiheuttaa myös omat korjaustoimenpiteet kiinteistöön.

1.2 SPRINKLAAMATON KOKOONTUMISTILA

Sprinklaamattomassa kokoontumistilassa (paloluokasta riippuva osastokoko esim. 400...2400 m²) palon kehittyminen on oleellisesti tyypillistä asuinhuoneistopaloa hitaampi. Tällaisessa suuressa tilassa palon kehittyminen on aluksi paikallista paloalueen läheisyydessä tapahtuvaa lämpötilan nousua. Liekehtivä palo voi pysyä paikallisena tai alkaa leviämään tilan geometriasta, pintamateriaaleista ja sisustuksesta riippuen. Suuressa osassa tilaa lämpötilat pysyvät yleensä kuitenkin varsin kohtuullisina poistumiseen tarvittavan ajan. Savukaasujen leviäminen alkaa alkupalosta ja vaikutukset poistumisturvallisuuteen riippuvat erityisesti palavien kohneiden savantuotosta sekä rakennuksen korkeudesta.

1.3 SPRINKLATTU HUONEISTO

Sprinklauksen avulla asuinhuoneistopalo saadaan hallintaan jo ensimmäisten minuuttien aikana, jolloin henkilövahingoilta ja suurilta omaisuusvahingoilta voidaan tavallisesti välttyä. Sprinkleri laukeaa paloalueella 1...2 minuutin kuluttua palon syttymisestä ja se alkaa välittömästi rajaamaan palon leviämistä sekä estämään lieskahduksen muodostumista. Tavallisesti yli 95 prosenttia asuinhuoneistopaloista saadaan hallintaan 1...2 suuttimen laukeamisella. Sprinklatussa asuinhuoneistossa palo ei pääse kehittymään täyteen mittakaavaan, koska palokuorma ei syty kokonaisuudessaan ja sprinklaus jäähdyttää alkanutta paloa tai sammuttaa sen kokonaan. Palotilanteen lämpötila käy paloalueen kohdalla hetkellisesti 600...800 °C:ssa, jonka jälkeen alkaa jäähtymisvaihe. Paloalueen ulkopuolella lämpötila on merkittävästi edellä mainittua pienempi johtuen sprinklauksen paloa rajoittavasta toiminnasta.

Palon hallinta sen alkuvaiheessa estää massiiviset savu- ja palovahingot niin palon kohteena olevassa tilassa kuin tämän viereisissä tiloissa. Palotapahtuman jälkeiset korjaustoimenpiteet pysyvät paikallisina ja kohdistuvat pääasiassa sprinklerin käyttämän sammutusveden aiheuttamiin korjaustoimenpiteisiin. Sammutusveden määrä on riippuvainen käytettävästä sprinklerijärjestelmästä ja sprinklausluokasta. Esimerkiksi korkeapainepainesumuspinklerin laukeaminen tuo vettä tilaan 0,6...2,0 l/m²/min (n. 12...40 % perinteiseen sprinkleriin verrattuna). Sammutusvesien määrää arvioitaessa tulee muistaa myös, että sprinklatussa tilassa pelastuslaitoksen ei yleensä tarvitse käyttää sammutukseen suurta vesimäärää.

1.4 SPRINKLAUKSEN LUOTETTAVUUS

Kansainvälisten tutkimusten ja vertailujen perusteella voidaan todeta, että ohjeisiin tai määräyksiin on hyvin vähän määritetty varsinaisia kvantitatiivisia vaatimusarvoja sprinklerin luotettavuudelle. Sprinklerilaitteistojen luotettavuus perustuu suunnitteluohjeiden noudattamiseen, komponenttien vaatimustenmukaisuuteen ja huollon säännöllisyyteen.

Olemassa olevien tilastojen ja tutkimustulosten mukaan sprinklerilaitteiston luotettavuusarvioksi on nykyisin saatu 98,1 %. Tutkimusten mukaan nykyaikaisemmat laitteistot toimivat luotettavammin kuin vanhat laitteistot. Tämän positiivisen kehityksen taustalla on ollut tietotaidon lisääntyminen suunnittelussa, komponenttien luotettavuuden kehittyminen ja ihmisen virhetoiminnan vähentäminen (huolto).

PALON KEHITTYMINEN SISÄTILASSA

1.5 STANDARDIPALOKÄYRÄ

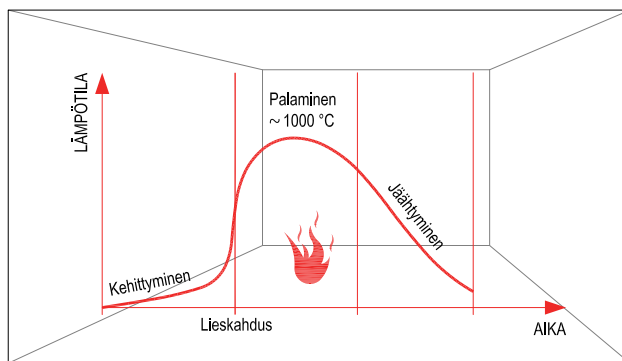
Rakenteiden palomitoituksen perustana toimii standardin ISO 834 mukainen palokäyrä. Tästä käytetään tavallisesti nimitystä standardipalokäyrä, joka kuvaa lämpötilan nousua ajan funktiona tilassa, jossa palo sijaitsee (palotila). Standardipalokäyrän yhtälö on vuodelta 1918 ja se perustuu noihin aikoihin tehtyihin polttokokeisiin. Todellisista palotilan lämpötilakäyristä poiketen standardipalokäyrän lämpötilan nousunopeus on suhteellisen hidas ja käyrä ei ota lainkaan huomioon palokuorman palamista loppuun ja tästä seuraavaa palotilan jäähtymistä.

Standardipalokäyrä on kehitetty rakenteiden paloluokittelua varten ja se on edelleen perustana myös eurokoodin mukaisille palomitoitusmenetelmille. Todellinen palotilan lämpötilakäyrä on hyvin tapauskohtainen, koska siihen vaikuttavat esimerkiksi tilan koko, muoto, palokuorma, lasipintojen määrä sekä sammutuslaitteistot. Standardipalokäyrän ideana on, että se kuvaa perustapausten palotapahtumaa kattaa erilaiset perusmuuttujat palotilassa ja samalla mahdollistaa rakenteiden paloturvallisuussuunnittelun yksinkertaistamisen niin kutsutuksi taulukkomitoitukseksi.

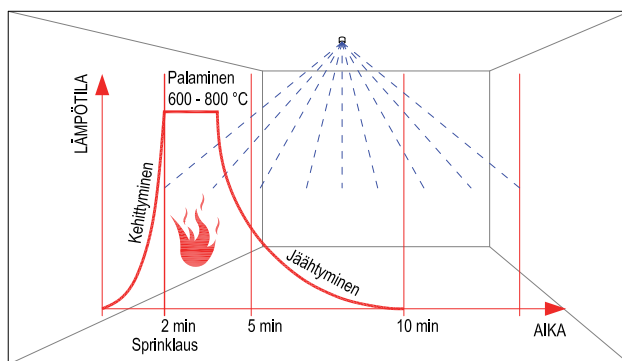
Standardipalokäyrään perustuva taulukkomitoitus toimii suhteellisen hyvin asuntorakentamisen kaltaisessa rakentamisessa, jossa tilat ovat suhteellisen pieniä ja samankaltaisia. Standardipalokäyrä kuvaa melko hyvin asunnon lämpötilan kehitystä 60 minuutin aikana, jolle ajalle kantavien ja osastoivien rakennusosien palonkestävyys tavallisesti mitoitetaan esimerkiksi kerrostalossa. Rakennuskustannusten näkökulmasta joissakin tapauksissa saattaa olla taloudellisempaa suunnitella rakennuksen paloturvallisuus toiminnallista palomitoitusta hyödyntäen. Erityisesti tämä korostuu kokoontumis- ja liiketiloissa. Toiminnallisesta palomitoituksesta on kerrottu tarkemmin kohdassa 3.4.



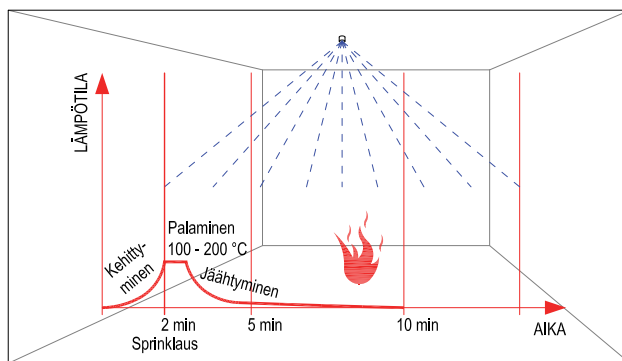
Kuva 1. Ikkunasta ulos tulevat liekit yltävät helposti yläpuolella olevan asunnon ikkunaan. Kuva: Pekka Nurro



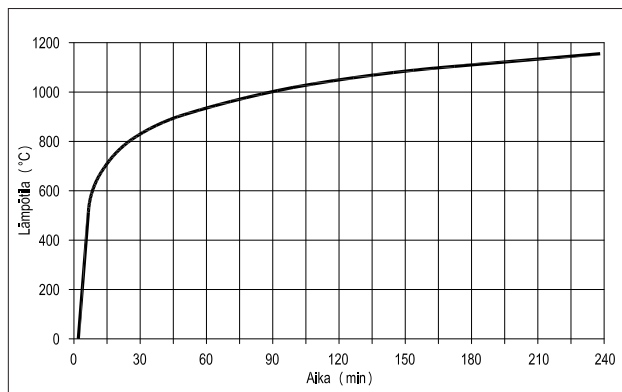
Kuva 2. Palon kehittymisen yleiskuvaus sprinklaamattomassa asuinhuoneistossa.



Kuva 3. Palon kehittymisen yleiskuvaus sprinklatussa asuinhuoneistossa paloalueen kohdalta tarkasteltuna.



Kuva 4. Palon kehittymisen yleiskuvaus sprinklatussa asuinhuoneistossa paloalueen ulkopuolelta tarkasteltuna.



Kuva 5. Standardipalokäyrä.

2 RAKENNUKSEN PALOTURVALLISUUDEN OSOITTAMINEN

2.1 RAKENNUKSEN PALOLUOKAT JA OLENNAISET VAATIMUKSET

Rakennukset jaetaan neljään paloluokkaan P0, P1, P2 ja P3 (taulukko 1). Paloluokkia P1, P2 ja P3 käytetään, kun rakennus suunnitellaan noudattaen palomääräysten paloluokkia ja lukuarvoja (taulukkomitoitus). Paloluokkaa P0 käytetään, kun rakennus suunnitellaan osin tai kokonaan perustuen oletettuun palonkehitykseen, joka kattaa kyseisessä rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät palotilanteet (toiminnallinen palomitoitus). Rakennus kuuluu P0-paloluokkaan esimerkiksi silloin, kun poistumisturvallisuus tai rakenteiden palonkestävyys perustuu toiminnalliseen palomitoitukseen. Rakennus ei kuulu P0-paloluokkaan, kun kokonaisuuden kannalta vähäistä poikkeamaa taulukkomitoituksen luokista ja lukuarvoista perustellaan toiminnallisella palomitoituksella. Rakennuksen eri osat voivat kuulua eri paloluokkiin, mikäli palon leviäminen osasta toiseen on estetty palomuurilla.

Rakennuksen paloturvallisuuden kannalta olennaiset vaatimukset on esitetty taulukossa 2. Olennaisten vaatimusten katsotaan täyttyvän aina, kun rakennus suunnitellaan palomääräysten taulukkomitoituksella. Toiminnallista palomitoitusta käytettäessä olennaisten vaatimusten täyttyminen osoitetaan tapauskohtaisesti ottaen huomioon rakennuksen ominaisuudet ja käyttö. Rakennuksen rungon paloteknisessä suunnittelussa tärkeimpinä tekijöinä ovat kantavan rungon ja osastovien rakennusosien palonkestävyys. Nämä kaksi tekijää määrittelevät hyvin pitkälle millaisia rakennustyyppisiä ja liittymädetaljeja rakennuksessa voidaan ja on järkevää käyttää.

2.2 RAKENNUSOSAN KANTAVUUDEN JA OSASTOIVUUDEN OSOITTAMINEN

Kantavat ja osastoviat rakennusosat tulee suunnitella REI-luokkavaatimusten (kuva 6) mukaisiksi käyttäen standardipalokäyrän esittämää palotilannetta. Rakennuksen kantavan rungon rakennusmateriaali ei vaikuta palotilanteen perusvaatimuksiin kantavuuden ja osastoivuuden näkökulmasta. Esimerkiksi 3...8-kerroksisessa asuinkerrostalossa kantavien ja osastovien rakennusosien palonkestävyysvaatimukset ovat samanlaiset niin puu- kuin betonirunkoisessa talossa.

Rakennusosan palotilanteen kantavuus voidaan osoittaa laskennallisesti eurokoodi 5:ssä esitetyillä laskentamenetelmillä. Eurokoodi 5 sisältää menetelmät palosuojamattomien ja palosuojattujen rakennusosien tarkasteluun. Vaihtoehtoisesti palotilanteen kantavuus voidaan osoittaa standardin mukaisella polttokokeella. Tämä menetelmä on suositeltava, jos kysymyksessä on sarjatuotannolla tuotettava vakiorakennusosa tai rakennusosa on useista osista koostuva monimutkainen kokonaisuus. Polttokokeella päästään yleensä tarkempaan lopputulokseen ja tätä kautta myös kokonaistaloudellisempaan lopputulokseen. Hyväksyttävä kantavuuden osoittamismenetelmä on myös polttoputosten ja laskennallisten tulosten yhdistämisen avulla saatu lopputulos.

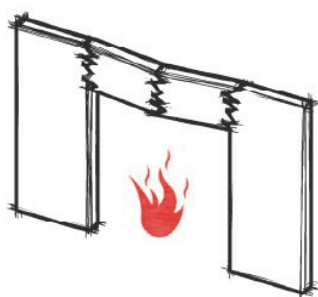
Seinän osastoivuus voidaan osoittaa eurokoodi 5:ssä esitetyillä laskentamenetelmillä. Tavallisesti rakennusosan osastoivuus joudutaan osoittamaan standardin mukaisella polttokokeella, koska osastoivuuden laskentamenetelmät ovat tällä hetkellä niin rajallisia. Rakennustuotteiden valmistajat ovat tehneet vuosien saatossa suuren määrän polttokokeita erilaisille rakennusosille, joten rakennusosien osastoivuudesta on hyvin tietoa saatavilla erilaisista käsikirjoista.

RAKENNUKSEN PALOTURVALLISUUDEN OSOITTAMINEN

Taulukko 1. Paloluokat.		
Paloluokka	Kuvaus	Tyypillisiä rakennuskohteita
P0	Toiminnallisen palomitoituksen mukaan (henkilömäärää ja palokuormaa koskevat tiedot ilmoitettava)	- Yli 28 m korkea asuinrakennus - Yli 28 m korkea työpaikkarakennus
P1	- Rakennuksen kantavien rakenteiden oletetaan kestävän sortumatta palon ja jäähtymisvaiheen aikana ilman, että paloa sammutetaan (yleensä yli 2-kerroksisessa rakennuksessa) - Rakennuksen kokoa ja henkilömäärää ei ole rajoitettu	Rakennukset, jotka eivät ole sallittuja paloluokissa P2 ja P3
P2	- Rakennuksen kantavien rakenteiden vaatimukset voivat olla P1-paloluokkaa lievemmat - Riittävä turvallisuustaso saavutetaan asettamalla vaatimuksia erityisesti pintaosien ominaisuuksille ja paloturvallisuutta parantaville laitteille - Rakennuksen kokoa ja henkilömäärää on rajoitettu käyttötarkoituksesta riippuen	- 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 liikeyrakennus 1-kerroksinen tuotanto- ja varastorakennus ¹⁾
P3	- 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	- 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 liikeyrakennus 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.

Taulukko 2. Olennaiset vaatimukset paloturvallisuuden suunnittelussa.		
Olennainen vaatimus	Pääasiallisia tekijöitä paloturvallisuuden suunnittelussa	
Kantavilla rakenteilla tulee olla vaadittu palonkestävyys	- Rakennuksen paloluokka - Palokuormaryhmä - Rakennusosien kantavuus R	
Palon ja savun kehittyminen ja leviäminen tulee olla rajoitettua	- Rakennuksen paloluokka - Palo-osaston koko - Rakennusosien osastoivuus EI - Sisäpuolisten pintojen luokka	- Julkisivun ja parvekkeiden pintojen luokka - Katteen luokka - Suojaverhous - Sprinklaus
Palon leviäminen viereisiin rakennuksiin tulee rajoittaa	- Suojaetäisyys viereisiin rakennuksiin - Julkisivun ja parvekkeiden pintojen luokka - Katteen luokka	- Palomuuuri - Ulkovaipan osastoivuus EI - Sprinklaus
Palotilanteessa henkilöiden tulee voida poistua rakennuksesta tai heidät tulee voida pelastaa muiden avustuksella	- Rakennuksen paloluokka - Henkilömäärä rakennuksessa - Rakennuksen pinta-ala - Rakennuksen korkeus - Poistumisteiden rakennusosien kantavuus R - Poistumisteiden rakennusosien osastoivuus EI - Poistumisteiden lukumäärä	- Varapoistumistie - Poistumisteiden mitat - Poistumisteiden pintojen luokka - Poistumisteiden merkinnät ja valaistus - Palovaroittimet - Paloilmaisimet - Savupoisto - Ovien avautumissuunnat - Sprinklaus
Pelastushenkilöstön turvallisuus tulee ottaa huomioon	- Rakennuksen paloluokka - Rakennusosien kantavuus R - Rakennusosien osastoivuus EI - Pelastustiet	- Sammutusreitit - Savunpoisto - Sprinklaus

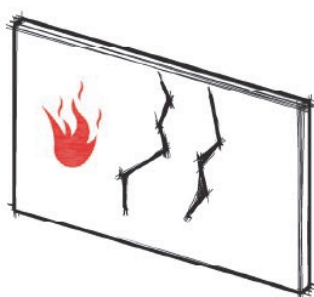


Kantavuus

R

Rakennusosan tulee säilyttää kantavuus vaaditun palonkestoajan

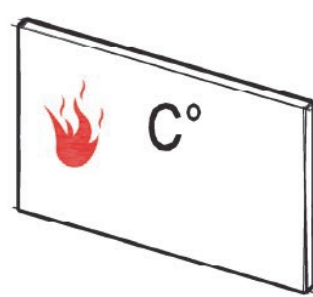
(koskee myös ei-kantavaa osastoivaa rakennusosaa)



Tiiviys

E

Rakennusosan tulee säilyttää savukaasu- ja lämpösäteilytiiviys vaaditun palonkestoajan



Eristävyys

I

Rakennusosan tulee säilyttää lämmöneristävyys vaaditun palonkestoajan



Osastoivaksi rakennusosaksi voidaan hyväksyä myös rakennusosa, joka kokonaan tai joltain osin täyttää vaatimukset vain tiiviyn E osalta. Tällöin henkilöiden poistuminen ei saa vaarantua eikä palo leviä toiseen palo-osastoon vaaditun palonkestoajan kuluessa. Esimerkki tällaisesta osastoivasta rakennusosasta on E-luokan lasipalo-ovi, jolla on riittävä suojaetäisyys poistumisreittiin sekä syttyviin rakenteisiin ja irtaimistoon.

Kuva 6. Kantavan ja osastoivan rakennusosan palonkestävyyden perusvaatimukset.

3 RAKENNUKSEN PALOTURVALLISUUDEN SUUNNITTELU

3.1 PALOKUORMA JA PALOKUORMARYHMÄT

Palokuorma on vapautuva kokonaislämpömäärä, kun tilassa oleva aine palaa täydellisesti. Palokuormaan luetaan kantavat, runkoa jäykistävät, osastoivat ja muut rakennusosat sekä irtaimisto. Palokuorman tiheys ilmaistaan megajouleina lattia-m² kohden (MJ/m²).

Palokuorma määrittyy rakennuksen pääkäyttötarkoituksen mukaan. Jokaisen palo-osaston palokuorma voidaan määrittää erikseen ja mitoittaa kunkin palo-osaston rakenteet tämän mukaisesti. Palokuorma voidaan määrittää laskennallisesti standardeissa esitettyjen ohjeiden mukaan. Rakennuksen mahdolliset käyttötarkoitusten muutokset ja tätä kautta palokuorman mahdolliset muutokset on perusteltua ottaa huomioon palokuormatarkasteluissa.

P0-paloluokassa (toiminnallinen palomitoitus) palokuorma tulee aina määrittää. Todellisen palonkehityksen simulointia varten jokaisen tarkasteltavan tilan palokuorman lisäksi tarvitaan tietoja myös muun muassa palokuorman sijainnista ja palamisominaisuuksista.

Palomääräysten taulukkomitoitusta käytettäessä palokuormaa ei tarvitse erikseen määrittää. Taulukkomitoituksessa P1-paloluokan rakennukset on jaettu erilaisiin palokuormaryhmiin käyttötarkoituksen perusteella (taulukko 3). Taulukkomitoitus tapahtuu P1-paloluokan rakennuksessa valitsemalla tarkasteltavan tilan palokuormaryhmä ja tämän jälkeen noudatetaan valitun palokuormaryhmän osoittamia taulukoita ja lukuarvoja. P2- ja P3-paloluokassa ei ole tilojen jaottelua palokuormaryhmiin.

Asuinrakennuksen irtainvarastoja sisältävä palo-osasto kuuluu palokuormaryhmään 600 MJ/m² – 1200 MJ/m². Yli 2-kerroksisessa P2-paloluokan puurunkoisessa asuinrakennuksessa tällaisen irtainvarastoja sisältävän palo-osaston rakennusosat suunnitellaan luokkiin R 90 ja EI 60 (kuva 7). Alle 2-kerroksisessa P2-paloluokan asuinrakennuksessa vastaavasti luokkaan REI 30.

Kaava 1

$$H = \frac{\sum H_i}{n}$$

H_i = nurkkapisteen korkeus
 n = nurkkien lukumäärä

Kaava 2

$$H = \frac{\sum A_i}{L}$$

A_i = julkisivun pinta-ala
 L = rakennuksen piiri

Käyttöullakko (irtaimiston säilyttämiseen ja pyykin kuivaukseen tarkoitettu tila 600 MJ/m² – 1200 MJ/m²) sallitaan vain asuinrakennuksessa, pois lukien yli 2-kerroksinen P2-paloluokan puurunkoinen asuinrakennus. Mikäli ullakon ja kerroksen välillä tulee olla osastoiva rakennusosa (kerrososastointi), määräytyy osastoivan rakennusosan luokkavaatimus kerroksen mukaan, vaikka kysymyksessä olisi käyttöullakko (600 MJ/m² – 1200 MJ/m²).

Palo-osastokooltaan enintään 300 m²:n myymälä kuuluu palokuormaryhmään < 600 MJ/m² ja palo-osastokooltaan yli 300 m²:n myymälä palokuormaryhmään 600 MJ/m² – 1200 MJ/m². Mikäli esimerkiksi yli 2-kerroksiseen P2-paloluokan asuinrakennukseen halutaan sijoittaa myymälä, tulee myymälän sisältävän palo-osaston rakenteet suunnitella luokkaan REI 60, kun palo-osaston koko on enintään 300 m². Vastaavasti palo-osastokooltaan yli 300 m²:n myymälän tapauksessa palo-osaston rakenteet tulee suunnitella vähintään A2-s1, d0-luokan tarvikkeista luokkiin R 90 ja EI 60 ja tällainen myymälä saa sijaita vain rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa (kuva 8).

3.2 RAKENNUKSEN KERROSMÄÄRÄ JA KORKEUS

3.2.1 Kerrosmäärä

Kerrosmäärällä tarkoitetaan rakennuksen pääkäyttötarkoituksen mukaisten maanpäällisten kerrosten lukumäärää. Esimerkiksi asuinrakennuksen katolla sijaitseva ilmanvaihdonkonehuone ei ole kerros, koska se ei ole rakennuksen pääkäyttötarkoituksen mukainen tila. Kerrosten lisäksi rakennuksessa voi olla kellari sekä käyttöullakko. Kellari voi olla kokonaan tai pääasiallisesti maan alla (ks. määrittelyt). Kerrosmäärä vaikuttaa rakennuksen paloluokkaan ja tätä kautta rakennuksen paloteknisiin vaatimuksiin kokonaisvaltaisesti (esimerkiksi kantavien ja jäykistävien rakenteiden luokkavaatimukset).

3.2.2 Rakennuksen korkeus

Rakennuksen korkeus mitataan maanpinnasta julkisivupinnan ja vesikatapinnan leikkauspisteeseen (kuva 11). Mikäli maanpinta ei ole tasainen, määritetään korkeus nurkkapisteen keskiarvona (kaava 1) tai julkisivujen pinta-alojen perusteella (kaava 2). Taulukoissa 4 ja 5 on esitetty esimerkkejä rakennuksen korkeuden määrittämisestä.

Rakennuksen korkeus vaikuttaa rakennuksen paloluokkaan ja tätä kautta rakennuksen paloteknisiin vaatimuksiin kokonaisvaltaisesti (esimerkiksi kantavien ja jäykistävien rakenteiden luokkavaatimukset).

Rakennuksen korkeus liittyy pelastuslaitoksen toimintamahdollisuuksiin. Pelastuskalustolla tulee yltää pelastustehtäviin varapoistumistien kohdalle (esim. parveke) ja sammutustehtäviin rakennuksen katolle. Pelastuskaluston ulottuvuuteen liittyvissä asioissa tulee olla yhteydessä paikalliseen pelastuslaitokseen.

3.3 TAULUKKOMITOITUS

3.3.1 Tyypillisten puurunkoisten rakennusten palotekniset vaatimukset

Puurunkoinen rakennus voidaan toteuttaa kaikissa paloluokissa. Taulukoissa 6, 7 ja 8 on esitetty tyypillisten puurunkoisten rakennusten paloteknisiä vaatimuksia palomääräysten taulukkomitoituksen mukaan. Taulukoihin kootut vaatimukset on esitetty rakennuksen puurungon suunnittelun näkökulmasta helpottamaan paloluokan ja rakennusmateriaalien valintaa. Puurungolla tarkoitetaan tässä tapauksessa

- puurankarunkoa
- CLT-levyrunkoa
- LVL-levyrunkoa
- hirsirunkoa.

P1-paloluokan rakennuksessa kerrosalaa, korkeutta ja henkilömäärää ei rajoiteta. Palomääräysten taulukkomitoituksen mukaan puurunkoisen rakennuksen voi toteuttaa P1-paloluokassa enintään 2-kerroksisena. Tällöin tulee kuitenkin huomioida ulkoiseinärakenteiden tarvikeluokkavaatimukset. Hoitolaitos ja majoitusrakennus voidaan toteuttaa P1-paloluokassa ainoastaan A2-s1, d0-luokan kantavaa runkoa käyttämällä. Mikäli yli 2-kerroksinen puurunkoinen rakennus halutaan toteuttaa P1-paloluokassa, tulee sen suunnittelu perustua oletettuun palonkehitykseen (toiminnallinen palomitoitus).

3.4 TOIMINNALLINEN PALOMITOITUS

3.4.1 Vaatimukset

Toiminnallinen palomitoitus on tasavertainen menetelmä palomääräysten taulukkomitoituksen rinnalla. Rakennuksen paloturvallisuusvaatimusten katsotaan täyttyvän, mikäli rakennus suunnitellaan perustuen oletettuun palonkehitykseen, joka kattaa kyseisessä rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät tilanteet. Vaatimusten täyttyminen todennetaan tapauskohtaisesti ottaen huomioon rakennuksen ominaisuudet ja käyttö.

Toiminnallisessa palomitoituksessa käytetään menetelmiä, joiden kelpoisuus on osoitettu. Eurooppalaisten (EN) ja kansainvälisten (ISO) standardien mukaisten koe- ja laskentamenetelmien voidaan olettaa täyttävän kelpoisuusvaatimukset, mikäli sovellus on kyseessä olevan menetelmän pätevyysalueella. Suunnittelun perusteet, käytetyt suunnittelumallit ja saadut tulokset on esitetävä rakennuslupamenettelyn yhteydessä.

Toiminnallisen palomitoituksen asiakirjat sisältävät muun muassa

- rakennuksen ja siinä olevien paloturvallisuuslaitteiden kuvauksen
- rakennuksen käytöstä koko sen elinkaaren aikana tehdyt oletukset
- pelastuslaitoksen toimintamahdollisuuksista tehdyt oletukset
- perusteet tarkastelun kohteiksi valituille palotilanteille
- vikaantumistarkastelut tarvittavassa laajuudessa perusteluineen
- rakennuksen käytön aikana edellytettävät huolto- ja kunnossapitotoimet

- käytettyjen menetelmien kuvauksen, joka sisältää laskenta- ja koemenetelmien soveltuvuuden rajoituksiineen sekä lähtötiedot ja tehdyt oletukset perusteluineen
- saadut tulokset herkkyyssanalyysiineen (aiheuttaako pieni muutos tehdyissä oletuksissa merkittävän muutoksen paloturvallisuudessa)
- hyväksymiskriteerit ja saatujen tulosten vertailu niihin
- sovellusalueiden yksilöinnin ja rajauksen, mikäli suunnittelussa on käytetty sekä taulukkomitoitusta että toiminnallista mitoitusta.

Toiminnallisen palomitoituksen dokumentointia tarvitaan

- rakennuslupakäsittelyä varten
- muiden suunnittelijoiden käyttöön
- rakennuttajan käyttöön
- urakoitsijan käyttöön
- rakennuksen omistajan/haltijan käyttöön.

3.4.2 Toiminnallisen palomitoituksen suunnitteluprosessi

Toiminnallinen palomitoitus on tiimityötä, jossa keskeisenä toimijana on palotekninen insinööri-toimisto. Toiminnallisen palomitoituksen suunnitteluprosessi sisältää seuraavat tekijät:

- Rakennuksen omistajan/haltijan/käyttäjän tavoitteet toiminnallisen palomitoituksen suhteen.
- Arkkitehtuurin ja rakennesuunnittelun reunaehdot.
- Palosuunnittelun reunaehdot.
- Viranomaisprosessista sopiminen.
- Rakennusvalvonnan antamat reunaehdot.
- Pelastuslaitoksen rooli.
- Kolmannen osapuolen tarkastuksen tarve ja rooli.
- Lähtöoletusten ja hyväksymiskriteerien hyväksyttäminen.
- Toiminnallisten analyysien tekeminen ja yhteistyö muiden suunnittelualojen kanssa.
- Analyysien ja johtopäätösten esittely viranomaisille.
- Mahdollisten täydentävien analyysien tekeminen.
- Lopulliset analyysiraportit ja tulosten keskeiset asiat palotekniseen suunnitelmaan.

3.4.3 Tehtäväjako suunnitteluprosessissa

Paloteknisen suunnittelijan taustalla toimivat rakennuksen muut suunnittelijat, rakennuttaja sekä viranomaiset. Tehtäväjako on pääpiirteittäin alla esitetyn kaltainen:

Rakennuttaja ja pääsuunnittelija

- asettavat päämäärän suunnittelulle
- tekevät lopulliset päätökset valinnoissa.

Arkkitehti, rakennesuunnittelija, palotekninen suunnittelija, muut suunnittelijat esittävät

- käytännön ratkaisut yhteistyönä
- toiminnallisen palosuunnittelun lähtöoletukset, hyväksymiskriteerit, analyysit ja niiden johtopäätökset.

Rakennusvalvonnan, pelastuslaitoksen ja mahdollisen kolmannen osapuolen tehtävät ovat seuraavat:

- Pelastuslaitos kommentoi.
- Kolmas osapuoli kommentoi prosessin eri vaiheissa ja antaa lausunnon.
- Rakennusvalvonta hyväksyy.

3.4.4 Viranomaishyväksynnät

Toiminnallisen palomitoituksen haasteena on hyväksymiskriteerien määrittely. Paloturvallisuuden osoittaminen laskelmilla tuottaa kaikissa erilaisissa rakennuksissa erilaiset tulokset. Tämä johtuu siitä, että toiminnallisessa palomitoituksessa paloturvallisuutta tutkitaan todellista palotapahtumaa simuloimalla. Tällöin muuttujia erilaisten rakennusten välillä on paljon, sillä rakennukset ovat erilaisia muun muassa arkkitehtuuriltaan, rakenteiltaan ja palokuormaltaan. Hyväksymiskriteerien määrittely on tällöin haasteellista, koska erilaisiin rakennuksiin ei ole olemassa yhtä hyväksymiskriteeriä.

Toiminnallisen palomitoituksen tulosten hyväksymisessä käytetään tavallisesti ns. vertailuperiaatetta. Käytännössä saatuja mitoitustuloksia verrataan vastaavan käyttötavan rakennukseen, jonka paloturvallisuus on suunniteltu rakentamismääräyskokoelman taulukkomitoituksella. Menetelmää on kuvattu teoksessa INSTA TS 950: Fire Safety Engineering — Comparative method to verify fire safety design in buildings (2014). Hyväksymiskriteerit on hyvä sopia viranomaisten kanssa jo toiminnallisen palomitoituksen prosessin alussa.

Toiminnallisen palomitoituksen tulosten hyväksymiskriteerit johdetaan kuitenkin aina seuraavista olennaisista vaatimuksista:

- Kantavilla rakenteilla tulee olla vaadittu palonkestävyys.
- Palon ja savun kehittyminen ja leviäminen tulee olla rajoitettua.
- Palon leviäminen viereisiin rakennuksiin tulee rajoittaa.
- Palotilanteessa henkilöiden tulee voida poistua rakennuksesta tai heidät tulee voida pelastaa muiden avustuksella.
- Pelastushenkilöstön turvallisuus tulee ottaa huomioon.

3.4.5 Milloin toiminnallista palomitoitusta käytetään

Toiminnallisen palomitoituksen avulla voidaan tehdä palomääräysten taulukkomitoituksesta poikkeavia ratkaisuja. Toiminnallinen tarkastelu voidaan kohdentaa myös yksittäisiin rakennekokonaisuuksiin, joten osa rakennuksesta voidaan tehdä taulukkomitoituksella ja osa toiminnallisella palomitoituksella.

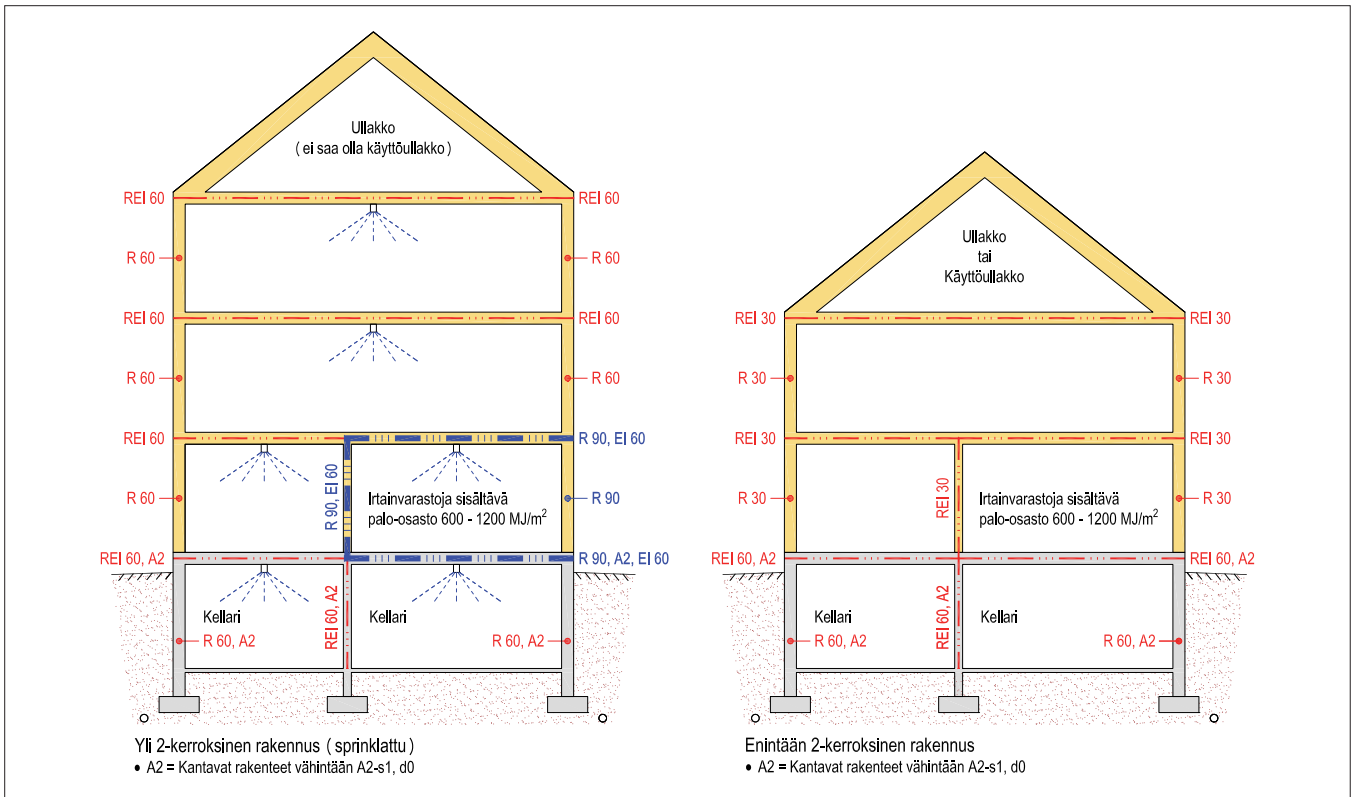
Toiminnallista palomitoitusta käytetään tavallisesti, kun

- halutaan optimoida rakenneratkaisuja (kustannussäästö)
- halutaan tehdä rakennus tai rakennekokonaisuus, jota ei voi toteuttaa palomääräysten taulukkomitoituksella.

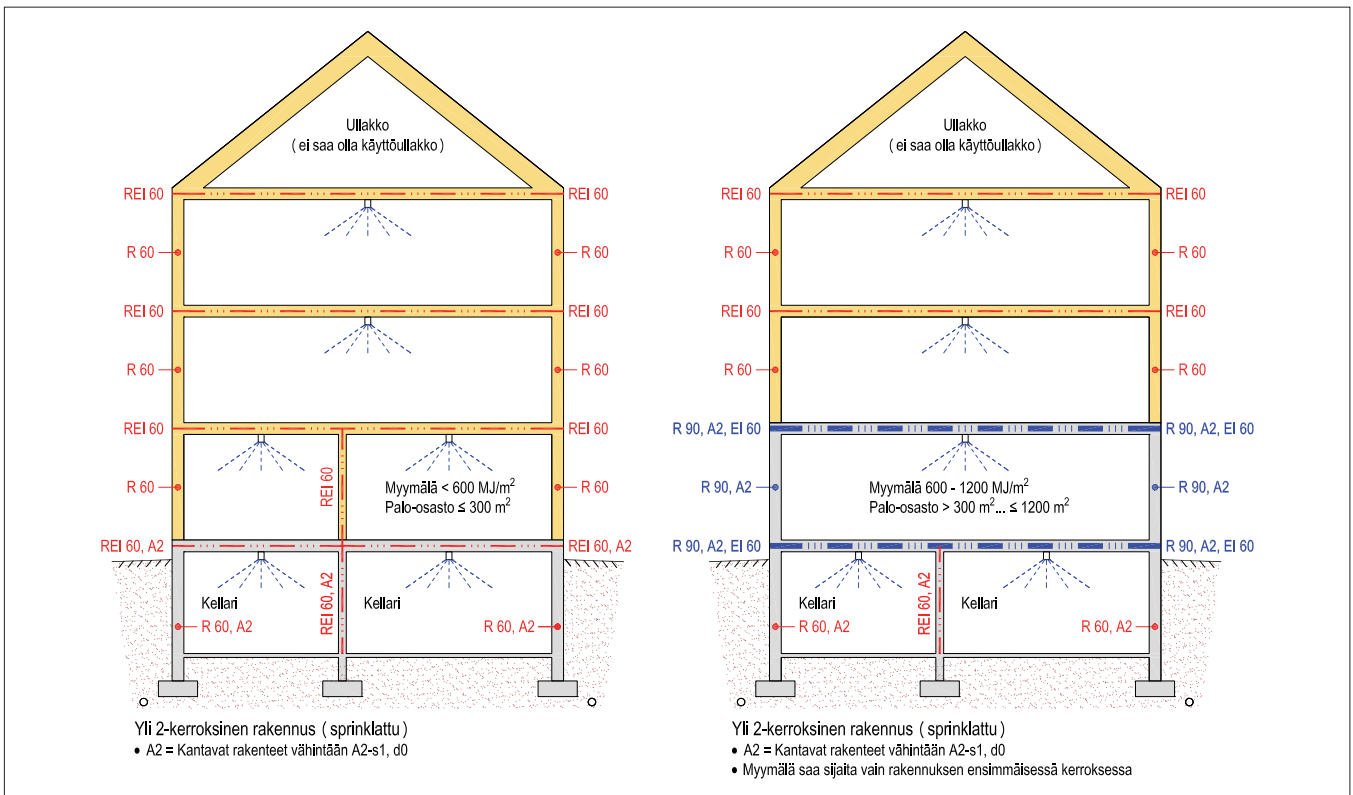
Toiminnallista palomitoitusta hyödynnetään tyypillisesti muun muassa seuraavissa tapauksissa:

- Korkeat puurakennukset.
- Suuret hallimaiset rakennukset.
- Käyttötavat, joita ei ole sallittu taulukkomitoituksessa.
- Kokoontumistilat, hotellit, hoitolaitokset.
- Kun halutaan välttää suojaverhous joissakin rakennusosissa.
- Kun halutaan poikkeus pintaluokkavaatimukseen.
- Kun halutaan poikkeus rakennusten väliseen minimietäisyyteen.

Taulukko 3. Palokuormaryhmät P1-paloluokassa.	
Palokuormaryhmä	Esimerkkejä tilan käyttötavoista
yli 1200 MJ/m ²	• 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	• 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	• Asunto • Majoitustila • Hoitolaitos • Työpaikkatila • Autosuoja • Ravintola • Koulu • Liikuntahalli • Teatteri • Kirkko • Päiväkot • Päivähoitolaitos • Myymälä (palo-osasto ≤ 300 m²)

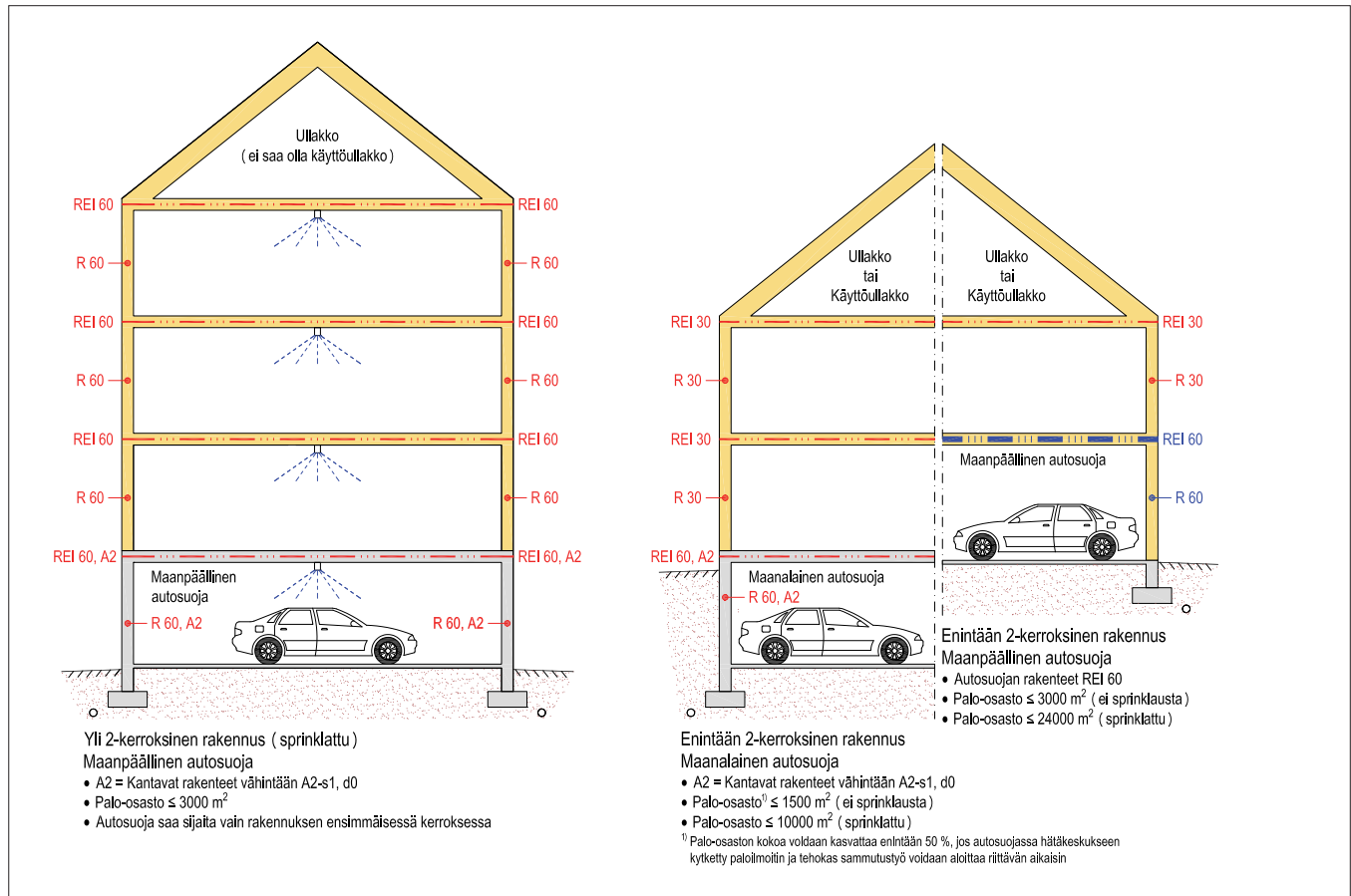


Kuva 7. Irtainvarastoja sisältävän palo-osaston rakenteiden luokat P2-paloluokan puurunkoisessa rakennuksessa.



Kuva 8. Myymälän rakenteiden luokat P2-paloluokan puurunkoisessa rakennuksessa.

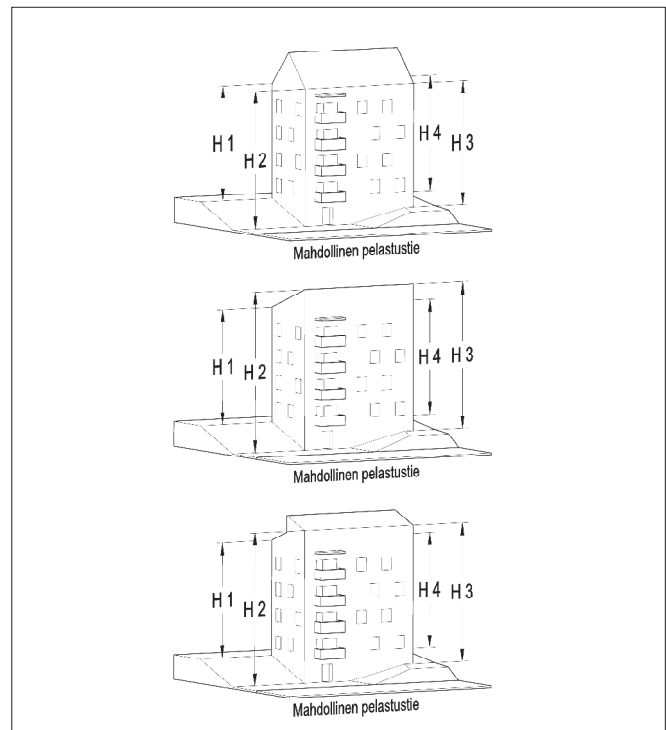
RAKENNUKSEN PALOTURVALLISUUDEN SUUNNITTELU



Kuva 9. P2-paloluokan rakennuksen osana olevan autosuojan rakenteiden luokat.

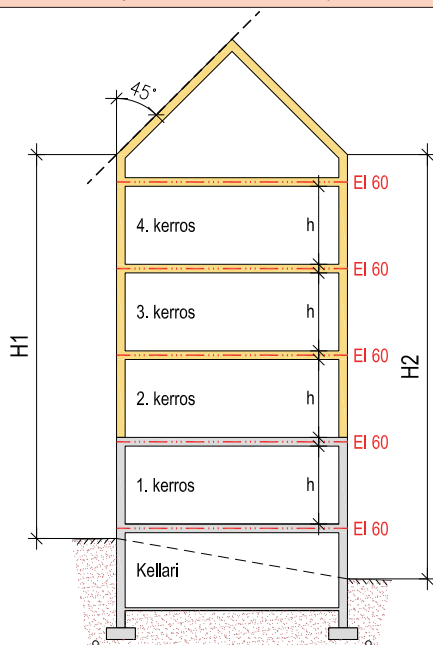


Kuva 10. Puurunkoinen asuinkerrostalo, jossa on kahdeksan kerrosta ja pääasiallisesti maan alla oleva kellari.



Kuva 11. Esimerkkejä rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksista.

Taulukko 4. Esimerkkejä asuinrakennuksen paloluokan määräytymisestä korkeuden ja kerrosmäärän perusteella (yli 2-kerroksinen).



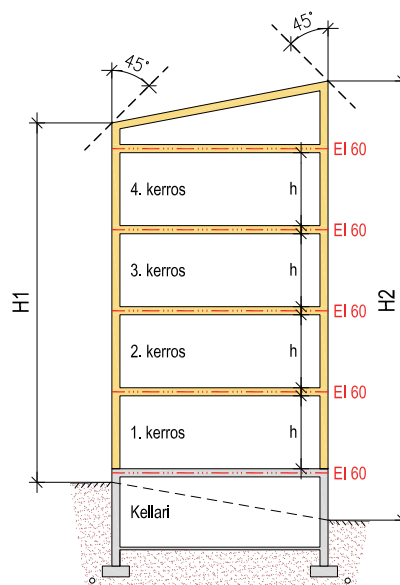
ASUINKERROSTALO

Keskikorkeus: $14 \text{ m} \leq 14 \text{ m}$, mutta yli 9 m

Kerrosmäärä: 4 kpl

Paloluokka: P2, yli 2-kerroksinen

Sprinklaus: vähintään SFS-EN 16925 (luokka 2)



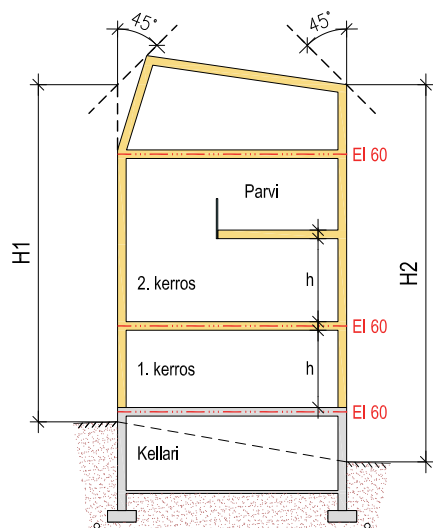
ASUINKERROSTALO

Keskikorkeus: $15 \text{ m} \leq 28 \text{ m}$, mutta yli 14 m

Kerrosmäärä: 4 kpl

Paloluokka: P2, yli 2-kerroksinen

Sprinklaus: vähintään SFS-EN 16925 (luokka 3)



ASUINKERROSTALO

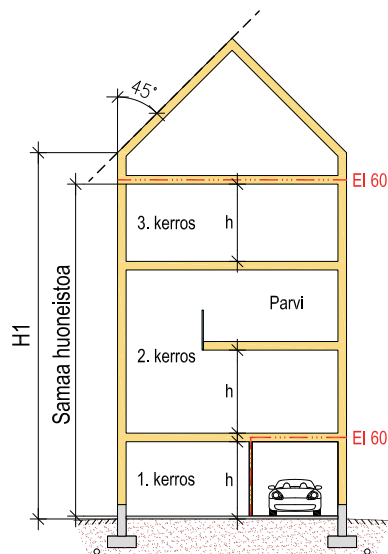
Keskikorkeus: $13 \text{ m} \leq 14 \text{ m}$, mutta yli 9 m

Kerrosmäärä: 2 kpl

Paloluokka: P2, yli 2-kerroksinen

Sprinklaus: vähintään SFS-EN 16925 (luokka 2)

HUOMIO: Parvelle ei ole tarkkaa määritelmää, milloin se on kerros. Tämä tarkastellaan tapauskohtaisesti jo rakennuksen suunnittelun alkuvaiheessa. Tässä esimerkissä parvi kuuluu kerrokseen 2 eikä ole siten oma kerros.



KAUPUNKIPIENTALO

Keskikorkeus: $14 \text{ m} \leq 14 \text{ m}$, mutta yli 9 m

Kerrosmäärä: 3 kpl

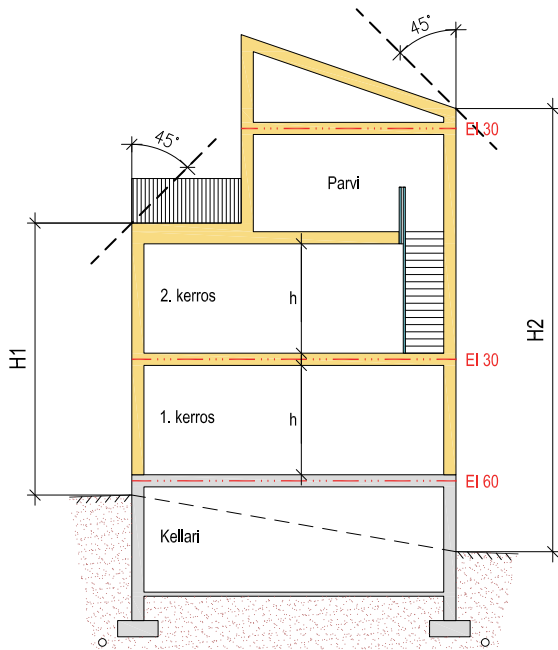
Paloluokka: P2, yli 2-kerroksinen

Sprinklaus: ei vaadita

HUOMIO: Parvelle ei ole tarkkaa määritelmää, milloin se on kerros. Tämä tarkastellaan tapauskohtaisesti jo rakennuksen suunnittelun alkuvaiheessa. Tässä esimerkissä parvi kuuluu kerrokseen 2 eikä ole siten oma kerros.

RAKENNUKSEN PALOTURVALLISUUDEN SUUNNITTELU

Taulukko 5. Esimerkkejä asuinrakennuksen paloluokan määräytymisestä korkeuden ja kerrosmäärän perusteella (enintään 2-kerroksinen).



ASUINKERROSTALO

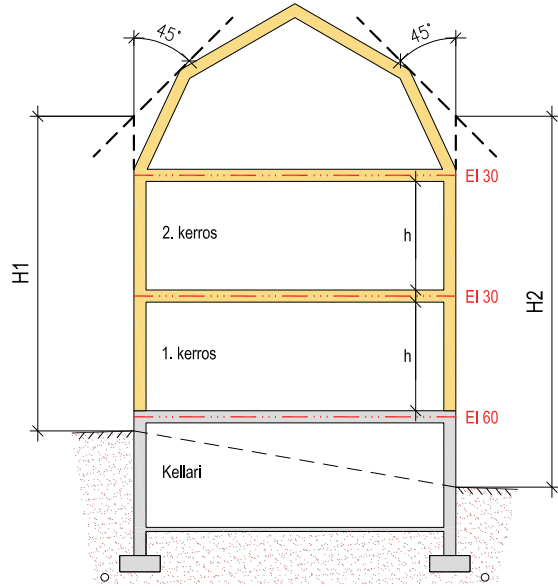
Keskikorkeus: $8,8 \text{ m} \leq 9 \text{ m}$

Kerrosmäärä: 2 kpl

Paloluokka: P2, enintään 2-kerroksinen

Sprinklaus: ei vaadita

HUOMIO: Parvelle ei ole tarkkaa määritelmää, milloin se on kerros. Tämä tarkastellaan tapauskohtaisesti jo rakennuksen suunnittelun alkuvaiheessa. Tässä esimerkissä parvi kuuluu kerrokseen 2 eikä ole siten oma kerros.



ASUINKERROSTALO

Keskikorkeus: $8,5 \text{ m} \leq 9 \text{ m}$

Kerrosmäärä: 2 kpl

Paloluokka: P2, enintään 2-kerroksinen

Sprinklaus: ei vaadita

RAKENNUKSEN PALOTURVALLISUUDEN SUUNNITTELU

Taulukko 6. Tyypillisten puurunkoisten rakennusten paloteknisiä vaatimuksia puurungon osalta P3-paloluokassa.

P3	Nimitys	Käyttö	Sprinklaus ⁵⁾	Kerrosala [m²]	Palo-osasto [m²]	Kork. [m]	Krs. [kpl]	Hlö ⁶⁾ [kpl]	Runko ⁷⁾
	Päiväkoti (päivä-käytössä) Koulu Ravintola	Kokoontu-mistila	-	≤ 2400	≤ 400	≤ 9	1	≤ 500	-
			pakollinen	≤ 4800	≤ 1200	≤ 9	1	≤ 1000	-
			-	≤ 1600	≤ 400	≤ 9	2	≤ 50	-
			pakollinen	≤ 2400	≤ 600	≤ 9	2	≤ 50	-
	Myymälä	Liiketila	-	≤ 2400	≤ 400	≤ 9	1	≤ 500	-
			pakollinen	≤ 4800	≤ 1200	≤ 9	1	≤ 1000	-
			-	≤ 1600	≤ 400	≤ 9	2	≤ 50	-
			pakollinen	≤ 2400	≤ 600	≤ 9	2	≤ 50	-
	Kirjasto	Kokoontu-mistila	-	≤ 2400	≤ 400	≤ 9	1	≤ 500	-
			pakollinen	≤ 4800	≤ 1200	≤ 9	1	≤ 1000	-
			-	≤ 1600	≤ 400	≤ 9	2	≤ 50	-
			pakollinen	≤ 2400	≤ 600	≤ 9	2	≤ 50	-
	Pientalo ¹⁾	Asunto	-	≤ 2400	huoneistoittain	≤ 9	1	≤ 250	-
			-	≤ 1600	huoneistoittain	≤ 9	2	≤ 150	-
	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	-
	Asuin-kerrostalo ³⁾	Asunto	Ei mahdollinen						
	Toimisto	Työpaik-katila	-	≤ 2400	≤ 400	≤ 9	1	≤ 250	-
			pakollinen	≤ 4800	≤ 1200	≤ 9	1	≤ 500	-
			-	≤ 1600	≤ 400	≤ 9	2	≤ 150	-
			pakollinen	≤ 2400	≤ 600	≤ 9	2	≤ 150	-
	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	-
	Palvelu-talo ⁴⁾	Hoitolaitos	-	≤ 2400	≤ 400 yöpymistilat ≤ 400 muut tilat	≤ 9	1	≤ 10	-
			pakollinen	≤ 2400	≤ 600 yöpymistilat ≤ 1200 muut tilat	≤ 9	1	≤ 25	-

¹⁾ Tässä 1...2-kerroksinen asuinrakennus, jossa vierekkäiset ja päällekkäiset tilat kuuluvat samaan huoneistoon.

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

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

⁴⁾ Palo-osasto on jaettava osiin majoitushuoneittain.

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. Osastoihin rakennusosien rungon tulee täyttää vähintään sama palonkestoaikavaatimus kuin osastoivuudelta vaaditaan.

Taulukko 7. Tyypillisten puurunkoisten rakennusten paloteknisiä vaatimuksia puurungon osalta P2-paloluokassa.

P2	Nimitys	Käyttö	Sprinklaus ⁵⁾	Kerrosala [m ²]	Palo-osasto [m ²]	Kork. [m]	Krs. [kpl]	HIö ⁶⁾ [kpl]	Runko ⁷⁾
	Päiväkoti (päivä-käytössä) Koulu Ravintola	Kokoontu-mistila	-	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
	Myymäla	Liiketila	-	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	≤ 300 ⁸⁾	≤ 14	3...4	≤ 1000	R 60
	Kirjasto	Kokoontu-mistila	-	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
	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
	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
	Asuin-kerrostalo ³⁾	Asunto	-	ei rajoitusta	huoneistoittain	≤ 9	2	ei rajoitusta	R 30
			pakollinen	≤ 12000	huoneistoittain	≤ 28	3...8	≤ 1000	R 60
	Toimisto	Työpaikka-tila	-	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
	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
	Palvelu-talo ⁴⁾	Hoitolaitos	-	ei rajoitusta	≤ 800 yöpymistilat ≤ 1600 muut tilat	≤ 9	1	≤ 100	R 30
			pakollinen	ei rajoitusta	≤ 1200 yöpymistilat ≤ 2400 muut tilat	≤ 9	1	≤ 200	R 30
			-	ei rajoitusta	≤ 800 yöpymistilat ≤ 1600 muut tilat	≤ 9	2	≤ 25	R 30
			pakollinen	ei rajoitusta	≤ 1200 yöpymistilat ≤ 2400 muut tilat	≤ 9	2	≤ 50	R 30
			pakollinen	≤ 12000	≤ 800 yöpymistilat ≤ 1200 muut tilat	≤ 28	3...8	≤ 150	R 60

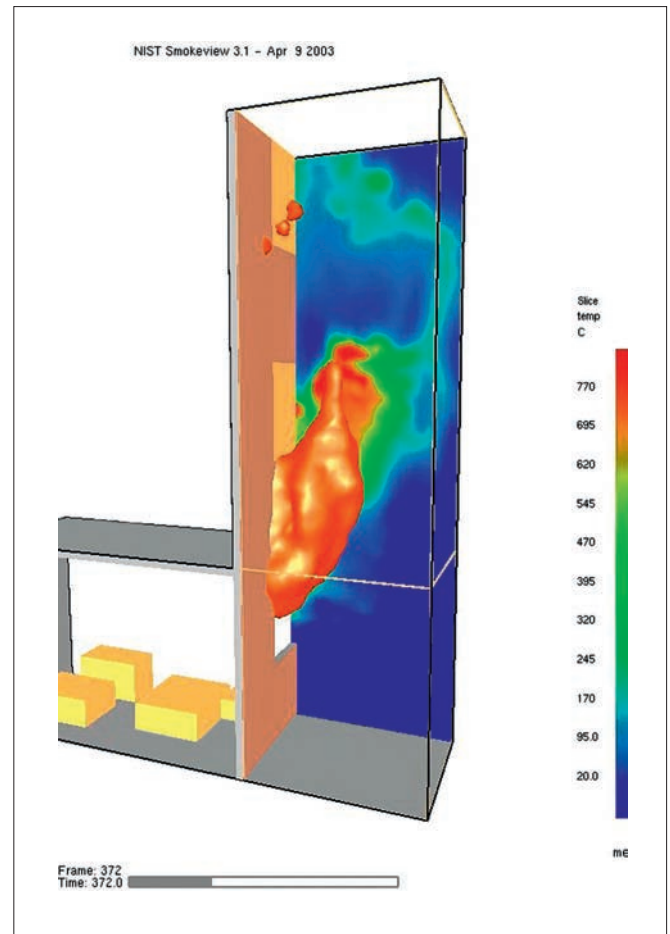
¹⁾ Tässä 1...4-kerroksinen asuinrakennus, jossa vierekkäiset ja päällekkäiset tilat kuuluvat samaan huoneistoon.²⁾ Tässä 1...4-kerroksinen asuinrakennus, jossa vierekkäiset huoneistot kuuluvat eri palo-osastoihin ja päällekkäiset tilat kuuluvat samaan huoneistoon.³⁾ Tässä vähintään 2-kerroksinen asuinrakennus, jossa vierekkäiset ja päällekkäiset huoneistot kuuluvat eri palo-osastoihin.⁴⁾ Palo-osasto on jaettava osiin majoitushuoneittain.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.⁸⁾ 1200 m², jos tila on rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa sekä tilan kantavat ja osastoivat rakennusosat täyttävät A2-s1, d0-luokan vaatimukset.

Taulukko 8. Tyypillisten puurunkoisten rakennusten paloteknisiä vaatimuksia puurungon osalta P1-paloluokassa.

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
	Myymälä	Liiketila	alle 600 MJ/m ²	-	≤ 300	1...2	R 60
			600 - 1200 MJ/m ²	-	≤ 2400	1...2	R 90
			600 - 1200 MJ/m ²	pakollinen	≤ 24000	1	R 60
			600 - 1200 MJ/m ²	pakollinen	≤ 12000	2	R 60
	Kirjasto	Kokoontumistila	600 - 1200 MJ/m ²	-	≤ 2400	1...2	R 90
				pakollinen	≤ 24000	1	R 60
				pakollinen	≤ 12000	2	R 60
	Toimisto	Työpaikkatila	alle 600 MJ/m ²	-	≤ 2400	1...2	R 60
				pakollinen	≤ 24000	1	R 60
				pakollinen	≤ 12000	2	R 60

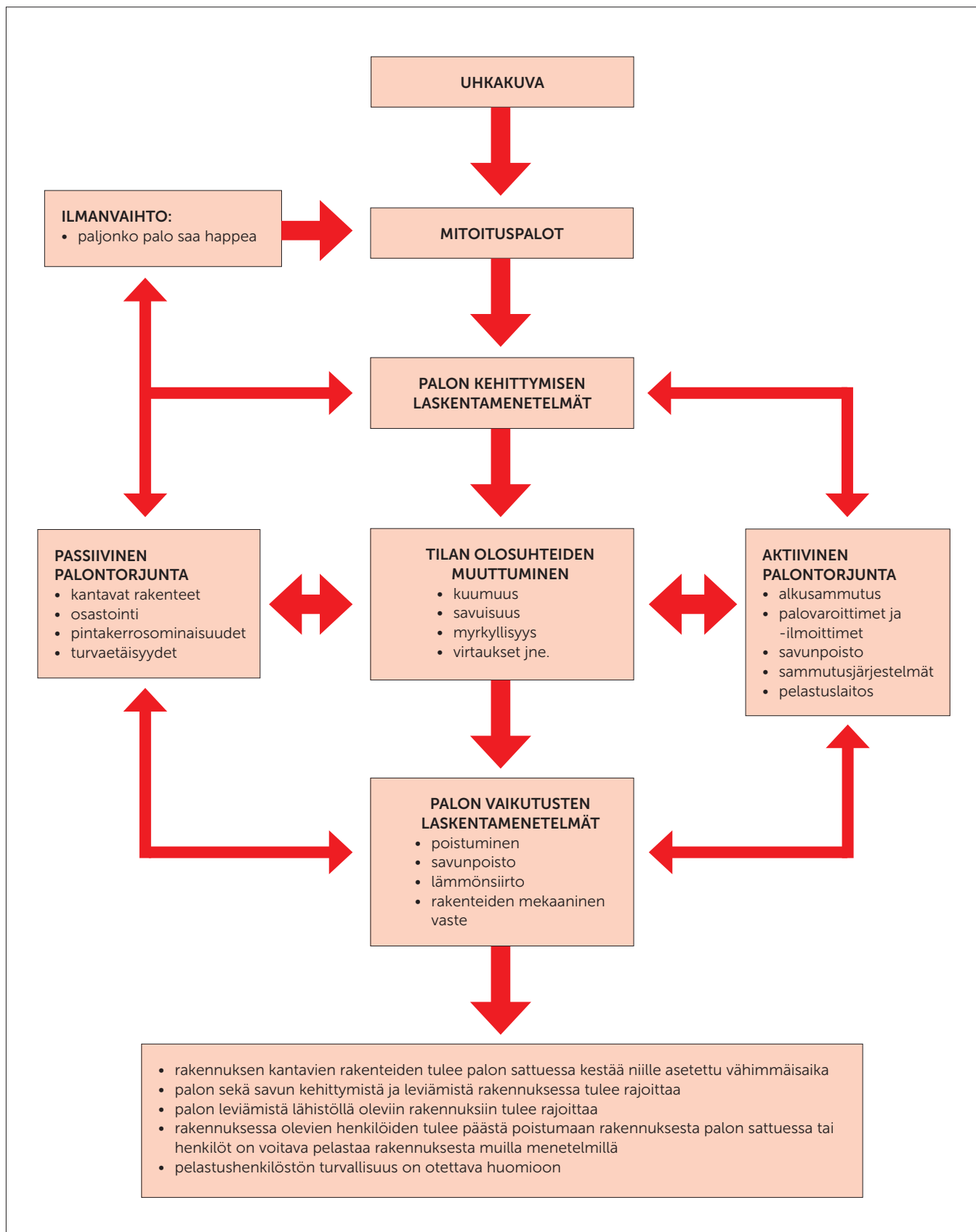
¹⁾ Turvallisusselvityksen kautta sprinklaus voi tulla aina pakolliseksi rakennuksissa, jotka on tarkoitettu henkilöille, joiden poistumismahdollisuudet alentuneen toimintakyvyn seurauksena ovat tavanomaista huonommat (esim. hoitolaitos, majoitustila, asunto).

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



Kuva 12. Toiminnallisessa palomitoituksessa todennäköiset palotapahtumat simuloidaan tietokoneohjelmilla. Kuvat: Pekka Nurro ja VTT

RAKENNUKSEN PALOTURVALLISUUDEN SUUNNITTELU



Kaavio 1. Toiminnallisen palomitoituksen kulku.

4 RAKENNUSTARVIKKEIDEN JA PINTOJEN LUOKITUS

4.1 EUROOPPALAINEN RAKENNUSTARVIKKEEN LUOKITUS

Rakennustarvikkeet jaetaan luokkiin sen perusteella, miten ne osallistuvat paloon. Luokituksessa tarkastellaan materiaalin syttymisherkkyyttä, palon leviämiseen liittyviä ominaisuuksia sekä savun ja palavien pisaroiden tuottoa. Eurooppalainen rakennustarvikkeen luokkamerkintä koostuu taulukoissa 9...11 esitetyistä tekijöistä.

4.2 RAKENNUS TARVIKKEEN LUOKKA

A1-luokan rakennustarvikkeet ovat yksiaiineisia palamattomia tuotteita. A2-s1, d0-luokan tuotteet ovat tavallisesti useammasta osa-aineesta koostuvia, mutta myös osa-aineille on tässä luokassa asetettu vaatimuksia. Muihin luokkiin kuuluvat rakennustarvikkeet voivat olla yksiaiineisia tai osa-aineisia, mutta näissä luokissa osa-aineiden ominaisuuksia ei yleensä ilmoiteta esimerkiksi rakennustarvikkeiden suoritustasoilmoituksessa (kuvat 13...15).

Rakennustarvikkeiden luokitus perustuu tarvikkeen käyttäytymiseen palon alussa. Vain luokkia A1 ja A2-s1, d0 voidaan pitää rakennustarvikkeen palokäyttäytymistä kuvaavana luokkana, koska palamattomana tuotteena nämä käyttäytyvät samalla tavalla palon alussa ja myöhäisemmässä palon vaiheessa. Muihin luokkiin kuuluvat rakennustarvikkeet saattavat olla esimerkiksi pinnoitettuja tuotteita, joiden pinta toimii palon alussa, mutta myöhäisemmässä palon vaiheessa myös tuotteen ydin saattaa osallistua paloon. Tämän takia nykyisessä rakennusten paloturvallisuutta koskevassa asetuksessa annetaan joissakin tapauksissa luokkavaatimuksia myös rakennustarvikkeen ytimelle (esim. lämmöneristeet). Tällöin pelkästään rakennustarvikkeen pinnan perusteella luokiteltu tuote ei täytä luokkavaatimuksia.

Rakennustarvikkeen luokka määritetään standardien mukaisilla polttokokeilla. Luokissa A2...D tutkitaan myös savunmuodostus ja palavien pisaroiden muodostus. Rakennustarvikkeen luokka tulee aina selvittää valmistajalta (suoritustasoilmoitus).

4.3 PINTALUOKKA

Rakennuksen sisä- ja ulkopinnoille on asetettu luokkavaatimuksia. Pintaluokalla on suuri merkitys palon leviämiseen, lämmöntuottoon, lieskahduksen alkamishetkeen sekä savun ja pisaroiden muodostumiseen.

Puupohjaisten tuotteiden yhteydessä asennustavalla, tuotteen tiheydellä ja paksuudella sekä alustarakenteella on suuri merkitys rakennustarvikkeella saavutettavaan pintaluokkaan. Taulukoissa 13...19 on esitetty puupohjaisilla tuotteilla saavutettavia pintaluokkia. Taulukoiden tuotteet täyttävät luokat ilman erillistä testausta, kun niiden ominaisuudet, asennustapa ja alustan rakenne vastaavat taulukoissa esitettyjä. Taulukot perustuvat EU:n komission CWFT-dokumentteihin (CWFT = classification without further testing).

4.4 PUURITILÄN PINTALUOKKA

Puuritilä on paloteknisesti haasteellisempi kuin yhtenäinen puupinta. Tämä johtuu siitä, että puuritilän osat palavat tavallisesti kaikilta sivuiltaan samanaikaisesti. Avoimesta rakenteesta johtuen puuritilässä on palavaa pintaa yhtä rakenteen neliömetriä kohden enemmän kuin esimerkiksi umpinaisessa paneeliverhouksessa. Tästä johtuen puuritilä ei automaattisesti täytä esimerkiksi pintaluokkaa D-s2, d2, vaikka ritilässä käytettävä puutuote yksittäisenä rakennustarvikkeena olisi D-s2, d2-luokkaa.

Taulukko 9. Rakennustarvikkeen luokkamerkinnän muodostuminen yleisesti.

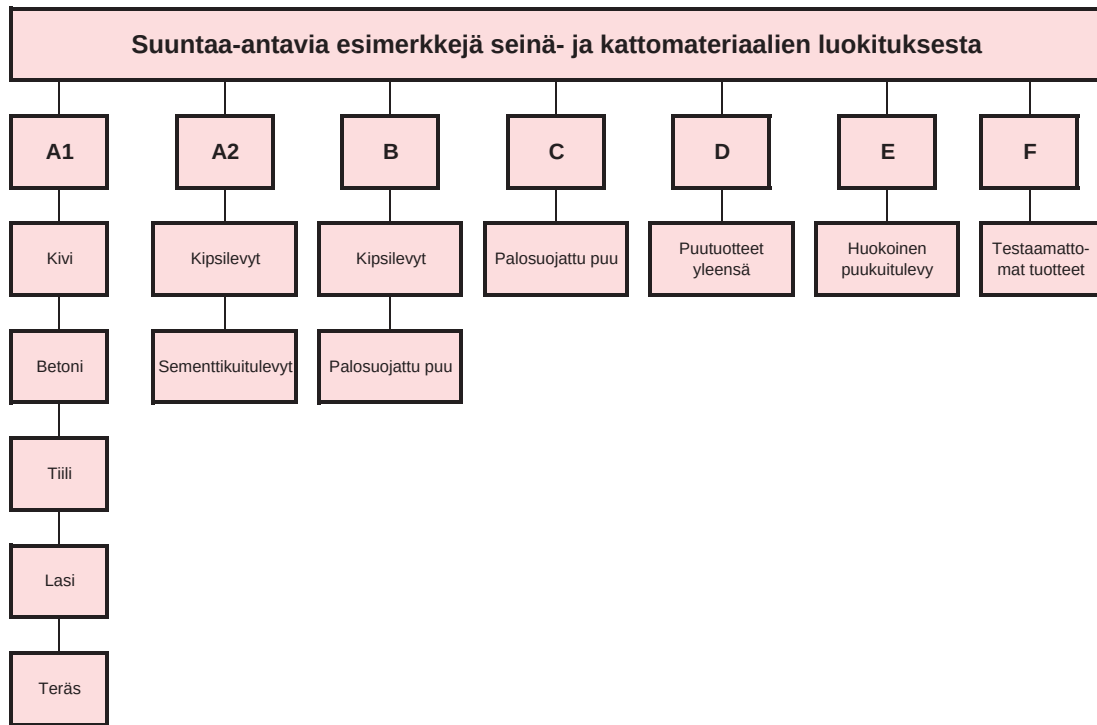
Osallistuminen paloon		Savun tuotto		Palavien pisaroiden ja osien tuotto	
Kuvaus	Merkintä	Kuvaus	Merkintä	Kuvaus	Merkintä
Ei osallistu paloon	A1	Erittäin vähäinen Vähäinen Muu kuin s1 tai s2	s1	Ei esiinny	d0
Osallistuu erittäin rajoitetusti	A2		s2	Nopeasti sammuvia esiintyy	d1
Osallistuu hyvin rajoitetusti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

RAKENNUSTARVIKKEIDEN JA PINTOJEN LUOKITUS

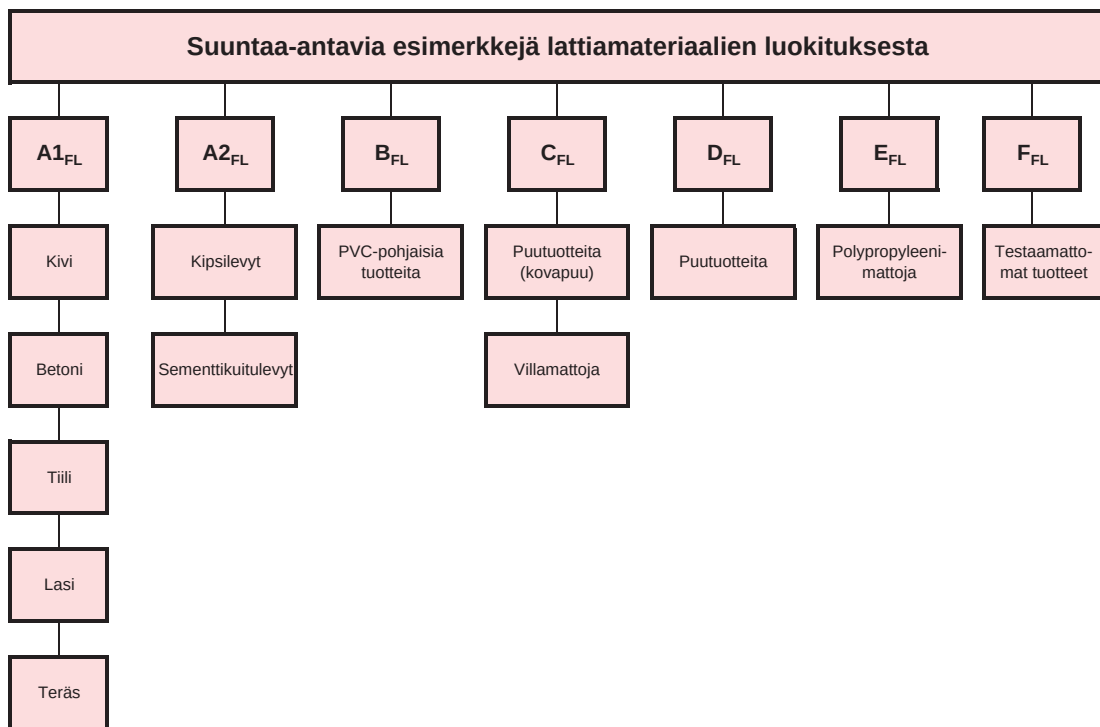
Taulukko 10. Putkimaisen lämmöneristeen luokkamerinnän muodostuminen yleisesti.					
Osallistuminen paloon		Savun tuotto		Palavien pisaroiden ja osien tuotto	
Kuvaus	Merkintä	Kuvaus	Merkintä	Kuvaus	Merkintä
Ei osallistu paloon	A _{1L}	Erittäin vähäinen Vähäinen Muu kuin s1 tai s2	s1	Ei esiinny Nopeasti sammuvia esiintyy Muu kuin d0 tai d1	d0
Osallistuu erittäin rajoitetusti	A _{2L}		s2		d1
Osallistuu hyvin rajoitetusti	B _L		s3		d2
Osallistuu rajoitetusti	C _L				
Osallistuminen hyväksyttävää	D _L				
Käyttäytyminen hyväksyttävää	E _L				
Käyttäytymistä ei ole määritetty	F _L				

Taulukko 11. Lattiapinnoitteen luokkamerinnän muodostuminen yleisesti.			
Osallistuminen paloon		Savun tuotto	
Kuvaus	Merkintä	Kuvaus	Merkintä
Ei osallistu paloon	A _{1FL}	Rajoitettu Muu kuin s1	s1
Osallistuu erittäin rajoitetusti	A _{2FL}		s2
Osallistuu hyvin rajoitetusti	B _{FL}		
Osallistuu rajoitetusti	C _{FL}		
Osallistuminen hyväksyttävää	D _{FL}		
Käyttäytyminen hyväksyttävää	E _{FL}		
Käyttäytymistä ei ole määritetty	F _{FL}		

Taulukko 12. Pintaluokan määräytymiseen vaikuttavia tekijöitä.			
Rakennustarvikkeen luokka	Vaikutus saavutettavaan pintaluokkaan		
	Asennustapa	Tiheys	Paksuus
A1	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
A2	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
B	Vaikuttaa (osaksi pinnoitetussa tuotteessa B-luokan pinta palon puolelle)	Vaikuttaa	Vaikuttaa
C	Vaikuttaa (osaksi pinnoitetussa tuotteessa C-luokan pinta palon puolelle)	Vaikuttaa	Vaikuttaa
D	Vaikuttaa (ks. taulukot 13...18)	Vaikuttaa (ks. taulukot 13...18)	Vaikuttaa (ks. taulukot 13...18)
E	Ei vaikutusta	Vaikuttaa	Vaikuttaa

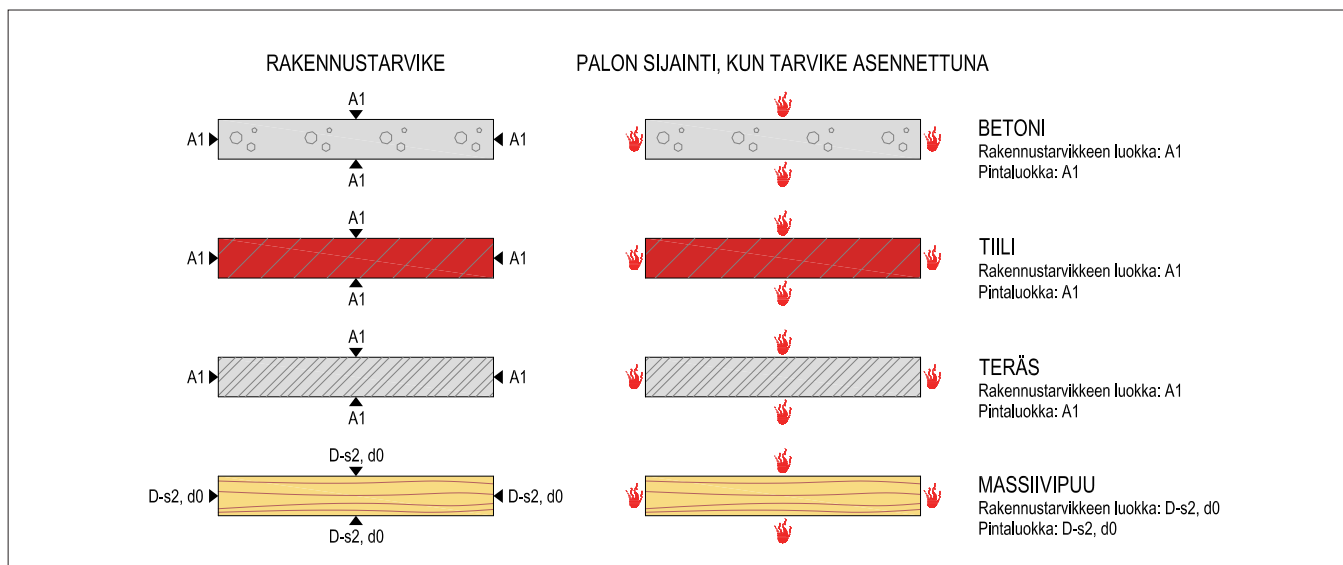


Kaavio 2. Seinä- ja kattomateriaalien jakautuminen luokkiin.

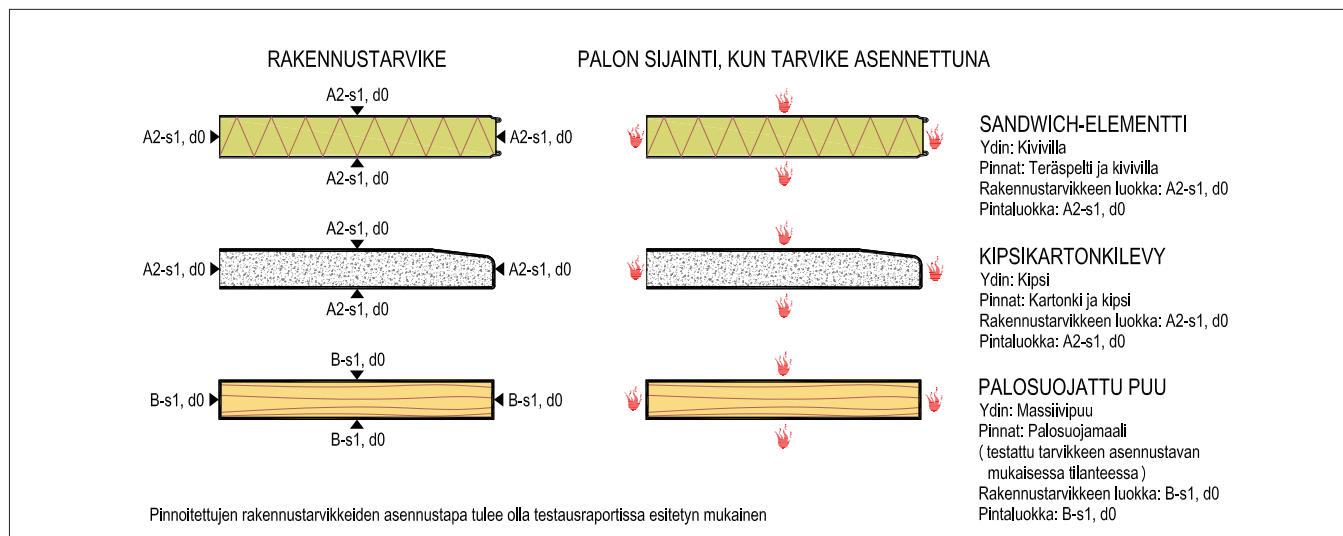


Kaavio 3. Lattiamateriaalien jakautuminen luokkiin.

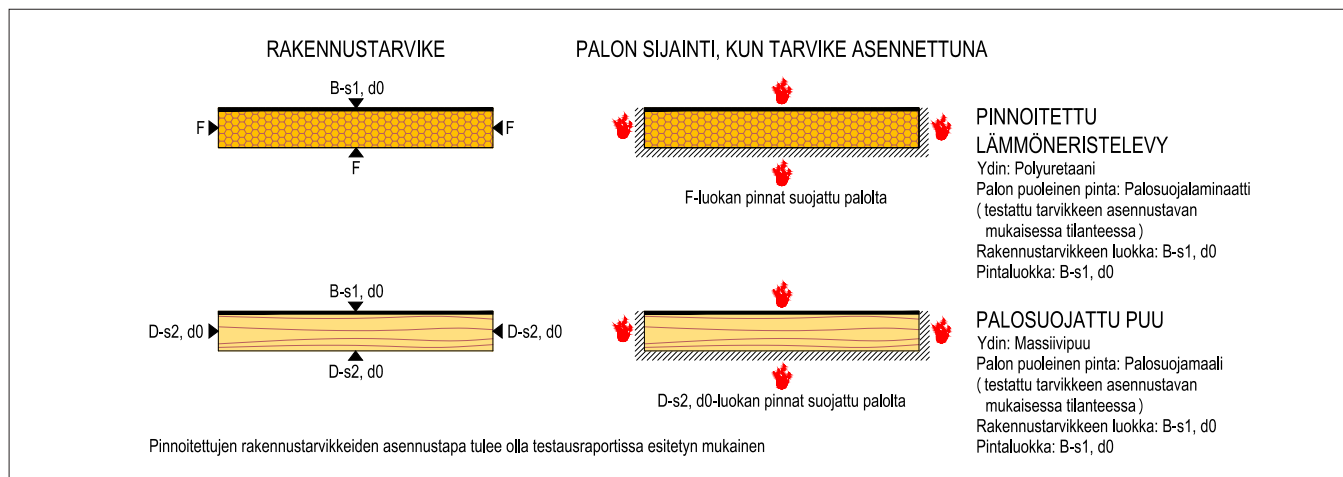
RAKENNUSTARVIKKEIDEN JA PINTOJEN LUOKITUS



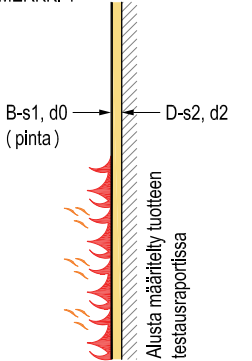
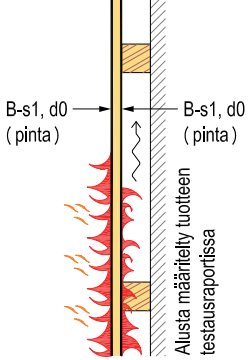
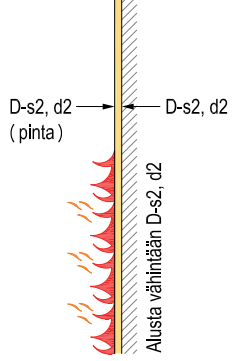
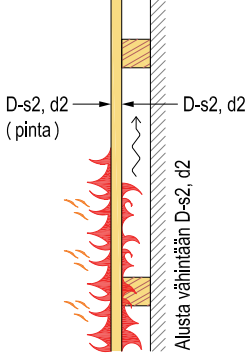
Kuva 13. Esimerkkejä yksiaineisista rakennustarvikkeista



Kuva 14. Esimerkkejä pinnoitetuista rakennustarvikkeista.



Kuva 15. Esimerkkejä osaksi pinnoitetuista rakennustarvikkeista.

ESIMERKKI 1  B-s1, d0 (pinta) D-s2, d2 Alusta määritellyn tuotteen testausraportissa	VAATIMUKSET Pintaluokkavaatimus: B-s1, d0 Asennustapa: Alustaa vasten Pintamateriaali: B-s1, d0-luokan tuote HUOMIO ! Pintamateriaali testattu asennustavan mukaisessa tilanteessa	SUUNNITTELURATKAISU Pintamateriaalin tausta ei altistu palolle, joten B-s1, d0-luokan pinta tarvitaan vain palon puolella
ESIMERKKI 2  B-s1, d0 (pinta) B-s1, d0 (pinta) Alusta määritellyn tuotteen testausraportissa	VAATIMUKSET Pintaluokkavaatimus: B-s1, d0 Asennustapa: Irti alustasta (tuuletusrako) Pintamateriaali: B-s1, d0-luokan tuote HUOMIO ! Pintamateriaali testattu asennustavan mukaisessa tilanteessa	SUUNNITTELURATKAISU Pintamateriaalin tausta altistuu palolle, joten B-s1, d0-luokan pinta tarvitaan pintamateriaalin molemmiin puoliin
ESIMERKKI 3  D-s2, d2 (pinta) D-s2, d2 Alusta vähintään D-s2, d2	VAATIMUKSET Pintaluokkavaatimus: D-s2, d2 Asennustapa: Alustaa vasten Pintamateriaali: Massiivipuulevy 12 mm ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$)	SUUNNITTELURATKAISU Pintamateriaali voi olla ohut, koska pintamateriaali palaa yhdeltä puolelta
ESIMERKKI 4  D-s2, d2 (pinta) D-s2, d2 Alusta vähintään D-s2, d2	VAATIMUKSET Pintaluokkavaatimus: D-s2, d2 Asennustapa: Irti alustasta (tuuletusrako) Pintamateriaali: Massiivipuulevy 18 mm ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$)	SUUNNITTELURATKAISU Pintamateriaalin tulee olla paksu, koska pintamateriaali palaa molemmilta puolilta

Kuva 16. Esimerkkejä asennustavan vaikutuksesta pintamateriaalilta ja alustalta vaadittaviin ominaisuuksiin.

RAKENNUSTARVIKKEIDEN JA PINTOJEN LUOKITUS

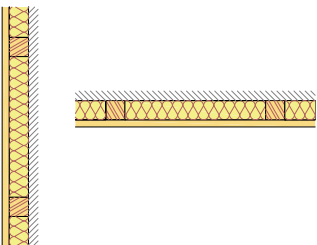
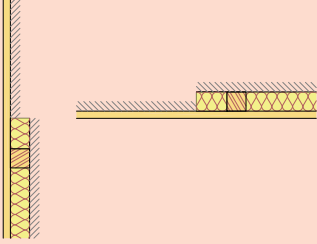
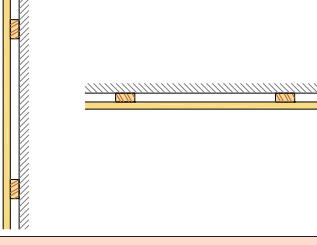
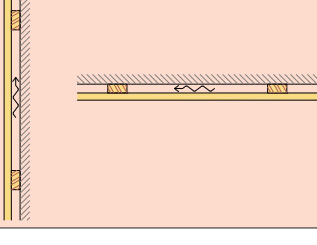
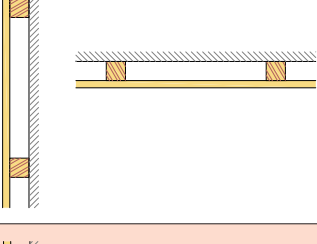
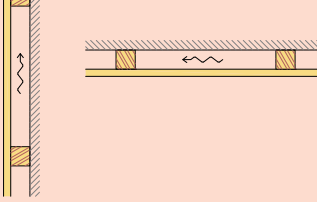
Taulukko 13. Levytuotteilla saavutettavia pintaluokkia.					
Tuote ¹⁾	Tuotestandardi	Asennustapa ³⁾ (ks. taulukko 14)	Keskitiheys	Paksuus	Pintaluokka
Sementtilastulevy	EN 634-2	2	≥ 1000 kg/m ³	≥ 10 mm	B-s1, d0
Kova puukuitulevy	EN 622-2	2	≥ 900 kg/m ³	≥ 6 mm	D-s2, d0
Kova puukuitulevy	EN 622-2	2, 3	≥ 900 kg/m ³	≥ 6 mm	D-s2, d2
Kova puukuitulevy ²⁾	EN 622-2	1, 2	≥ 600 kg/m ³	≥ 9 mm	D-s2, d0
Kova puukuitulevy ²⁾	EN 622-2	1, 2, 3, 4	≥ 600 kg/m ³	≥ 9 mm	D-s2, d2
Kova puukuitulevy ²⁾	EN 622-2	mikä tahansa	≥ 900 kg/m ³	≥ 3 mm	E
Lastulevy ²⁾	EN 312	1, 2	≥ 600 kg/m ³	≥ 9 mm	D-s2, d0
Lastulevy ²⁾	EN 312	1, 2, 3, 4	≥ 600 kg/m ³	≥ 9 mm	D-s2, d2
Lastulevy ²⁾	EN 312	5	≥ 600 kg/m ³	≥ 15 mm	D-s2, d0
Lastulevy ²⁾	EN 312	6	≥ 600 kg/m ³	≥ 18 mm	D-s2, d0
Lastulevy ²⁾	EN 312	mikä tahansa	≥ 600 kg/m ³	≥ 3 mm	E
Puolikova puukuitulevy ²⁾	EN 622-3	1, 2	≥ 600 kg/m ³	≥ 9 mm	D-s2, d0
Puolikova puukuitulevy ²⁾	EN 622-3	1, 2, 3, 4	≥ 600 kg/m ³	≥ 9 mm	D-s2, d2
Puolikova puukuitulevy ²⁾	EN 622-3	5	≥ 600 kg/m ³	≥ 15 mm	D-s2, d0
Puolikova puukuitulevy ²⁾	EN 622-3	6	≥ 600 kg/m ³	≥ 18 mm	D-s2, d0
Puolikova puukuitulevy ²⁾	EN 622-3	mikä tahansa	≥ 400 kg/m ³	≥ 9 mm	E
MDF-levy ²⁾	EN 622-5	1, 2	≥ 600 kg/m ³	≥ 9 mm	D-s2, d0
MDF-levy ²⁾	EN 622-5	1, 2, 3, 4	≥ 600 kg/m ³	≥ 9 mm	D-s2, d2
MDF-levy ²⁾	EN 622-5	5	≥ 600 kg/m ³	≥ 15 mm	D-s2, d0
MDF-levy ²⁾	EN 622-5	6	≥ 600 kg/m ³	≥ 18 mm	D-s2, d0
MDF-levy ²⁾	EN 622-5	mikä tahansa	≥ 400 kg/m ³	≥ 3 mm	E
OSB-levy ²⁾	EN 300	1, 2	≥ 600 kg/m ³	≥ 9 mm	D-s2, d0
OSB-levy ²⁾	EN 300	1, 2, 3, 4	≥ 600 kg/m ³	≥ 9 mm	D-s2, d2
OSB-levy ²⁾	EN 300	5	≥ 600 kg/m ³	≥ 15 mm	D-s2, d0
OSB-levy ²⁾	EN 300	6	≥ 600 kg/m ³	≥ 18 mm	D-s2, d0
OSB-levy ²⁾	EN 300	mikä tahansa	≥ 600 kg/m ³	≥ 3 mm	E
Vanerilevy ²⁾	EN 636	1, 2	≥ 400 kg/m ³	≥ 9 mm	D-s2, d0
Vanerilevy ²⁾	EN 636	1, 2, 3, 4	≥ 400 kg/m ³	≥ 9 mm	D-s2, d2
Vanerilevy ²⁾	EN 636	5	≥ 400 kg/m ³	≥ 15 mm	D-s2, d1
Vanerilevy ²⁾	EN 636	6	≥ 400 kg/m ³	≥ 18 mm	D-s2, d0
Vanerilevy ²⁾	EN 636	mikä tahansa	≥ 400 kg/m ³	≥ 3 mm	E
Massiivipuulevy ²⁾	EN 13353	1, 2	≥ 400 kg/m ³	≥ 12 mm	D-s2, d0
Massiivipuulevy ²⁾	EN 13353	1, 2, 3, 4	≥ 400 kg/m ³	≥ 12 mm	D-s2, d2
Massiivipuulevy ²⁾	EN 13353	5	≥ 400 kg/m ³	≥ 15 mm	D-s2, d0
Massiivipuulevy ²⁾	EN 13353	6	≥ 400 kg/m ³	≥ 18 mm	D-s2, d0
Huokoinen puukuitulevy	EN 622-4	mikä tahansa	≥ 250 kg/m ³	≥ 9 mm	E
Tuote ¹⁾	Tuotestandardi	Asennustapa	Keskitiheys	Paksuus	Pintaluokka
WISA-SpruceFR	EN 636	ei rajoituksia	460 kg/m ³	≥ 15 mm	B-s1, d0 (kaikki asennustavat)
Metsä Wood Spruce FireResist	EN 636	Valmistajalta (Metsä Wood)	460 kg/m ³	≥ 15 mm	B-s1, d0 tai B-s2, d0 (riippuen asennus- tavasta)

¹⁾ Asennettujen tuotteiden pinnat saa päällystää normaaleilla pinnoitteilla (tasoitteet, maalit, lakat, tapetit).

²⁾ Levy saa olla viilu-, melamiini- tai fenolipintainen.

³⁾ Tuotteen takapinnassa saa olla ilman- ja höyrynsulkukalvo (paksuus ≤ 0,4 mm ja paino ≤ 200 g/m²), kun tuotteen ja alustan välillä ei ole ilmarakoa.

Taulukko 14. Levytuotteiden asennustapoja seinä- ja kattorakenteissa.

Asennustapa	Vaatimukset taustarakenteelle
1 	• Alusta • D-s2, d2-luokan koolaus ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) • Ontelo täytetty vähintään E-luokan puukuitueristeellä
2 	• Alusta vähintään A2-s1, d0-luokan tuote ($\rho \geq 10 \text{ kg/m}^3$) TAI • Alusta vähintään D-s2, d2-luokan tuote ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) TAI • Alusta • D-s2, d2-luokan koolaus ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) • Ontelo täytetty vähintään A2-s1, d0-luokan tuotteella ($\rho \geq 10 \text{ kg/m}^3$)
3 	• Alusta vähintään A2-s1, d0-luokan tuote ($\rho \geq 10 \text{ kg/m}^3$) • D-s2, d2-luokan koolaus ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) • Suljettu ilmarako $\leq 22 \text{ mm}$
4 	• Alusta vähintään A2-s1, d0-luokan tuote ($\rho \geq 10 \text{ kg/m}^3$) • D-s2, d2-luokan koolaus ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) • Tuuletettu ilmarako $\leq 22 \text{ mm}$
5 	• Alusta vähintään D-s2, d2-luokan tuote ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) • D-s2, d2-luokan koolaus ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) • Suljettu ilmarako
6 	• Alusta vähintään D-s2, d2-luokan tuote ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) • D-s2, d2-luokan koolaus ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) • Tuuletettu ilmarako

RAKENNUSTARVIKKEIDEN JA PINTOJEN LUOKITUS

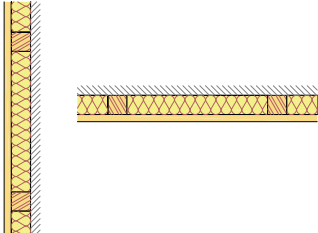
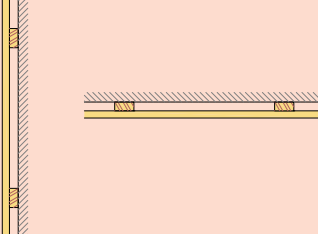
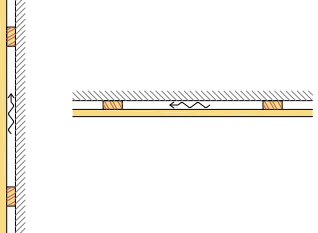
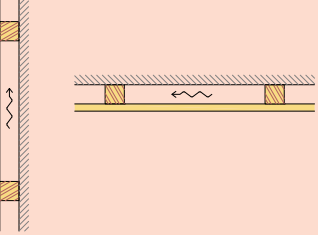
Taulukko 15. Puupaneelilla saavutettavia pintaluokkia.				
Tuote ^{1) 2)}	Asennustapa ³⁾ (ks. taulukko 16)	Keskitiheys	Paksuus ⁴⁾	Pintaluokka
Puupaneeli	1, 2, 3	$\geq 390 \text{ kg/m}^3$	$\geq 9 \text{ mm} / 6 \text{ mm}$	D-s2, d2
Puupaneeli	1, 2	$\geq 390 \text{ kg/m}^3$	$\geq 12 \text{ mm} / 8 \text{ mm}$	D-s2, d0
Puupaneeli	3	$\geq 390 \text{ kg/m}^3$	$\geq 9 \text{ mm} / 6 \text{ mm}$	D-s2, d0
Puupaneeli	1, 4	$\geq 390 \text{ kg/m}^3$	$\geq 18 \text{ mm} / 12 \text{ mm}$	D-s2, d0

¹⁾ Asennettujen tuotteiden pinnat saa päällystää normaaleilla pinnoitteilla (lakat, maalit, öljyt).

²⁾ Puupaneeli on pontattu, ponttaamaton, profiloitu, profiloimaton. Ei avosaumoja.

³⁾ Tuotteen takapinnassa saa olla ilman- ja höyrynsulkukalvo (paksuus $\leq 0,4 \text{ mm}$ ja paino $\leq 200 \text{ g/m}^2$), kun tuotteen ja alustan välillä ei ole ilmarakoa.

⁴⁾ Jälkimmäinen luku ilmoittaa paneelin ohuimman kohdan (profiloinnin) paksuuden. Profiloitua aluetta saa olla enintään 20 % näkyvän puolen pinta-alasta. Mikäli profilointia on sekä näkyvällä puolella että taustapuolella, saa profiloitu alue olla näiden pinta-alasta enintään 25 %.

Asennustapa		Vaatimukset taustarakenteelle
1		- Alusta - D-s2, d2-luokan koolaus ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) - Ontelo täytetty vähintään E-luokan puukuitueristeellä TAI - Ontelo täytetty vähintään A2-s1, d0-luokan tuotteella ($\rho \geq 10 \text{ kg/m}^3$)
2		- Alusta vähintään D-s2, d2-luokan tuote ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) - D-s2, d2-luokan koolaus ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) - Suljettu ilmarako $\leq 20 \text{ mm}$
3		- Alusta vähintään A2-s1, d0-luokan tuote ($\rho \geq 10 \text{ kg/m}^3$) - D-s2, d2-luokan koolaus ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) - Tuuletettu ilmarako $\leq 20 \text{ mm}$
4		- Alusta vähintään A2-s1, d0-luokan tuote ($\rho \geq 10 \text{ kg/m}^3$) - D-s2, d2-luokan koolaus ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) - Tuuletettu ilmarako

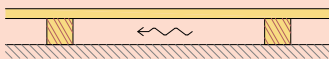
Taulukko 17. Puupohjaisilla lattiapinnoitteilla saavutettavia pintaluokkia.

Tuote ^{1) 2)}	Asennustapa (ks. taulukko 18)	Keskitiheys	Paksuus	Pintaluokka
Lattialauta	2	Mänty $\geq 480 \text{ kg/m}^3$ Kuusi $\geq 400 \text{ kg/m}^3$	$\geq 14 \text{ mm}$	D _{FL} -s1
Lattialauta	2, 4	Mänty $\geq 430 \text{ kg/m}^3$ Kuusi $\geq 400 \text{ kg/m}^3$ Pyökki $\geq 700 \text{ kg/m}^3$ Tammi $\geq 700 \text{ kg/m}^3$	$\geq 20 \text{ mm}$	D _{FL} -s1
Parketti	1	Pähkinäpuu $\geq 650 \text{ kg/m}^3$	$\geq 8 \text{ mm}$	D _{FL} -s1
Parketti	1	Saarni $\geq 650 \text{ kg/m}^3$ Vaahtera $\geq 650 \text{ kg/m}^3$ Tammi $\geq 720 \text{ kg/m}^3$	$\geq 8 \text{ mm}$	D _{FL} -s1
Monikerrosparketti Pinta tammea $\geq 3,5 \text{ mm}$	3	$\geq 550 \text{ kg/m}^3$	$\geq 15 \text{ mm}$	D _{FL} -s1

¹⁾ Ilman pinnoitetta.

²⁾ Sallittu myös portaissa.

Taulukko 18. Puupohjaisten lattiapinnoitteiden asennustapoja.

Asennustapa	Vaatimukset taustarakenteelle
1 	- Lattiapinnoite liimattu alustaan - Alusta vähintään D-s2, d2-luokan tuote ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$)
2 	- Lattiapinnoite suoraan kiinni alustassa - Alusta vähintään D-s2, d2-luokan tuote ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$)
3 	- Lattiapinnoite välikerroksen päällä - Vähintään E-luokan välikerros, paksuus $\leq 3 \text{ mm}$, $\rho \geq 280 \text{ kg/m}^3$ - Alusta vähintään D-s2, d2-luokan tuote ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$)
4 	- D-s2, d2-luokan koolaus ($\rho \geq 400 \text{ kg/m}^3$) - Tuuletettu ilmarako $\geq 30 \text{ mm}$

Taulukko 19. Massiivipuutuotteilla saavutettavia pintaluokkia.

Tuote	Tuotestandardi	Keskitiheys	Paksuus	Pintaluokka
Sahatavara	EN 14081-1	$\geq 350 \text{ kg/m}^3$	$\geq 22 \text{ mm}$	D-s2, d0
Liimapuu	EN 14080	$\geq 380 \text{ kg/m}^3$	$\geq 22 \text{ mm}$	D-s2, d0
Sormijatkettu sahatavara	EN 15497	$\geq 380 \text{ kg/m}^3$	$\geq 22 \text{ mm}$	D-s2, d0
LVL (viilun paksuus $\geq 3 \text{ mm}$)	EN 14374	$\geq 400 \text{ kg/m}^3$	$\geq 18 \text{ mm}$	D-s2, d0
CLT (lamellin paksuus $\geq 18 \text{ mm}$)	EN 16351	$\geq 350 \text{ kg/m}^3$	$\geq 54 \text{ mm}$	D-s2, d0

RAKENNUSTARVIKKEIDEN JA PINTOJEN LUOKITUS

Taulukko 20. Katemateriaaleilla saavutettavia pintaluokkia.			
Tuote ¹⁾	Materiaali	Ehdot	Pintaluokka
Laatat ²⁾	Luonnonkivi, liuskekivi		B _{ROOF} (t2)
Tiilet ²⁾	Kivi, betoni, poltettu savi, keramiikka, teräs	- Ulkopuolinen pinnoite epäorgaaninen TAI - PCS ≤ 4,0 MJ/m² - TAI - Massa ≤ 200 g/m²	B _{ROOF} (t2)
Laatat ²⁾ , profiloituneet ja sileät levyt	Kuitubetoni	PCS ≤ 3,0 MJ/m²	B _{ROOF} (t2)
Profiloidut ja sileät metalliohuetlevyt ²⁾	Alumiini, alumiiniseos, kupari, kupariseos, sinkki, sinkkiseos, pinnoittamaton teräs, ruostumaton teräs, galvanoitu teräs, maalipinnoitettu teräs, emalipinnoitettu teräs	- Paksuus ≥ 0,4 mm - Ulkopuolinen pinnoite epäorgaaninen TAI - PCS ≤ 4,0 MJ/m² - TAI - Massa ≤ 200 g/m²	B _{ROOF} (t2)
Päällystettävät katteet	Epäorgaaniset päällysteet	- Irtosorapäällyste, paksuus ≥ 50 mm TAI - Irtosorapäällyste, massa ≥ 80 kg/m² (raekoko 4...32 mm) TAI - Hiekka/sementtitasoitekerros, paksuus ≥ 30 mm TAI - Betonilaatat, paksuus ≥ 40 mm TAI - Keinokivilaatat, paksuus ≥ 40 mm TAI - Mineraalilaatat, paksuus ≥ 40 mm	B _{ROOF} (t2)

¹⁾ Katteella tarkoitetaan tuotetta, joka muodostaa katon ylimmän kerroksen.

²⁾ Katteen alusta on vähintään luokkaa D-s2, d2 ja sen keskitiheys on vähintään 400 kg/m³. PCS = ylempi lämpöarvo.

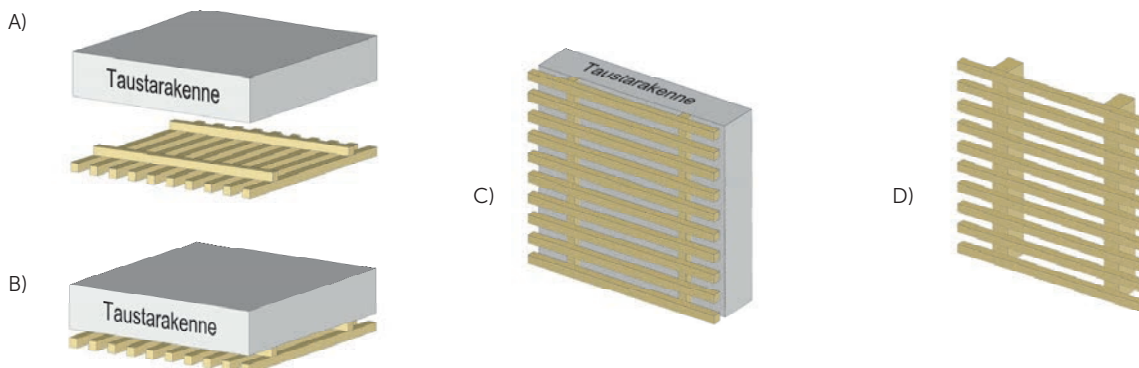


Kuva 17. Esimerkki puurakenteisen pysäköintitalon ritiläjulkisivusta Ruotsissa Skellefteåssa.

Taulukko 21. Esimerkkejä puuritalle saavutettavista pintaluokista.		
Riman ja kiinnityspuiden luokka	Rimajako	Pintaluokka
D-s2, d2	Määritetään taulukon 22 mukaan	D-s2, d2
Mikäli halutaan taulukon 22 esittämää tiheämpi rimajako, tulee rimat olla käsitelty palosuoja-aineella, joka on testattu suunnitellun ritilärakenteen mukaisessa tilanteessa.		

Taulukko 22. Mitoituskriteerit D-s2, d2-luokan rakennustarvikkeesta toteutettavalle ritilälle.

Tapaus	Rakenne	Pinta-luokka	Taustarakenteen pintaluokka	Sallittu palava pinta-ala ¹⁾ / 1 m ² rakennetta	Mitoituksessa palolle altistuvat pinnat
A	Alakatto	D-s2, d2	A2-s1, d0, kun väli ²⁾ taustaan < 100 mm B-s1, d0, kun väli ²⁾ taustaan 100...300 mm D-s2, d2, kun väli ²⁾ taustaan yli 300 mm	≤ 1,1 m ²	- Ritilä- ja kiinnityspuiden pitkät sivut - Ritilä- ja kiinnityspuiden risteyskohdat voidaan vähentää pinta-alasta
B	Alakatto	D-s2, d2	A2-s1, d0, koska ritilä on kiinni taustarakenteessa	≤ 1,1 m ²	- Ritilä- ja kiinnityspuiden pitkät sivut - Ritilä- ja kiinnityspuiden risteyskohdat voidaan vähentää pinta-alasta - Taustarakennetta vasten oleva kiinnityspuun sivu voidaan vähentää pinta-alasta
C	Seinä	D-s2, d2	A2-s1, d0, koska ritilä on kiinni taustarakenteessa	≤ 1,1 m ²	- Ritilä- ja kiinnityspuiden pitkät sivut - Ritilä- ja kiinnityspuiden risteyskohdat voidaan vähentää pinta-alasta - Taustarakennetta vasten oleva kiinnityspuun sivu voidaan vähentää pinta-alasta
D	Ritiläseinä	D-s2, d2	Ei taustarakennetta	≤ 1,1 m ²	- Ritilä- ja runkopuiden pitkät sivut - Ritilä- ja runkopuiden risteyskohdat voidaan vähentää pinta-alasta



¹⁾ Jos ritilärakenteen osuus on alle 20 % seinän tai katon pinta-alasta ja yhtenäisen ritilärakenteen pinta-ala on korkeintaan 5 m², voidaan sallitulle palavalle pinta-alalle käyttää kaksinkertaisia arvoja.

²⁾ Etäisyys ritilärakenteen taustasta (ei kiinnityspuista) taustarakenteen näkyvään pintaan.

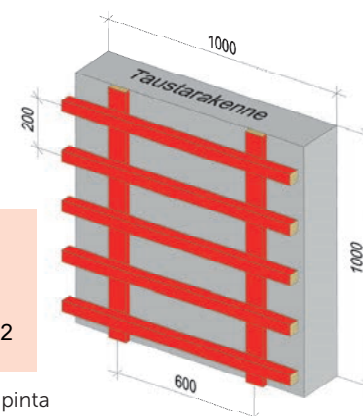
Esimerkki

Oheisen kuvan mukainen puuritilä on valmistettu rimasta 45x45 (k200), jotka on kiinnitetty lautoihin 75x25 (k600). Taustarakenne on A2-s1, d0-luokkaa. Tarkastetaan täyttääkö ritilä pintaluokan D-s2, d2. Yksinkertaistuksen vuoksi ritilä- ja kiinnityspuiden risteyskohtia ei tässä esimerkissä vähennetä palavasta pinta-alasta. Täten palolle altistuvia pintoja ovat kaikki muut, paitsi taustarakennetta vasten olevat kiinnityslautojen pinnat.

$$A_{F,rima} = 5 \text{ kpl} \cdot (0,045 \text{ m} \cdot 4 \text{ kpl}) \cdot 1 \text{ m} = 0,9 \text{ m}^2/\text{seinä-m}^2$$

$$A_{F,lauta} = 1,67 \text{ kpl} \cdot (0,025 \text{ m} + 0,075 \text{ m} + 0,025 \text{ m}) \cdot 1 \text{ m} = 0,2 \text{ m}^2/\text{seinä-m}^2$$

$$A_F = A_{F,rima} + A_{F,lauta} = 0,9 \text{ m}^2 + 0,2 \text{ m}^2 = 1,1 \text{ m}^2/\text{seinä-m}^2 \leq 1,1 \text{ seinä-m}^2 \text{ OK} \rightarrow \text{D-s2, d2}$$



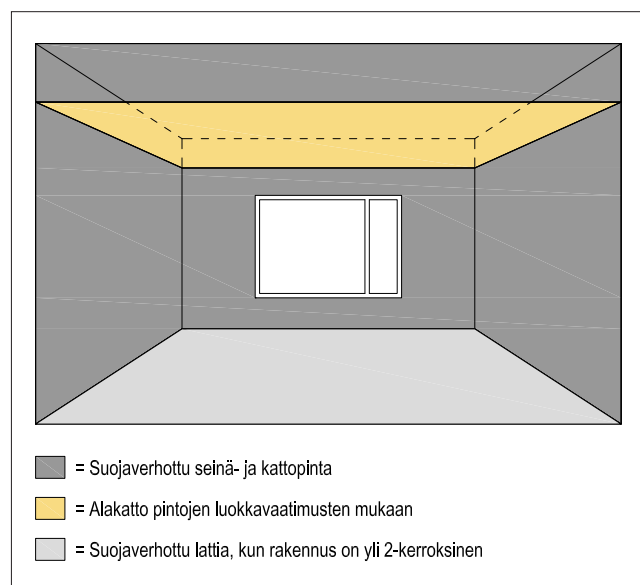
— Palolle altistuva pinta

5 SUOJAJVERHOUS

5.1 SUOJAJVERHOUKSEN OMINAISUUDET

Suojaverhouksella tarkoitetaan rakennusosan pinnan muodostamaa osaa, joka suojaa alustaansa määrätyn ajan syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta vaurioitumiselta. Suojaverhouksen tarkoituksena on palon kehittymisen rajoittaminen tietyn ajan tapauksissa, joissa rakennusosassa käytetyt tarvikkeet vaaraa aiheuttavasti osallistuvat paloon. Eurooppalaiset suojaverhoukset luokitellaan K₁ 10, K₂ 10, K₂ 30 ja K₂ 60. Suomessa palomääräysten taulukkomitoituksen mukaisessa suunnittelussa ovat käytössä suojaverhoukset K₂ 10 (suojausaika 10 min) ja K₂ 30 (suojausaika 30 min). Luokamerkinneissä alaindeksi viittaa suojaverhouksen takana olevaan alustaan. Alaindeksi 2 tarkoittaa, että kyseistä suojaverhousta voidaan käyttää kaikilla alustoilla riippumatta alustan tyypistä ja tiheydestä. Suojaverhouksen lisäksi vaatimuksia asetetaan suojaverhouksessa käytettävien rakennustarvikkeiden luokalle.

Lämpötilan nousua suojaverhouksen takana rajoitetaan kuvassa 19 esitetyllä tavalla. Suojaverhouksessa ei saa esiintyä suojaverhousajan sisällä sellaisia vaurioita (halkeamia yms.), joiden kautta palo pääsee vaurioittamaan suojattavaa rakennusosaa. Käytännössä suojattavaan rakennusosaan ei saa tulla minkäänlaisia vaurioita suojaverhousajan sisällä. Suojaverhouksen mitoituksen ei ole olemassa laskentamenetelmää, joten rakennustarvikkeen suojaverhoukseen tulee määrittää standardin EN 14135 mukaisella testauksella.



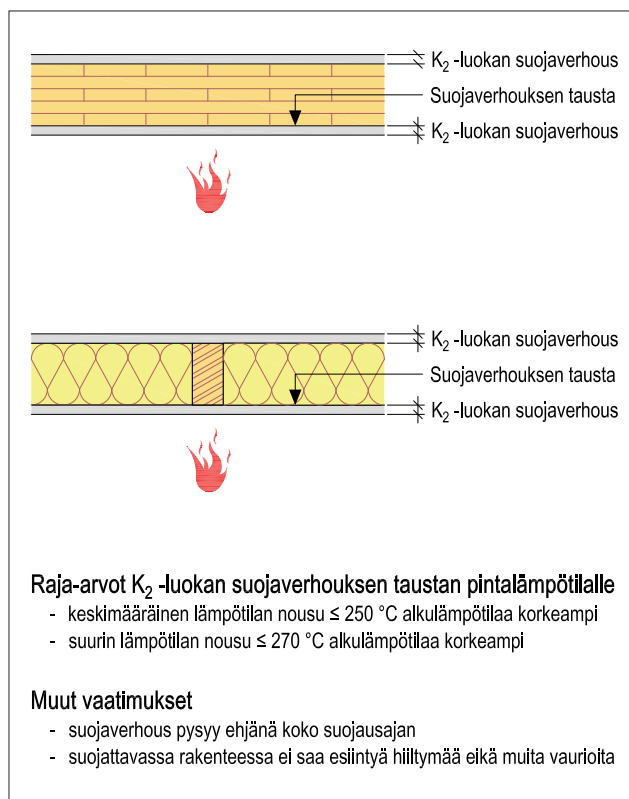
Kuva 18. Suojaverho tilaa rajoittavissa pinnoissa.

5.2 SUOJAJVERHOUSTEN TOTEUTTAMINEN

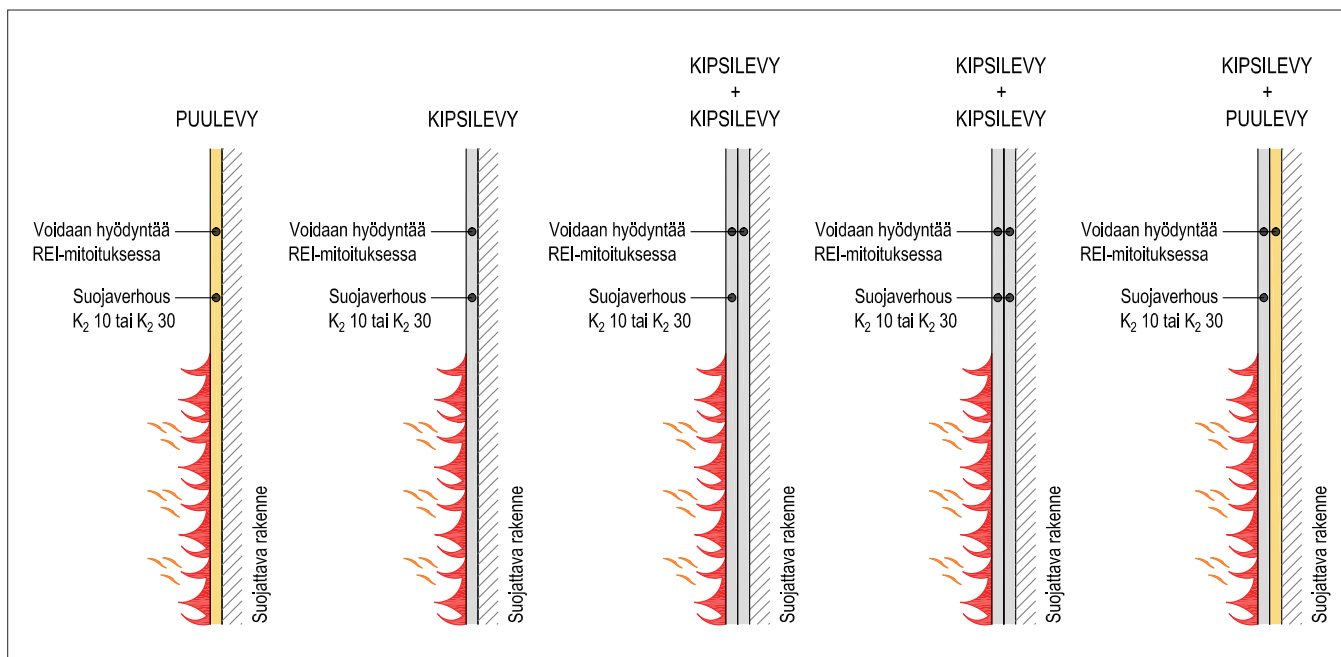
Taulukoissa 23 ja 24 on esitetty suuntaa-antavasti tuotteita, joilla voidaan toteuttaa suojaverhouksia. Tuotteiden ominaisuudet vaihtelevat valmistajakohtaisesti, joten käytettävän suojaverhoustuotteen ominaisuudet tulee aina tarkastaa valmistajalta (suoritussoilmoitus).

5.3 SUOJAJVERHOUSVAATIMUKSET P2-PALOLUOKAN RAKENNUKSESSA

Taulukoissa 25, 26 ja 27 on esitetty palomääräysten taulukkomitoituksen mukaiset suojaverhousvaatimukset P2-paloluokan rakennuksissa. Alakattoon todennäköisesti tulevien lävistysten vuoksi, alakatto on suositeltavaa tehdä erillisenä rakennusosana suojaverhouksen alapuolelle. Tällainen tilanne tulee esimerkiksi saunassa ja kylpyhuoneessa, jossa on esimerkiksi puupaneelista toteutettu alakattorakenne. Sama suositus koskee talotekniikan koteloiteja.



Kuva 19. K₂ -luokan suojaverhoukselta vaadittavat ominaisuudet.



Kuva 20. Suojajaverhoukseen käytettävä tuote voidaan hyödyntää myös rakenteen REI-mitoituksessa.

Taulukko 23. Kivivillalevyillä saavutettavia suojajaverhousluokkia.

Tuote	Käyttötarkoitus	Asennustapa ja saumatyyppi	Paksuus	Suojajaverhousluokka	Rakennustarvikkeen luokka
PAROC FireSAFE VF10	Tuuletetut julkisivut	Valmistajan ohjeen mukaan	30 mm	K ₂ 10	A1
PAROC FireSAFE RF30	Rapattava suoja-verhouslevy	Valmistajan ohjeen mukaan	50 mm	K ₂ 30	A1
PAROC FireSAFE VF30	Tuuletetut julkisivut	Valmistajan ohjeen mukaan	50 mm	K ₂ 30	A1
PAROC Cortex	Tuuletetut julkisivut	Valmistajan ohjeen mukaan	50 mm	K ₂ 30	A2-s1, d0
PAROC Cortex One	Tuuletetut julkisivut	Valmistajan ohjeen mukaan	80 mm	K ₂ 30	A2-s1, d0
PAROC FireSAFE RO30	Katot	Valmistajan ohjeen mukaan	30 mm / 50 mm	K ₂ 30	A1
PAROC FPS 17	Palosuojalevy	Valmistajan ohjeen mukaan	50 mm	K ₂ 30	A1
			60 mm	K ₂ 60	A1
PAROC FPL 80	Aukkojen reunat	Valmistajan ohjeen mukaan	200 mm	K ₂ 60	A1

SUOJAJVERHOUS

Taulukko 24. Kipsilevyillä saavutettavia suojajaverhousluokkia					
Tuote	Tuotestandardi	Asennustapa ja saumatyyppi	Paksuus	Suojajaverhousluokka	Rakennustarvikkeen luokka
Kipsilevy	EN 520	Valmistajan ohjeen mukaan	≥ 9 mm	K ₂ 10	A2-s1, d0
			≥ 13 mm	K ₂ 10	A2-s1, d0
			≥ 15 mm ¹⁾	K ₂ 10	A2-s1, d0
			≥ 13 mm + ≥ 15 mm ¹⁾	K ₂ 30	A2-s1, d0
			≥ 18 mm ¹⁾	K ₂ 30	A2-s1, d0
Kuitukipsilevy	EN 15283	Valmistajan ohjeen mukaan	≥ 10 mm	K ₂ 10	A2-s1, d0
			≥ 18 mm	K ₂ 30	A2-s1, d0
			≥ 10 mm + ≥ 10 mm	K ₂ 30	A2-s1, d0
WISA-SpruceFR	EN 636	Valmistajan ohjeen mukaan	≥ 15 mm	K ₂ 10	B-s1, d0 (kaikki asennustavat)
Metsä Wood Spruce FireResist	EN 636	Valmistajan ohjeen mukaan	≥ 15 mm	K ₂ 10	B-s1, d0 tai B-s2, d0 (asennustavasta riippuen)

¹⁾ Palokipsilevy.

Taulukko 25. Suojajaverhousvaatimukset P2-paloluokan rakennuksessa.			
1...2-kerroksinen rakennus, korkeus enintään 9 m			
Nimitys (käyttötarkoitus)	Rakennusosa	Suojajaverhous	Suojajaverhousta ei vaadita
Päiväkoti ¹⁾ (kokoonmistila) Koulu (kokoonmistila) Ravintola (kokoonmistila) Myymälä (liiketila) Kirjasto (kokoonmistila) Toimisto (työpaikatila)	Seinäpinnat	K ₂ 10, B-s1, d0	rakennusosassa, jonka lämmöneristeet eristävältä osaltaan vähintään B-s1, d0 ja muut tarvikkeet vähintään D-s2, d2
	Kattopinnat	K ₂ 10, B-s1, d0	- D-s2, d2-luokan massiivipuuseinässä, 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
	Ulkoseinän rungon ulkopinnat (tuuletusraon sisäpinta)	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Pientalo (asunto) Rivitalo (asunto) Asuinkerrostalo (asunto)	Seinäpinnat	K ₂ 10, B-s1, d0	rakennusosassa, jonka lämmöneristeet eristävältä osaltaan vähintään B-s1, d0 ja muut tarvikkeet vähintään D-s2, d2
	Kattopinnat	K ₂ 10, B-s1, d0	- D-s2, d2-luokan massiivipuuseinässä, 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
	Ulkoseinän rungon ulkopinnat (tuuletusraon sisäpinta)	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Hotelli (majoitustila) Palvelutalo (hoitolaitos)	Seinäpinnat	K ₂ 10, B-s1, d0	rakennusosassa, jonka lämmöneristeet eristävältä osaltaan vähintään B-s1, d0 ja muut tarvikkeet vähintään D-s2, d2
	Kattopinnat	K ₂ 10, B-s1, d0	- D-s2, d2-luokan massiivipuuseinässä, jonka tiheys on vähintään 350 kg/m³ - pilareissa ja palkeissa, jotka täyttävät luokkavaatimukset R 30 ja D-s2, d2
	Ulkoseinän rungon ulkopinnat (tuuletusraon sisäpinta)	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Porrashuone	Ks. luku 7		
Luhtikäytävä	Ks. luku 7		
Parveke	Ks. luku 7		

¹⁾ Päiväkäytössä.

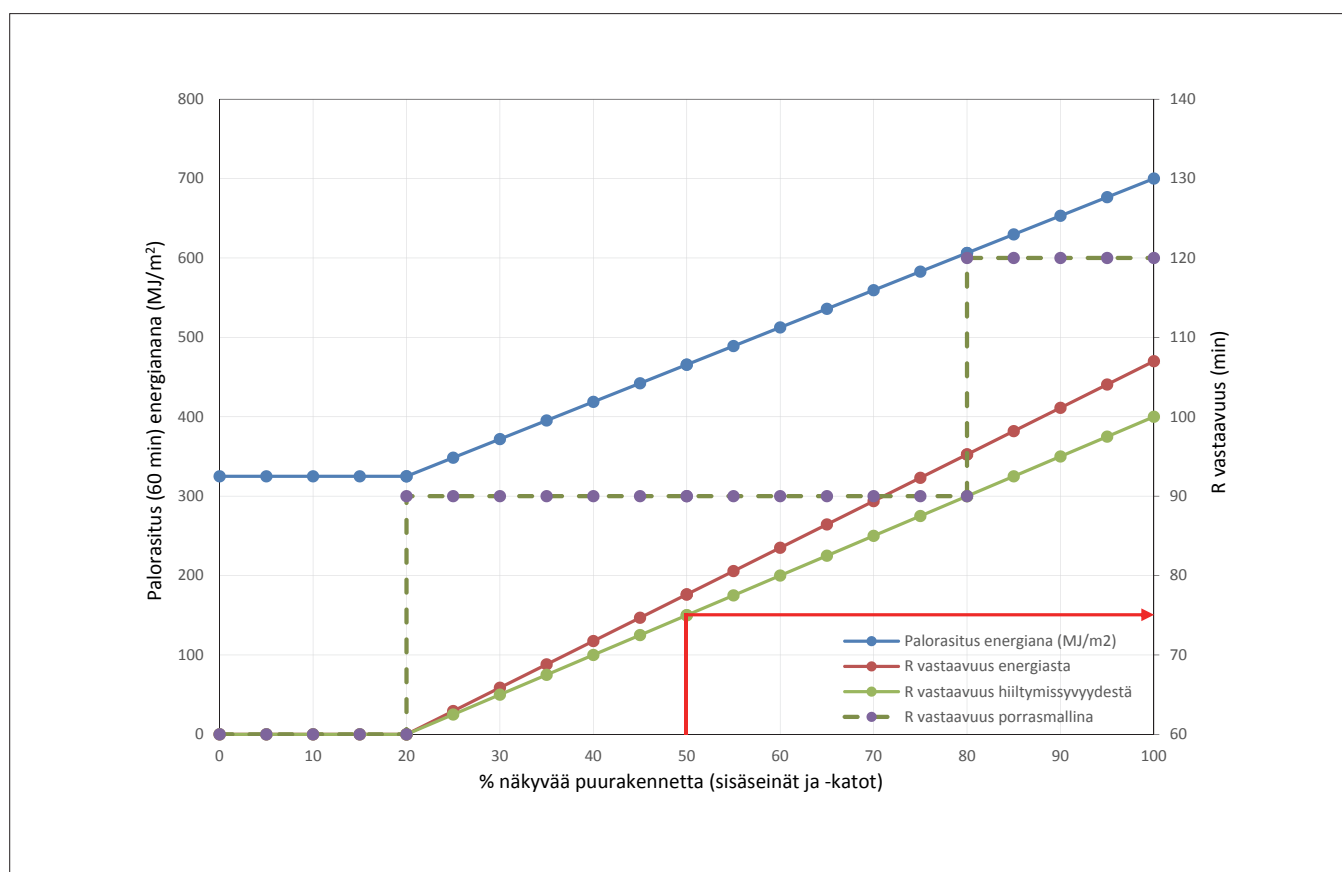
P2-paloluokan yli 2-kerroksisessa rakennuksessa sisäpuolisten pintojen tulee olla varustettu K₂ 30, A2-s1, d0-luokan suojaverhouksella. Poikkeuksena tästä on ulkokäytävän ja palosulun pinnat, jotka tulee olla varustettu K₂ 10, A2-s1, d0-luokan suojaverhouksella. Käytännössä tämä tarkoittaa, että palo-osaston seinä- ja kattopintojen sekä lattiapinnan tulee olla varustettu edellä esitetyillä suojaverhouksilla.

P2-paloluokan yli 2-kerroksisessa rakennuksessa K₂ 30, A2-s1, d0-luokan suojaverhouksen yhteydessä palo-osaston seinä- ja kattopinnoissa, pois lukien uloskäytävät ja palosulut, saa kuitenkin olla suojaverhoamatonta pintaa seuraavasti:

- ≤ 20 %, kun palo-osaston rakennusosat R 60 ja EI 60.
- > 20 % ... ≤ 80 %, kun palo-osaston rakennusosat R 90 ja EI 90.
- > 80 %, kun palo-osaston rakennusosat R 120 ja EI 120.
- Palo-osaston sisäiset ei-kantavat väliseinät.

Edellä esitetyt prosenttiosuudet lasketaan palo-osaston kantavien-, osastoivien- ja ulkoseinien sekä katon muodostamasta kokonaispinta-alasta. Palo-osaston sisäisestä kantavasta väliseinästä pinta-alaan lasketaan molemmat puolet. Ikkuna- ja oviaukkoja ei vähennetä kokonaispinta-alasta. Kuvassa 21 on esitetty perusteluja suojaverhoamattoman pinnan prosenttiosuuksille ja rakennusosien luokkavaatimuksille.

P2-paloluokan 3...4-kerroksisessa enintään 14 m korkeassa asuinrakennuksessa sisäpuolisten pintojen K₂ 30, A2-s1, d0-luokan suojaverhous voidaan korvata K₂ 10, A2-s1, d0-luokan suojaverhouksella. Tällöin sisäpinnat tulee kuitenkin suojaverhota kokonaisuudessaan, joten esitettyjä prosenttiperusteisia suojaverhousvähennyksiä ei voida käyttää.



Kuva 21. Näkyvän puupinnan vaikutus palo-osaston rakennusosien luokkavaatimukseen (lähde: Puutuoteteollisuus ry).

Taulukko 26. Suojaverhousvaatimukset P2-paloluokan rakennuksessa.

3...4-kerroksinen rakennus, korkeus enintään 14 m

Nimitys (käyttötarkoitus)	Rakennusosa	Suojaverhous	Palo-osastossa saa olla suojaverhoamatonta seinä- ja kattopintaa (ks. kuva 22)
Päiväkoti ¹⁾ (kokoontumistila) Koulu (kokoontumistila) Ravintola (kokoontumistila) Myymälä (liiketila) Kirjasto (kokoontumistila)	Seinäpinnat	K ₂ 30, A2-s1, d0	- 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		

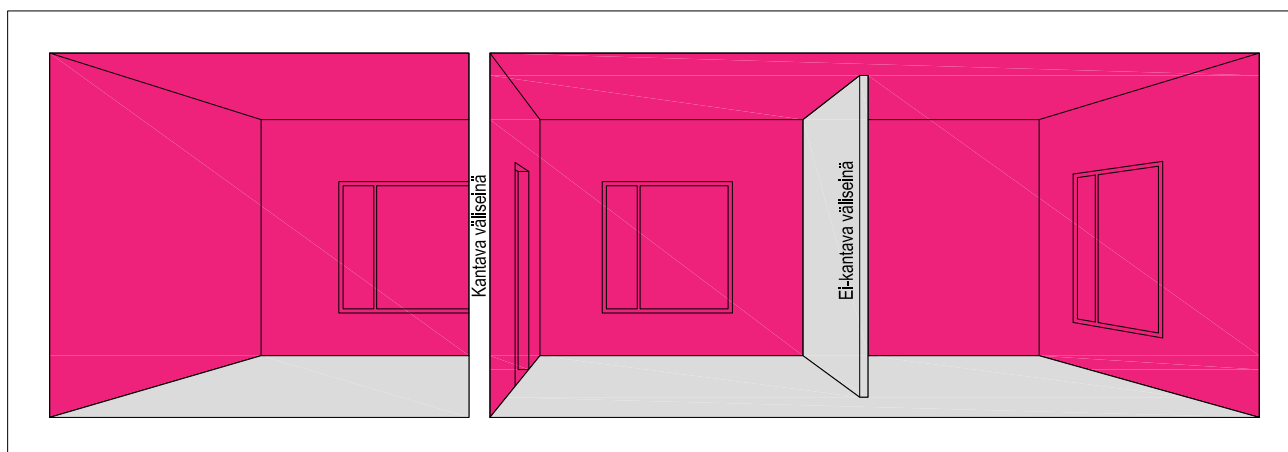
¹⁾ Päiväkäytössä.

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

Taulukko 27. Suojaverhousvaatimukset P2-paloluokan rakennuksessa.

3...8-kerroksinen rakennus, korkeus enintään 28 m

Nimitys (käyttötarkoitus)	Rakennusosa	Suojaverhous	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	• 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		



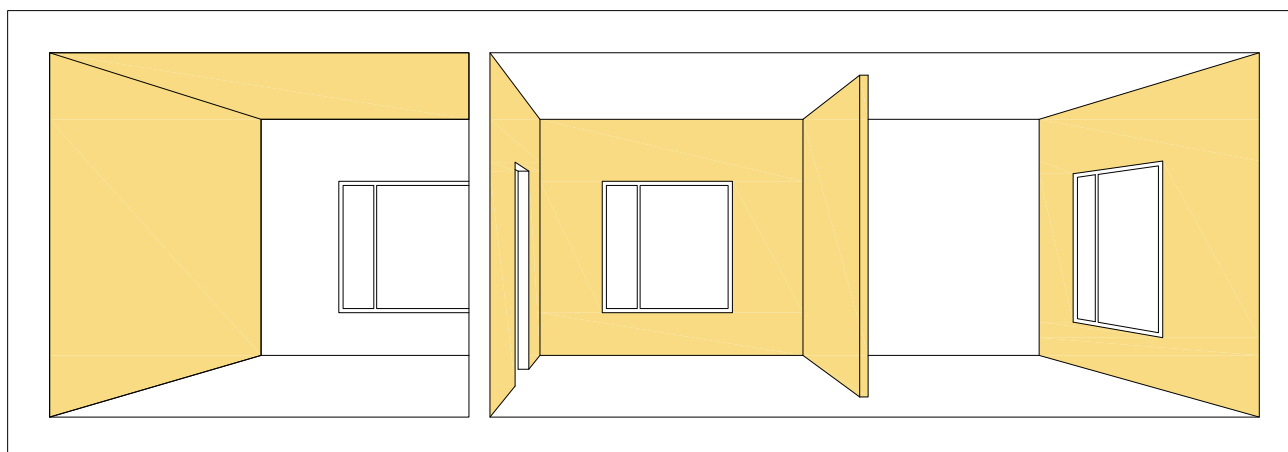
= Huoneiston yhteenlaskettu seinä- ja kattopinta [m^2]

= Ei lasketa mukaan

Kuvan esimerkissä huoneiston seinä- ja kattopintojen alat ovat seuraavat:

- Huoneistojen väliset seinät (sis. aukot)	28,6 m^2
- Ulkoseinät (sis. aukot)	28,6 m^2
- Kantava väliseinä (sis. aukot)	26,0 m^2
- Katto	30,0 m^2

Yhteensä 113,2 m^2



= Mahdollinen suojaverhoamatonta pinta

Kuvan esimerkissä huoneiston seinä- ja kattopinnoissa voi olla suojaverhoamatonta pintaa seuraavasti:

- Enintään 22,6 m^2 (20 %) + huoneiston sisäiset ei-kantavat väliseinät, kun kantavat rakennusosat R 60 ja osastoivat rakennusosat EI 60
- Enintään 90,6 m^2 (80 %) + huoneiston sisäiset ei-kantavat väliseinät, kun kantavat rakennusosat R 90 ja osastoivat rakennusosat EI 90
- Enintään 113,2 m^2 (100 %) + huoneiston sisäiset ei-kantavat väliseinät, kun kantavat rakennusosat R 120 ja osastoivat rakennusosat EI 120

Edellä määritetty huoneiston suojaverhoamattoman pinnan enimmäispinta-ala voidaan sijoittaa vapaasti huoneiston seinä- ja kattopintoihin.

Kuva 22. Esimerkilaskelma sisäpuolisen K_2 30, A2-s1, d0-luokan suojaverhouksen lievennyksistä yli 2-kerroksisessa P2-paloluokan rakennuksessa.

6 PALON LEVIÄMISEN ESTÄMINEN

6.1 OSASTOIVAT RAKENNUSOSAT

Palo-osastoinnin tarkoituksena on palon ja savun leviämisen rajoittaminen, poistumisen turvaaminen, pelastus ja sammutustoimien helpottaminen sekä omaisuusvahinkojen vähentäminen. Osastoivan rakennusosan tehtävä on rajoittaa palon ja savun leviäminen vaaditun palonkestoajan. Tämän lisäksi osastoivan rakennusosan tulee pysyä paikoillaan koko vaaditun palonkestoajan, joten osastoivan rakennusosan runko tulee mitoittaa siten, että se kestää sormumatta koko palonkestoajan.

6.1.1 Osastoivuuden määrittäminen

Rakennusosan osastoivuuden määrittämisessä tarkastellaan lämpötilan nousua rakennusosan toisella puolella sekä rakennusosan tiiviyyttä. Tarkastelussa huomioidaan myös rakennusosassa olevat mahdolliset epäjatkuvuuskohdat, kuten saumat ja reiät. Lämpötilan nousua osastoivan rakennusosan toisella puolella rajoitetaan kuvassa 23 esitetyn mukaisesti.

Lämpötilan lisäksi tulee tarkastella myös rakenteen rungon kestävyyttä. Esimerkiksi rankarakenteessa rankojen kestävyys on hyvin rajallinen, mikäli rangat palavat kolmelta sivulta samanaikaisesti. Tähän voidaan vaikuttaa rankojen välissä olevalla lämmöneristeen tyypillä (kuva 24).

6.1.2 Osastointiperiaatteen vaikutus yläpohjaan

P3-paloluokan rakennuksessa ei ole palotilanteen kantavuusvaatimuksia (R 0), mutta osastoivan rakennusosan ja sitä kantavien rakennusosien tulee kuitenkin säilyttää kantavuutensa koko vaaditun osastointiajan, vaikka kuormituksena olisi pelkkä rakennusosan omapaino.

Osastoivan rakennusosan suunnittelussa tulee ensimmäisenä tarkastella osastoivan rakennusosan rungon kantavuus palotilanteessa, jotta suunnitteluratkaisusta saadaan kokonaistaloudellinen. Esimerkiksi ullakollisessa yläpohjassa, jossa kerroksen ja ullakon välinen rakennusosa tehdään osastoivaksi, tarvitaan aina palonkestävä yläpohjan runkorakenne. Tämä johtuu siitä, että yläpohjan runkorakenteen tulee säilyttää kantavuutensa vaaditun osastointiajan niin alapuolisessa palossa kuin ullakkopalossa. Esimerkiksi NR-ristikoita käytettäessä tämä johtaa niin sanottuun paloristikoon, jotta yläpohjan kantavuus voidaan säilyttää ullakkopalossa. Tämä voidaan kuitenkin välttää P3-paloluokan rakennuksessa, jossa ullakon ja yläpohjan ontelon osastointi tehdään alapuolisten osastojen mukaan (kuvat 25 ja 26). Tällöin osastoivat pystyrakenteet ulotetaan vesikatteeseen saakka, jolloin nämä estävät palon leviämisen vaakasuunnassa toiseen osastoon. Kerrososastointia ei tällöin tarvita kerroksen ja ullakon välillä.

P1- ja P2-paloluokan rakennuksessa ullakko tulee kerrososastoida, jolloin kerroksen ja ullakon välillä on osastoiva rakennus-

osa. Tällaisissa rakennuksissa yläpohjan runkorakenteen tulee aina säilyttää kantavuutensa vaaditun osastointiajan niin alapuolisessa palossa kuin ullakkopalossa. Esimerkiksi NR-ristikoita käytettäessä tulee aina käyttää niin sanottuja paloristikoita.

Tapauksessa, jossa yläpohjarakenne sisältää ontelon (esim. vi-non palkkiyläpohjan tuuletusväli), ei ontelo tarvitse välttämättä osastoida kerroksesta. Tällöin kuitenkin yläpohjan ontelon kaikkien pintojen tulee olla B-s1, d0-luokkaa. Vähäisessä määrin (max 20 %) voidaan käyttää D-s2, d2-luokan pintoja. Suositeltava tapa on, että yläpohjan ontelo osastoidaan aina kerroksesta, jolloin ontelon pinnat saavat olla D-s2, d2-luokkaa ja tällaisessa ontelossa saa olla normaali E-luokan aluskate. Yläpohjan ontelo ei tarvitse osastoida vaakasuunnassa, kun ontelo on osastoitu alapuolisesta tilasta.

Ullakon ja yläpohjan ontelon palo-osasto tulee jakaa enintään 400 m²:n osiin EI 15 rakennusosin. Alapohjan ontelo tulee jakaa enintään 800 m²:n osiin EI 15-luokan rakennusosin, mikäli ontelon pinnat eivät vähäisiä osia lukuun ottamatta täytä luokkavaatimusta D-s2, d2. Alapohjan ontelon jakoa osiin ei kuitenkaan edellytetä, mikäli alapohja täyttää luokkavaatimuksen REI 60. Alapohjan ontelo ei tarvitse osastoida vaakasuunnassa.

6.1.3 Ulkovaipan rungon palomitoitus

Puurakennuksen ulkovaippa (alapohja, ulkoseinä, yläpohja) sisältää yleensä rakenteiden tuuletukseen tarvittavan ontelon. Myös ullakko toimii tavallisesti rakenteiden tuuletustilana.

Tuuletettu alapohjarakenne palomitoitetaan luokkavaatimusten mukaisesti ensisijaisesti rakennuksen sisäpuolista paloa vastaan. Tapauskohtaisesti palo voi sijaita myös alapohjan tuuletusontelossa, jossa syttymisen voi aiheuttaa esimerkiksi sähkölaitteet. Alapohjarakenteelle alapuolisessa palossa ei ole annettu vaatimuksia luokaruvoina esimerkiksi R-mitoituksen suhteen. Tästä johtuen alapohjarakenteen palomitoitus alapuolista paloa vastaan määritellään tapauskohtaisesti.

Mikäli ulkoseinä on osastoiva, palomitoitetaan ulkoseinärakenne saman luokkavaatimuksen mukaan sekä rakennuksen sisäpuoliselle että ulkopuoliselle palolle. Mikäli ulkoseinä ei ole osastoiva, palomitoitetaan ulkoseinärakenne luokkavaatimusten mukaisesti ensisijaisesti rakennuksen sisäpuolista paloa vastaan. Tulee kuitenkin huomioida, että osastoimattoman ulkoseinän tapauksessa palo voi sijaita myös seinän ulkopuolella (esim. parvekepalo).

Tapauksessa, jossa yläpohja sisältää ullakon, mitoitetaan yläpohja saman luokkavaatimuksen mukaan sekä alapuoliselle palolle että ullakkopalolle. Samoin mikäli yläpohjan ontelo on osastoitu alapuolisesta tilasta, mitoitetaan yläpohja perustapauksessa saman luokkavaatimuksen mukaan sekä alapuoliselle palolle että ontelopalolle. Kuitenkin tapauksessa, jossa palon leviäminen räystäältä onteloon on estetty vähintään EI 30 rakennusosalla ja syttyminen

yläpohjan ontelossa on estetty tehokkaasti, voidaan yläpohja mitoitaa ontelopaloa vastaan vähintään luokkavaatimuksen REI 30 mukaan ja alapuolista paloa vastaan alapuolisen tilan luokkavaatimuksen mukaan.

6.1.4 Osastoinnin toteuttamisen periaatteet

Osastoinnin suunnittelu on aina tapauskohtaista ja sisältää monia erityiskysymyksiä riippuen rakennuksesta ja käytettävistä rakennusosista. Osastoivat rakennusosat ovat tavallisesti rakennuksen sisällä olevia seiniä sekä väli- ja yläpohjia. Ulkoseinältä vaaditaan osastoivuutta yleensä vain erikoistapauksissa.

Kuvissa 25...33 on esitetty suositeltavat osastointiperiaatteet erityyppisissä rakennuksissa. Kuviin koottu tieto ei yksiselitteisesti ole sidottu esitettyyn paloluokkaan vaan osastointiperiaatteita voidaan soveltaa kaikissa paloluokissa. Paloluokka ainoastaan opastaa siihen pääperiaatteeseen, jota osastoinnin suhteen erilaisissa tapauksissa suositellaan käytettäväksi. Poistumisteiden ja parvekkeiden osalta osastointiperiaatteet on esitetty luvussa 7.

Osastovien rakennusosien suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota myös seuraaviin:

- Pystysuuntaisen rakennusosan ontelo katkaistaan vaakasuuntaisen osastoivan rakennusosan kohdalla.
- Vaakasuuntaisen rakennusosan ontelo katkaistaan pystysuuntaisen osastoivan rakennusosan kohdalla.
- Osastoiva rakennusosa katkaisee koko ontelon eristetilä mukaan lukien.
- Yläpohjassa osastoiva ja osiin jakava rakennusosa ulottuu vesikatteeseen saakka.
- Yläpohjassa osastoiva ja osiin jakava rakennusosa katkaisee mahdollisen räystäson telon (koteloitu räystäs), jos palo voi päästä räystäson teloon.
- Yläpohjassa osiin jakava rakennusosa ulotetaan lämmöneristeen alapintaan saakka, jos lämmöneriste ei ole eristävältä osaltaan vähintään B-s1, d0.
- Osastoivalla ja osiin jakavalla rakennusosalla on oma runko (levytystä ei saa kiinnittää esim. NR-ristikkoon, jos tästä ei ole erillistä palotestaukseen perustuvaa lausuntoa).

6.1.5 Palomuur

P0- ja P1-paloluokan rakennuksessa sekä yli 14 metriä korkeassa P2-paloluokan rakennuksessa palomuur tulee tehdä A1-luokan rakennustarvikkeista. Tällaisessa palomuurissa mahdolliset ovet tulee tehdä vähintään A2-s1, d0-luokan rakennustarvikkeista. Palomuurissa olevilla ovilla tulee olla vähintään sama palonkestävyys kuin palomuurilla.

Palomuur tulee yleensä kysymykseen seuraavissa:

- Kahdella eri tontilla tai rakennuspaikalla olevat rakennukset ovat niin lähellä toisiaan, että palon leviäminen on ilmeistä eikä palon leviämistä ole rajoitettu osastoivia rakennusosia ja rakennusten välistä etäisyyttä hyödyntämällä.
- Rakennuksia rakennetaan kiinni toisiinsa eri tontilla tai samalla rakennuspaikalla.
- Rakennuksen eri osat ovat eri paloluokkaa.
- Rakennus tai rakennuskokonaisuus ylittää yhdelle rakennukselle sallitut kerrosala- tai henkilömäärärajoitukset.

Toistensa lähelle tai toisiinsa kiinni rakennettavissa rakennuksissa riittää, että toinen rakennus varustetaan palomuurilla. Yksi palomuri eri kiinteistöjen välillä vaatii kuitenkin rakennusrasitesopimuksen.

Rakennusrasitesopimuksella eri tonteilla tai rakennuspaikoilla olevia rakennuksia voidaan paloteknisessä mielessä pitää myös yhtenä rakennuksena, jos rakennukset kuuluvat samaan paloluokkaan ja muodostuva kokonaisuus ei ylitä yhdelle rakennukselle sallittuja kerrosala- ja henkilömäärärajoituksia. Tällöin rakennusten välille ei tarvita palomuuria. Tarvittaessa rakennusten välillä käytetään kuitenkin osastoivia rakennusosia.

6.2 PALOKATKOT

Palon leviäminen rakennuksessa estetään pääasiassa osastovien rakennusosien avulla. Osastoivat rakennusosat sekä näiden liittymät sisältävät kuitenkin usein epäjatkavuuskohtia, joihin tarvitaan palokatkoja. Tällaisia kohtia ovat esimerkiksi tuuletusraot, rakenteiden ontelot sekä talotekniikan läpiviennit. Palokatkoja käytetään joissakin tapauksissa myös estämään/ hidastamaan palon leviämistä rakennusosan pinnalla.

6.2.1 Onteloiden palokatkot

Rankarakenteissa osastoivuus toteutetaan tavallisesti rungon molemmin puolin olevilla levytyksillä sekä mahdollisesti runko-ontelossa olevalla villalla. Mikäli rankarakenteen levytys ei kestä koko palonkestoaikaa, pääsee palo runko-onteloon. Rankarakenteen osastoivuuden kannalta tästä ei ole haittaa, koska palon vastaisen puolen levytys on myös mitoitettu toimimaan osastoivana rakennekerroksena. Palon pääsy runko-onteloon aiheuttaa kuitenkin toimienpiteitä palokatkojen osalta, sillä palo ei saa levitä ontelon kautta viereisiin palo-osastoihin. Rakennuksen sisällä olevat pystysuuntaiset ontelot (esim. kaksoisrunkoseinän ontelo) katkaistaan kerroksittain ja vaakasuuntaiset ontelot näiden alapuolisten palo-osastojen mukaan. Pystysuuntaiselle ontelon palokatkolle ei ole annettu vaatimuksia lukuarvoina, joten riittää, että ontelo on katkaistu. Vaakasuuntaiset ontelot katkaistaan näiden alapuolisten osastovien rakennusosien luokkavaatimusten mukaan.

6.2.2 Ehdot puujulkisivun käytölle P2-paloluokassa

Palosuojaamattoman puujulkisivun käytölle asetetaan ehtoja yli 2-kerroksisissa rakennuksissa sekä hoitolaitosrakennuksissa. Tällaisissa rakennuksissa palon leviäminen puujulkisivua pitkin tulee rajoittaa. Tyypillisiä julkisivupalon aiheuttajia ovat kuvassa 38 esitetyt tekijät. Huoneistopalon lieskahtamisen aiheuttaman julkisivupalon todennäköisyys sprinklatussa rakennuksessa on kuitenkin hyvin pieni, koska toimiva sprinklaus estää lieskahtamisen.

6.2.3 Puujulkisivun palokatkot

Puujulkisivun palokatkoja on tutkittu polttokokeilla 2000-luvun alkupuolella ja kehityksen tuloksena on syntynyt kuvan 44 periaatteella toimiva puujulkisivun palokatkoratkaisu. Tutkimuksissa havaittiin, että palo leviää pääsääntöisesti ulkoverhouksen takana olevassa ontelossa eikä niinkään ulkoverhouksen ulkopinnalla. Tämän takia ulkoverhouksen ulkopinnalla olevat palokatkokoulokkeet eivät toimi tehokkaasti, mikäli ulokkeen pituus ei ole erittäin suuri. Lisäksi havaittiin, että ulkoverhouksen tulisi olla mahdollisim-

PALON LEVIÄMISEN ESTÄMINEN

man yhtenäinen tiivis pinta, jotta palo ei saa lisähappea mahdollisten avonaisten jatkosten kautta. Kuvan 44 mukaisessa ratkaisussa rei'itetty peltiprofiili hidastaa ilmapvirtausta ja tätä kautta savukaasujen poistumista tuuletusraosta. Tuuletusrakoon "pakkautunut" savu taas hidastaa palon hapensaantia, jolloin paloteho alenee.

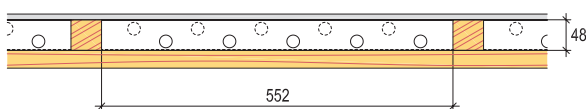
Vaakasuuuntaisen peltiprofiilin lisäksi tuuletusraossa tarvitaan myös pystysuuntaisia palokatkoja. Tämä voidaan toteuttaa ulkoverhouksen koolauspuilla, jotka kaistoittavat tuuletusraon automaattisesti noin 600 mm:n kaistoihin. Mikäli käytetään ristiinkoolausta, tulee pystysuuntainen koolauspuiden väli tukkia, jotta savukaasut eivät pääse leviämään (tuulettumaan) sivusuunnassa viereiseen tuuletusonteloon. Sama koskee myös palokatkoprofiilin päitä, joiden tulee olla tiiviisti kiinni koolauspuissa, jotta savukaasut eivät pääse leviämään sivusuunnassa peltiprofiilin onteloa pitkin. Koolauspuita voidaan hyödyntää pystysuuntaisina palokatkoina myös mahdollisen porrashuoneen ulkoseinän rajapinnoissa.

Rei'itetyn palokatkoprofiilin rakenne on esitetty kuvassa 44. Reikien koko ja k-jako mitoitetaan tapauskohtaisesti siten, että reikien pinta-ala on noin 5 % tuuletusraon poikkipinta-alasta. Kyseisellä reikien pinta-alalla tuuletus on riittävä myös seinän kosteustekniikan näkökulmasta (VTT tiedote 2249). Reiät sijoitetaan teräsprofiilin ala- ja ylälaipassa eri kohtiin. Rei'itetty palokatkoprofiilit kiinnitetään ruuveilla runkorakenteeseen siten, että ne pysyvät luotettavasti paikoillaan.

Vaakasuuuntaisia palokatkoja asennetaan 1 kpl / kerros tuuletusraollisen ulkoverhouksen alueelle. Kerroksen korkeudella palokatkojen sijainti voidaan valita. Tärkeintä on, että palokatkojen keskinäinen etäisyys on suunnilleen sama kuin kerroskorkeus. Luonteva sijainti vaakasuuuntaiselle palokatkolle on väli- ja yläpohjan kohta (seinäelementtien vaakasauma). Tällöin palokatkon olemassaolo voidaan tarkastaa seinien asennusvaiheessa ja siihen päästään jäl-

Esimerkki

Mitoitetaan oheisen kuvan mukaisen palokatkoprofiilin rei'itys.



Reiän halkaisija $d = 20$ mm

Tuuletusraon poikkileikkauksen leveys $b = 552$ mm

Tuuletusraon poikkileikkauksen korkeus $h = 48$ mm

$$A_{\text{tuuletusrako}} = b \cdot h = 552 \cdot 48 = 26496 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{reikä}} = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi \cdot \left(\frac{20}{2}\right)^2 = 314 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{tuuletus}} = A_{\text{tuuletusrako}} \cdot 5\% = 26496 \cdot 5\% = 1325 \text{ mm}^2$$

$$n_{\text{reikä, laippa}} = \frac{A_{\text{tuuletus}}}{A_{\text{reikä}}} = \frac{1325}{314} = 4,2 \text{ kpl} \approx 5 \text{ kpl}$$

Palokatkoprofiilin ylä- ja alalaippaan tarvitaan reiät 5 kpl Ø 20 k100. Palokatkot asennetaan pystysuuntaisten koolauspuiden väliin, jotta palokatkon päät saadaan suljettua.

keenpäin käsiksi poistamalla seinäelementtien saumalauta / -lista. Parvekkeiden kohdalla tuuletusraon palokatkona kannattaa hyödyntää osastoivaa parvekelaattaa silloin, kun parvekelaatalta vaaditaan osastoivuutta.

6.2.4 Paloräystä

Paloräystä suunnittelussa haasteellista on yläpohjan tuuletuksen toteuttaminen siten, että palo ei leviä tuuletusrakojen tai -aukkojen kautta yläpohjaan. Paloräystä suositellaan toteutettavaksi palokatkotuotteiden avulla, jotta tuuletusraot ja -aukot saadaan suljettua palotilanteessa. Tällaisia palokatkotuotteita valmistaa esimerkiksi norjalainen SECURO, jonka FB siirtoilmaventtiilejä valmistetaan luokkiin EI 30, EI 60 ja EI 90 sekä erilaisiin käyttötarkoituksiin. FB siirtoilmaventtiileillä on VTT:n lausunto (Nro VTT-S-06137-12) palorajoitimien palonkestävyydestä asennettuna räystä- ja seinärakenteisiin. Lausunto sekä asennusohjeet ovat saatavilla maahan-tuojalta.

6.2.5 Talotekniikan läpivientien palokatkot

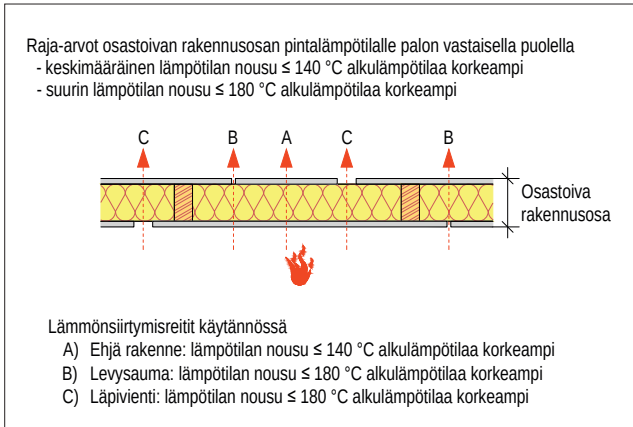
Osastoivien rakennusosien läpi vietävät putket, kaapelit ja vastaavat tulee varustaa palokatkoilla. Myös sähkörsiat tulee varustaa palokatkoilla, mikäli rasia lävistää osastoivan rakennusosan siten, että osastoivuus rasian kohdalla ei täytä osastoinnille asetettua luokkavaatimusta. Tyypillisiä palokatkotuotteita ovat tiivistysmassat, palokatkovaahdot, palokatkotulpat ja palossa laajenevat nauhat. Sähkörsioita on saatavilla myös palokatkoilla varustettuna.

Muoviputkien yhteydessä palokatkona käytetään tavallisesti palossa laajenevaa palomansettia, joka sulkee putken läpiviennin siten, että palo ei pääse etenemään putken sisä- eikä ulkokautta. Tällöin muoviputki ei tavallisesti tarvitse erillistä putken ulkopuolista paloeristystä. Metalliputkien läpivientien palokatkoissa tulee huomioida mm. seuraavia seikkoja:

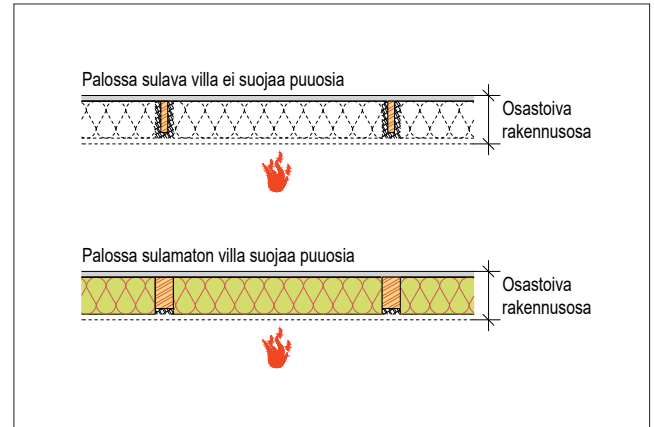
- Metalliputken (esim. ilmanvaihtokanava) seinämä saattaa palaa puhki, jolloin palo etenee osastoivan rakennusosan ohi putken sisäkautta.
- Metalliputki johtaa lämpöä, jolloin lämmin putki saattaa sytyttää palon osastoivan rakennusosan sisällä tai sen toisella puolella.

Metalliputkien yhteydessä läpiviennin palokatko muodostetaan tavallisesti putken ulkopuolisen paloeristuksen (kivivilla) ja läpivientin paloteknisen tiivistyksen yhdistelmällä. Ilmanvaihtokanavien yhteydessä läpiviennin palokatkona käytetään tavallisesti EI-luokiteltua palopeltiä, joka sulkee kanavan läpiviennin siten, että palo ei pääse etenemään kanavan sisä- eikä ulkokautta. Tällöin ilmanvaihtokanava ei tavallisesti tarvitse erillistä kanavan ulkopuolista paloeristystä.

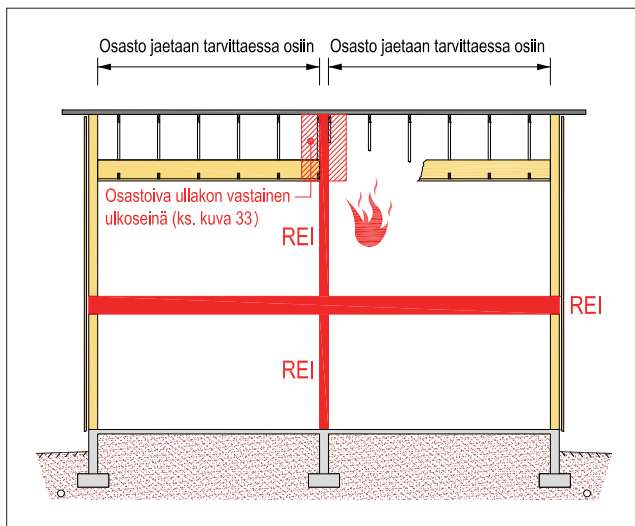
Pääsääntöisesti palokatkotuotteet on suunniteltu alunperin betonirakenteisiin. Tällaisten tuotteiden käyttö puurakenteissa edellyttää, että tuotteella on hyväksyntä myös puurakenteille. Massiivipuurakenteissa läpivienti muistuttaa massiivista kivirakennetta, mutta esimerkiksi rankarakenteissa hiiltymä saattaa edetä palon aikana rakennusosan sisään, jolloin tulee varmistaa, ettei etenevä palo kierrä läpiviennin palokatkoa. Palokatkotuotteella tulee olla polttokokeisiin perustuva tuotehyväksyntä ja tuotteet tulee asentaa rakenteisiin valmistajan ohjeiden mukaisesti.



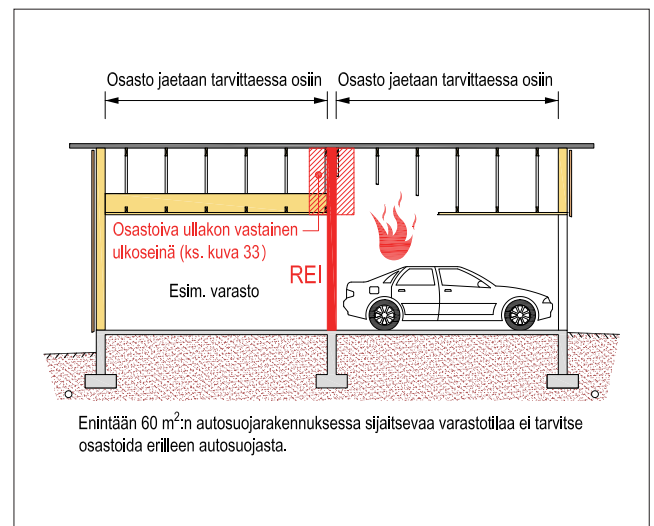
Kuva 23. Osastoivalta rakennusosalta vaadittava lämmöneristävyyttä.



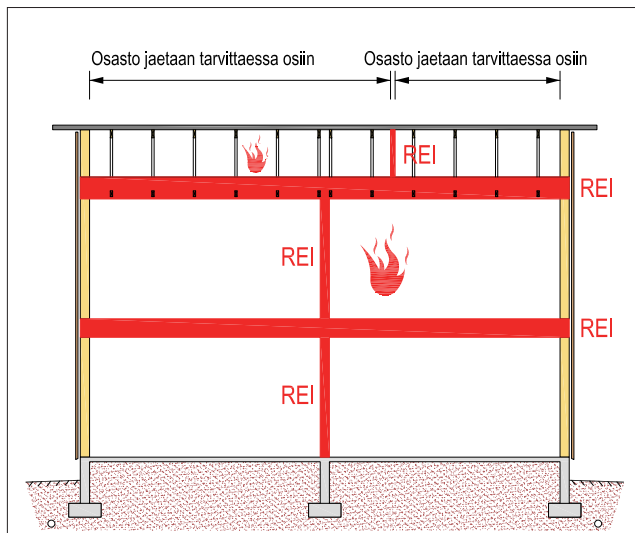
Kuva 24. Lämmöneristeen tyyppi vaikuttaa rangan hiiltymiseen ja tätä kautta sen kestävyys myös osastoivassa rakennusosassa.



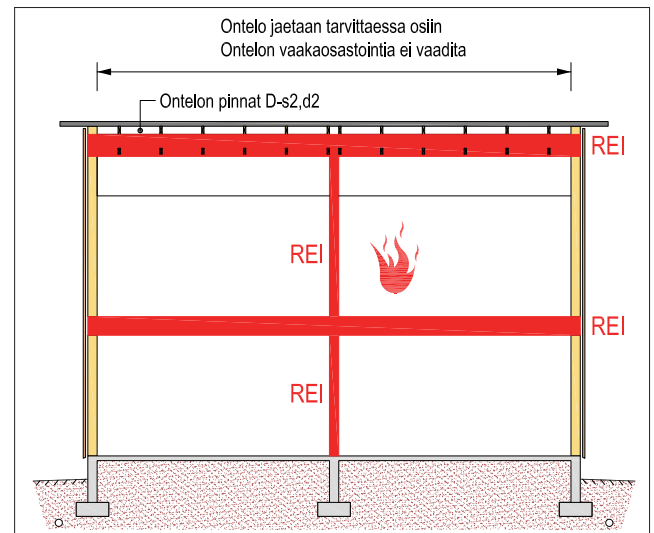
Kuva 25. Kerrososastointi ullakon ja kerroksen välillä vältetään P3-paloluokan rakennuksessa ulottamalla osastoivat seinät vesikatteeseen saakka.



Kuva 26. Käyttötapaosastoinnin toteutus P3-paloluokan rakennuksessa.

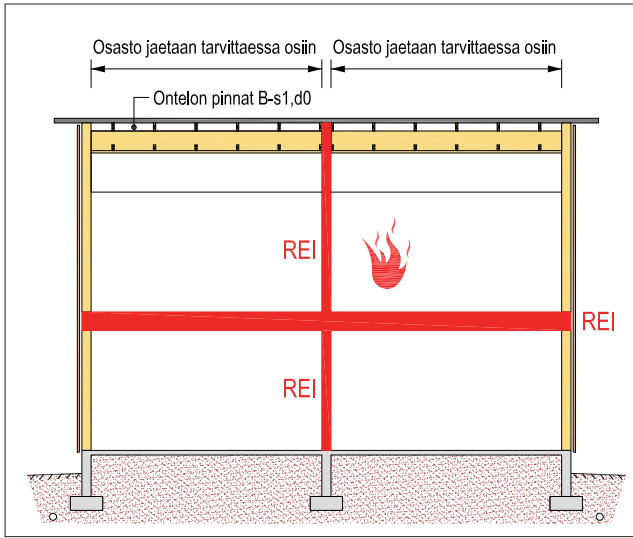


Kuva 27. P1- ja P2-paloluokan rakennuksessa ullakko kerrososastoidaan.

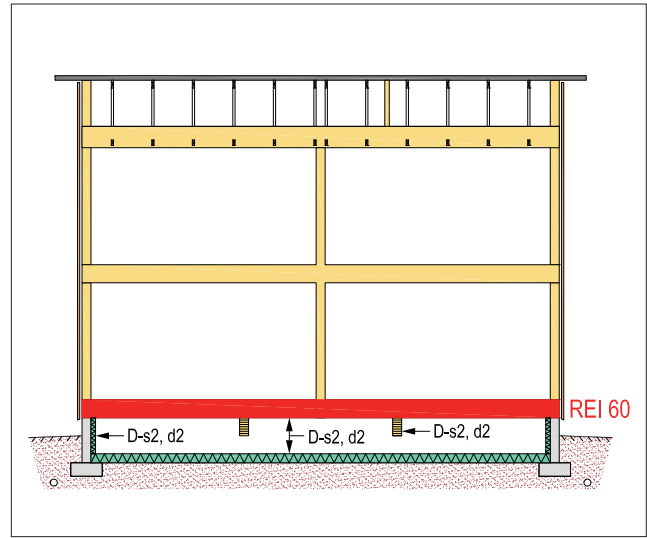


Kuva 28. P1- ja P2-paloluokan rakennuksessa yläpohjan ontelo kannattaa kerrososastoida.

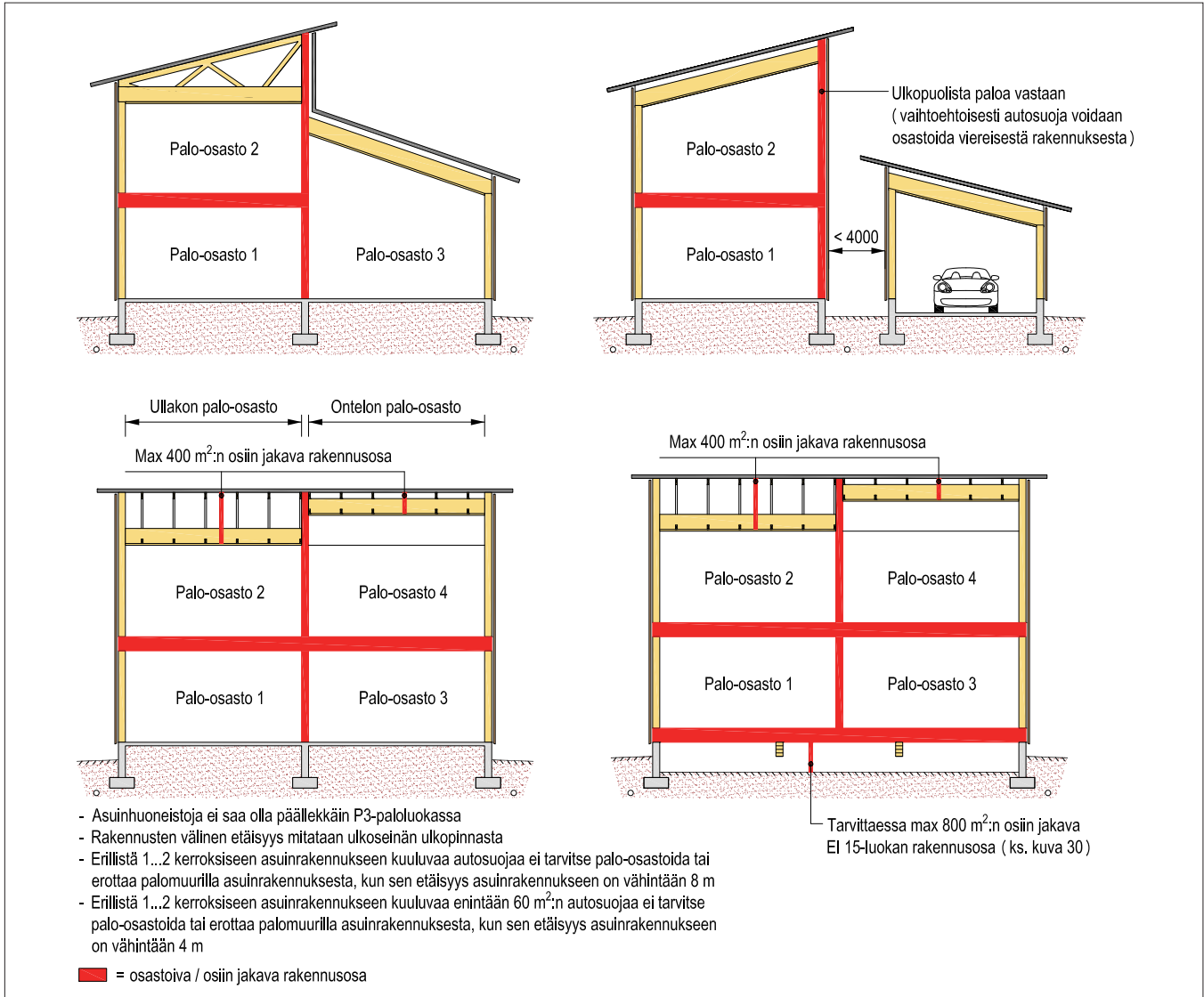
PALON LEVIÄMISEN ESTÄMINEN



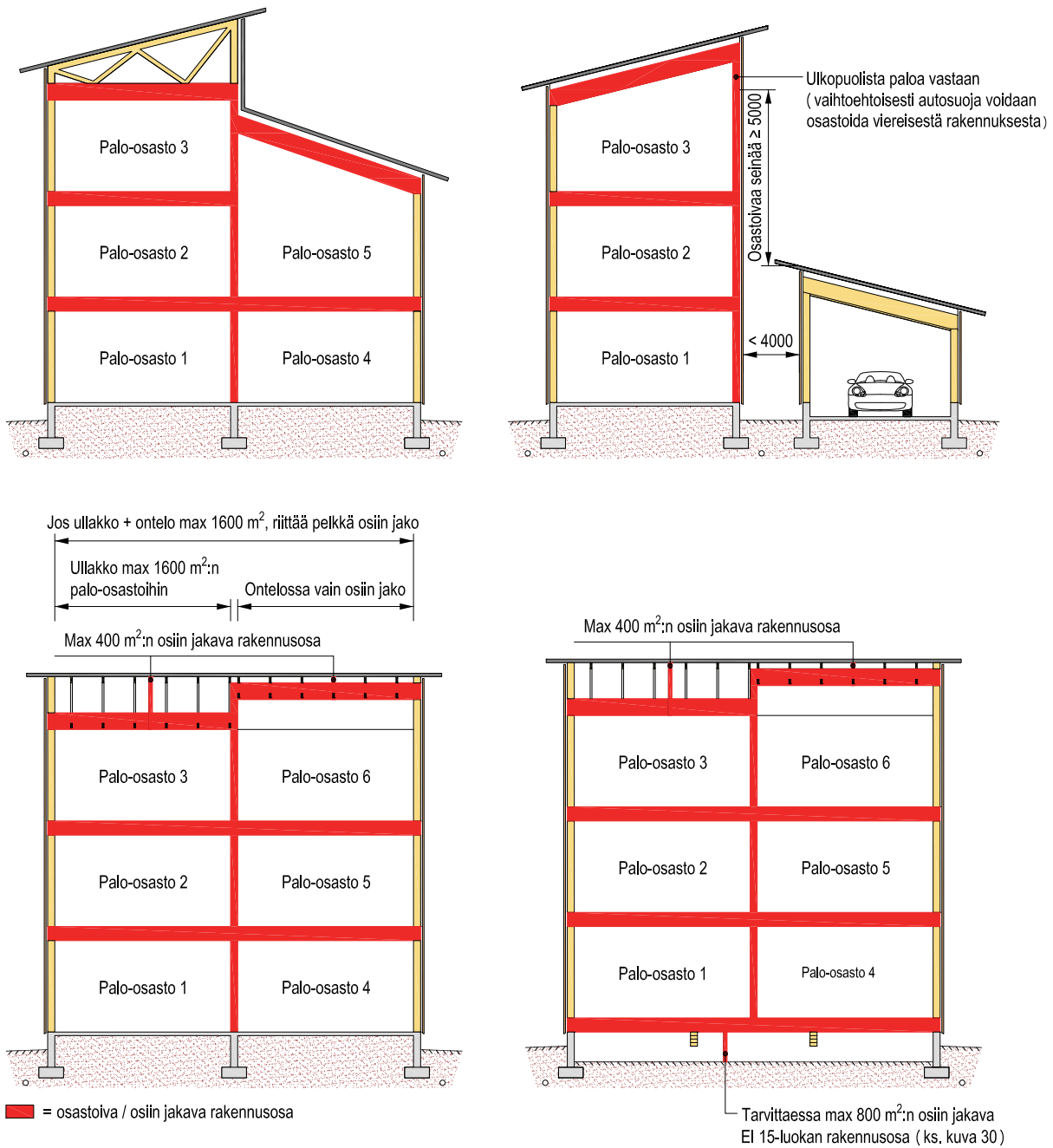
Kuva 29. P1- ja P2-paloluokassa vaaditut B-s1, d0-luokan pinnat yläpohja ontelossa on vaikea toteuttaa käytännössä.



Kuva 30. Alapohjan onteloa ei tarvitse jakaa osiin, jos ontelon pinnat ovat vähintään D-s2, d2 tai alapohja vähintään REI 60.

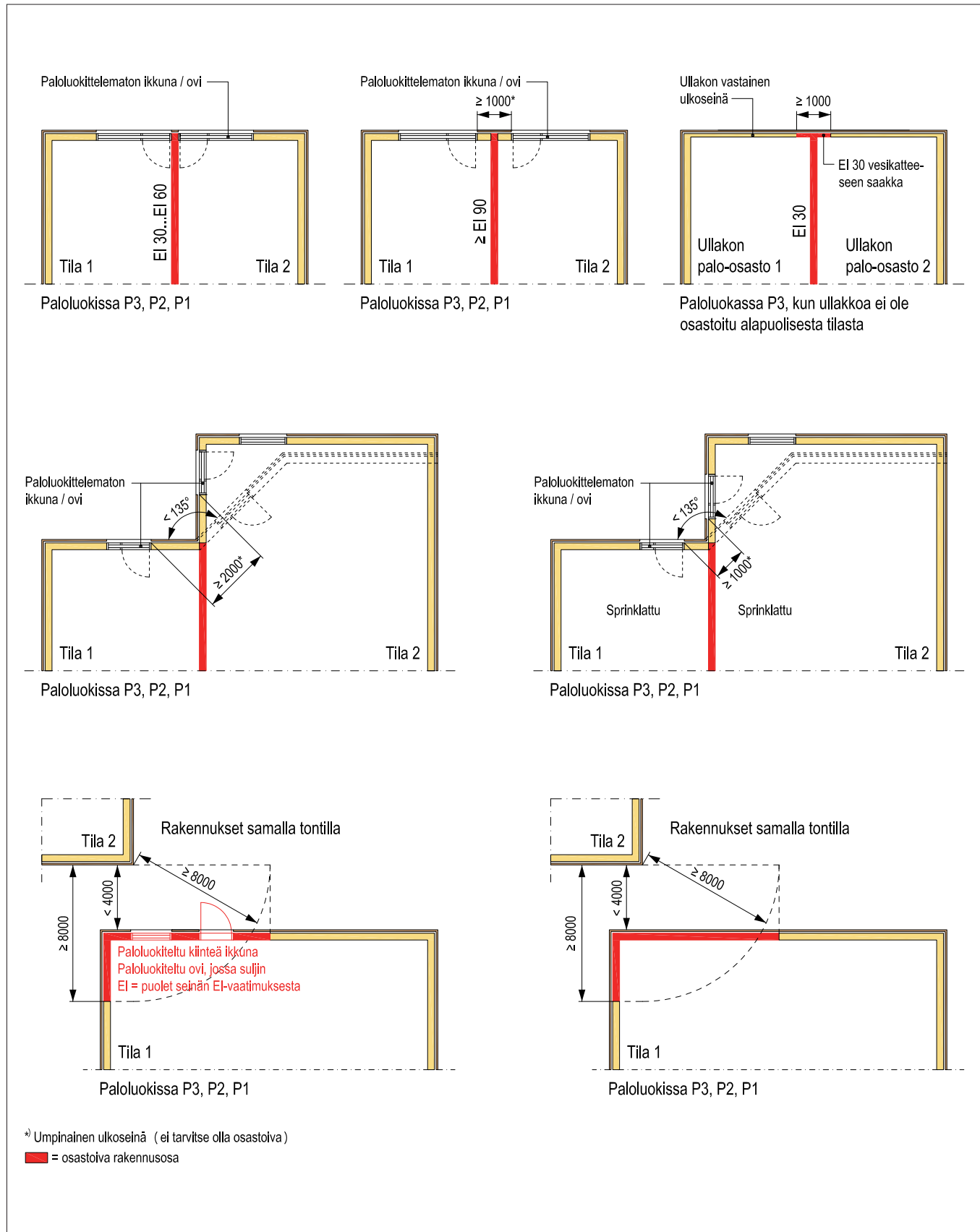


Kuva 31. Osastointiperiaatteita P3-paloluokan rakennuksessa.

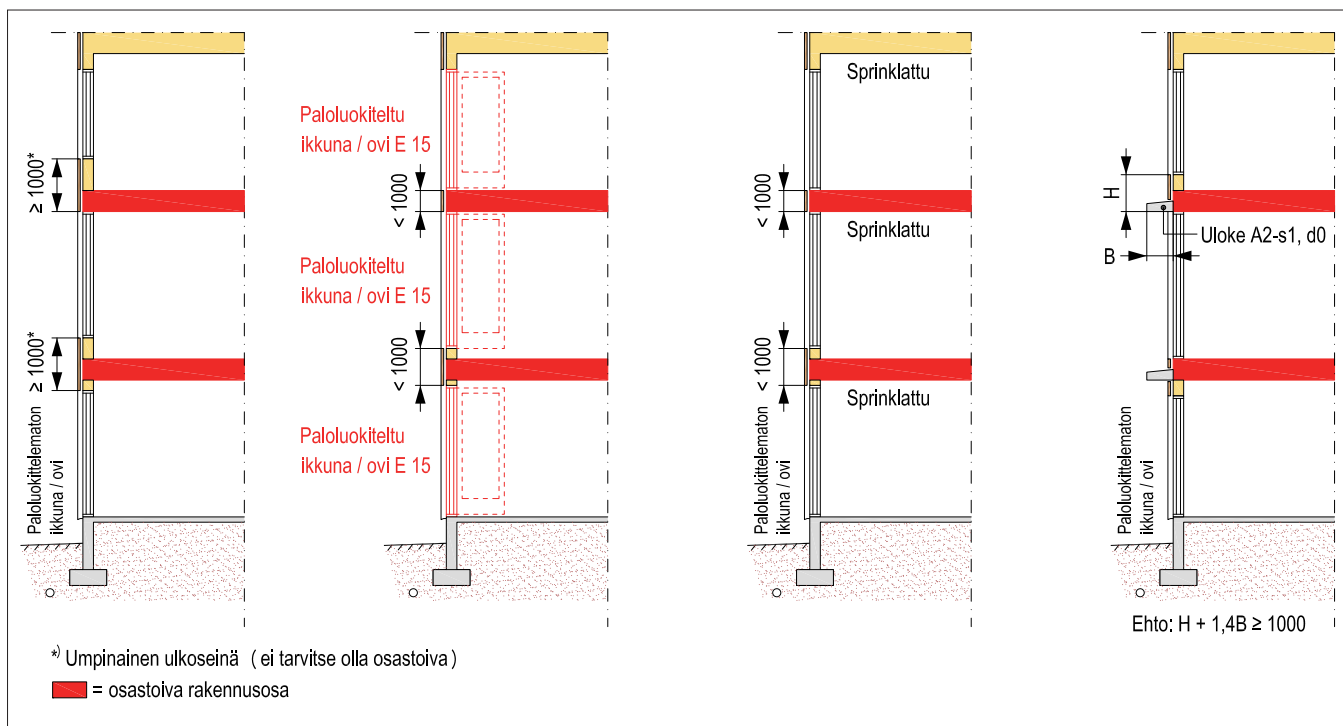


Kuva 32. Osastointiperiaatteita P2- ja P1-paloluokan rakennuksessa.

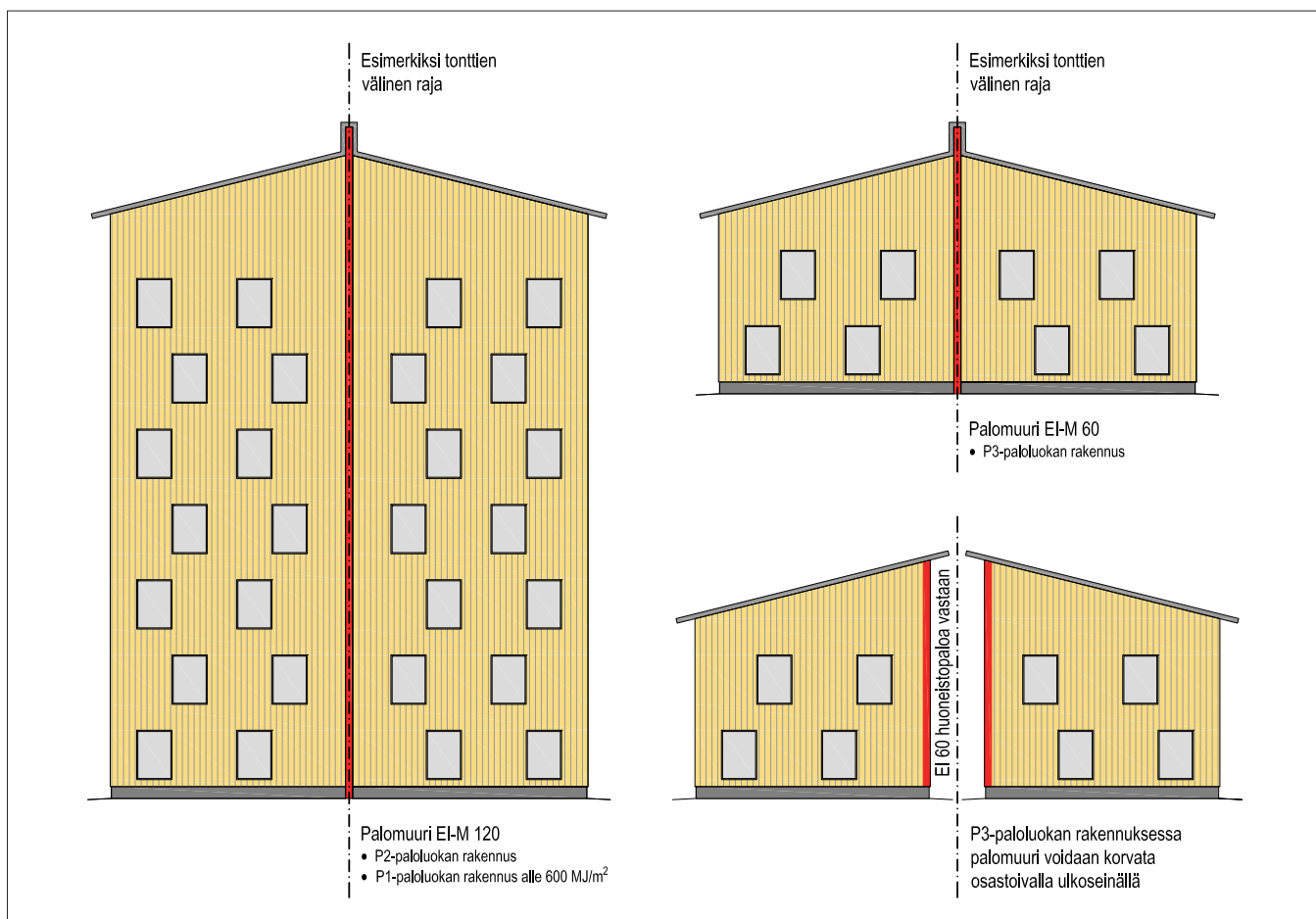
PALON LEVIÄMISEN ESTÄMINEN



Kuva 33. Ikkunoiden ja ulko-ovien sekä ulkoseinän osastoivuusvaatimuksia.

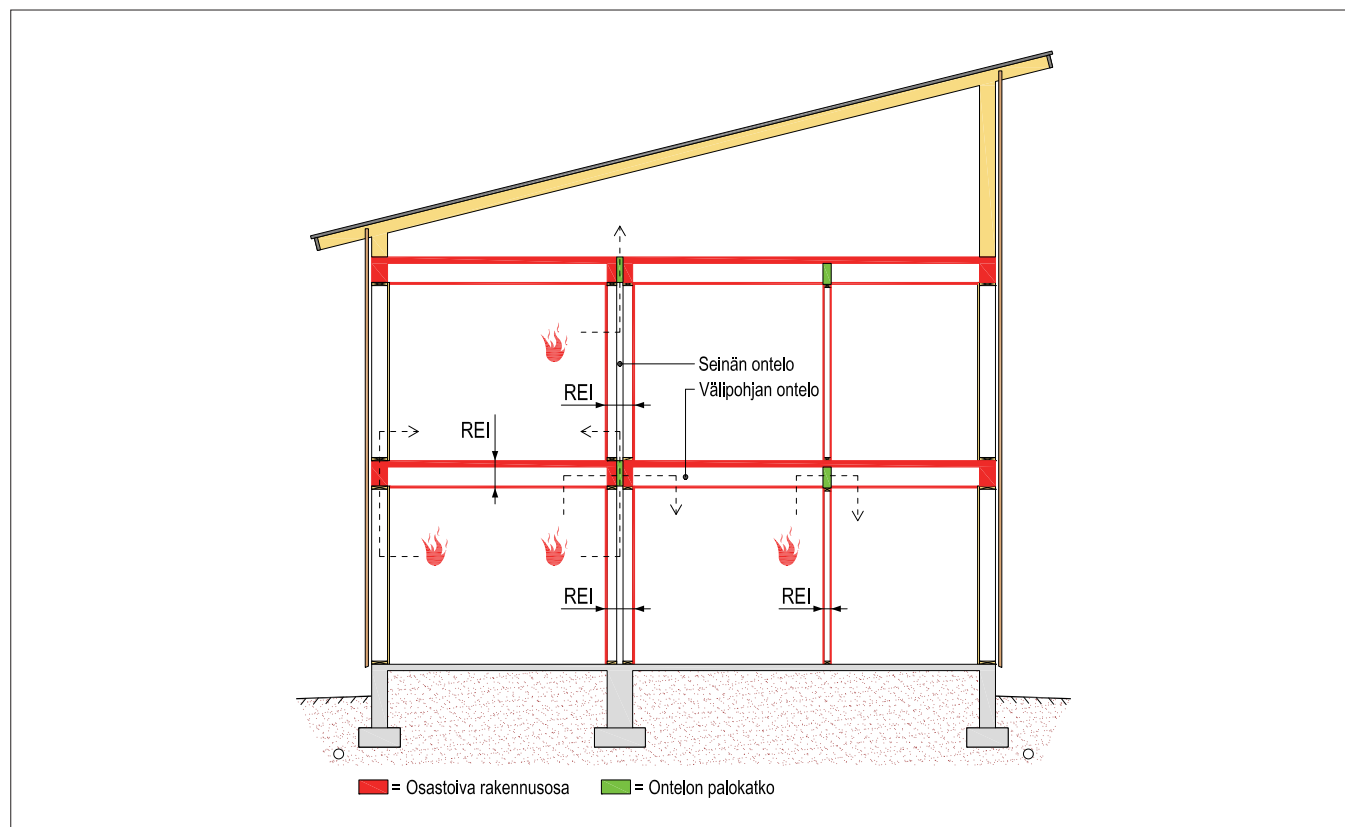


Kuva 34. Ikkunoiden ja ulko-ovien sekä ulkoseinän osastoivuusvaatimuksia paloluokissa P3, P2, P1.

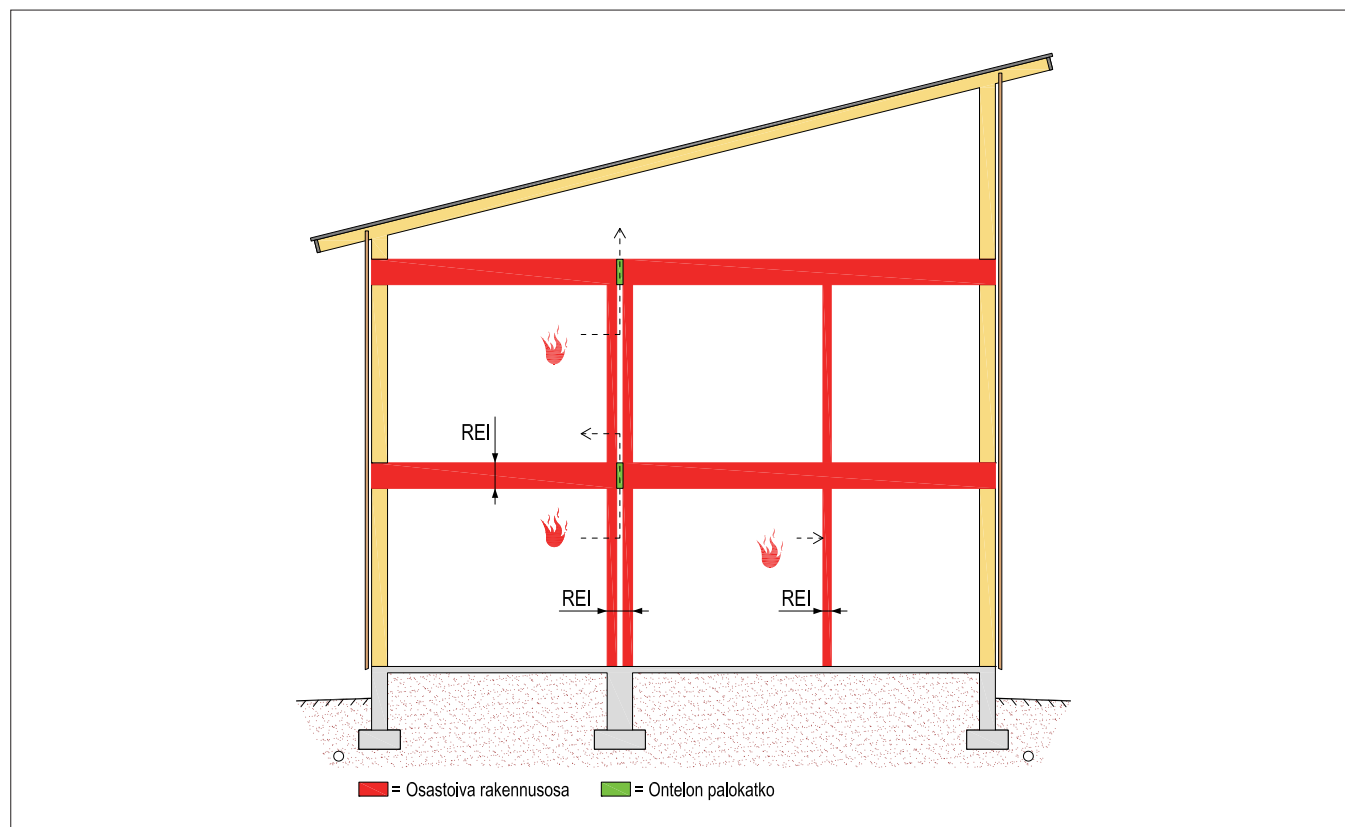


Kuva 35. Palomuurin luokkavaatimuksia.

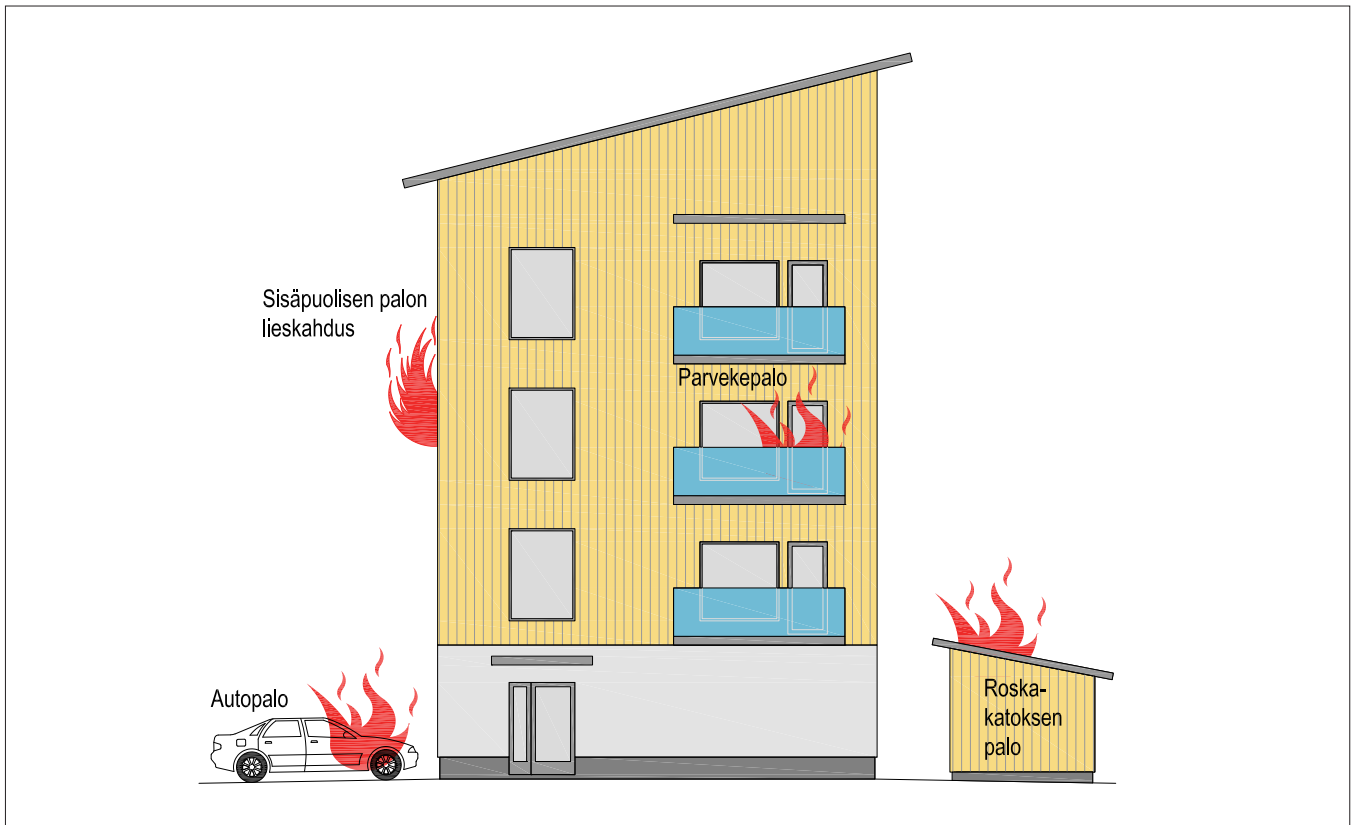
PALON LEVIÄMISEN ESTÄMINEN



Kuva 36. Esimerkkejä rankarakenteisten seinä- ja välipohjarakenteiden onteloiden palokatkojen sijainneista.



Kuva 37. Esimerkkejä massiivipuurakenteiden seinä- ja välipohjarakenteiden onteloiden palokatkojen sijainneista.



Kuva 38. Tyypillisiä julkisivupalon aiheuttajia.



Kuva 39. Tuuleturaon palokatkot rajoittavat julkisivupalon leviämistä tehokkaasti. Kuva: Markku Karjalainen

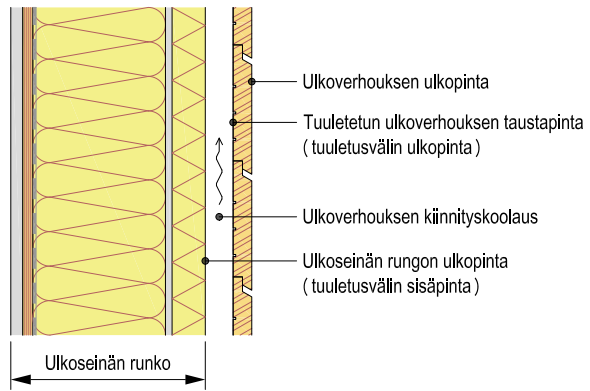
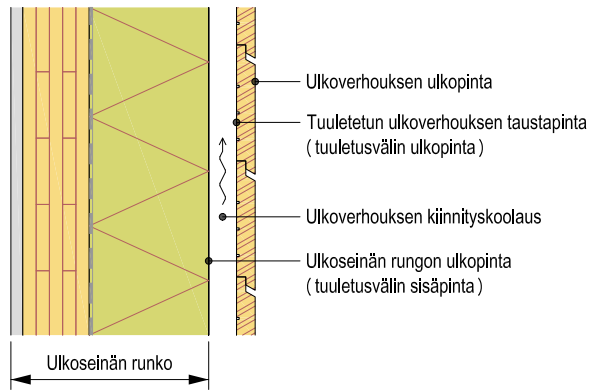


Kuva 40. Puuritolät ovat paloteknisesti haasteellisia. Kuva: Markku Karjalainen

PALON LEVIÄMISEN ESTÄMINEN

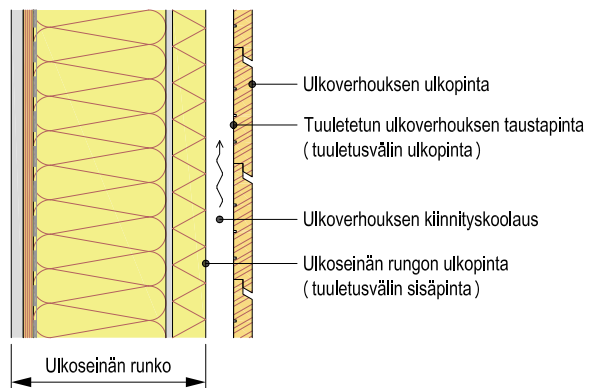
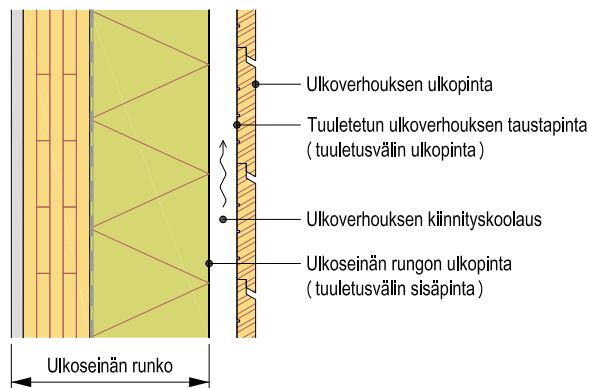
Taulukko 28. Ehdot D-s2, d2-luokan ulkoverhouksen käytölle yli 2-kerroksisessa sprinklatussa P2-paloluokan rakennuksessa

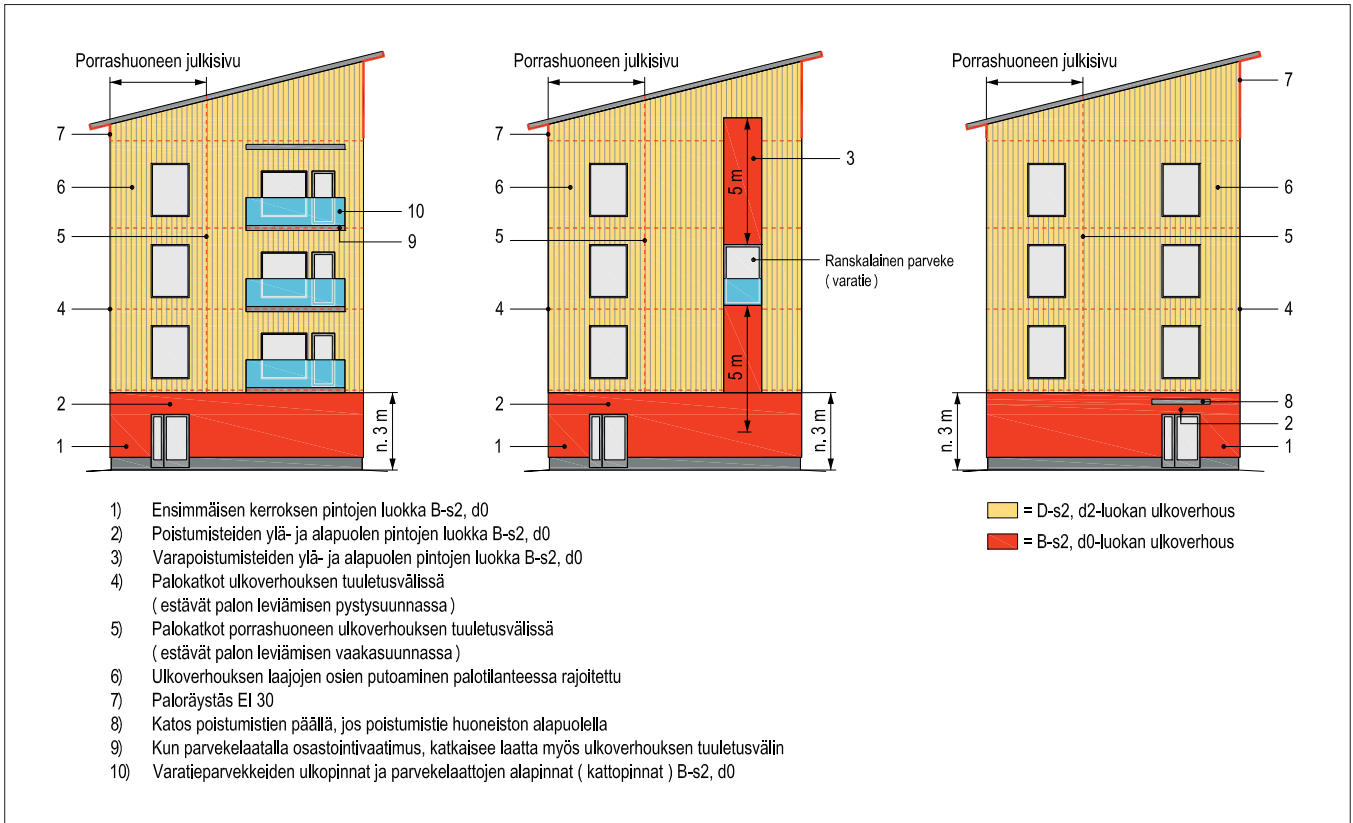
Nimitys	Käyttö	Krs.	Pintaluokka				Ehdot
			Ulkopinta	Taustapinta	Tuuletusvälin sisäpinta	Kiinnityskoolaus	
Päiväkoti Koulu Ravintola Myymälä Kirjasto	Kokoontumis- tai liiketila	3...4	D-s2, d2	D-s2, d2	K ₂ 10, A2-s1, d0	D-s2, d2	1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) (ks. kuvat 41 ja 46)
Asuinkerrostalo	Asunto	3...8	D-s2, d2	D-s2, d2	K ₂ 10, A2-s1, d0	D-s2, d2	
Toimisto	Työpaikkatila	3...8	D-s2, d2	D-s2, d2	K ₂ 10, A2-s1, d0	D-s2, d2	
Hotelli	Majoitustila	3...8	D-s2, d2	D-s2, d2	K ₂ 10, A2-s1, d0	D-s2, d2	
Pientalo Rivitalo	Asunto	3...4	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0	D-s2, d2	1) 2) 3) 4) (ks. kuvat 41 ja 46)



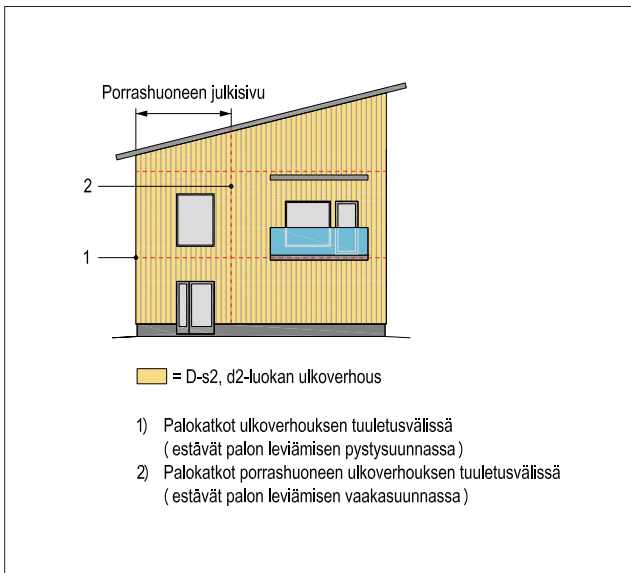
Taulukko 29. Ehdot D-s2, d2-luokan ulkoverhouksen käytölle enintään 2-kerroksisessa sprinklatussa P2-paloluokan hoitolaitoksessa

Nimitys	Käyttö	Krs.	Pintaluokka				Ehdot
			Ulkopinta	Taustapinta	Tuuletusvälin sisäpinta	Kiinnityskoolaus	
Palvelutalo	Hoitolaitos	1...2	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0	D-s2, d2	1) 2) (ks. kuvat 42 ja 46)

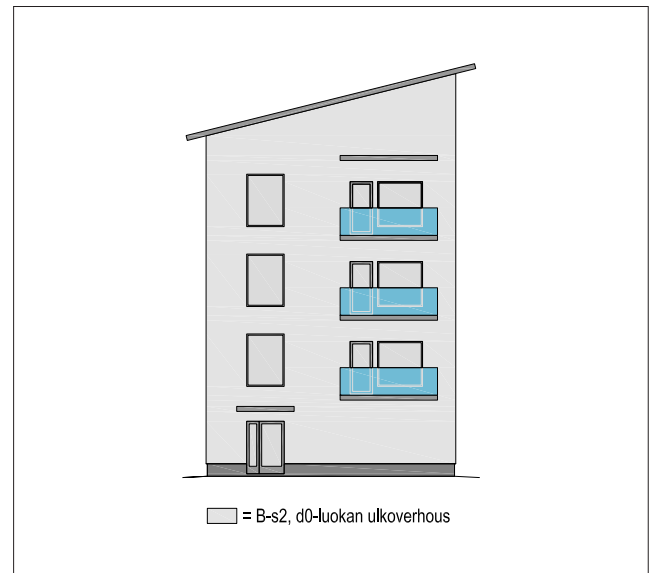




Kuva 41. Taulukon 28 ehdot D-s2, d2-luokan ulkoverhouksen käytölle.

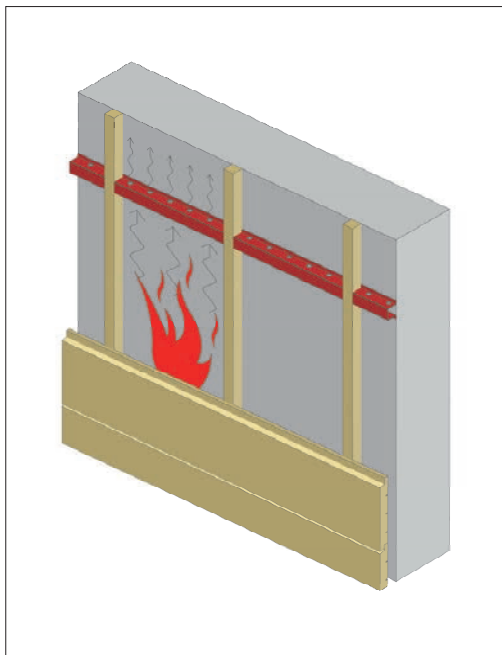


Kuva 42. Taulukon 29 ehdot D-s2, d2-luokan ulkoverhouksen käytölle.

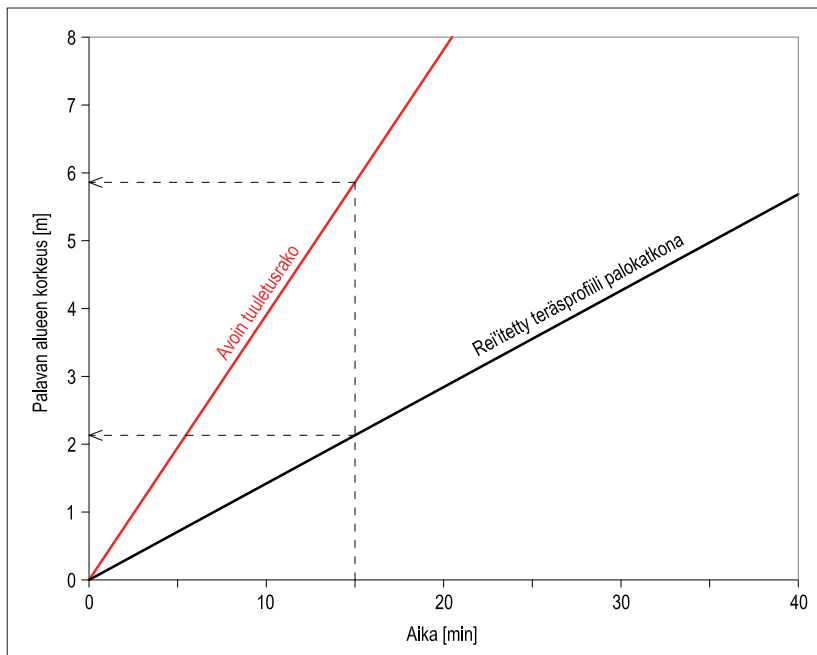


Kuva 43. B-s2, d0-luokan ulkoverhouksen yhteydessä ei tarvita taulukoiden 28 ja 29 ehtoja.

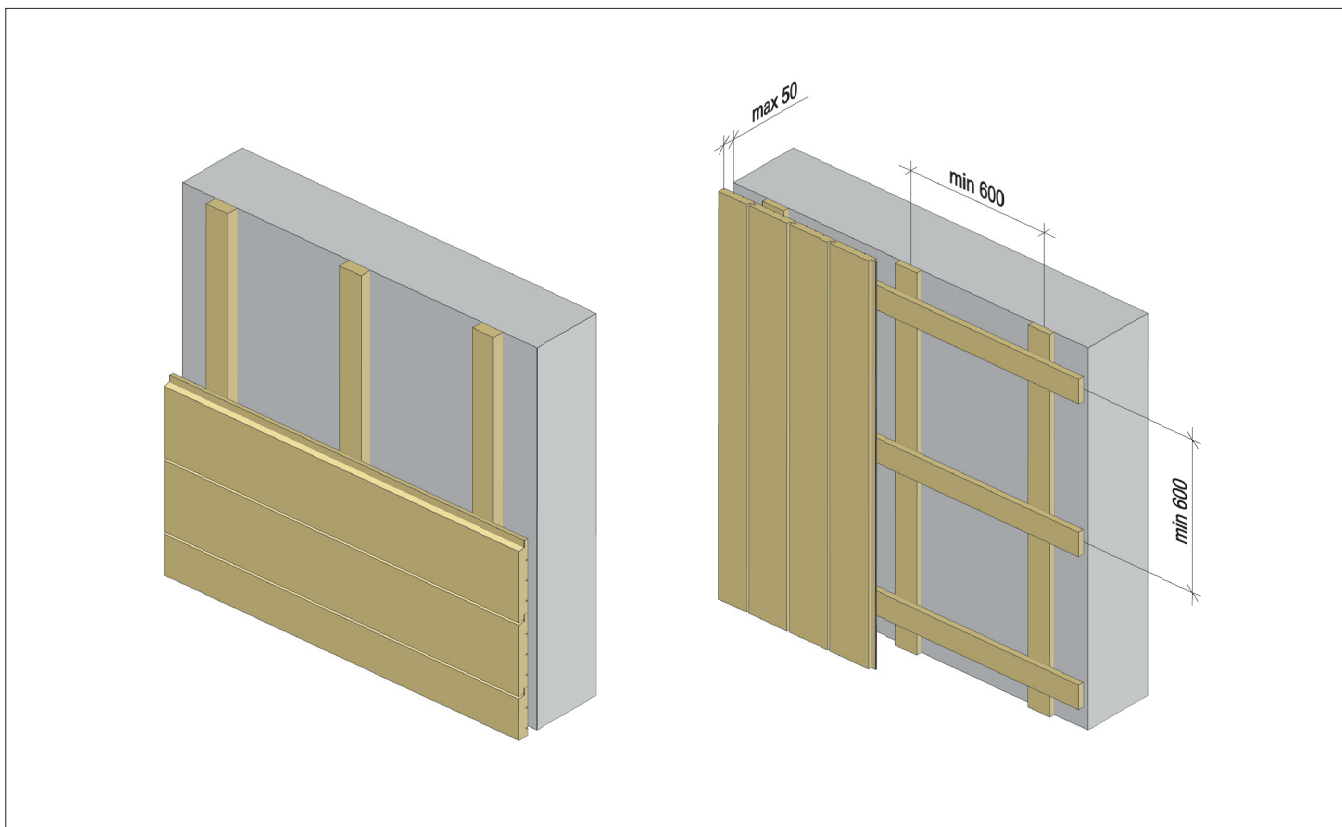
PALON LEVIÄMISEN ESTÄMINEN



Kuva 44. Rei'itetty palokatko profiili asennetaan kiinnityskoolausten väliin (vaihtoehtoisesti voidaan käyttää FB siirtoilmaventtiiliä).



Kuva 45. Rei'itetyn palokatko profiilin tehokkuus verrattuna avoimeen tuuletusrakoon (VTT tiedote 2249).



Kuva 46. Ulkoverhouksen kiinnityskoolaus saa olla D-s2, d2-luokkaa enintään 28 m korkeassa rakennuksessa, kun tuuletusvälin paksuus on enintään 50 mm ja koolauspuiden jako on vähintään 600 mm.

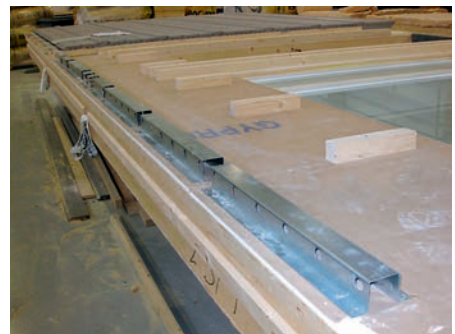
Ylälaippa
Reikien osuus 5 % tuuletusraon poikkileikkauksen pinta-alasta

Palokatkoprofiili
Sinkitty peltiprofiili $t \geq 1,0 \text{ mm}$

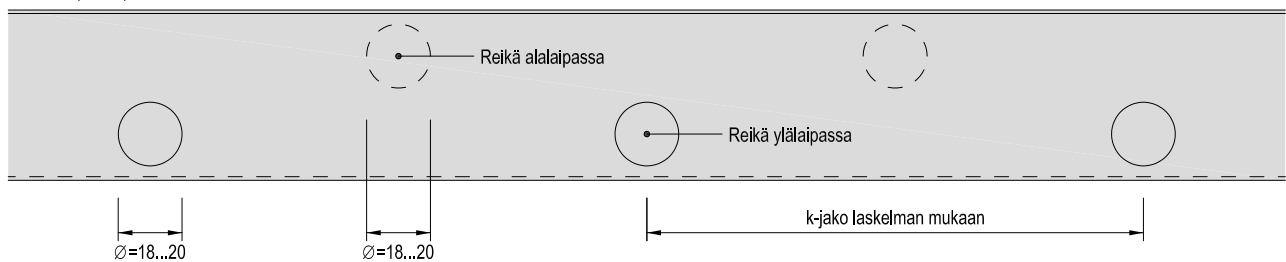
Alalaippa
Reikien osuus 5 % tuuletusraon poikkileikkauksen pinta-alasta

Tuulensuoja
A2-s1, d0-luokan levy (esim. kipsilevy)

≥ 50

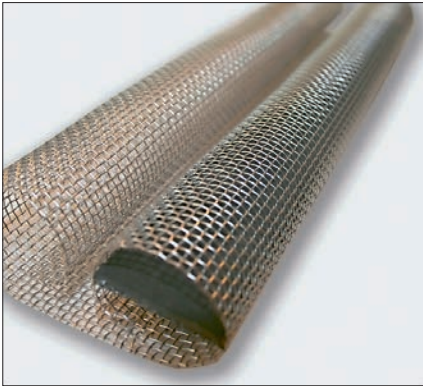


Palokatkoprofiili päältä katsottuna

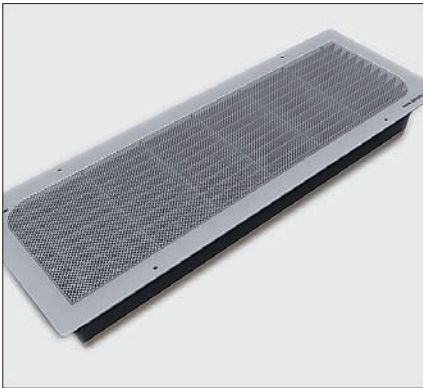


Kuva 47. Rei'itetyn palokatkoprofiilin mitoitusohjeet.

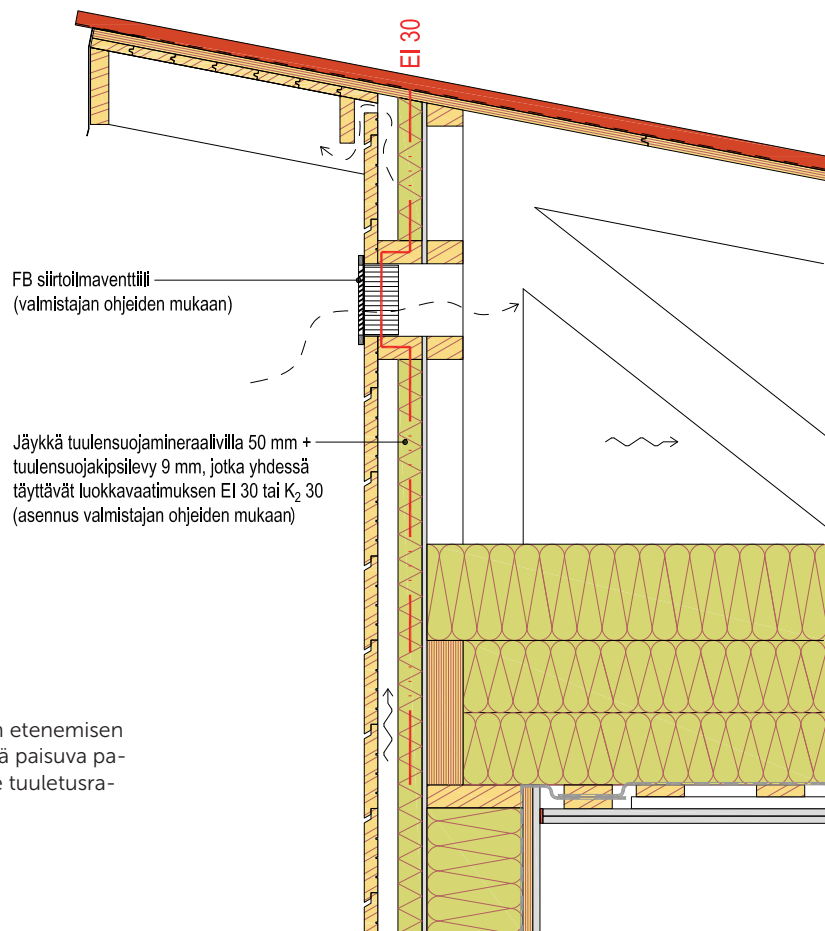
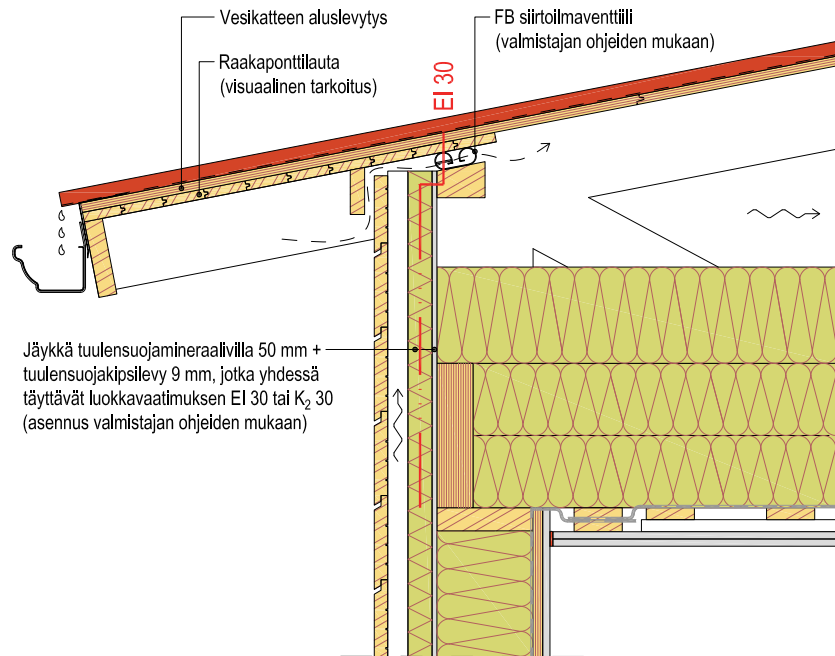
PALON LEVIÄMISEN ESTÄMINEN



FB siirtoilmaventtiili.
Kuva: SECURO



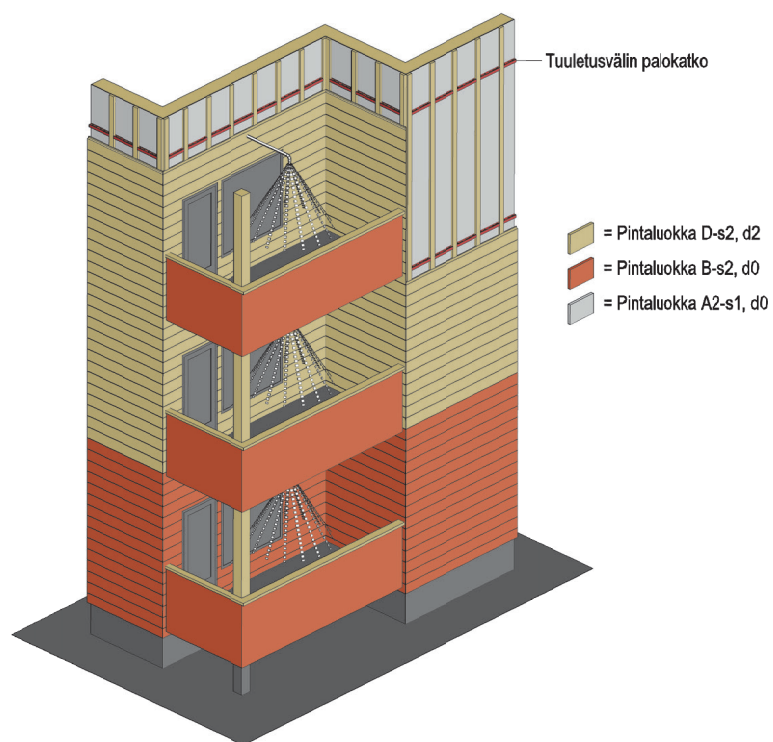
FB siirtoilmaventtiili.
Kuva: SECURO



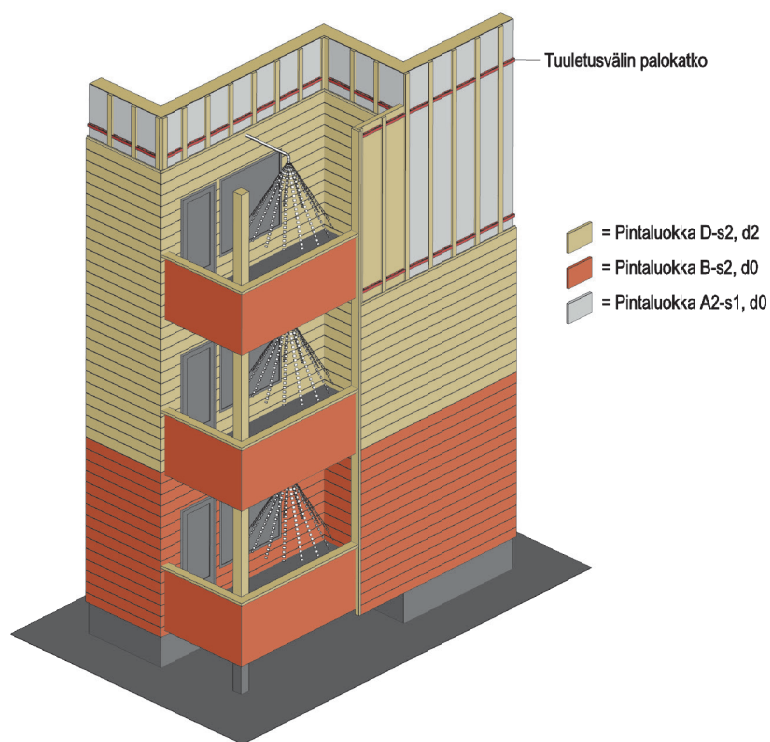
HUOMIO!

Palokatkon tulee olla sellainen, että se estää palon etenemisen välittömästi palon alusta lähtien. Esimerkiksi pelkkä paisuva palokatkonauha ei ole hyväksyttävä, mikäli se ei sulje tuuletusra-
koa välittömästi palon alussa.

Kuva 48. Esimerkkejä paloräystäistä palokatkoventtiileillä toteutettuna.

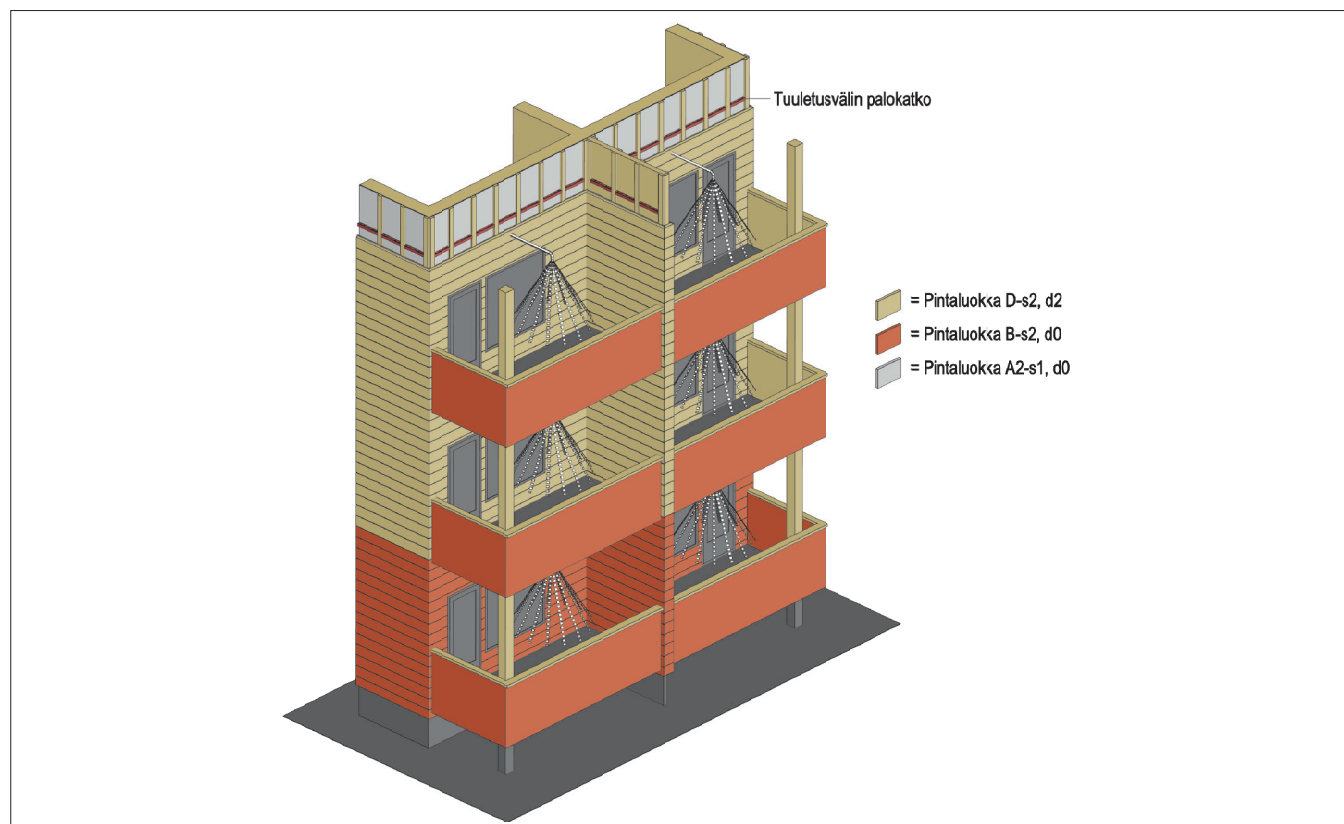


Kuva 49. Julkisivujen ja niiden taustojen pintaluokkia yli 2-kerroksisessa P2-paloluokan rakennuksessa (sprinklattu varatieparveke).

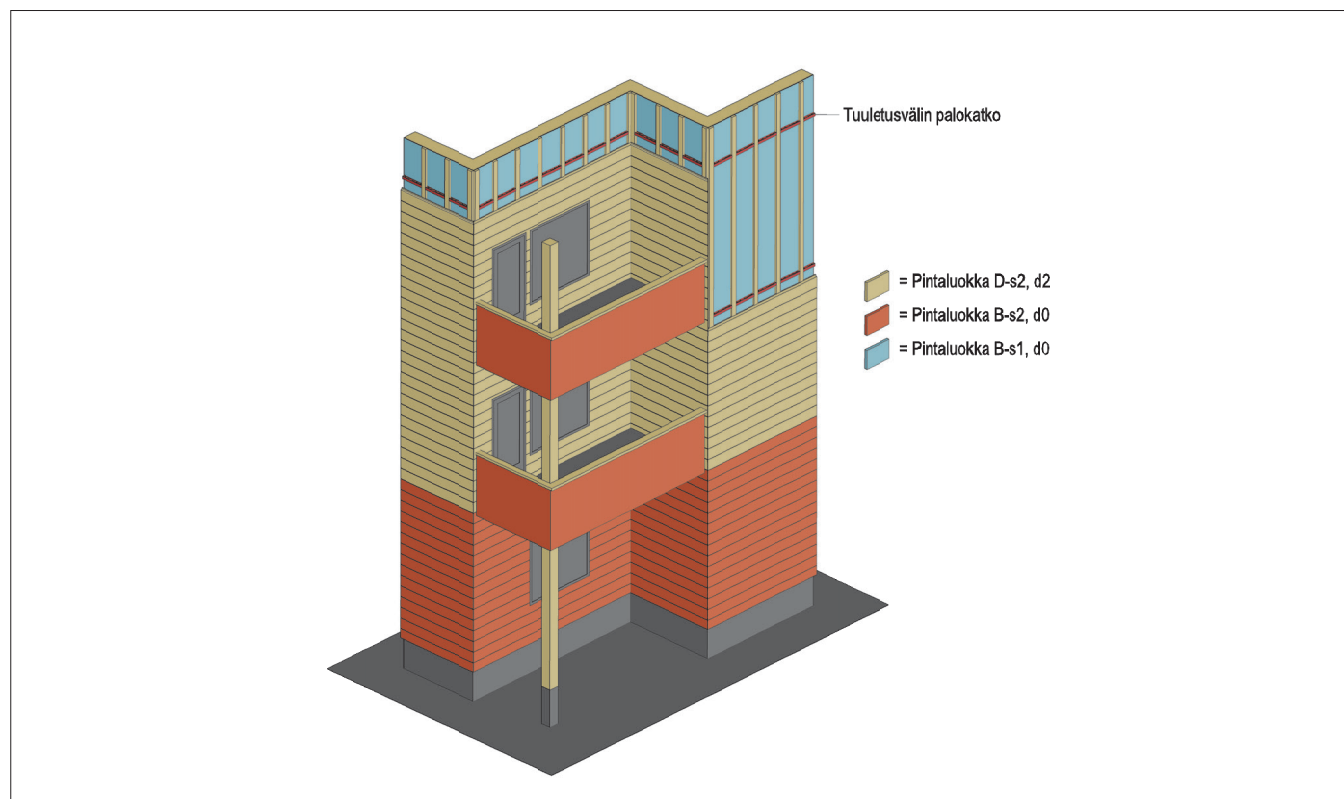


Kuva 50. Julkisivujen ja niiden taustojen pintaluokkia yli 2-kerroksisessa P2-paloluokan rakennuksessa (sprinklattu varatieparveke).

PALON LEVIÄMISEN ESTÄMINEN



Kuva 51. Julkisivujen ja niiden taustojen pintaluokkia yli 2-kerroksisessa P2-paloluokan rakennuksessa (sprinklattu varatieparveke).



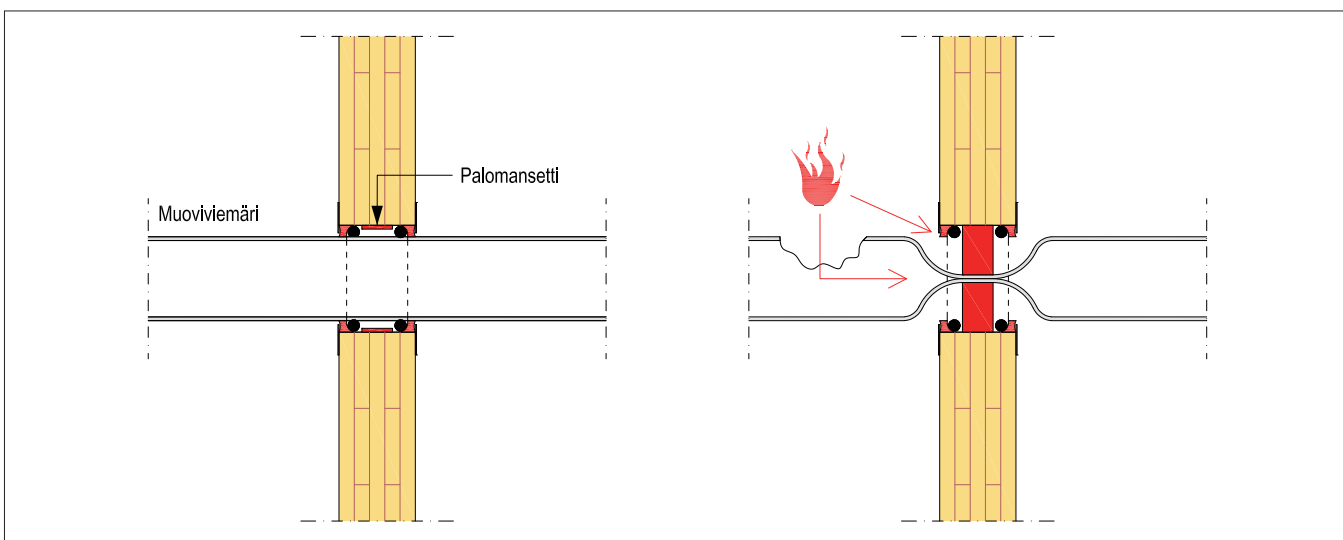
Kuva 52. Julkisivujen ja niiden taustojen pintaluokkia yli 2-kerroksisessa P2-paloluokan asuinrakennuksessa (kaupunkipientalo), jossa kerrokset samaa huoneistoa (sprinklaamaton varatieparveke)



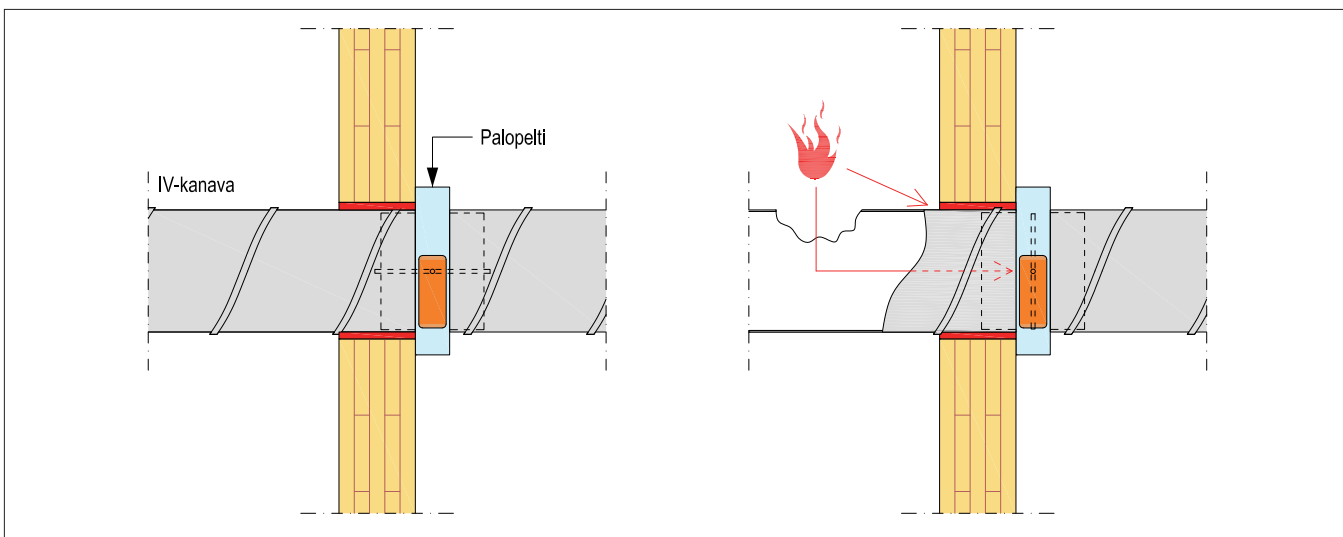
Kuva 53. Muoviputken läpivienti puurakenteessa (palomansetti).
Kuva: Sewatek



Kuva 54. Kaapeliläpivienti puurakenteessa (palomansetti).
Kuva: Sewatek

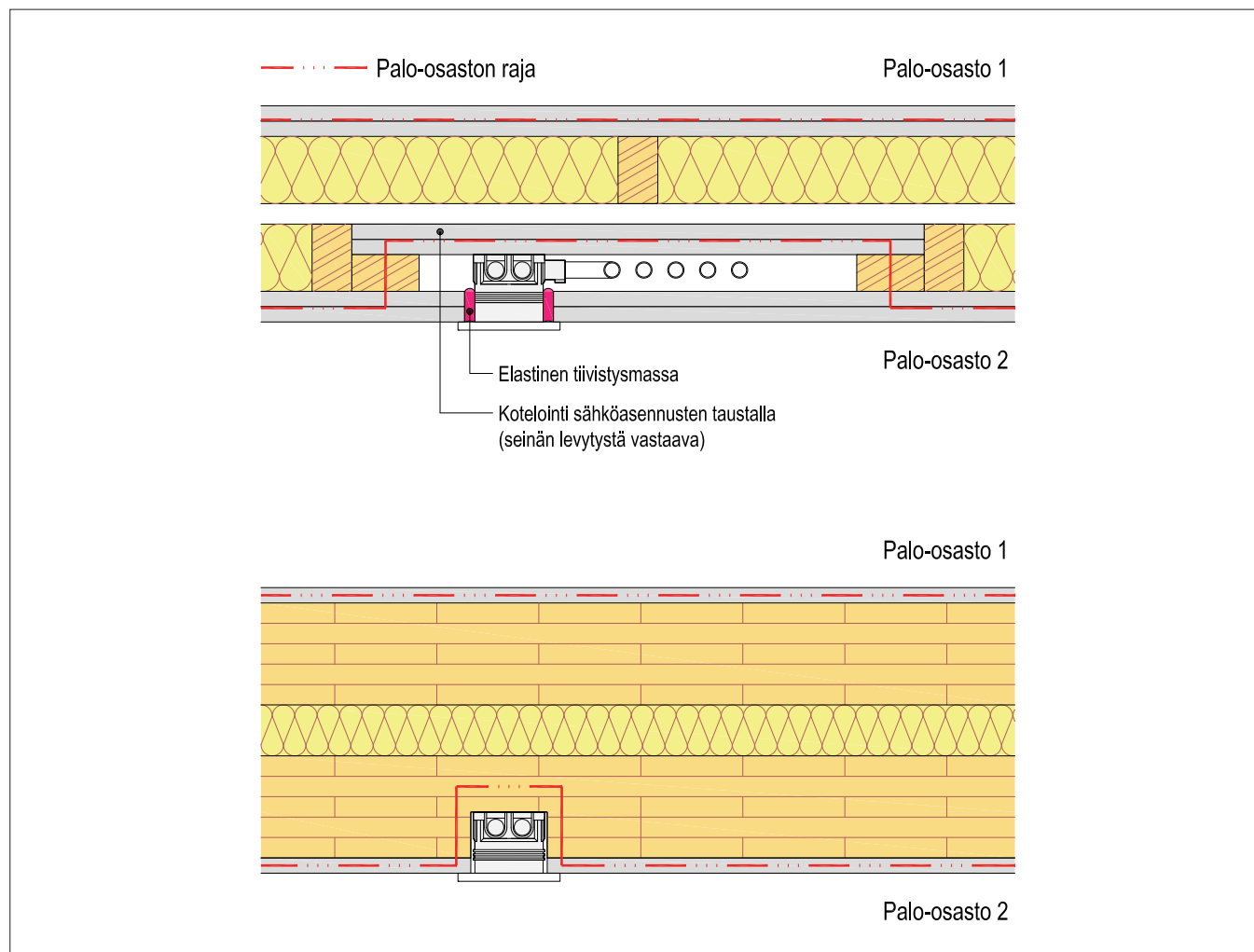


Kuva 55. Palomansetti sulkee muoviputket.

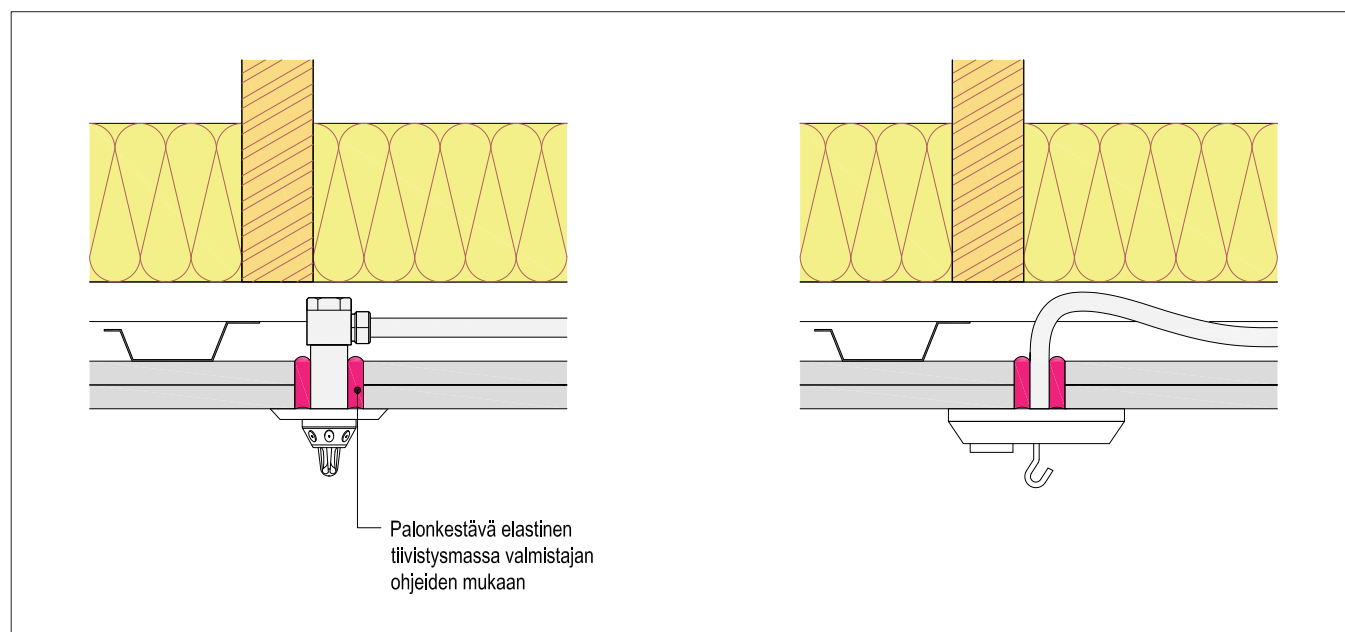


Kuva 56. Palopellin läppä sulkee ilmanvaihtokanavan.

PALON LEVIÄMISEN ESTÄMINEN



Kuva 57. Esimerkkejä sähkörasioiden asennustavoista huoneistojen väliseen rankaseinään ja massiivipuulevyseinään.



Kuva 58. Esimerkkejä jousirankakaton läpivientien paloteknisestä tiivistyksestä.

7 ULOSKÄYTTÄVIEN PALOTEKNINEN SUUNNITTELU

7.1 ULOSKÄYTTÄVÄT

Rakennuksesta tulee voida poistua palotilanteessa ohjattua reittiä pitkin turvallisesti ja nopeasti. Puurunkoisessa rakennuksessa poistumisjärjestelyt suunnitellaan samoilla ehdoilla kuin muistakin rakennusmateriaaleista toteutetuissa rakennuksissa.

Rakennuksessa, jonka ylimmän kerroksen lattian etäisyys sitä palvelevan porrashuoneen sisäänkäyntitasosta on enintään 24 m, tarvitaan vähintään kaksi toisistaan riippumatonta uloskäytävää. Uloskäytävien tulee olla osastoitu tai niiden tulee johtaa suoraan turvalliselle paikalle (suoraan ulos). Edellisestä poiketen asunnossa ja alle 300 m²:n työpaikkatilassa riittää yksi uloskäytävä ja tämän lisäksi varatiejärjestely. Varatiejärjestelyä suunniteltaessa tarkastellaan tapauskohtaisesti koko rakennusta yhdessä pelastusviranomaisten kanssa, jotta saavutetaan paras mahdollinen suunnitteluratkaisu erityyppisiin rakennuksiin.

Varatieksi voidaan suunnitella parveke, ns. ranskalainen parveke, ikkuna tai muu aukko, jonka kautta pelastaminen tai pelastautuminen on mahdollista joko pelastamistoimenpitein tai tikkaita tms. pitkin maanpinnalle tai muulle turvalliselle paikalle. Parvekelaatassa voi olla vähintään 600 mm x 600 mm oleva luukku, jota käytetään poistumiseen palotilanteessa. Seinään sijoitetun varatien vapaan aukon korkeus tulee olla vähintään 600 mm ja leveys vähintään 500 mm siten, että korkeuden ja leveyden summa on vähintään 1500 mm. Jos varatieltä pudottautumiskorkeus maan pinnalle tai muulle turvalliselle paikalle on yli 3,5 m asetetaan varatielle seuraavat lisävaatimukset:

- Enintään 2-kerroksisissa P3- tai P2-paloluokan rakennuksissa varatie varustetaan kiinteillä tikkaila.
- Enintään 4-kerroksisissa P2-paloluokan asuinrakennuksessa, jossa kaikki kerrokset kuuluvat samaan huoneistoon (kaupunkipientalo), varatie varustetaan helppokulkuisilla kiinteillä portailla, jota ei ole sijoitettu ulkoseinän aukkojen välittömään läheisyyteen tai joka on suojattu riittävästi aukoista tulevalta lämpösäteilyltä.

7.1.1 Porrashuone

Porrashuone muodostetaan aina omaksi palo-osastoksi. Porrashuonetta ei osastoida kerroksittain, joten käytävätasoilta, porrastasanteilta ja portailla ei vaadita osastoivuutta.

7.1.2 Avoin luhtikäytävä

Avoimella luhtikäytävällä tarkoitetaan luhtikäytävää, jossa ulkoilmaan rajoittuvan seinälinjan pinta-alasta vähintään 30 % (geometrisen ala) on pysyvästi avointa ulkotilaan päin ja aukot on sijoitettu pääosin kyseisen seinälinjan yläosaan. Lisäksi luhtikäytävän tulee olla sellainen, että käytävään ei muodostu alueita, joista savu ei pääse poistumaan.

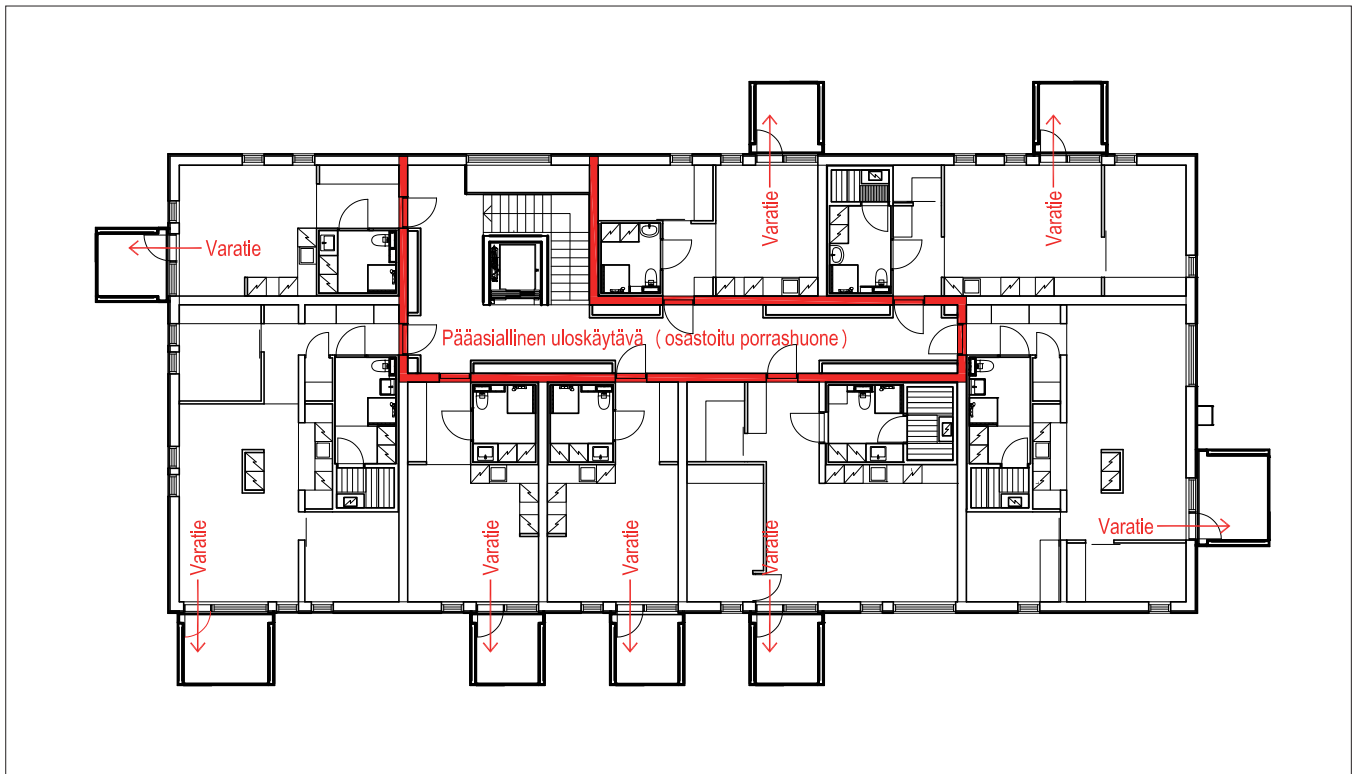
Mikäli luhtikäytävän ulkoilmaan rajoittuva seinälinja on umpinainen tai lasitettu, muuttuu luhtikäytävä tällöin porrashuoneeksi ja sitä koskee porrashuoneen palotekniset vaatimukset. Mikäli kerroksesta voidaan poistua suoraan maan pinnalle tai muulle turvalliselle paikalle ilman, että tämä edellyttää kulkemista luhtikäytävää pitkin, ei tällöin ole kysymyksessä luhtikäytävä. Esimerkkinä tästä on maan tasolla oleva kerros, jossa poistuminen ulko-ovesta johtaa suoraan maan pinnalle ilman, että esimerkiksi luhtikäytävän kaide tms. estää tämän.

7.1.3 Varatienä toimiva parveke

Asuinrakennuksessa parveke suunnitellaan käytännössä lähes aina varatienä käytettäväksi. Kuten edellä todettiin, varatienä voi olla jokin muu järjestely, mutta hätätilanteessa ihminen luonnostaan käyttää mahdollista parveketta varatienä.

Yli 2-kerroksisissa P2-paloluokan rakennuksissa puurakenteiset parvekkeet tulee sprinklata, kun ne suunnitellaan käytettäväksi varatienä. Sprinklausvaatimus ei koske enintään 4-kerroksista P2-paloluokan asuinrakennusta, jossa kaikki kerrokset kuuluvat samaan huoneistoon (kaupunkipientalo).

ULOSKÄYTVIEN PALOTEKNINEN SUUNNITTELU



Kuva 59. Esimerkki enintään 8-kerroksisen asuinkerrostalon poistumistiejärjestelyistä (tavallista hissiä ei saa käyttää poistumistienä).



Kuva 60. Portaani B-s1, d0-luokan puurakenteiset kannatinpalkit eivät tarvitse suojaverhusta P2-paloluokan puukerrostalossa (vähäinen rakennusosa). Kuva: Metsä Wood

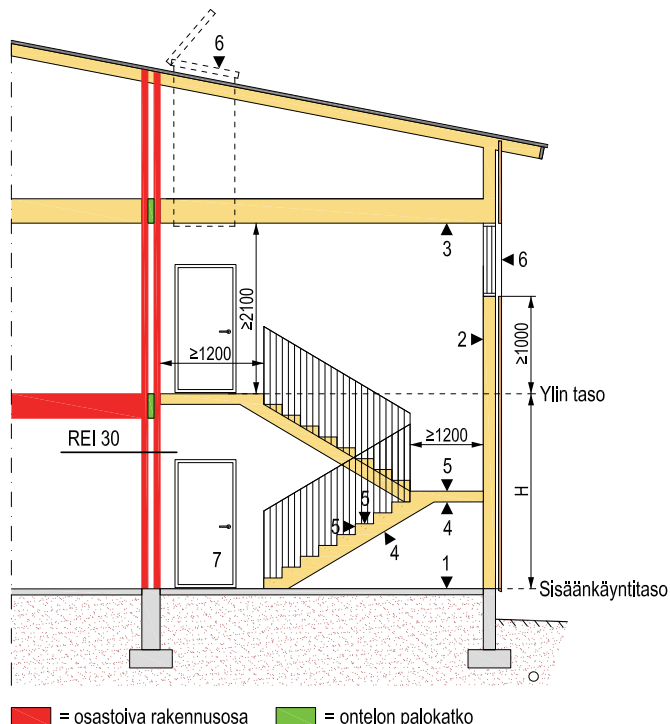


Kuva 61. Asuinhuoneistojen kerrostaso-ovien tulee avautua poistumissuuntaan. Kuva: Alavus Ikkunat

Taulukko 30. Uloskäytävän palotekniset vaatimukset enintään 2-kerroksisessa P3-paloluokan rakennuksessa.

Huomio! Asuinhuoneistoja ei saa olla päällekkäin P3-paloluokassa

P3



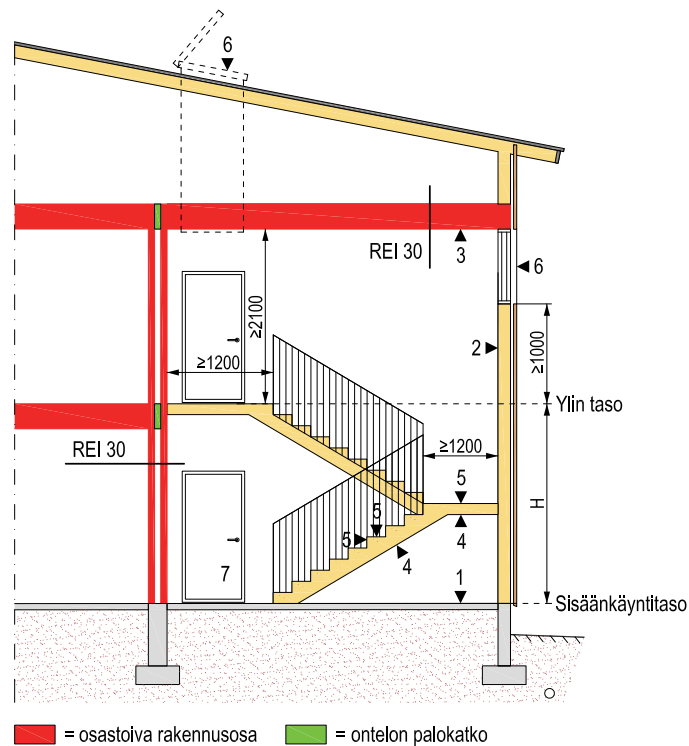
Yleiset vaatimukset

- Poistumistien kantavat rakennusosat R 30
- Uloskäytävän osastoivat rakennusosat EI 30 (myös R 30)
- Porrastasanteet ja -syöksyt R 30
- Portaan rungon rakennustarvikkeet vähintään D-s2, d2-luokkaa

Nro	Rakennusosa	Suojaverhouk	Pintaluokka	Huomioitavaa
1)	Lattiat	-	D _{FL} -s1	
2)	Seinät	-	B-s1, d0	
3)	Katot	-	B-s1, d0	
4)	Porrastasanteet ja -syöksyt	-	B-s1, d0	
5)	Portaiden yläpinnat Porrastasanteiden yläpinnat Portaiden etupinnat Porrastasanteiden etupinnat	-	D _{FL} -s1 D _{FL} -s1 B-s1, d0 B-s1, d0	
Nro	Muut palotekniset vaatimukset			
6)	Kun $H \leq 6$ m, voidaan savunpoistotapana käyttää porrastasanteelta seisten helposti avattavaa ikkunaa tai luukkua, jonka vähimmäisala $\geq 0,5$ m ²			
7)	- Ovi osastoivassa seinässä EI 15 - Oven tulee olla itsestään sulkeutuva ja salpautuva - Oven tulee avautua poistumissuuntaan, kun oven kautta poistuu yli 60 henkilöä			

ULOSKÄYTTÄVIEN PALOTEKNINEN SUUNNITTELU

Taulukko 31. Uloskäytävän palotekniset vaatimukset enintään 2-kerroksisessa P2-paloluokan rakennuksessa.

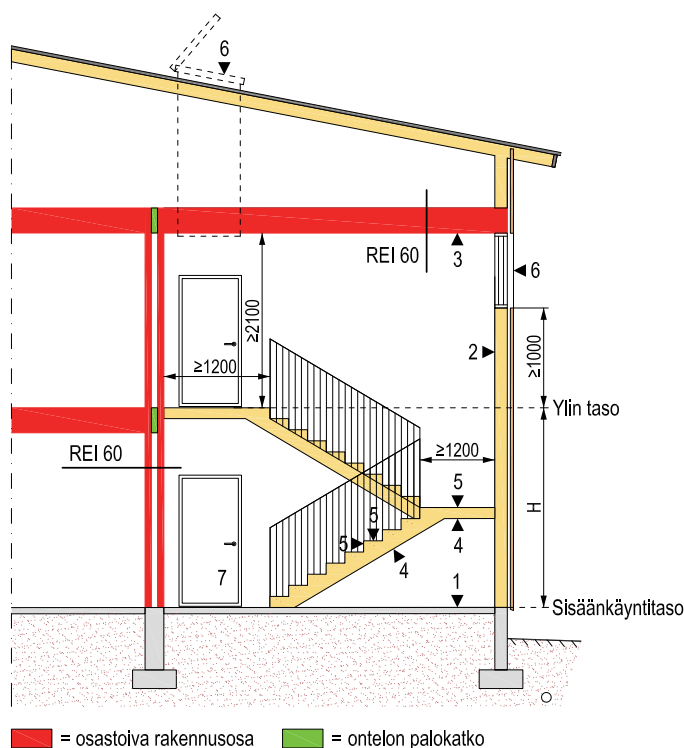


Yleiset vaatimukset

- Uloskäytävän kantavat rakennusosat R 30
- Uloskäytävän osastoivat rakennusosat EI 30
- Porrastasanteet ja -syöksyt R 30
- Portaан rungon rakennustarvikkeet vähintään D-s2, d2-luokkaa

Nro	Rakennusosa	Suojaverhous	Pintaluokka	Huomioitavaa
1)	Lattiat	-	D _{FL} -s1	
2)	Seinät	K ₂ 10, B-s1, d0	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
3)	Katot	K ₂ 10, B-s1, d0	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
4)	Porrastasanteet ja –syöksyt	-	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
5)	Portaiden yläpinnat Porrastasanteiden yläpinnat Portaiden etupinnat Porrastasanteiden etupinnat	-	D _{FL} -s1 D _{FL} -s1 B-s1, d0 B-s1, d0	
Nro	Muut palotekniset vaatimukset			
6)	Kun $H \leq 6$ m, voidaan savunpoistotapana käyttää porrastasanteelta seisten helposti avattavaa ikkunaa tai luukkuu, jonka vähimmäisala $\geq 0,5$ m ²			
7)	- Ovi osastoivassa seinässä EI 15 - Oven tulee olla, pois lukien asuinhuoneiston kerrostaso-ovi, itsestään sulkeutuva ja salpautuva - Oven tulee avautua poistumissuuntaan, kun ovi on asuinhuoneiston kerrostaso-ovi tai oven kautta poistuu yli 60 henkilöä			

Taulukko 32. Uloskäytävän palotekniset vaatimukset enintään 2-kerroksisessa P1-paloluokan rakennuksessa.



Yleiset vaatimukset

- Uloskäytävän kantavat rakennusosat R 60
- Uloskäytävän osastoivat rakennusosat EI 60
- Porrastasanteet ja -syöksyt R 30
- Portaan rungon rakennustarvikkeet vähintään D-s2, d2-luokkaa

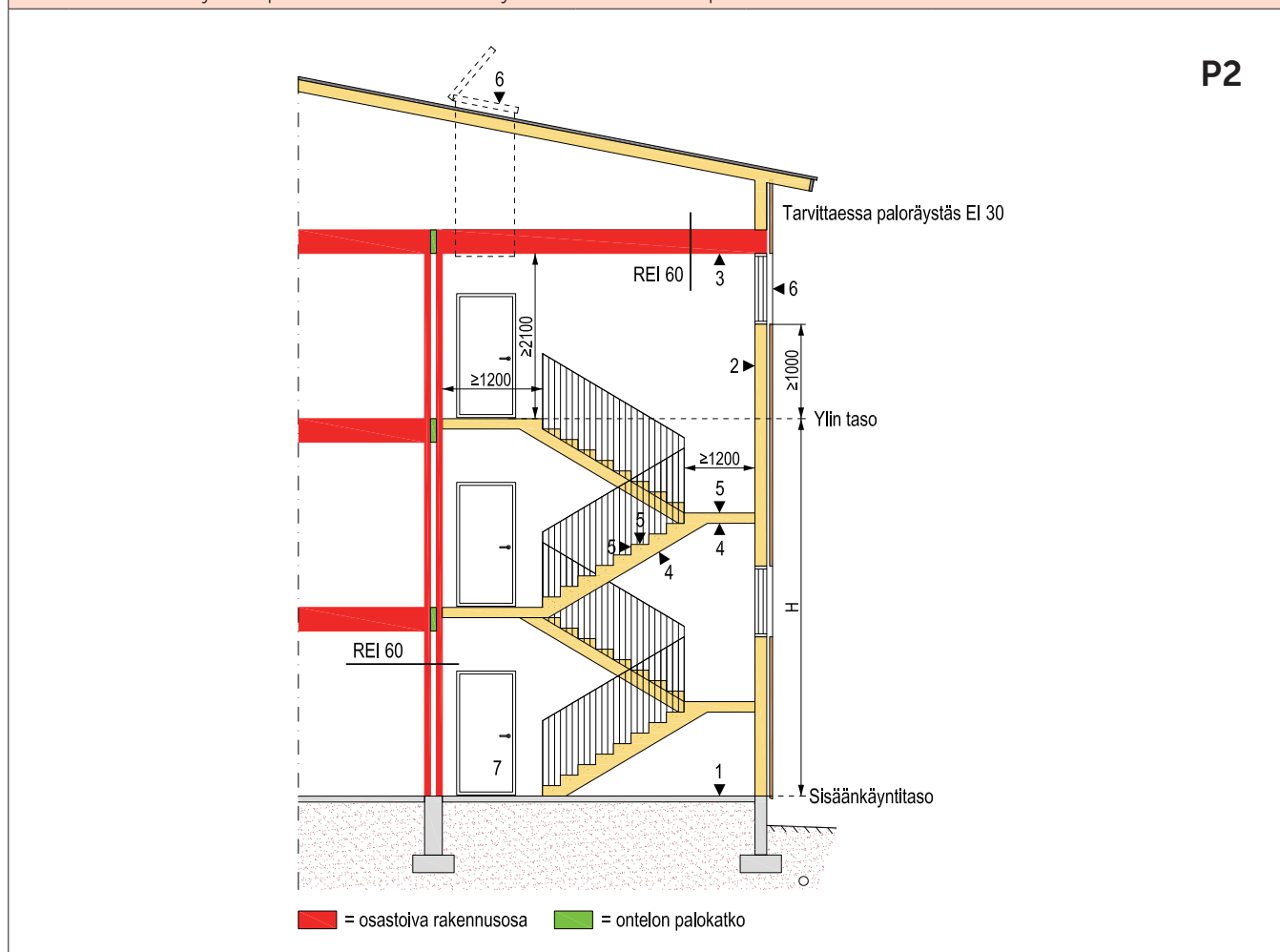
Nro	Rakennusosa	Suojaverhous	Pintaluokka	Huomioitavaa
1)	Lattiat	-	D _{FL} -s1	
2)	Seinät	-	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
3)	Katot	-	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
4)	Porrastasanteet ja –syöksyt	-	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
5)	Portaiden yläpinnat Porrastasanteiden yläpinnat Portaiden etupinnat Porrastasanteiden etupinnat	-	D _{FL} -s1 D _{FL} -s1 B-s1, d0 B-s1, d0	

Nro	Muut palotekniset vaatimukset
-----	-------------------------------

- | | |
|----|--|
| 6) | Kun $H \leq 6$ m, voidaan savunpoistotapana käyttää porrastasanteelta seisten helposti avattavaa ikkunaa tai luukkua, jonka vähimmäisala $\geq 0,5 \text{ m}^2$ |
| 7) | <ul style="list-style-type: none"> - Ovi osastoivassa seinässä EI 30 - Oven tulee olla, pois lukien asuinhuoneiston kerrostaso-ovi, itsestään sulkeutuva ja salpautuva - Oven tulee avautua poistusuuntaan, kun ovi on asuinhuoneiston kerrostaso-ovi tai oven kautta poistuu yli 60 henkilöä |

ULOSKÄYTVIEN PALOTEKNINEN SUUNNITTELU

Taulukko 33. Uloskäytävän palotekniset vaatimukset yli 2-kerroksisessa P2-paloluokan rakennuksessa.



Yleiset vaatimukset

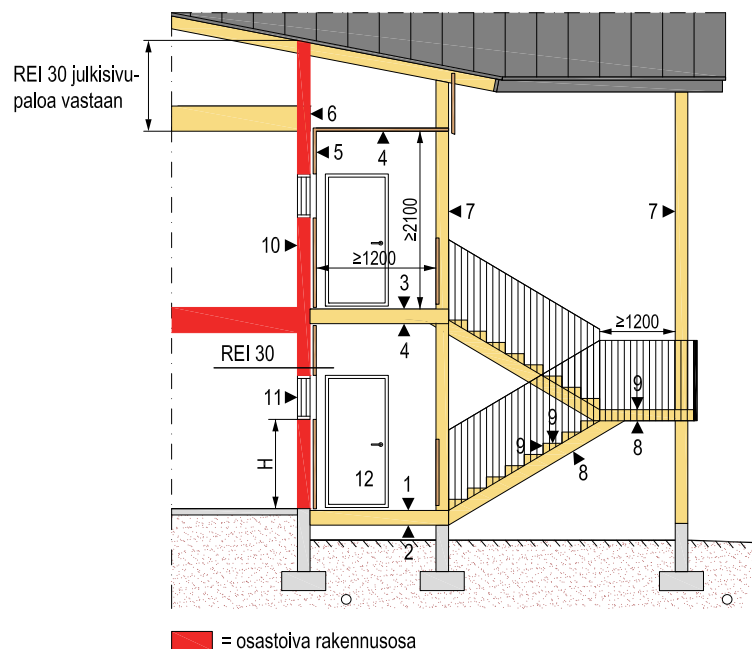
- Uloskäytävän kantavat rakennusosat R 60
- Uloskäytävän osastoivat rakennusosat EI 60
- Porrastasanteet ja -syöksyt R 30
- Portaan rungon rakennustarvikkeet vähintään D-s2, d2-luokkaa

Nro	Rakennusosa	Suojaverhouk	Pintaluokka	Huomioitavaa
1)	Lattiat	K ₂ 10, A2-s1, d0	D _{FL} -s1	
2)	Seinät	K ₂ 10, A2-s1, d0	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
3)	Katot	K ₂ 10, A2-s1, d0	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
4)	Porrastasanteet ja -syöksyt	K ₂ 10, A2-s1, d0	A2-s1, d0	Vähäiset B-s1, d0-luokan osat ilman suojaverhousta (ks. kuva 60)
5)	Portaiden yläpinnat Porrastasanteiden yläpinnat Portaiden etupinnat Porrastasanteiden etupinnat	-	D _{FL} -s1 D _{FL} -s1 B-s1, d0 B-s1, d0	
Nro	Muut palotekniset vaatimukset			
6)	Kun $H \leq 6$ m, voidaan savunpoistotapana käyttää porrastasanteelta seisten helposti avattavaa ikkunaa tai luukkua, jonka vähimmäisala $\geq 0,5$ m ² Kun $H > 6 \dots H \leq 12$ m, voidaan savunpoistotapana käyttää porrastasanteelta seisten helposti avattavaa ikkunaa tai luukkua, jonka vähimmäisala $\geq 1,0$ m ² Kun $H > 12$ m, savunpoistotapana tulee käyttää sisäänkäyntitasolta avattavaa savunpoistoluukkua tai -ikkunaa, jonka vähimmäisala $\geq 1,0$ m ²			
7)	- Ovi osastoivassa seinässä EI 30 - Oven tulee olla, pois lukien asuinhuoneiston kerrostaso-ovi, itsestään sulkeutuva ja salpautuva - Oven tulee avautua poistumissuuntaan, kun ovi on asuinhuoneiston kerrostaso-ovi tai oven kautta poistuu yli 60 henkilöä			

Taulukko 34. Avoimen luhtikäytävän palotekniset vaatimukset enintään 2-kerroksisessa P3-paloluokan rakennuksessa.

Huomio! Asuinhuoneistoja ei saa olla päällekkäin P3-paloluokassa

P3



Yleiset vaatimukset

- Poistumistien kantavat rakennusosat R 30
- Luhtikäytävän osastoivat rakennusosat EI 30 (myös R 30)
- Porrastasanteet ja -syöksyt R 30
- Portaan rungon rakennustarvikkeet vähintään D-s2, d2-luokkaa

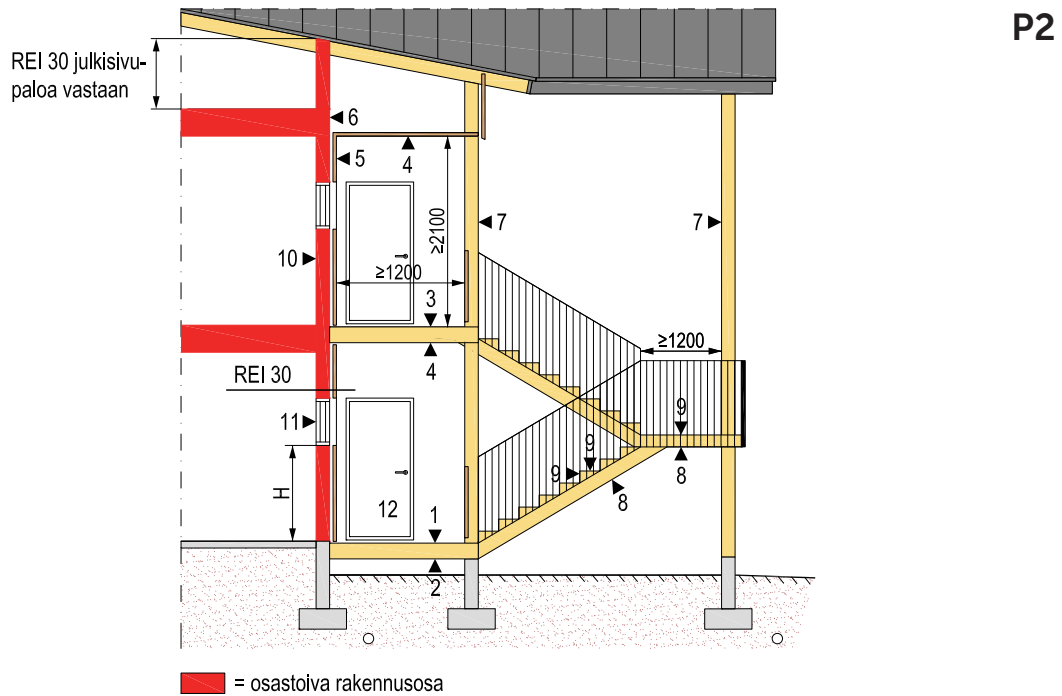
Nro	Rakennusosa	Suojaverhouk	Pintaluokka	Huomioitavaa
1)	Lattiat (1. krs.)	-	D _{FL} -s1	
2)	Lattian alapinta (1. krs.)	-	D-s2, d2	
3)	Lattiat (2. krs.)	-	D _{FL} -s1	
4)	Katot	-	B-s1, d0	
5)	Seinät ja seinämäiset rakennusosat Tuuletetun ulkoverhouksen taustapinta (tuuletusvälin ulkopinta) Ulkoverhouksen kiinnityskoolaus	-	D-s2, d2 D-s2, d2 D-s2, d2	
6)	Ulkoseinän rungon ulkopinta (tuuletusvälin sisäpinta)	-	-	
7)	R 30-luokan pilarit Palkit	-	D-s2, d2 B-s1, d0	
8)	Porrastasanteet ja -syöksyt	-	B-s1, d0	
9)	Portaiden yläpinnat Porrastasanteiden yläpinnat Portaiden etupinnat Porrastasanteiden etupinnat	-	D _{FL} -s1 D _{FL} -s1 B-s1, d0 B-s1, d0	

Nro Muut palotekniset vaatimukset

- | | |
|-----|--|
| 10) | Ulkoseinä EI 30 (myös R 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) | <ul style="list-style-type: none"> - Ovi osastoivassa seinässä EI 15 - Oven tulee olla itsestään sulkeutuva ja salpautuva - Oven tulee avautua poistumissuuntaan, kun oven kautta poistuu yli 60 henkilöä |

ULOSKÄYTVIEN PALOTEKNINEN SUUNNITTELU

Taulukko 35. Avoimen luhtikäytävän palotekniset vaatimukset enintään 2-kerroksisessa P2-paloluokan rakennuksessa.



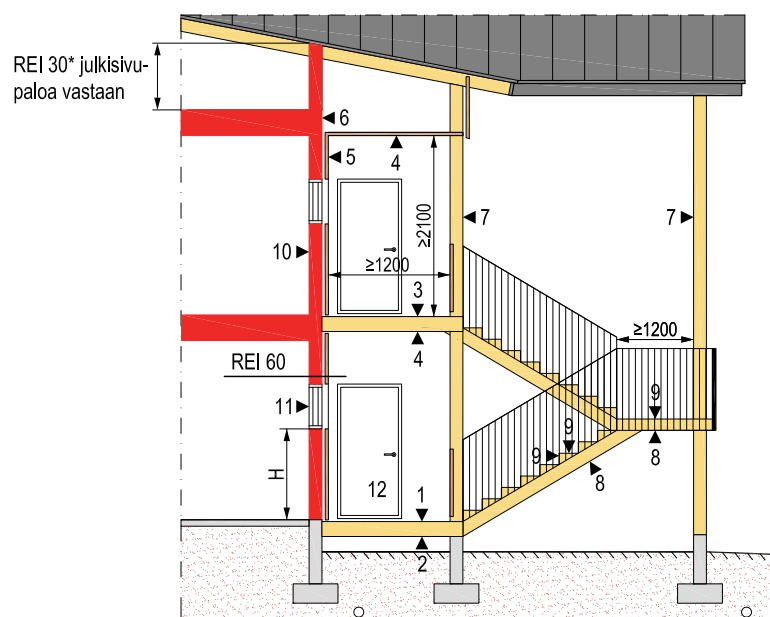
Yleiset vaatimukset

- Luhtikäytävän kantavat rakennusosat R 30
- Luhtikäytävän osastoivat rakennusosat EI 30
- Porrastasanteet ja -syöksyt R 30
- Portaan 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	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
5)	Seinät ja seinämäiset rakennusosat Tuulettun 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	Vähäisten 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	
Nro	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 kerrostaso-ovi, itsestään sulkeutuva ja salpautuva - Oven tulee avautua poistumissuuntaan, kun ovi on asuinhuoneiston kerrostaso-ovi tai oven kautta poistuu yli 60 henkilöä			

#=Rakennuksen ulkoverhouksen ulkopinnan mukaan.

Taulukko 36. Avoimen luhtikäytävän palotekniset vaatimukset enintään 2-kerroksisessa P1-paloluokan rakennuksessa.



■ = osastoiva rakennusosa

^{a)} Ei vaadita, jos yläpohjan kantavan rakenteen olennaiset osat vähintään A2-s1, d0-luokan tarvikkeista ja yläpohja täyttää EI 60-luokan vaatimukset

Yleiset vaatimukset

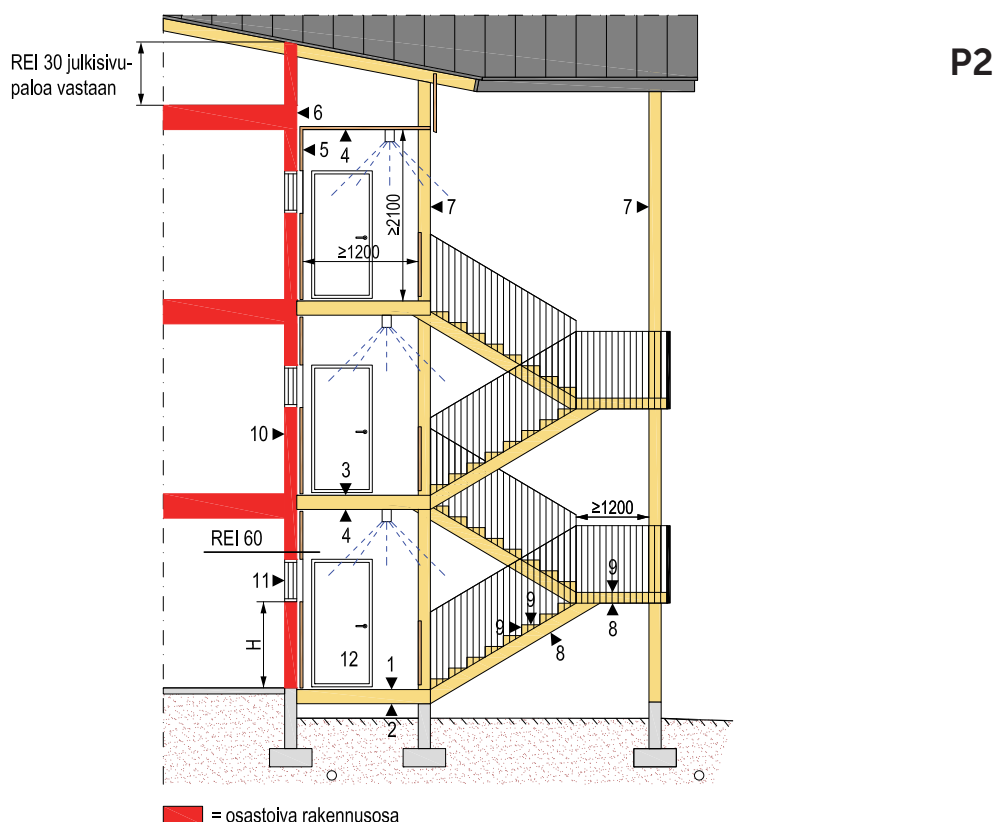
- Luhtikäytävän kantavat rakennusosat R 60
- Luhtikäytävän osastoivat rakennusosat EI 60
- Porrastasanteet ja -syöksyt R 30
- Portaan rungon rakennustarvikkeet vähintään D-s2, d2-luokkaa

Nro	Rakenneos	Suojaverhou	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	Vähäisten 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)	-	B-s1, d0	
7)	R 60-luokan pilarit Palkit	-	D-s2, d2 A2-s1, d0	
8)	Porrastasanteet ja -syöksyt	-	A2-s1, d0	Vähäisten 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	
Nro	Muut palotekniset vaatimukset			
10)	Ulkoseinä EI 60 huonepaloa vastaan, kun toisen palo-osaston poistumisreitti kyseisen ulkoseinän ohi			
11)	Ikkuna osastoivassa seinässä EI 30 huonepaloa vastaan, kun H < 1400 mm ja poistuminen tapahtuu ikkunan ohi			
12)	- Ovi osastoivassa seinässä EI 30 - Oven tulee olla, pois lukien asuinhuoneiston kerrostaso-ovi, itsestään sulkeutuva ja salpautuva - Oven tulee avautua poistumissuuntaan, kun ovi on asuinhuoneiston kerrostaso-ovi tai oven kautta poistuu yli 60 henkilöä			

= Rakennuksen ulkoverhouksen ulkopinnan mukaan.

ULOSKÄYTVIEN PALOTEKNINEN SUUNNITTELU

Taulukko 37. Sprinklatun avoimen luhtikäytävän palotekniset vaatimukset yli 2-kerroksisessa P2-paloluokan rakennuksessa.



Yleiset vaatimukset

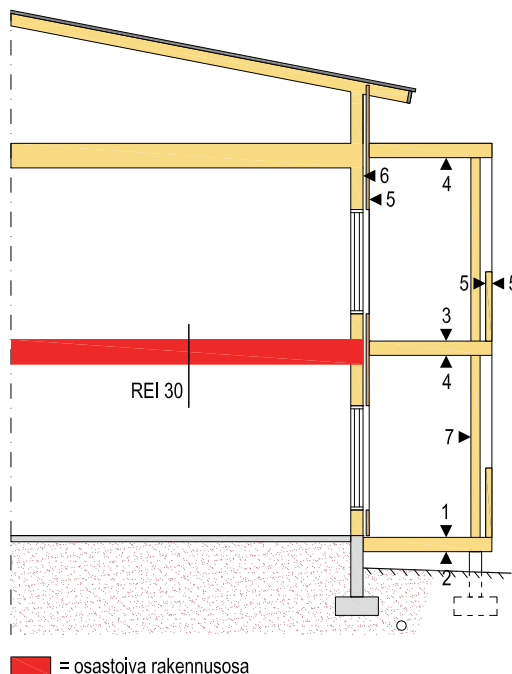
- Luhtikäytävän kantavat rakennusosat R 60
- Luhtikäytävän osastoivat rakennusosat EI 60
- Porrastanteet ja -syöksyt R 30
- Portaan rungon rakennustarvikkeet vähintään D-s2, d2-luokkaa

Nro	Rakenneos	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	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
5)	Seinät ja seinämäiset rakennusosat Tuulettun ulkoverhouksen taustapinta (tuuletusvälin ulkopinta) Ulkoverhouksen kiinnityskoolaus	-	A2-s1, d0 A2-s1, d0 D-s2, d2	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0 Ks. kuva 46
6)	Ulkoseinän rungon ulkopinta (tuuletusvälin sisäpinta)	K ₂ 10, A2-s1, d0	A2-s1, d0	
7)	R 60-luokan pilarit ja palkit	-	D-s2, d2	
8)	Porrastanteet ja -syöksyt	-	A2-s1, d0	
9)	Portaiden yläpinnat Porrastanteiden yläpinnat Portaiden etupinnat Porrastanteiden etupinnat	-	D _{FL} -s1 D _{FL} -s1 B-s1, d0 B-s1, d0	
Nro	Muut palotekniset vaatimukset			
10)	Ulkoseinä EI 60 huonepaloa vastaan, kun toisen palo-osaston poistumisreitti kyseisen ulkoseinän ohi			
11)	Ikkuna osastoivassa seinässä EI 30 huonepaloa vastaan, kun H < 1400 mm ja poistuminen tapahtuu ikkunan ohi			
12)	- Ovi osastoivassa seinässä EI 30 - Oven tulee olla, pois lukien asuinhuoneiston kerrostaso-ovi, itsestään sulkeutuva ja salpautuva - Oven tulee avautua poistumissuuntaan, kun ovi on asuinhuoneiston kerrostaso-ovi tai oven kautta poistuu yli 60 henkilöä			

Taulukko 38. Parvekkeen (myös varatieparvekkeen) palotekniset vaatimukset enintään 2-kerroksisessa P3-paloluokan rakennuksessa.

Huomio! Asuinhuoneistoja ei saa olla päällekkäin P3-paloluokassa

P3



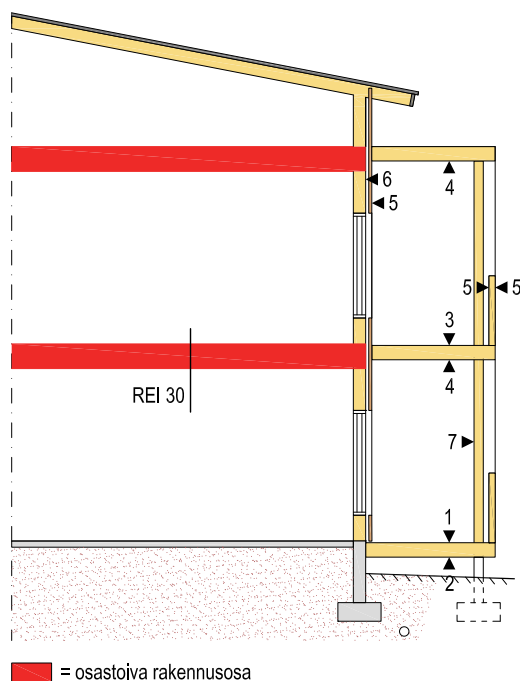
Yleiset vaatimukset

- Parvekkeen kantavat rakennusosat R 15, kun päällekkäiset kerrokset ovat eri palo-osastoja
- 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	-	D-s2, d2	
5)	Seinät ja seinämäiset rakennusosat Tuuletetun ulkoverhouksen taustapinta (tuuletusvälin ulkopinta) Ulkoverhouksen kiinnityskoolaus	-	D-s2, d2 D-s2, d2 D-s2, d2	
6)	Ulkoseinän rungon ulkopinta (tuuletusvälin sisäpinta)	-	-	
7)	Pilarit ja palkit	-	D-s2, d2	

ULOSKÄYTVIEN PALOTEKNINEN SUUNNITTELU

Taulukko 39. Parvekkeen (myös varatieparvekkeen) palotekniset vaatimukset enintään 2-kerroksisessa P2-paloluokan rakennuksessa.



P2

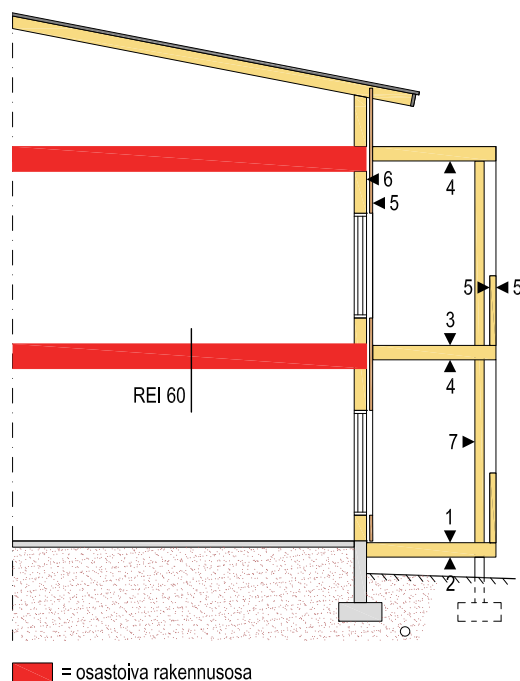
Yleiset vaatimukset

- Parvekkeen kantavat rakennusosat R 15
- Parvekelaatan osastoivuus EI 0

Nro	Rakennusosa	Suojaverhous	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.

Taulukko 40. Parvekkeen (myös varatieparvekkeen) palotekniset vaatimukset enintään 2-kerroksisessa P1-paloluokan rakennuksessa.



Yleiset vaatimukset

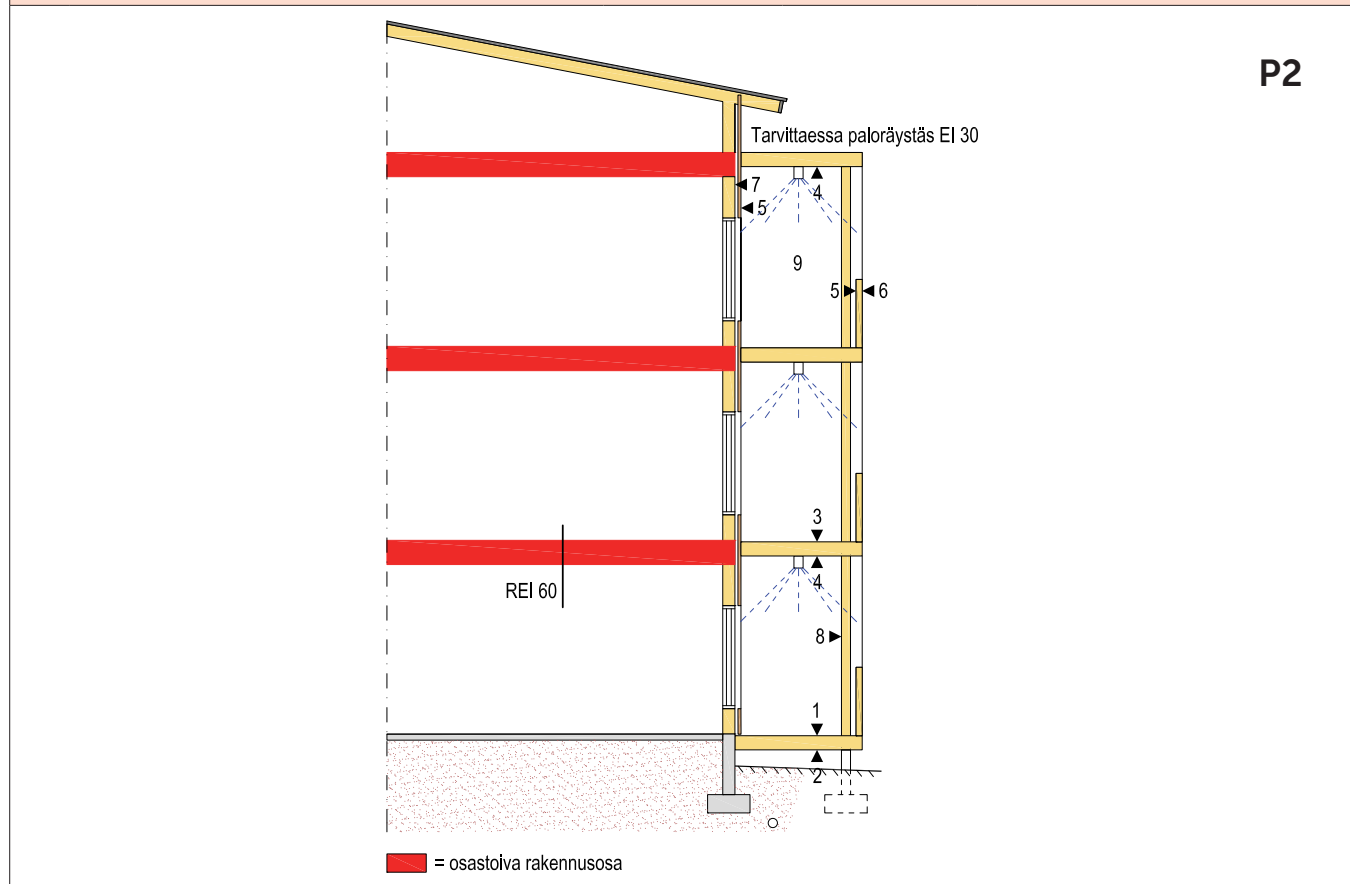
- Parvekkeen kantavat rakennusosat R 30
- Parvekelaatan osastoivuus EI 0

Nro	Rakennusosa	Suojaverhous	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)	-	B-s1, d0	
7)	Pilarit ja palkit	-	#	

= Rakennuksen ulkoverhouksen ulkopinnan mukaan.

ULOSKÄYTVIEN PALOTEKNINEN SUUNNITTELU

Taulukko 41. Sprinklatun varatienä toimivan parvekkeen palotekniset vaatimukset yli 2-kerroksisessa P2-paloluokan rakennuksessa.



Yleiset vaatimukset

- Parvekkeen kantavat rakennusosat R 30
- Parvekelaatan osastoivuus EI 0
- Lasitetun parvekkeen parvekelaatan osastoivuus EI 30
- Osastoivan parvekelaatan tiivistykset ja läpiviennit E 15

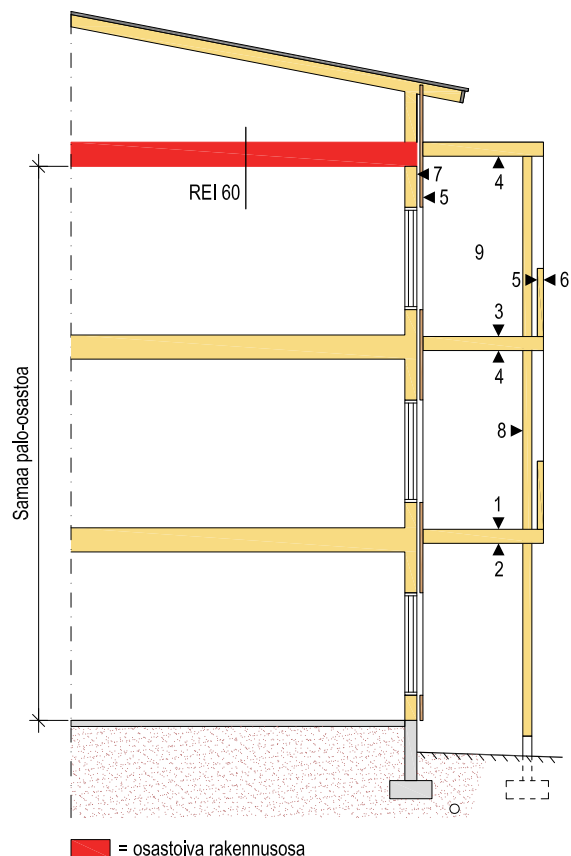
Nro	Rakennusosa	Suojaverho	Pintaluokka	Huomioitavaa
1)	Lattiat (alin parveke)	-	-	
2)	Laatan alapinta (alin parveke)	-	B-s2, d0	
3)	Lattiat (alimman yläpuoliset parvekkeet)	-	-	
4)	Katot	-	B-s2, d0	
5)	Seinät ja seinämäiset rakennusosat parvekkeen sisäpuolella Tuuletetun ulkoverhouksen taustapinta (tuuletusvälin ulkopinta) Ulkoverhouksen kiinnityskoolaus	-	# # D-s2, d2	Ks. kuvat 49...51 Ks. kuva 46
6)	Kaiteen ulkopinta	-	B-s2, d0	Ks. kuvat 49...51
7)	Ulkoseinän rungon ulkopinta (tuuletusvälin sisäpinta)	K ₂ 10, A2-s1, d0	A2-s1, d0	
8)	Pilarit	-	D-s2, d2	B-s2, d0, jos ulkopintana (vrt. nro 6)
	Palkit	-	B-s2, d0	

Nro Muut palotekniset vaatimukset

- 9)
- Lasitetussa parvekkeessa seinä EI 15 (myös R 15)
 - kun seinä on vierekkäisten parvekkeiden väliseinä
 - kun erillisten parvekkeiden vapaa väli on < 2 m (riittää, että toisessa parvekkeessa on EI 15 seinä)
 - kun seinän etäisyys viereisen palo-osaston luokittelemattomaan ikkunaan on < 2 m ja seinän kulma < 135° kyseiseen ikkunaan nähden (ks. kuva 33)

= Rakennuksen ulkoverhouksen ulkopinnan mukaan.

Taulukko 42. Parvekkeen (myös varatieparvekkeen) palotekniset vaatimukset yli 2-kerroksisessa P2-paloluokan kaupunkipientalossa.



P2

Yleiset vaatimukset

- Parvekkeen kantavat rakennusosat R 30
- Parvekelaatan osastoivuus EI 0
- Lasitetun parvekkeen parvekelaatan osastoivuus EI 30
- Osastoivan parvekelaatan tiivistykset ja läpiviennit E 15

Nro	Rakennusosa	Suojaverhouk	Pintaluokka	Huomioitavaa
1)	Lattiat (alin parveke)	-	-	
2)	Laatan alapinta (alin parveke)	-	#	
3)	Lattiat (alimman yläpuoliset parvekkeet)	-	-	
4)	Katot	-	#	
5)	Seinät ja seinämäiset rakennusosat parvekkeen sisäpuolella Tuuletetun ulkoverhouksen taustapinta (tuuletusvälin ulkopinta) Ulkoverhouksen kiinnityskoolaus	-	# # D-s2, d2	Ks. kuva 52 Ks. kuva 46
6)	Kaiteen ulkopinta	-	B-s2, d0	Ks. kuva 52
7)	Ulkoseinän rungon ulkopinta (tuuletusvälin sisäpinta)	-	B-s1, d0	
8)	Pilarit ja palkit	-	#	

Nro Muut palotekniset vaatimukset

- 9) Lasitetussa parvekkeessa seinä EI 15 (myös R 15)
- kun seinä on vierekkäisten parvekkeiden väliseinä
 - kun erillisten parvekkeiden vapaa väli on < 2 m (riittää, että toisessa parvekkeessa on EI 15 seinä)
 - kun seinän etäisyys viereisen palo-osaston luokittelemattomaan ikkunaan on < 2 m ja seinän kulma < 135° kyseiseen ikkunaan nähden (ks. kuva 33)

= Rakennuksen ulkoverhouksen ulkopinnan mukaan.

8 PUURAKENTEINEN LISÄKERROS

P1-paloluokan asuinkerrostaloon voidaan tehdä enintään yksi puurakenteinen lisäkerros ilman sprinklausta. Puurakenteisia lisäkerroksia voidaan tehdä enintään kaksi päällekkäin. Tällaisessa tapauksessa kyseiset kaksi lisäkerrosta sekä ylin betonirakenteinen kerros tulee sprinklata. Lisäkerrokset mukaan lukien rakennuksen korkeus saa olla enintään 28 metriä. Lisäkerroksen porrashuoneen rakenteet ja portaat tulee tehdä A2-s1, d0-luokan rakennustarvik-

keista. Kysymykseen tulevat tällöin betonirakenteet, muuratut rakenteet ja teräsrakenteet. Erityisesti ei-kantavat porrashuoneen rakenteet suositellaan toteutettavaksi kipsilevyverhoiltuna peltirankarakenteena. Tällaiset rakenteet voidaan elementoida puurakenteiden tapaan ja ne toteuttavat A2-s1, d0-luokan rakennustarvikevaatimuksen. Lisäkerroksen palomääräykset on esitetty tarkemmin taulukoissa 43 ja 44.



Kuva 62. Tyypillinen lähiökerrostalo ennen ja jälkeen korjauksen. Suunnitelmat: ISS-Suunnittelupalvelut, Eija-Riitta Miettinen
Visualisoinnit: Modelark Titta Vuori



Kuva 63. P1-paloluokan asuinkerrostalossa voi olla yksi lisäkerros ilman sprinklausta ja kaksi lisäkerrosta, kun kolme ylintä kerrosta sprinklataan.

PUURAKENTEINEN LISÄKERROS

Taulukko 43.			
Paloluokka P1	Nimitys Puurakenteinen lisäkerros	Käyttötarkoitus Asunto	Kerros määrä 7 + 1
Huomioitavaa Palokuormaryhmä alle 600 MJ/m²			

Aktiivinen suojaus	Vaatus	Huomioitavaa
Sprinklaus	-	
Sähköverkkoon kytketty palovaroitin	Asunnossa	
Paloilmoitin	-	
Hätäkeskukseen kytketty paloilmoitin	-	
Laajuus	Vaatus	Huomioitavaa
Lisäkerrosten määrä	1 kpl	
Rakennuksen korkeus lisäkerros mukaan lukien	≤ 28 m	
Kerrosala	Ei rajoitettu	
Henkilömäärä	Ei rajoitettu	
Palo-osaston koko kerroksissa	Huoneistoittain	
Palo-osaston koko ullakolla	≤ 1600 m ²	
Kerroksen palo-osaston jako osiin	-	
Ullakon / yläpohjan ontelon palo-osaston jako osiin	Osan koko ≤ 400 m ²	
Rakennusosien luokat	Vaatus	Huomioitavaa
Lämmöneristeet ja muut täytteet ulkoseinässä	B-s1, d0 (eristävältä osalta), kuitenkin vähintään D-s2, d2 (eristävältä osalta)	Mikäli vaatimus B-s1, d0 ei täyty, tulee lämmöneristeet ja muut täytteet suojata osastoivalla rakennusosalla tai suoja-verhouksella.
Lämmöneristeet ja muut täytteet yläpohjassa		
Lämmöneristeet ja muut täytteet muissa rakennusosissa	D-s2, d2 (eristävältä osalta)	
Kantavat ja jäykistävät rakennusosat kerroksissa	R 60	
Osastoivat rakennusosat kerroksissa	EI 60 (myös R 60)	
Osiin jakavat rakennusosat kerroksissa	-	
Kantavat ja jäykistävät rakennusosat uloskäytävässä	R 60	Rakennustarvikkeet vähintään A2-s1, d0
Osastoivat rakennusosat uloskäytävässä	EI 60	Rakennustarvikkeet vähintään A2-s1, d0
Porrastasanteet ja -syöksyt	R 30	Rakennustarvikkeet vähintään A2-s1, d0
Osastoivat rakennusosat ullakolla	EI 30 (myös R 30)	
Osiin jakavat rakennusosat ullakolla / yläpohjan ontelossa	EI 15 (myös R 15)	
Osastoiva rakennusosa ullakon / yläpohjan ontelon ja kerroksen välillä	EI 60 (myös R 60)	
Pintaluokat ¹⁾	Vaatus	Huomioitavaa
Seinä- ja kattopinnat kerroksessa	D-s2, d2	Vähäisiä osia pinnoista voidaan verhoilla tarvikkeilla, jotka eivät täytä vaatimusta
Seinä- ja kattopinnat saunassa ja kylpyhuoneessa	D-s2, d2	
Seinä- ja kattopinnat uloskäytävässä	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
Lattiapinnat kerroksessa	-	
Lattiapinnat saunassa ja kylpyhuoneessa	-	
Porrastasanteet ja -syöksyt uloskäytävässä (tehtävä A2-s1, d0-luokan tarvikkeista)	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
Porrastaskelmien yläpinnat uloskäytävässä	D _{FL} -s1	
Porrastasanteiden yläpinnat uloskäytävässä	D _{FL} -s1	
Porrastaskelmien etupinnat uloskäytävässä	B-s1, d0	
Porrastasanteiden etupinnat uloskäytävässä	B-s1, d0	
Ulkoverhouksen ulkopinta	B-s2, d0	D-s2, d2, kun paloräystäs EI 30
Tuuletetun ulkoverhouksen taustapinta	B-s2, d0	D-s2, d2, kun paloräystäs EI 30
Ulkoverhouksen kiinnityskoolaus	D-s2, d2	Ks. kuva 46
Ulkoseinän tuulensuojan / lämmöneristeiden ulkopinta	A2-s1, d0	
Ullakon / yläpohjan ontelon pinnat, kun osastoitu alapuolisesta tilasta	D-s2, d2 (E-luokan aluskate mahdollinen)	
Vesikatteen ulkopinta	B _{ROOF} (t2)	
Suojaverhoukset puurungossa	Vaatus	Huomioitavaa
Sisäpuoliset seinä- ja kattopinnat kerroksessa Lattiapinnat kerroksessa	K ₂ 30, A2-s1, d0	Ei koske palo-osaston sisäisiä ei-kantavia väliseiniä

¹⁾ Ei koske esimerkiksi seuraavia: ovi, ikkuna, kiinnityspinta, käsijohde, lista

Taulukko 44.			
Paloluokka P1	Nimitys Puurakenteinen lisäkerros	Käyttötarkoitus Asunto	Kerros määrä 6 + 2
Huomioitavaa Palokuormaryhmä alle 600 MJ/m²			

Aktiivinen suojaus	Vaatus	Huomioitavaa
Sprinklaus	3 ylintä kerrosta	Ei koske uloskäytävää
Sähköverkkoon kytketty palovaroitin	Asunnossa	
Paloilmoitin	-	
Hätäkeskukseen kytketty paloilmoitin	-	
Laajuus	Vaatus	Huomioitavaa
Lisäkerrosten määrä	Enintään 2 kpl	
Rakennuksen korkeus lisäkerros mukaan lukien	≤ 28 m	
Kerrosala	Ei rajoitettu	
Henkilömäärä	Ei rajoitettu	
Palo-osaston koko kerroksissa	Huoneistoittain	
Palo-osaston koko ullakolla	≤ 1600 m ²	
Kerroksen palo-osaston jako osiin	-	
Ullakon / yläpohjan ontelon palo-osaston jako osiin	Osan koko ≤ 400 m ²	
Rakennusosien luokat	Vaatus	Huomioitavaa
Lämmöneristeet ja muut täytteet ulkoseinässä	A2-s1, d0 (eristävältä osalta)	
Lämmöneristeet ja muut täytteet yläpohjassa		
Lämmöneristeet ja muut täytteet muissa rakennusosissa	A2-s1, d0 (eristävältä osalta)	
Kantavat ja jäykistävät rakennusosat kerroksissa	R 60	
Osastoivat rakennusosat kerroksissa	EI 60 (myös R 60)	
Osiin jakavat rakennusosat kerroksissa	-	
Kantavat ja jäykistävät rakennusosat uloskäytävässä	R 60	Rakennustarvikkeet vähintään A2-s1, d0
Osastoivat rakennusosat uloskäytävässä	EI 60	Rakennustarvikkeet vähintään A2-s1, d0
Porrastasanteet ja -syöksyt	R 30	Rakennustarvikkeet vähintään A2-s1, d0
Osastoivat rakennusosat ullakolla	EI 30 (myös R 30)	
Osiin jakavat rakennusosat ullakolla / yläpohjan ontelossa	EI 15 (myös R 15)	
Osastoiva rakennusosa ullakon / yläpohjan ontelon ja kerroksen välillä	EI 60 (myös R 60)	
Pintaluokat ¹⁾	Vaatus	Huomioitavaa
Seinä- ja kattopinnat kerroksessa	D-s2, d2	Vähäisiä osia pinnoista voidaan verhoilla tarvikkeilla, jotka eivät täytä vaatimusta
Seinä- ja kattopinnat saunassa ja kylpyhuoneessa	D-s2, d2	
Seinä- ja kattopinnat uloskäytävässä	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
Lattiapinnat kerroksessa	-	
Lattiapinnat saunassa ja kylpyhuoneessa	-	
Porrastasanteet ja -syöksyt uloskäytävässä (tehtävä A2-s1, d0-luokan tarvikkeista)	A2-s1, d0	Vähäisten osien pintaluokka B-s1, d0
Porrastaskelmien yläpinnat uloskäytävässä	D _{FL} -s1	
Porrastasanteiden yläpinnat uloskäytävässä	D _{FL} -s1	
Porrastaskelmien etupinnat uloskäytävässä	B-s1, d0	
Porrastasanteiden etupinnat uloskäytävässä	B-s1, d0	
Ulkoverhouksen ulkopinta	B-s2, d0	D-s2, d2, kun paloräystäs EI 30
Tuuletetun ulkoverhouksen taustapinta	B-s2, d0	D-s2, d2, kun paloräystäs EI 30
Ulkoverhouksen kiinnityskoolaus	D-s2, d2	Ks. kuva 46
Ulkoseinän tuulensuojan / lämmöneristeiden ulkopinta	A2-s1, d0	
Ullakon / yläpohjan ontelon pinnat, kun osastoitu alapuolelta tilasta	D-s2, d2 (E-luokan aluskate mahdollinen)	
Vesikatteen ulkopinta	B _{ROOF} (t2)	
Suojaverhouksen puurungossa	Vaatus	Huomioitavaa
Sisäpuoliset seinä- ja kattopinnat kerroksessa Lattiapinnat kerroksessa	K ₂ 30, A2-s1, d0	Ei koske palo-osaston sisäisiä ei-kantavia väliseiniä

¹⁾ Ei koske esimerkiksi seuraavia: ovi, ikkuna, kiinnityspinta, käsijohde, lista

9 AKTIIVINEN PALOTURVALLISUUDEN PARANTAMINEN

9.1 PALOVAROITIN

Palovaroitin on laite, joka tunnistaa ilmassa olevia kaasuja ja hälyttää jo siinä vaiheessa, kun mahdollinen palo ei ole vielä syttynyt. Palovaroitin hälyttää voimakkaalla äänimerkillä tilassa oleskelevia. Saatavilla on myös laitteita, jotka tunnistavat savukaasun lisäksi häkä- ja nestekaasun sekä laitteita, jotka voidaan ketjuttaa. Tällöin yhden varoittimen lauetessa kaikki muutkin samaan ketjuun kytketyt varoittimet alkavat hälyttää. Kuulovammaisille on olemassa tärinällä ja valolla varustettuja palovaroittimia.

Palovaroittimilla voidaan hyvin kustannustehokkaasti parantaa rakennuksen paloturvallisuutta. Tämän takia palovaroitin tulisi olla kaikissa tiloissa, joissa oleskelee ihmisiä. Palovaroittimilla voidaan parantaa paloturvallisuutta myös rakennustyömaalla.

Sähköverkkoon kytketty palovaroitin on pakollinen

- asunnoissa
- vapaa-ajan asunnoissa (patterikäyttöinen varoitin, jos rakennus ei ole kytketty sähköverkkoon)
- majoitustiloissa, joissa enintään 50 majoituspaikkaa
- hoitolaitoksissa, joissa enintään 25 vuodepaikkaa
- ympärivuorokautisissa päiväkodeissa, joissa enintään 50 vuodepaikkaa
- päivähoitolaitoksissa
- päiväkodeissa ja muissa varhaiskasvatuksen tiloissa, joissa enintään 150 hoidettavaa
- kouluissa, joissa enintään 250 oppilasta.

9.2 PALOILMOITIN JA HÄTÄKESKUKSEEN KYTKETTY PALOILMOITIN

Paloilmoitin on järjestelmä, joka antaa automaattisesti ja välittömästi hälytyksen alkavasta palosta sekä laitteiston toimintavalmiutta vaarantavista vioista. Järjestelmän tulee ilmoittaa alkavasta palosta automaattisesti vähintään palo-osaston laajuudella. Järjestelmän virransaannin tulee olla varmistettu.

Hätäkeskukseen kytketty paloilmoitin toimii paloilmittimen tapaan, mutta se lähettää lisäksi hälytyksen hätäkeskukseen. Hätäkeskukseen kytketty paloilmoitin muodostuu ilmoitinkeskuksesta, teholähteestä, paloilmittimista, paloilmittuspainikkeista, hälyttimistä ja automaattisesta ilmoituksensiirtojärjestelmästä. Järjestelmään voi lisäksi liittyä palonrajoitus- ja sammutuslaitteistojen sekä pelastustöitä helpottavien laitteiden toimintailmoituksia.

Paloilmoitin on pakollinen

- päiväkodeissa ja muissa varhaiskasvatuksen tiloissa, joissa yli 150 hoidettavaa
- kouluissa, joissa 251...500 oppilasta.

Hätäkeskukseen kytketty paloilmoitin on pakollinen

- majoitustiloissa, joissa yli 50 majoituspaikkaa
- hoitolaitoksissa, joissa yli 25 vuodepaikkaa
- ympärivuorokautisissa päiväkodeissa, joissa yli 50 vuodepaikkaa
- kouluissa, joissa yli 500 oppilasta.



Kuva 64. Sisätiloihin tarkoitettu palovaroitin. Kuva: SPEK



Kuva 65. Rakennustyömaalla käytössä oleva langaton palovaroitinjärjestelmä.

9.3 SPRINKLERIJÄRJESTELMÄT

9.3.1 Historia

Ensimmäisen automaattisen sprinklerijärjestelmän patentoi amerikkalainen Philip W. Pratt vuonna 1872. Sprinklerikonsepti oli kehitetty jo kuitenkin 1800-luvun alkupuolella, mutta tuolloin järjestelmät eivät olleet automaattisia. Ensimmäisen käytännössä toimivan automaattisen sprinklerijärjestelmän kehitti Henry S. Parmelee. Hän paranteli Prattin systeemiä ja vuonna 1874 hän keksi automaattisen sprinklerisuuttimen. Tuolloin Parmelee myös asensi kehittämänsä automaattisen sprinklerijärjestelmän omistamaansa pianotehtaaseen. Tämän jälkeen sprinklerijärjestelmiä alettiin kehittää yhä paremmiksi. Vuonna 1881 Franklin Grinnell paranteli Prattin ja Parmelee:n systeemiä sekä patentoi tuolloin oman automaattisen sprinklerijärjestelmänsä. Vuonna 1890 Grinnell kehitti lasiampulliin perustuvan sprinklerisuuttimen, johon perustuva suutin on käytössä nykypäivänäkin.

9.3.2 Sprinklerisuuttimet

Sprinkleriputkistossa on koko ajan paineenalainen vesi suuttimelle saakka. Poikkeuksena tästä on niin sanottu kuivasuutin, jossa laukaisumekanismi on lämpimässä tilassa. Kuivasuuttimia käytetään tilanteissa, joissa sprinkleriputki joudutaan asentamaan kylmään tilaan, kuten esimerkiksi parvekkeelle.

Sprinklerisuuttimen laukeamismekanismi perustuu lasiampulliin, jossa on nestettä. Palotilanteessa neste laajenee ja rikkoo lasiampullin, jonka seurauksena suuttimesta alkaa tulla vettä. Lasiampullissa olevan nesteen ominaisuuksilla säädetään suuttimen laukeamislämpötila. Suuttimet laukeavat vain paloalueella, joten koko talon sprinklerisuuttimet eivät laukea samanaikaisesti. Suuttimet voidaan asentaa kattoon tai seinään ja ne voivat olla pintatai piiloasennettuja. Kaikkiin edellä mainittuihin asennustapoihin löytyy omat suutintyyppinsä.

9.3.3 Perinteinen sprinklerijärjestelmä

Perinteisen sprinklerijärjestelmän putkisto tehdään sinkitystä tai maalatusta teräsputkesta. Runkoputket ovat kooltaan 65...150 mm ja jakoputkisto 25...50 mm. Putkistopaine 2...5 bar ja pisarakoko halkaisijaltaan 1...5 mm. Sammutusmekanismina on pintojen kastelu ja palon sammuttaminen sprinklerisuuttimen toiminta-alueella. Perinteisen sprinklerijärjestelmän putkistot voidaan piilottaa rakenteisiin ja käyttämällä rakenteisiin upotettavia suuttimia saadaan myös suuttimet piilotettua suojakannen alle.

Perinteinen sprinklerijärjestelmä on ollut käytössä pitkään ja järjestelmätoimittajia on useita. Valta-asemasta johtuen se on investointi- ja huoltokustannuksiltaan muita sprinklerijärjestelmiä edullisempi.

9.3.4 Vesisumuspinkleri

CEN/TS 14972 määritelmän mukaan vesisumu on suihku, jossa 90 % kokonaisnestetilavuudesta muodostuu halkaisijaltaan alle 1 mm pisaroista vesisumusuuttimen minimikäyttöpaineella. Vesisumuspinkleri on saatavilla kahdella eri järjestelmällä, jotka ovat matalapainevesisumujärjestelmä ja korkeapainevesisumujärjestelmä. Matalapainejärjestelmässä putkistopaine on 5...16 bar ja korkeapainejärjestelmässä 35...140 bar. Kyseisille järjestelmille on ominaista huomattavasti vähäisempi sammutusveden määrä pe-



Kuva 66. Asuinkerrostalon paloilmointikeskus.

rinteiseen sprinkleriin verrattuna. Yhdellä suuttimella katettava alue on 9...25 m².

Vähäisestä vesimäärästä huolimatta kyseisten vesisumujärjestelmien sammutusteho on vähintäänkin perinteisen sprinklerijärjestelmän tasoa. Vesisumujärjestelmissä vesimäärä on saatu hyvin pieneksi, koska sammutusmekanismi on aivan erilainen kuin perinteisessä sprinklerijärjestelmässä. Sekä matala- että korkeapainejärjestelmissä sammutusmekanismi perustuu seuraaviin tekijöihin:

- Hienojakoinen vesisumu leviää kolmiulotteisesti täyttäen palotilan kokonaan.
- Vesisumu vähentää lämpösäteilyä rajaten paloa.
- Vesisumu sitoo lämpöenergiaa jäähdyttäen palotilaa.
- Höyrystyessään vesipisarot laajenevat 1700-kertaisiksi syrjäyttäen palotilasta happea.

Vesisumujärjestelmissä putkisto tehdään ruostumattomasta teräsputkesta. Runkoputket ovat kooltaan 16...38 mm ja jakoputkisto 12...16 mm. Korkeapainevesisumujärjestelmien pumppuyksikössä on yleensä niin paljon tehoa, että sillä pystytään sprinklaamaan useampia kohteita samalla alueella, jolloin kohdekohtainen sprinklerikustannus saadaan pienemmäksi.

9.3.5 Sprinkleriluokat

AKTIIVINEN PALOTURVALLISUUDEN PARANTAMINEN

Sprinklerilaitteistot sekä näiden suunnittelu, asennus ja huolto ovat säädeltyjä standardeilla. Kaikilla edellä mainituilla sprinklerijärjestelmillä voidaan toteuttaa standardien mukaiset sprinkleriluokat. Sprinklerijärjestelmän standardienmukaisuudesta vastaa laitteiston valmistaja.

9.3.6 Sprinklerisuunnittelu

Sprinklerisuunnittelu alkaa lähtötietojen keräämisellä, joita ovat muun muassa vaadittava sprinkleriluokka, suojattavien tilojen mitat ja sprinklerin toiminta-aika. Sprinklerisuunnitelman laatii alan erikoissuunnittelija yhdessä rakennesuunnittelijan ja talotekniikkasuunnittelijoiden kanssa.

Suunnitelmassa keskeisiä ovat

- suuttimien sijoittelu
- putkiston sijoittelu
- mitoituspinta-alat
- pumpun mitoitus ja tämän sijoitus
- vesilähteiden tyypit ja näiden mitoitus
- painehäviölaskelmat.

Sprinklerijärjestelmä koostuu

- vesilähteestä
- pumppuyksiköstä
- alueventtiileistä
- putkistosta
- suuttimista.



Kuva 67. Perinteisen sprinklerijärjestelmän suuttimia (oikealla kylmän tilan kuivasuutin). Kuvat: Enexia



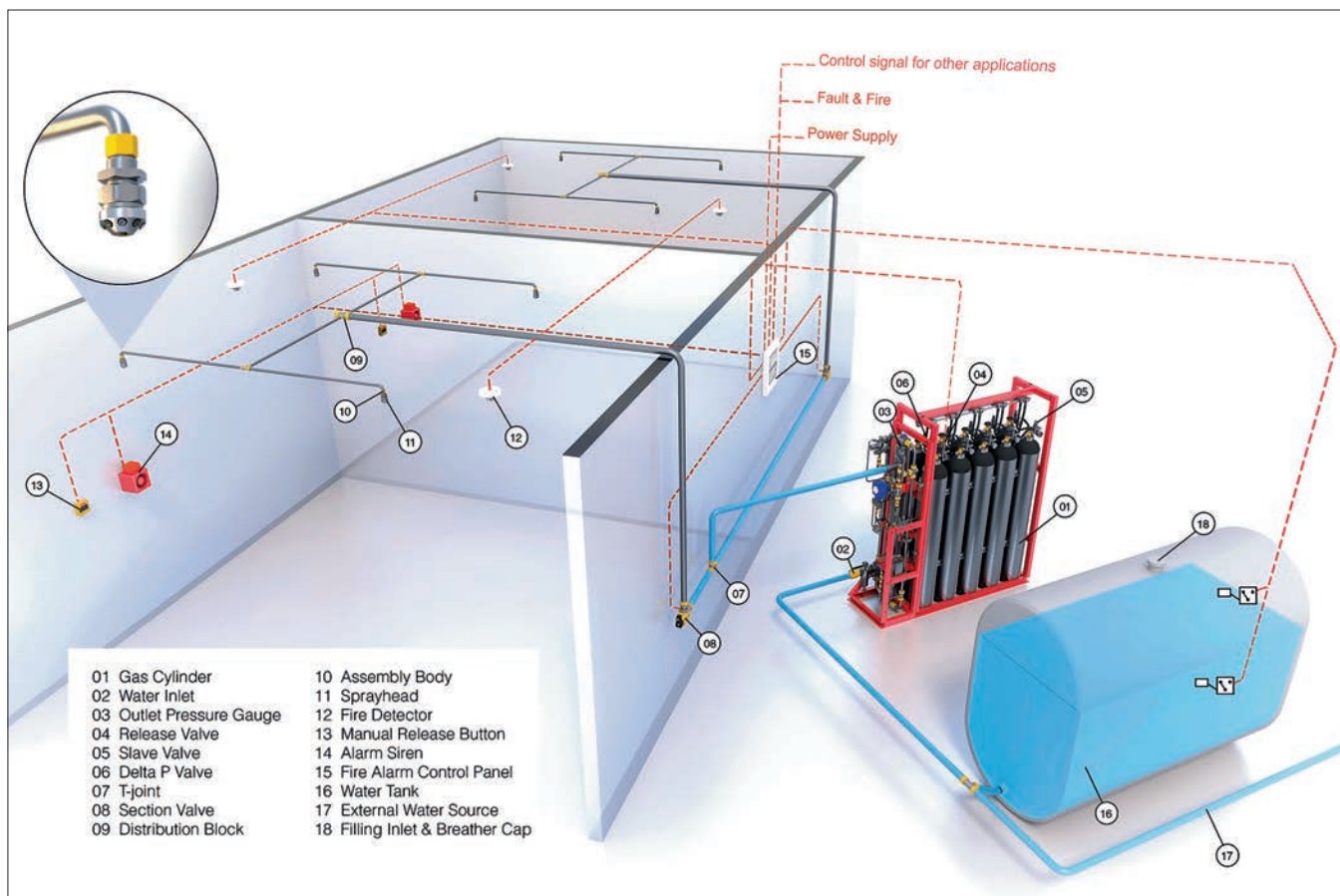
Kuva 68. Matalapainesumujärjestelmän suuttimia (oikealla kylmän tilan kuivasuutin). Kuvat: Enexia



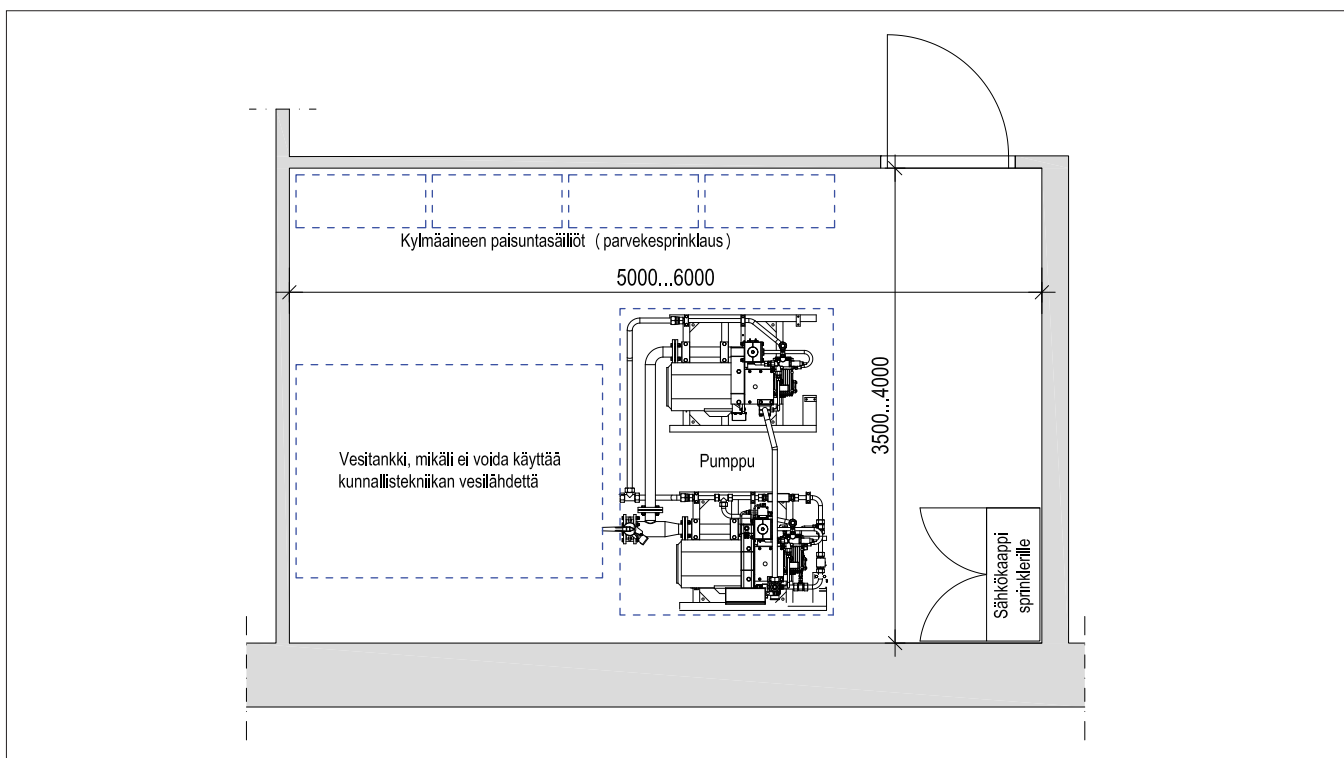
Kuva 69. Korkeapainesumujärjestelmän suuttimia. Kuvat: Marioff



Kuva 70. Korkeapainevesisumujärjestelmän suutin varatieparvekkeen lattiapalkin viereen asennettuna. Kuva: Puuinfo.



Kuva 71. Korkeapainevesisumujärjestelmän osat. Kuva: Marioff



Kuva 72. Esimerkki korkeapainevesisumujärjestelmän pumppuhuoneesta.

AKTIIVINEN PALOTURVALLISUUDEN PARANTAMINEN

Taulukko 45. Perinteisen sprinklerin mitoitus-tietoja.			
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 46. Vesilähteet erilaisissa sprinklerilaitteistoissa.		
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.

Taulukko 47. Hätäkeskukseen kytketyn sprinklerilaitteiston pakollisuus puurunkoisessa rakennuksessa.			
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 (kaupunkipientalo)	- Rakennuksen käyttötarkoituksen mukaiset tilat - Uloskäytävät ¹⁾ - Kellarit - Varatienä toimivat parvekkeet (ei koske ns. ranskalaista parveketta) - Tekniset tilat yms.
SFS-EN 16925	3	P2-paloluokan 3...8-kerroksinen asuinrakennus, jonka korkeus on enintään 28 m ²⁾	- Rakennuksen käyttötarkoituksen mukaiset tilat - Uloskäytävät ¹⁾ - Kellarit - Varatienä toimivat parvekkeet (ei koske ns. ranskalaista parveketta) - Tekniset tilat yms.
SFS-EN 12845	OH1	P2-paloluokan 3...8-kerroksinen rakennus, jonka korkeus on enintään 28 m	- Rakennuksen käyttötarkoituksen mukaiset tilat - Uloskäytävät ¹⁾ - Kellarit - Varatienä toimivat parvekkeet (ei koske ns. ranskalaista parveketta) - Tekniset tilat yms.
		Kaksi puurakenteista lisäkerrosta P1-paloluokan asuinrakennuksessa, jonka korkeus on enintään 28 m lisäkerrokset mukaan luettuna	- 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, liiketili, autosuoja), sprinklerin suorituskykyvaatimus ja toiminta-aika määrätään erikseen tai sovelletaan standardia SFS-EN 12845.

10 PUURAKENTEIDEN PALOMITOITUS

10.1 PUUN HIILTYMINEN

Puu on palava materiaali, jonka palotekninen käyttäytyminen tunnetaan hyvin. Puuta lämmitettäessä se pehmenee ennen syttymistä ja puun lämpötilan ollessa 100 °C alkaa siitä höyrystyä kemiallisesti sitoutumaton vesi. Kuivan puun terminen pehmeneminen alkaa puun lämpötilan ollessa 180 °C ja on suurimmillaan puun lämpötilan ollessa 320...380 °C. Tällöin puun ligniinin, selluloosan ja hemiselluloosan sidokset alkavat hajota. Mikäli puu on hyvin kosteaa, alkaa sen terminen pehmeneminen puun lämpötilan ollessa noin 100 °C.

Puu syttyy, kun sen lämpötila on 250...350 °C. Tyypillinen kriiteeriarvo syttymiselle ja hiiltymisen alkamiselle paloteknisessä suunnittelussa on 300 °C. Syttymislämpötilaan vaikuttaa se, kuinka kauan puu on lämmölle alttiina. Puun syttymiseen vaikuttaa myös puukappaleen koko ja sytytyslähteen teho. Esimerkiksi massiivisen puukappaleen sytyttäminen tulitikulla ei ole mahdollista, koska lämpöä ei voida tuottaa niin paljon, että massiivisen puukappaleen lämpötila saataisiin nousemaan syttymispisteeseen. Sen sijaan esimerkiksi huoneistopalossa, jossa lämpötila on hyvin nopeasti noin 1000 °C, massiivinenkin puurakenne syttyy palamaan hyvin nopeasti. Puun palaessa, sen pintaan muodostuu hiilikerros, joka hidastaa puun sisäosien lämpenemistä ja samalla puun palamista.

Puurakenteiden paloteknisen suunnittelun kannalta on tärkeää, että puun hiiltymisnopeus erilaisissa tapauksissa tunnetaan tarkasti. Sahatavara, liimapuu, LVL ja CLT omaavat jokainen erilaisen hiiltymisnopeuden. Hiiltymiseen vaikuttaa myös tuotteessa käytettävä liimatyyppi sekä mahdollinen puurakenteen palosuojauksen tyyppi.

10.1.1 Liimatun puutuotteen hiiltyminen

Fenolipohjainen liima ei vaikuta puutuotteen hiiltymiseen, joten esimerkiksi liimapuutuotteita ja LVL-tuotteita käsitellään hiiltymämitoituksessa, kuten liimaamatonta puutuotetta. Polyuretaanipohjaisilla liimoilla valmistetuissa tuotteissa saattaa esiintyä ns. delaminointumista eli lamellien irtoamista, kun hiiltymä on edennyt liimasaumaan saakka. Esimerkiksi CLT-levyssä, jossa lamellit on liimattu polyuretaaniliimalla, on havaittu kyseinen ilmiö. Tällaisissa tuotteissa hiiltyminen tapahtuu useammalla hiiltymisnopeudella, koska suojaavan hiilikerroksen pudottua sen alta paljastuva lämmennyt puupinta on altis nopeammalle hiiltymälle. Delaminoinnituksen voimakkuuteen vaikuttaa myös taivutusjännitys, joten esimerkiksi vaakarakenteissa delaminointuminen tapahtuu helpommin kuin pystyrakenteissa.

10.2 PUURAKENTEIDEN PALOMITOITUSPERIAATTEET

Puurakenteen kantavuus palotilanteessa voidaan mitoittaa kolmella erilaisella periaatteella, jotka on esitetty taulukossa 48. Palomitoituksessa käytettävän periaatteen valinta vaikuttaa usein merkittävästi rakenteiden kustannuksiin. Esimerkiksi massiivisen liimapuupalkin palosuojaus ei ole järkevää, koska massiivisuutensa ansiosta tällaisissa rakenteissa on usein palotilanteessa hiiltymämitoituksen perusteella riittävä kantokyky ilman palosuojauksia. Palosuojaus olisi tällaisissa rakenteissa usein ylimääräinen kustannus.

Palosuojattujen rakennusosien tapauksessa eurokoodi 5 sisältää erilaiset laskentamenetelmät

- palosuojatuille palkeille ja pilareille
- palosuojatuille rakennusosille, joissa ontelotila on eristeen täyttämä
- palosuojatuille rakennusosille, joissa ontelotila on eristeeton (tyhjä).

10.2.1 Palosuojaamaton puurakenne

Palosuojaamaton puurakenne hiiltyy palon alusta lähtien. Esimerkiksi palosuojaamaton liimapuupalkki hiiltyy palolle altistuvilta sivuilta, jolloin sen dimensiot muuttuvat hiiltymisen seurauksena. Palonkestoajan lopussa hiiltyneestä puurakenteesta on jäljellä tehollinen poikkileikkaus, joka mitoitetaan palotilanteen rasituksille. Tarvittaessa puurakenteen kokoa voidaan suurentaa, jolloin sen tehollinen poikkileikkaus jää suuremmaksi ja tämän seurauksena rakenteen kantokyky palotilanteen rasituksille saadaan paremmaksi. Hiiltymisnopeus valitaan sen mukaan, että hiiltyykö puurakenne yhdestä suunnasta (yksidimensionaalinen hiiltymisnopeus) vai useammalta suunnalta samanaikaisesti (nimellinen hiiltymisnopeus). Nimellinen hiiltymisnopeus sisältää suorakaidepoikkileikkauksen kulmapyöritykset sekä puurakenteen halkeamien vaikutuksen.

10.2.2 Puurakenne palosuojattu koko vaaditun palonkestoajan

Puurakenne voidaan suunnitella paloteknisesti siten, että se palosuojataan koko vaaditulle palonkestoajalle. Tällöin palolle alttiit osat palosuojataan esimerkiksi kipsilevyillä, puulevyillä, tarkoitukseen soveltuvilla lämmöneristelevyillä tai näiden yhdistelmillä. Myös puupanelointia voidaan käyttää palosuojaukseen. Tällaisessa rakenteessa palosuojaukseen käytettävä tuote suojaa puurakennetta hiiltymiseltä koko palonkestoajan eikä puurakenteessa tapahdu sellaista hiiltymistä vaaditun palonkeston aikana,

PUURAKENTEIDEN PALOMITOITUS

että sen dimensiot muuttuisivat. Puurakenne kuitenkin lämpenee palosuojauksen takana, jolloin puun lujuus alenee. Tämä otetaan huomioon palomitoitusmenetelmissä.

Koko palonkestoajalle suojatun puurakenteen mitoituksessa, tulee tietää palosuojaukseen käytettävästä tuotteesta hiiltymisen alkamishetki t_{ch} . Tämä on aika, jonka kyseinen palosuojauustuote suojaa sen takana olevaa puurakennetta hiiltymiseltä. Palosuojauustuotetta valittaessa tulee huomioida myös vaaditut pintaluokka- ja suojaverhousvaatimukset, jotta samalla tuotteella saadaan täytettyä mahdollisimman monta paloteknistä vaatimusta. Esimerkiksi puurakenteisen seinän sisäverhouslevynä käytettävä 13 mm paksu kipsikartonkilevy voidaan suunnitella

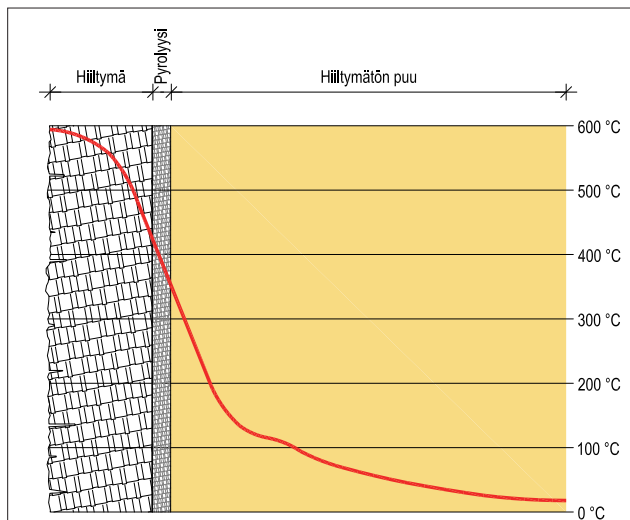
- täyttämään pintaluokkavaatimus A2-s1, d0
- täyttämään suojaverhousvaatimus K₂ 10, A2-s1, d0
- käytettäväksi puurakenteen palosuojauksessa.

10.2.3 Puurakenne palosuojattu osaksi vaaditusta palonkestoajasta

Puurakenne voidaan suunnitella paloteknisesti siten, että se palosuojataan osaksi vaaditusta palonkestoajasta ja loppuajan puurakenteen annetaan hiiltä. Esimerkiksi R 60-luokan rakenteessa palosuojaukseen käytettävä tuote suojaa puurakennetta 30 minuuttia (t_{ch} -aika) ja toinen 30 minuuttia rakenteen annetaan hiiltä. Palosuojauustuotetta valittaessa tulee kiinnittää huomiota myös pintaluokka- ja suojaverhousvaatimuksiin, kuten kohdassa 10.2.2 on esitetty.

Osaksi vaaditusta palonkestoajasta suojatun puurakenteen mitoituksessa, tulee tietää palosuojaukseen käytettävästä tuotteesta hiiltymisen alkamishetki t_{ch} ja suojauksen murtumishetki t_r . Palosuojauustuote suojaa puurakennetta hiiltymiseltä ajan hetkeen t_{ch} . Ajan hetkellä t_r palosuojaus murtuu, jolloin sen takana oleva puurakenne paljastuu ja alkaa hiiltä. Tulee kuitenkin huomioida, että esimerkiksi palosuojakipsilevyn tapauksessa hiiltymisen alkaa levyn takana jo ennen levyn murtumishetkeä t_r . Palosuojauksen murtumisen jälkeen puutuotteissa alkaa tavallista nopeampi hiiltymisen, koska puurakenne on lämmennyt palosuojauksen takana. Nopeampi hiiltymisen jatkuu, kunnes saavutetaan 25 mm:n hiiltymissyvyys, jonka jälkeen hiiltymisnopeus palautuu kyseiselle puutuotteelle ominaiseen nopeuteen. Puun hiiltymisnopeuden muutokset ja puun lujuuden aleneminen otetaan huomioon palomitoitusmenetelmissä.

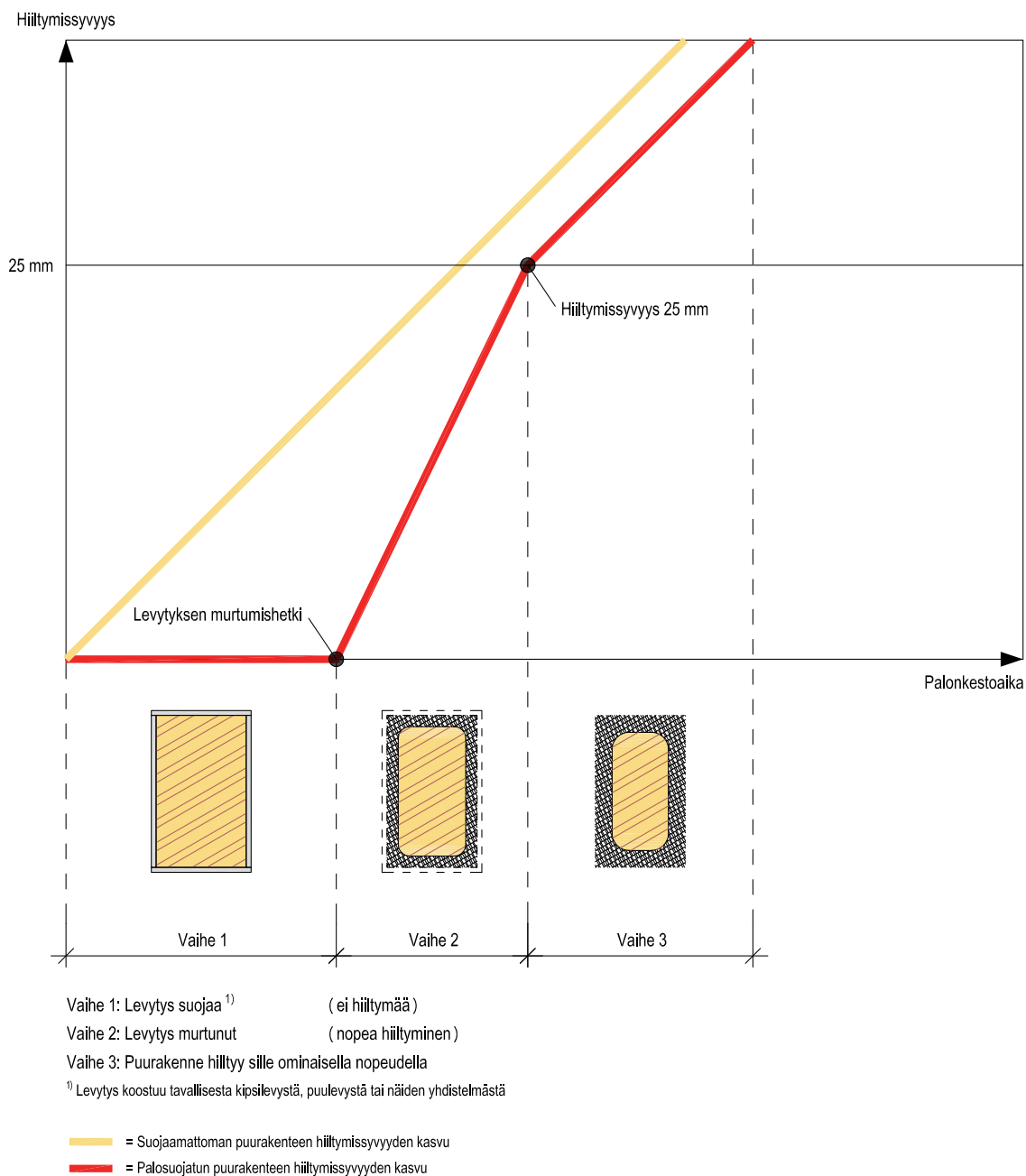
Kuten edellä todettiin, osaksi palonkestoajasta suojattu puurakenne hiiltyy ajan hetkestä t_{ch} lähtien. Palonkestoajan lopussa hiiltyneestä puurakenteesta on jäljellä mitoitusmenetelmästä riippuen tehollinen poikkileikkaus tai nimellinen jäännöspoikkileikkaus (ontelotila on eristeen täyttämä), jotka mitoitetaan palotilanteen rasituksille. Tarvittaessa puurakenteen kokoa voidaan suurentaa, jolloin sen tehollinen poikkileikkaus tai nimellinen jäännöspoikkileikkaus jää suuremmaksi ja tämän seurauksena rakenteen kantokyky palotilanteen rasituksille saadaan paremmaksi. Kuvis- sa 75...77 on esitetty yleisellä tasolla monivaiheista hiiltymistä ja hiiltymissyvyyden kasvua erilaisissa tapauksissa.



Kuva 73. Puun palaessa sen pintaan muodostuu hiilikerrok, joka hidastaa puun sisäosien lämpenemistä ja samalla puun palamista.

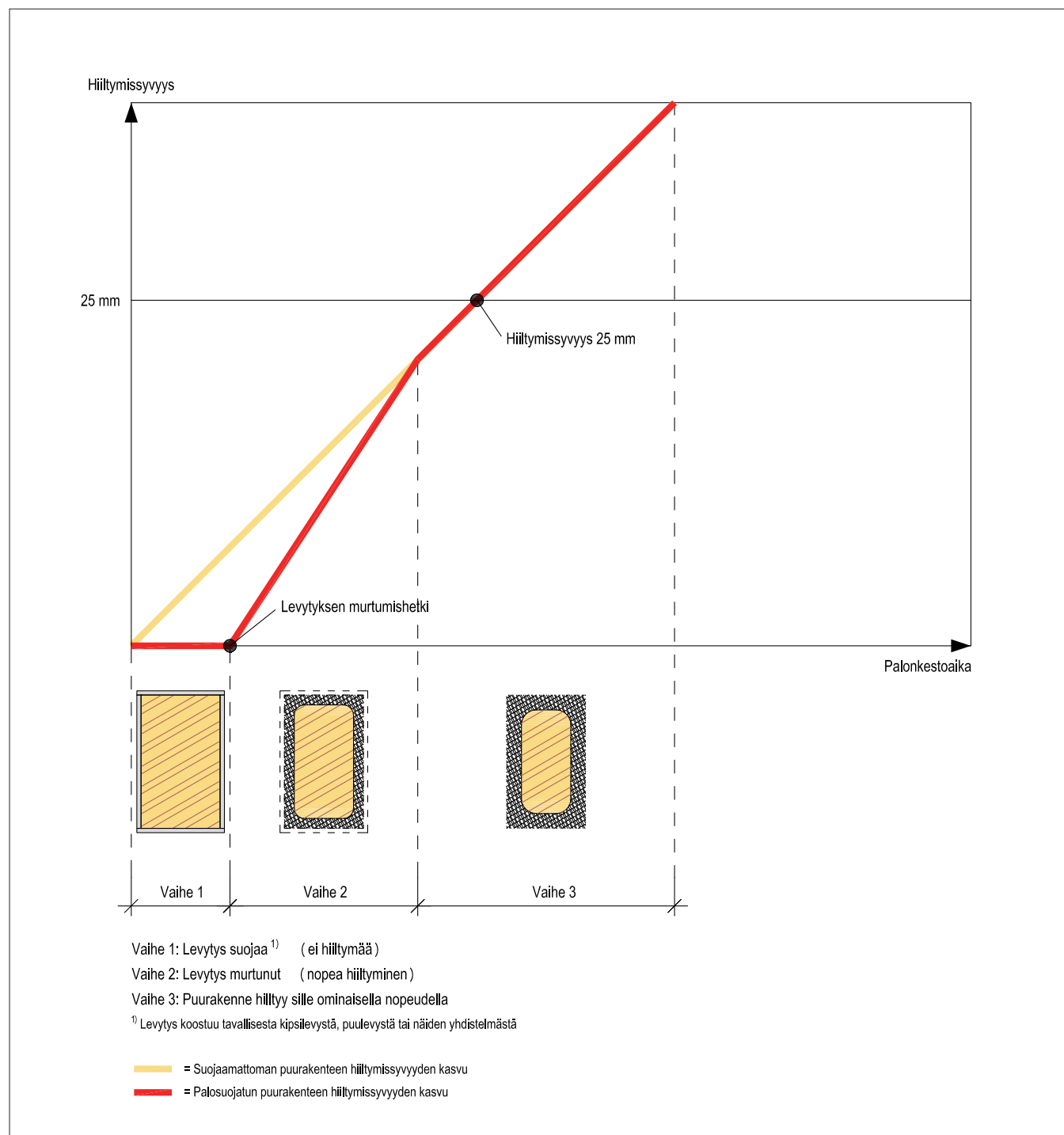


Kuva 74. CLT-levyn delaminointuminen polttokokeessa.

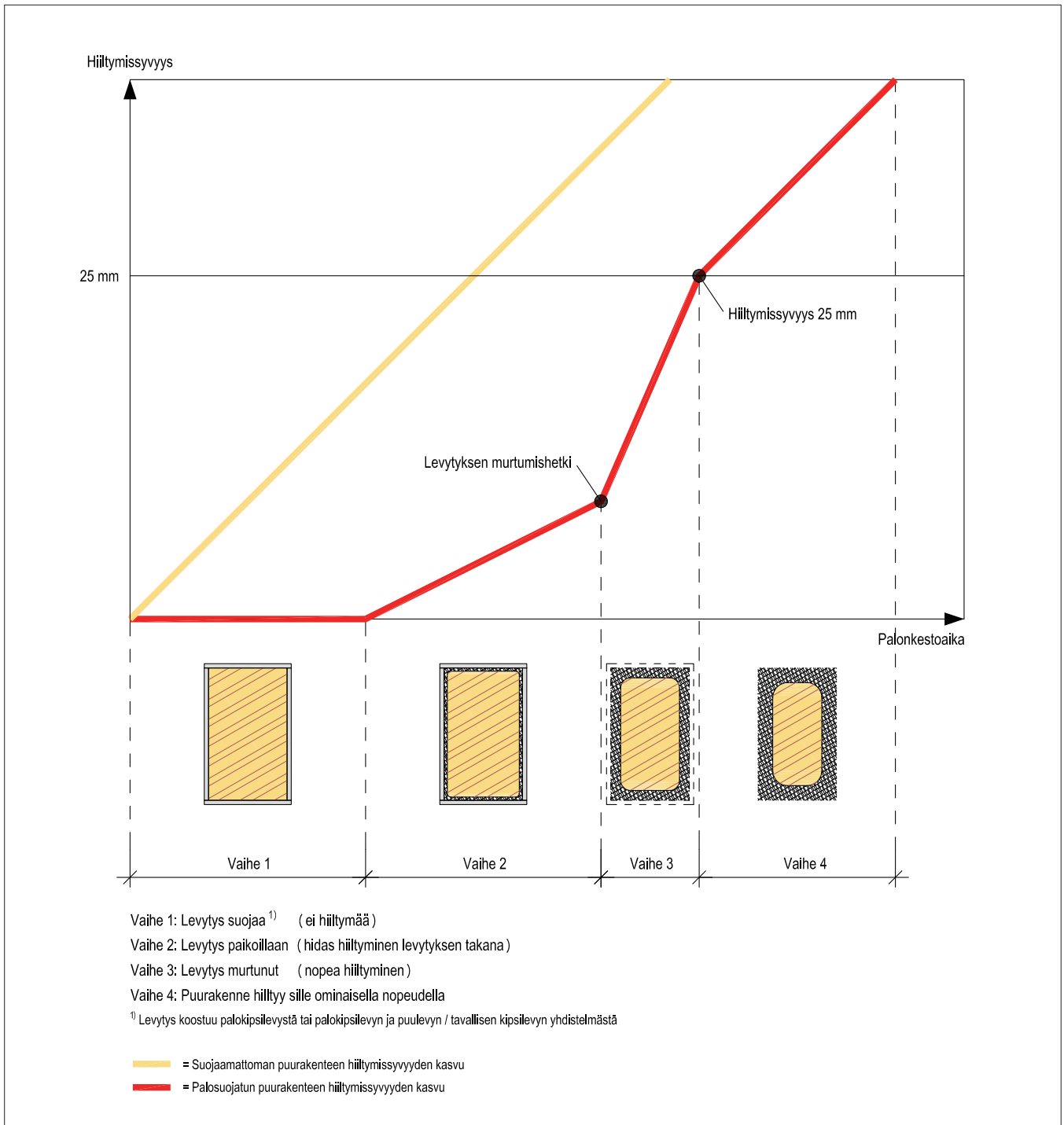


Kuva 75. Hiiltymissyvyyden kasvu ajan funktiona, kun puurakenteen hiiltyminen alkaa palosuojauksen murtumisen jälkeen ja hiiltymisnopeus palautuu suojaamattoman puun hiiltymisnopeuteen puurakenteen saavutettua 25 mm:n hiiltymissyvyyden.

PUURAKENTEIDEN PALOMITOITUS



Kuva 76. Hiiltymissyvyyden kasvu ajan funktiona, kun puurakenteen hiiltyminen alkaa palosuojauksen murtumisen jälkeen ja hiiltymisnopeus palautuu suojaamattoman puun hiiltymisnopeuteen ennen kuin puurakenne on saavuttanut 25 mm:n hiiltymissyvyyden.



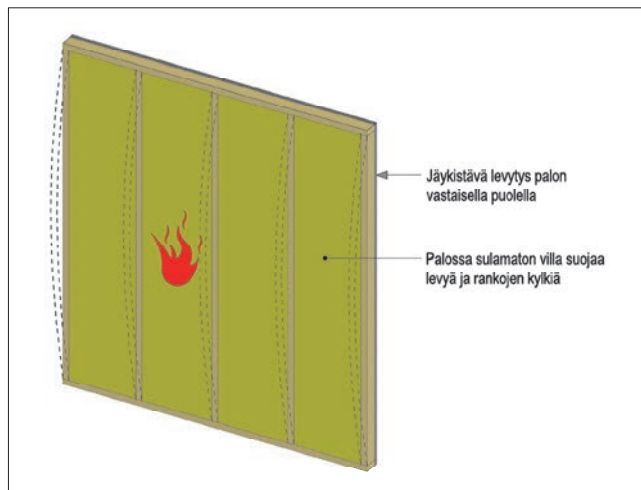
Kuva 77. Hiilittyisyvyyskasvu ajan funktiona, kun puurakenteen hiiltyminen alkaa jo ennen palosuojauksen murtumista ja hiiltymisnopeus palautuu suojaamattoman puun hiiltymisnopeuteen puurakenteen saavutettua 25 mm:n hiilittyisyvyyskasvun.

10.3 STABILITEETTI PALOTILANTEESSA

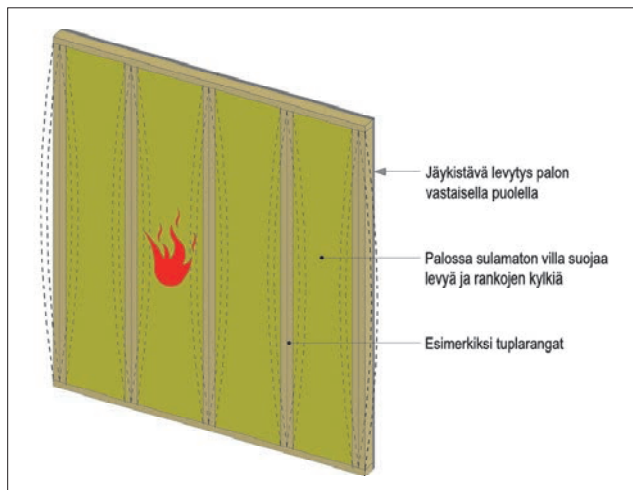
Ennen puurakenteiden varsinaista palomitoitusta tulee selvittää rakenneosien ja koko rakennuksen rungon toiminta stabiliteetin näkökulmasta. Joissakin tapauksissa palotilannetta varten joudutaan suunnittelemaan kokonaan oma stabiliteettituenta. Tällainen tapaus syntyy esimerkiksi silloin, kun kantavassa levyrakenteisessa seinässä rankoja tukeva levytys palaa pois.

Palotilanteen stabiliteettituenta tulee suunnitella siten, että se toimii koko vaaditun palonkestoajan. Tämä asettaa erityisiä vaatimuksia tuentaan käytettävän rakenneosan dimensioille niiden hiiltymän näkökulmasta, jos tuentaan käytettäviä rakenneosia ei palosuojata. Kriittisin yksityiskohta palotilanteen stabiliteettituentaan käytettävissä rakennekokonaisuuksissa ovat näiden liitokset. Esimerkiksi suojaamattoman naulaliitoksen palonkestävyys on vain 15 min, joten usein liitosten täytyy olla palosuojattuja. Liitosten osalta erityistarkasteluja tulee tehdä myös liittimien reunaetäisyyksien osalta, jos liittintä ympäröivä puuosa hiiltyy (reunaetäisyys pienenee). Stabiliteettituentaan käytettävien rakenneosien liitokset voidaan suunnitella joissakin tapauksissa myös kontaktiliitoksien avulla, jolloin liittimiä ei tarvita siinä määrin kuin pelkkien liittimien varaan suunnitelluissa voimaliitoksissa.

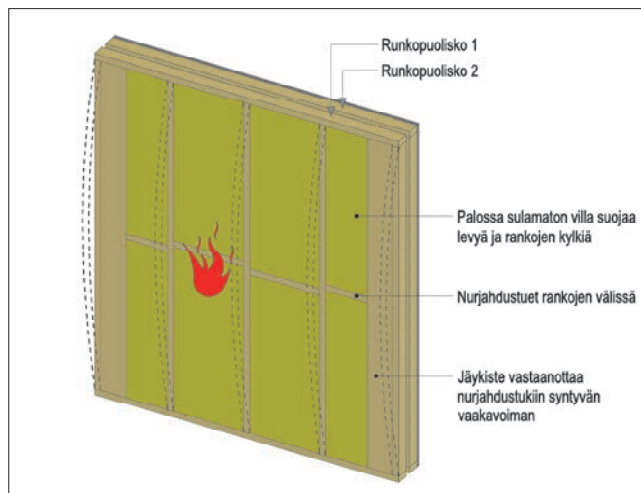
Puurakenteet tulisi pyrkiä suunnittelemaan paloteknisesti siten, että ne palosuojataan koko vaaditulle palonkestoajalle, jolloin kantavat ja jäykistävät rakenteet eivät hiilly. Tällöin rakenne suunnittelusta saadaan huomattavasti yksinkertaisempaa. Mikäli rakenteissa tapahtuvaa hiiltymää ei voida välttää, tulisi tällaisissa rakenteissa käyttää niin järeitä rakenneosia, että erillisiä palotilanteen stabiliteettituentoja ei tarvita. Puurakenteiden hiiltymää ja erillistä stabiliteettituenta palotilanteessa ei voida kuitenkaan aina välttää. Esimerkkinä tästä on NR-ristikkorakenne yläpohja, jossa kiepahdusaltis alapaarrepalkki toimii palotilanteen kantavana rakenteena ullakkopalossa.



Kuva 78. Palon vastaisella puolella oleva levytys estää kantavan seinän tolppien nurjahtamisen.



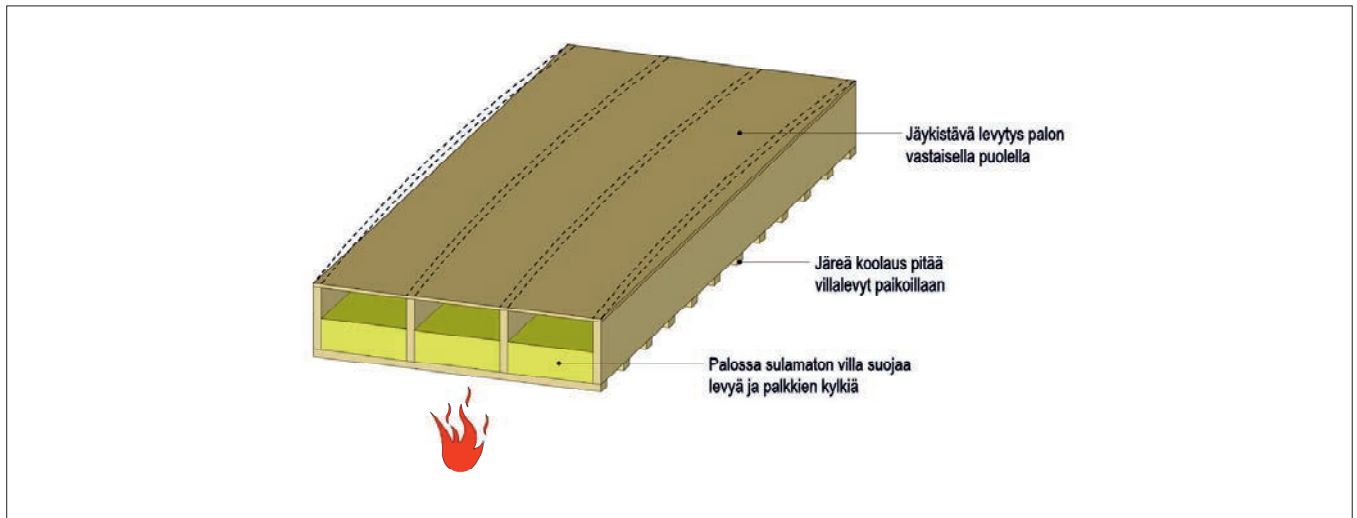
Kuva 79. Kaikki stabiliteettituenta tarvitsevat rakenneosat tulee kiinnittää tuentasysteemiin.



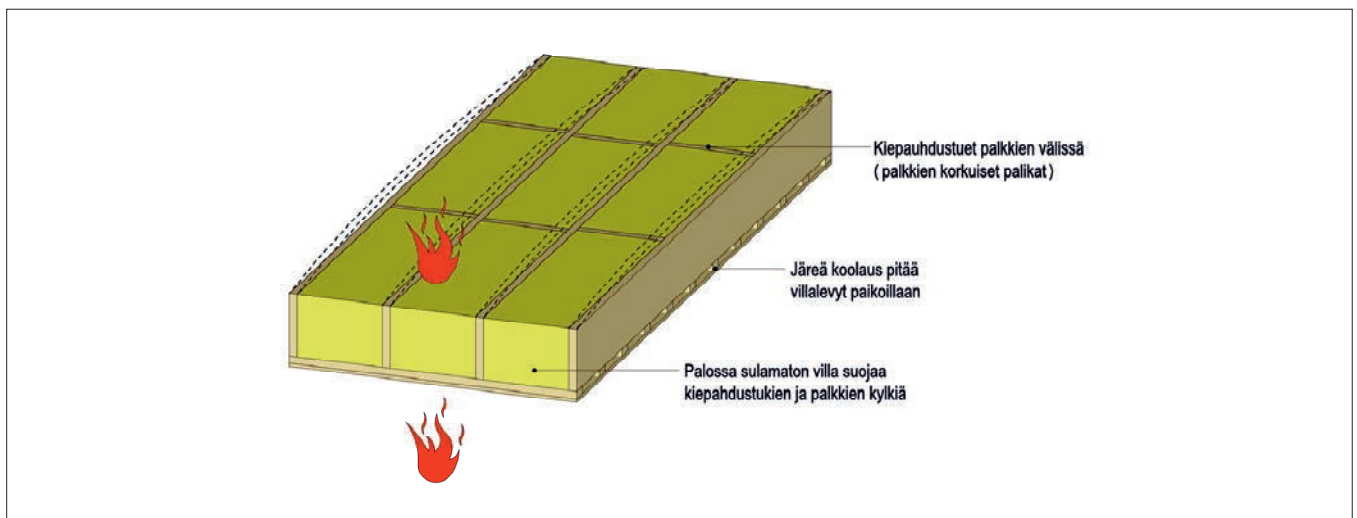
Kuva 80. Erillinen nurjahdustuentasysteemi huoneiston välisen seinän palon puoleisessa runkopuoliskossa.



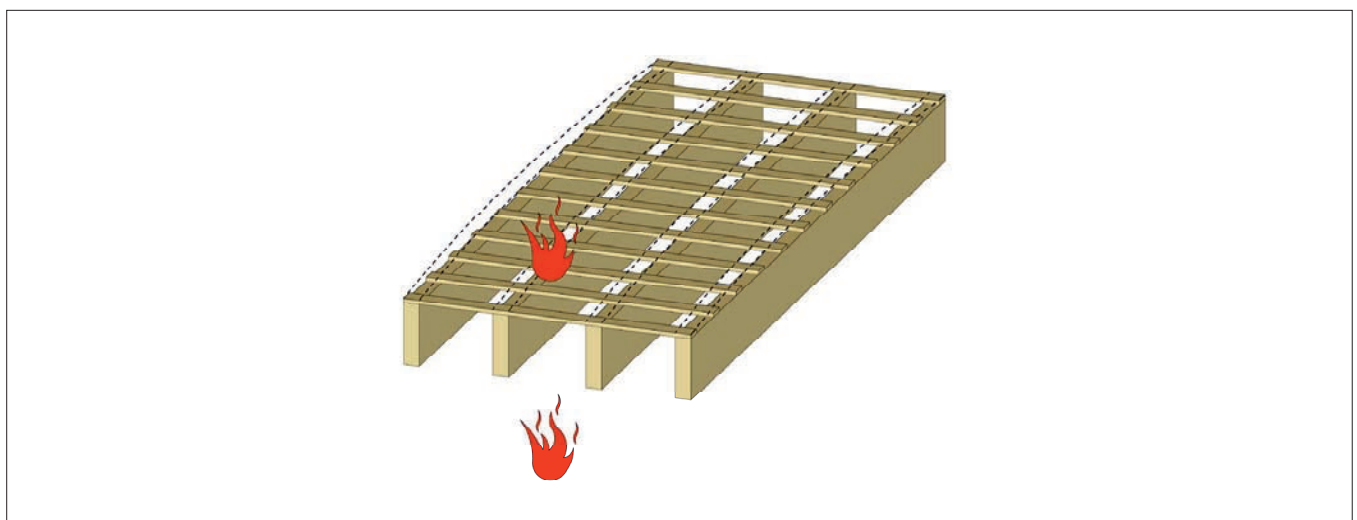
Kuva 81. Riittävän järeät tolpat voidaan suunnitella toimimaan ilman nurjahdustuenta.



Kuva 82. Palon vastaisella puolella oleva levytys estää palkkien kiepahtamisen alapuolisessa palossa.

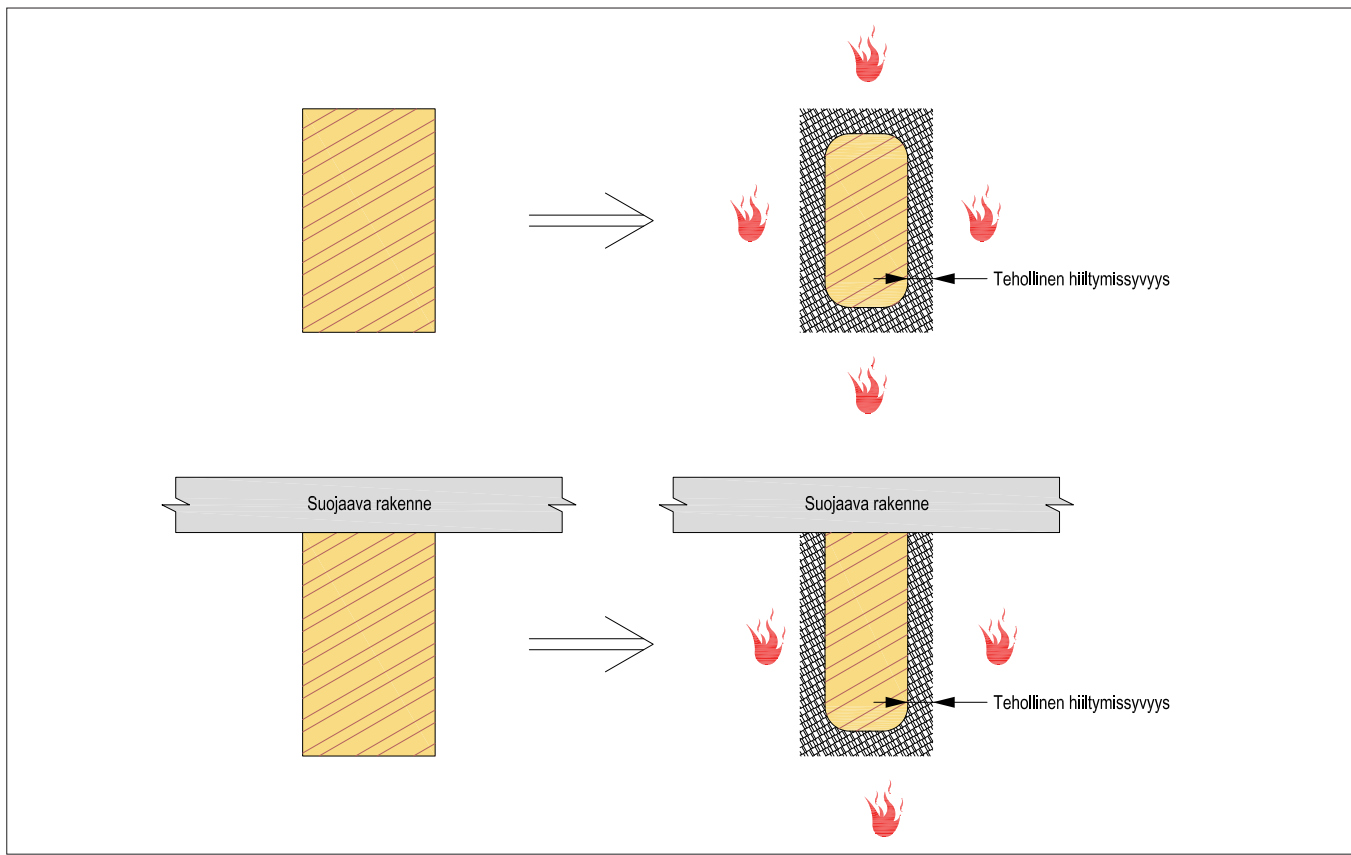


Kuva 83. Kiepahdustuet estävät palkkien kiepahtamisen ala- tai yläpuolisessa palossa.

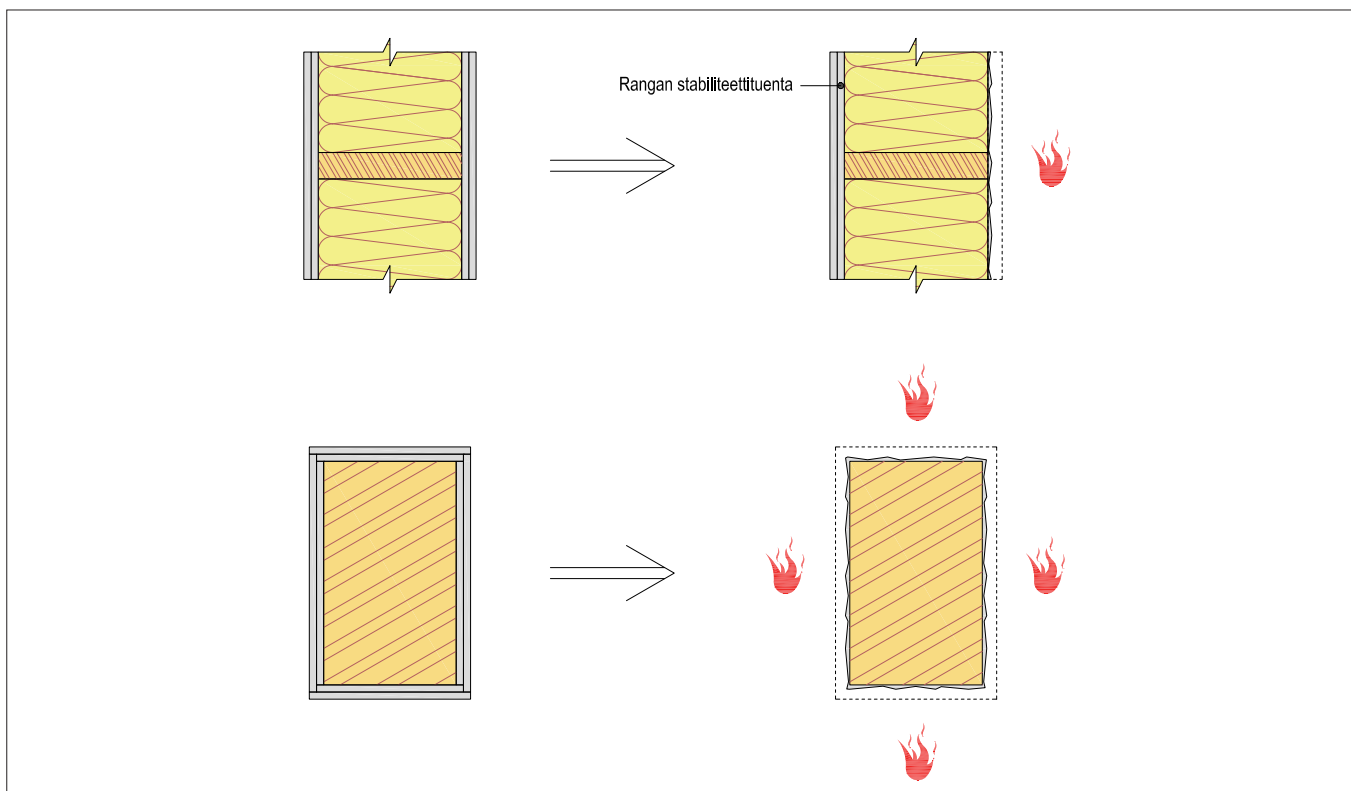


Kuva 84. Riittävän järeät palkit voidaan suunnitella toimimaan ilman kiepahdustuenta al- tai yläpuolisessa palossa.

PUURAKENTEIDEN PALOMITOITUS



Kuva 85. Palosuojaamaton sahatavara, liimapuu ja LVL hiiltyvät lineaarisesti niille ominaisilla hiiltymisnopeuksilla.



Kuva 86. Koko palonkestoajalle suojattu puurakenne ei hiilly.

Taulukko 48. Käytettävissä olevat palomitoitusperiaatteet eurokoodin mukaisessa mitoituksessa.			
Palomitoitusperiaate	Ominaisuus	Hiiltyminen	Tyypillinen kohde
Suojaamaton puurakenne	- Rakenne hiiltyy - Kantavuus perustuu teholliseen poikkileikkaukseen palotilanteen rasituksilla	Hiiltyminen tapahtuu kyseiselle puutuotteelle ominaisella hiiltymisnopeudella/-nopeuksilla koko vaaditun palonkestoajan	Massiiviset rakenteet
Puurakenne suojattu koko vaaditun palonkestoajan	- Rakenne ei hiilty - Kantavuus perustuu tapauksesta riippuen teholliseen poikkileikkaukseen tai nimelliseen jäännös-poikkileikkaukseen palotilanteen rasituksilla	Hiiltymistä ei tapahdu vaaditun palonkestoajan sisällä	- Hoikat rakenteet - Liitokset
Puurakenne suojattu osan vaaditusta palonkestoajasta	- Rakenne hiiltyy - Kantavuus perustuu tapauksesta riippuen teholliseen poikkileikkaukseen tai nimelliseen jäännös-poikkileikkaukseen palotilanteen rasituksilla	- Rakenteella on erilaisia mitoituksessa huomioitavia tekijöitä palonkestoajan sisällä: - ei hiilty lainkaan - hiiltyy tietyn ajan kuluttua - hiiltymisen tapahtuu kahdella tai kolmella erilaisella nopeudella - Erilaiset hiiltymisnopeudet palonkestoajan sisällä johtuvat mm. seuraavista tekijöistä: - puurakenne lämpenee palosuojauksen takana - palosuojaus irtoaa tietyn ajan kuluttua	Hoikat rakenteet

Taulukko 49. Puutuotteiden hiiltymisnopeuksia (Lähde: RIL 205-2-2019)				
Palomitoitusperiaate	Paksuus	Ominaisihteys	Yksidimensionaalinen hiiltymisnopeus β_o	Nimellinen hiiltymisnopeus β_n
Sahatavara EN 14081-1 (havupuu)		$\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65 mm/min	0,8 mm/min
Liimapuu EN 14080 (havupuu)		$\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65 mm/min	0,7 mm/min
LVL EN 14374 (havupuu)		$\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,65 mm/min	0,7 mm/min
LVL EN 14374 (havupuu)		$\geq 410 \text{ kg/m}^3$	0,7 mm/min	0,75 mm/min
Vanerilevy EN 313-1	20 mm	450 kg/m ³	1,0 mm/min	-
Lastulevy EN 309	20 mm	450 kg/m ³	0,9 mm/min	-
Puukuitulevy EN 316	20 mm	450 kg/m ³	0,9 mm/min	-
OSB-levy EN 300	20 mm	450 kg/m ³	0,9 mm/min	-
Laudoitus	20 mm	450 kg/m ³	0,9 mm/min	-

PUURAKENTEIDEN PALOMITOITUS

Mikäli levyn tai laudoituksen paksuus on alle 20 mm tai mikäli näiden ominaistiheys on pienempi tai suurempi kuin taulukossa 49 esitetty, määritetään hiiltymisnopeus myös kaavalla 3.

Kaava 3

$$\beta_{0,p,t} = \beta_0 \cdot k_p \cdot k_h$$

jossa

β_0 = yksidimensionaalinen hiiltymisnopeus [mm/min]

$$k_p = \sqrt{\frac{450}{\rho_k}}$$

$$k_h = \sqrt{\frac{20}{h_p}}$$

ρ_k = ominaistiheys [kg/m³]

h_p = levyn tai laudoituksen paksuus ohuimmasta kohdasta (esim. sauma) [mm]
(pällekkäiset kerrokset voidaan summata yhdeksi paksuudeksi)

k_p voi suurentaa tai pienentää hiiltymisnopeutta, mutta k_h voi vain suurentaa sitä.

Taulukko 50. Palosuojaajan puurakenteen hiiltymisen alkamishetki t_{ch} erilaisilla levytuotteilla (Lähde: RIL 205-2-2019).				
Palosuojaukseen käytettävä tuote		Pilari tai palkki	Seinä ¹⁾	Välipohja ¹⁾
Levyseura ≤ 2 mm	Paksuus [d]	t_{ch}	t_{ch}	t_{ch}
Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi H) ($\geq 7,2$ kg/m ²)	9 mm	11 min	10 min	-
Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi A) ($\geq 8,2$ kg/m ²)	12,5 mm	21 min	15 min	10 min
Palokipsilevy (EN 520) (Tyyppi F) ($\geq 12,7$ kg/m ²)	15 mm	28 min	20 min	15 min
Palokipsilevy (EN 520) (Tyyppi F)	18 mm	36 min	-	-
2x Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi H)	9 mm + 9 mm	23 min	-	-
2x Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi A)	12,5 mm + 12,5 mm	38 min	40 min	30 min
2x Palokipsilevy (EN 520) (Tyyppi F)	15 mm + 15 mm	≥ 60 min	≥ 60 min	≥ 60 min
Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi A) + Palokipsilevy ²⁾ (EN 520) (Tyyppi F)	12,5 mm + 15 mm	45 min	55 min	40 min
Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi A) + Palokipsilevy ²⁾ (EN 520) (Tyyppi F)	12,5 mm + 18 mm	53 min	-	-
Puulevy (EN 313-1, EN 309, EN 316, EN 300) + Kipsilevy ²⁾ (EN 520) (Tyyppi A)	12 mm + 12,5 mm	-	40 min ³⁾	30 min
Puulevy (EN 313-1, EN 309, EN 316, EN 300) + Palokipsilevy ²⁾ (EN 520) (Tyyppi F)	12 mm + 15 mm	-	55 min ³⁾	40 min

¹⁾ Rankarakenne, jonka ontelotila voi olla eristeellä täytetty tai eristeetön.

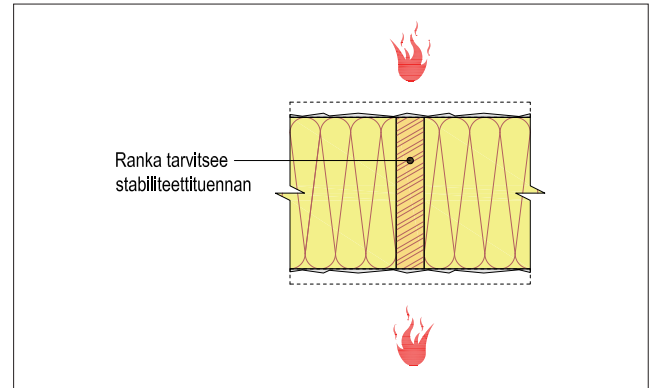
²⁾ Kyseinen levy palon puolella.

³⁾ Mikäli puulevy on paksumpi kuin 12 mm, voidaan arvoa korottaa määrällä $\Delta t = (d - 12 \text{ mm}) / \beta_0$ (ks. myös kaava 3).

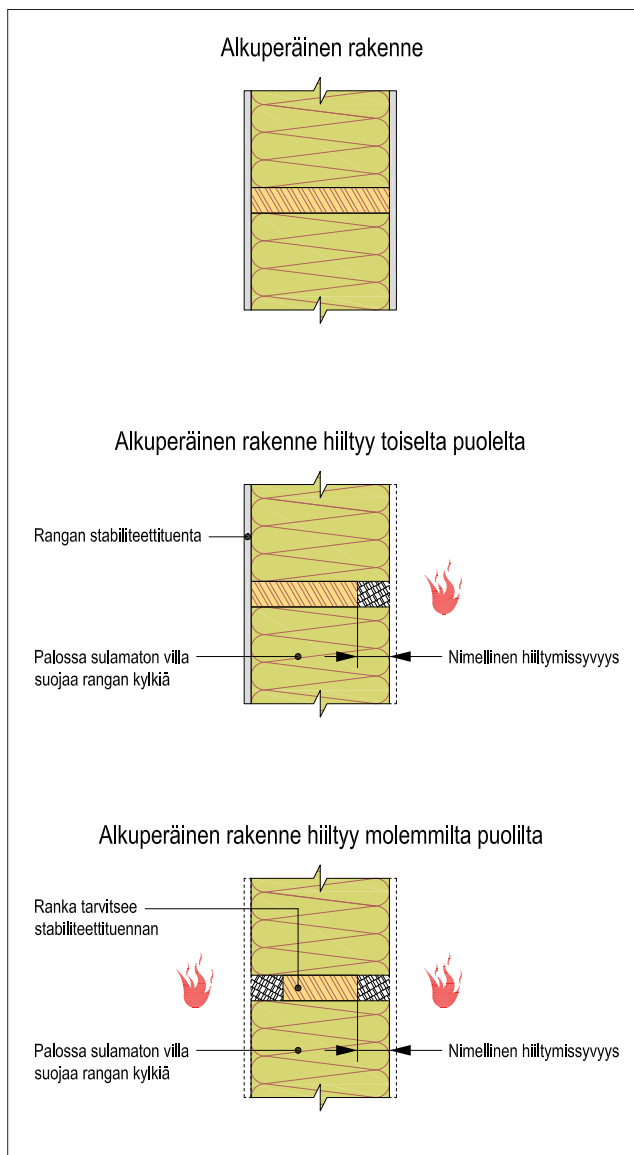
10.4 PUURAKENTEEN PALOKÄYTTÄYTYMINEN

Puurakenteiden palomitoitusta tehtäessä tulee tuntee rakenteen käyttäytyminen palotilanteessa. Tämä on erittäin tärkeää, jotta voidaan tehdä päätökset stabiliteettituennan, palosuojausmenetelmän ja lämmöneristetyypin näkökulmasta. Näillä on suuri merkitys myös rakennuskustannuksiin.

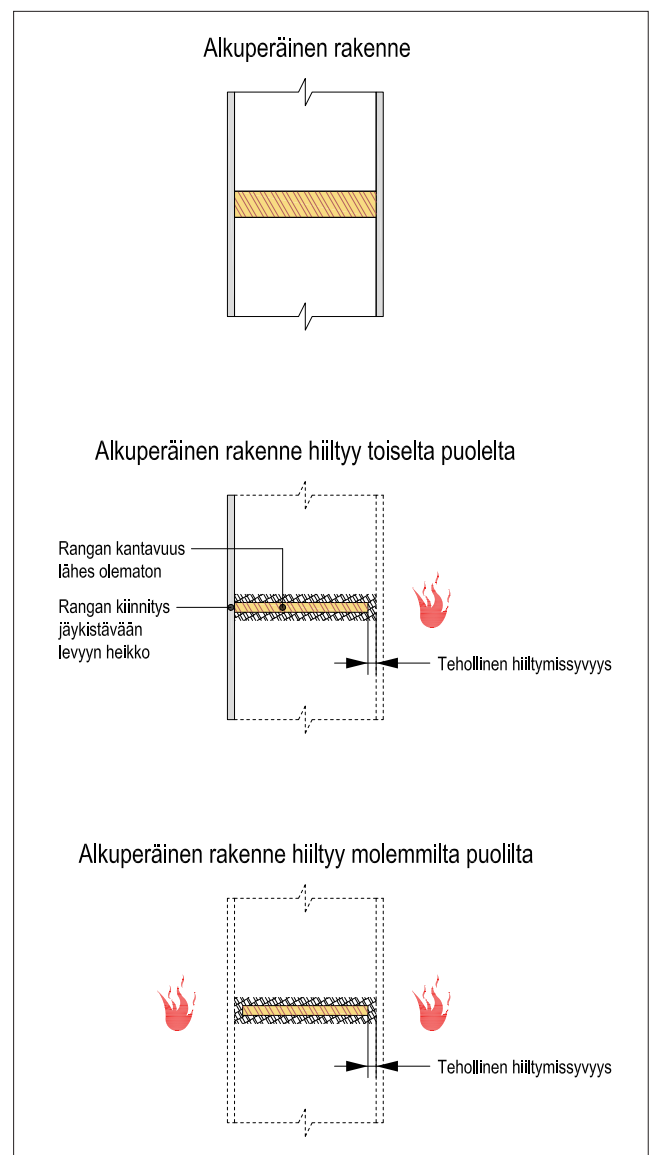
Puurakenteen palosuojaukseen käytettävän villan valinnassa tulee tarkastella villan sulamislämpötilaa. Mineraalivillat ovat tavallisesti A2-s1, d0-luokan tuotteita, mutta niiden sulamislämpötilat ovat erilaisia. Tässä suhteessa lasivilla ja kivivilla eroavat toisistaan merkittävästi.



Kuva 88. Rankojen stabiliteettituenta menetetään, jos jäykistävät levyt palavat pois.



Kuva 87. Palossa sulamaton villa suojaa puurakennetta hiiltymiseltä, kun rakenne on palosuojattu vain osaksi palonkestoajasta.



Kuva 89. Tyhjässä ontelossa puurakenne hiiltäyty useammalta sivulta, jolloin hoikan puurakenteen kantavuus on lähes olematon.

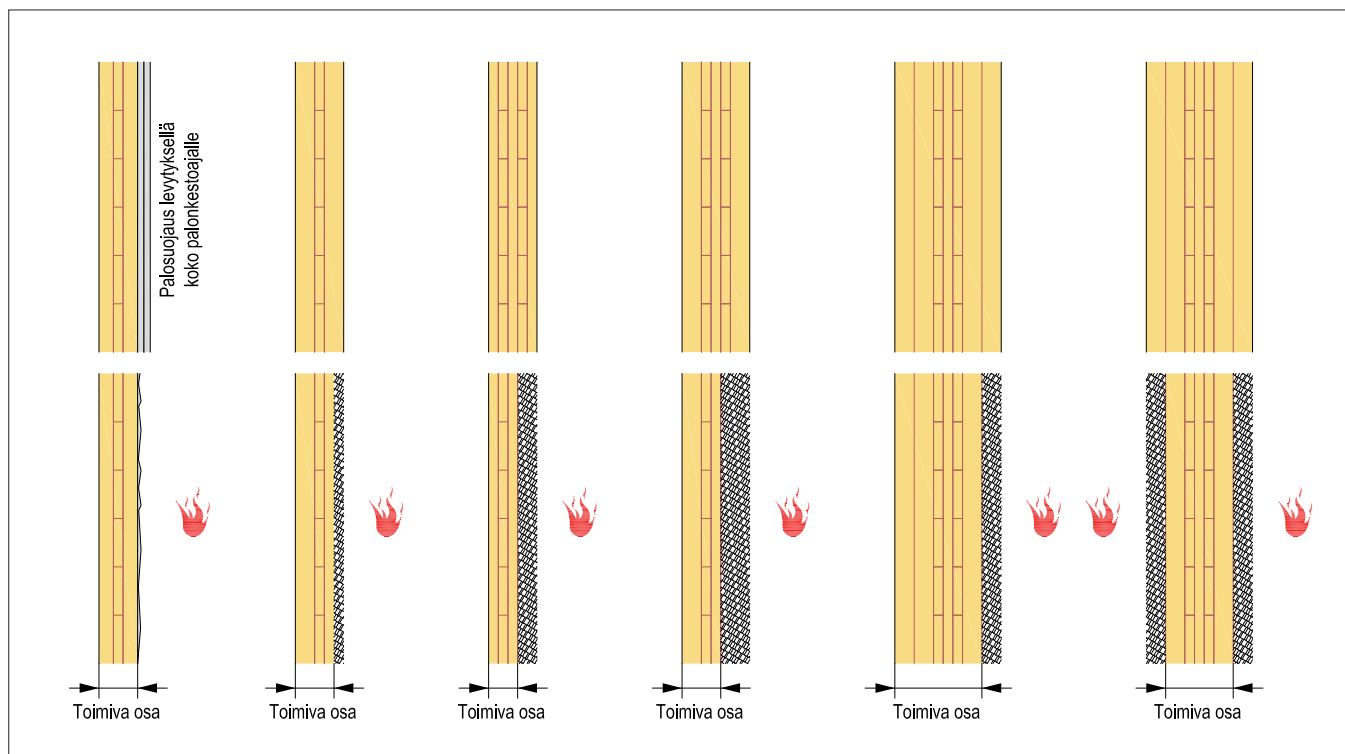
10.5 CLT-LEVYN PALOMITOITUS

CLT-levylle ei ole tällä hetkellä yleisiä palomitoitusohjeita, joten sen palomitoitus perustuu valmistajakohtaisiin ohjeisiin. Lamellikerrosten delaminoitumisesta johtuen CLT-levyn hiiltyminen ei ole lineaarista, vaan hiiltyminen tapahtuu useammalla hiiltymisnopeudella.

CLT-levyn palomitoituksessa tulee tarkastaa, mitkä lamellikerrokset toimivat palotilanteessa taivutuksessa sekä vedossa ja puristuksessa. Esimerkiksi 3-kerroksisessa CLT-levyssä pintalamellikerroksen palaessa pois, koko levyn kantavuus menetetään, kun taas esimerkiksi 5-kerroksisessa CLT-levyssä jää usein 3-kerroksinen levy jäljelle.

Delaminoituminen tapahtuu, kun palo saavuttaa CLT-levyn polyuretaani-liimasauman. Tämän jälkeen hiiltyneen lamellikerroksen oletetaan kuoriutuvan pois, jolloin hiiltyminen alkaa seuraavassa lamellikerroksessa suuremmalla nopeudella (lamellikerros

on esilämmennyt), kunnes 25 mm:n hiiltymissyvyys on saavutettu. Tämän jälkeen hiiltymisnopeus palaa alkuperäiseen arvoon. Mikäli seuraava lamellikerros on ohuempi kuin 25 mm, ei hiiltymisnopeus palaudu alkuperäiseen arvoon, koska seuraava liimasauma saavutetaan tätä ennen, jolloin delaminoituminen tapahtuu uudelleen ja nopeutettu hiiltyminen jatkuu. CLT-levyn hiiltymämitoituksessa ainakin 3-kerroksisen levyn tapauksessa pintalamellikerrosten rakenne tulisi olla sellainen, että hiiltymissyvyys ei vaaditun palonkestoajan sisällä saavuta liimasaumaa. Käytännössä levyssä tulisi olla riittävän paksut pintalamellikerrokset, jotka eivät hiilly pois vaaditun palonkestoajan sisällä. Joissain tapauksissa CLT-levyt kannattaa palosuojata levytyksellä koko vaaditulle palonkestoajalle, jotta CLT-levyn paksuus saadaan optimoitua.



Kuva 90. Esimerkkejä CLT-levyn toimivasta osasta palotilanteessa erilaisilla levytyypeillä.

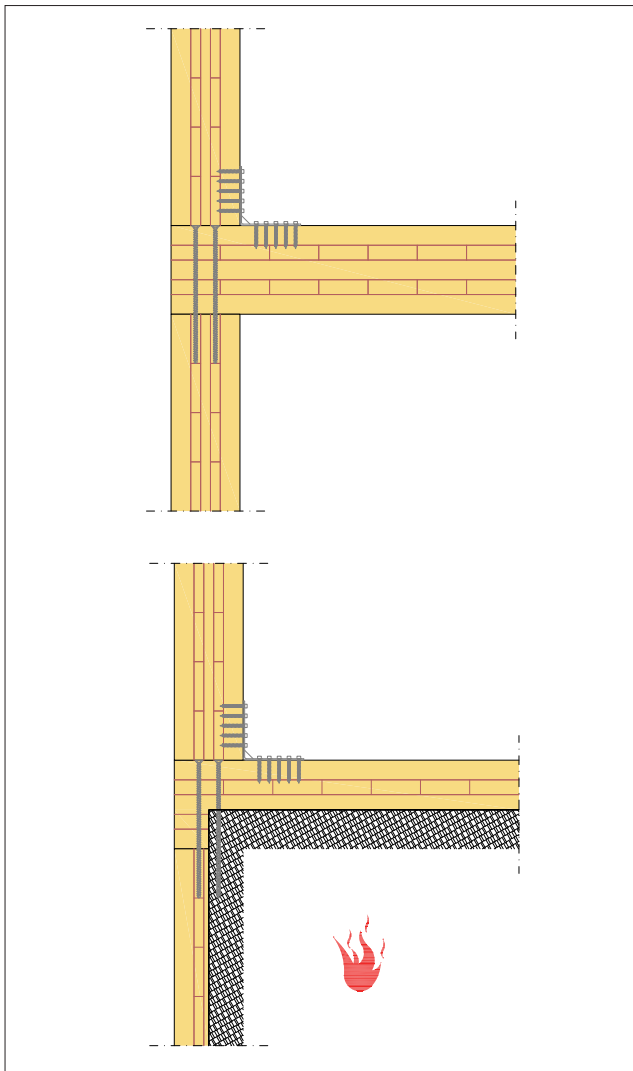
10.6 LIITOSTEN PALOMITOITTAMINEN

Puurakenteiden liitosten palomitoittaminen on kokonaisvaltainen suunnittelutehtävä, joka alkaa oikeanlaisen liitostyyppin valinnalla. Liitoksissa käytetään tavallisesti teräsosia ja puikkoliittimiä, joiden palonkesto suojaamattomana on rajallinen. Suunnittelemalla liitokset siten, että liitososat jäävät liitettävien puurakenteiden sisään tai palosuojalevytyksen taakse, saadaan liitos helposti palosuojattua. Puukerrostalossa liitososat ovat tavallisesti palosuojalevytyksen takana jo ulkonäkösyistä, joten liitosten palosuojaus ei ole puukerrostalossa sellainen haaste kuin esimerkiksi hallirakentamisessa. Mikäli liitososia palosuojataan, kannattaa ne suojata koko palonkestoajalle.

Hiiltyvissä puurakenteissa teräsosien kestävyys lisäksi joudutaan tarkastelemaan puikkoliittinten reuna- ja päätyetäisyyksiä sekä liitettävien puurakenteiden paksuuksia, koska puurakenteen hiiltyessä nämä pienenevät. Suojaamattomilla puikkoliittimillä to-

teutetuilla liitoksilla voidaan saavuttaa tavallisesti enintään 15...20 minuutin palonkestävyys. Tätä suurempien palonkestävyyksien saavuttamiseksi puurakenteiden dimensioita joudutaan tavallisesti suurentamaan ja liitoksen teräsosia palosuojamaan. Suojaamattoman naulaliitoksen, ruuviliitoksen ja tappivaarnaliitoksen palonkestävyyttä voidaan kasvattaa enintään 30 minuuttiin suurentamalla liitettävien puurakenteiden dimensioita sekä puikkoliittimien reuna- ja päätyetäisyyksiä. Puikkoliittimissä ei tällöin saa olla ulkonevia kantoja.

Puurakenteiden välistä liitosta ei aina tarvitse toteuttaa teräsosilla ja puikkoliittimillä. Esimerkiksi leikkausvoimaa ja normaalivoimaa siirtävä liitos voidaan toteuttaa myös ns. kontaktiliitoksilla. Erityisesti massiivipuurakentamisessa, jolle CNC-työstö on ominaista, voidaan käyttää tehtaalta valmiiksi työstettyjä kontaktiliitoksia.



Kuva 91. Palosuojamattoman massiivipuulevyn hiiltymämitoitus saattaa johtaa paksuihin levyihin ja ongelmiin liitosten kestävyyskannalta (kuvassa levy mitoitettu R 90-luokkaan).



Kuva 92. Massiivipuulevyihin tehty hammastus siirtää tehokkaasti leikkausvoimaa ja pystykuormaa ilman teräsosia.

Kuva: Willmott Dixon

11 TALOTEKNISET ERITYISKYSYMYKSET

11.1 LVIS-HORMIT

Perinteisesti asuinhuoneistoa palvelevat LVIS-hormit ovat kylpyhuoneessa ja keittiössä. Tällöin hormi lävistää huoneiston välipohjan, joka on akustisesti ja paloteknisesti haasteellinen rakennusosa. Huoneiston välipohjan läpiviennit tulisi minimoida tai niitä ei pitäisi tehdä lainkaan. Suositeltava tapa on sijoittaa LVIS-hormit porrashuoneeseen, jolloin ne ovat yhdessä palo-osastossa, jossa välipohjilla ei ole akustisia vaatimuksia pystysuunnassa. Lisäksi putkien kytkennän ja huollon kannalta huoneiston ulkopuolella olevat LVIS-hormit ovat suositeltava ratkaisu. Suositeltavaa on myös suunnitella LVIS-hormin seinärakenteen osastoivuus samaan luokkaan kuin muutkin rakennuksen osastoivat seinärakenteet siten, että hormin seinärakenteen osastoivuus toimii sekä hormin sisäpuolelta että ulkopuolelta paloa vastaan. Tällöin LVIS-hormiin saa sijoittaa palavia materiaaleja eikä hormissa tarvita välipohjan kohdalla vaakasuntaista palokatkoa. LVIS-hormin rakenteiden akustiseen ja palotekniseen tiiviyyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Huoneistoa palvelevat ilmanvaihtokanavat voidaan sijoittaa esimerkiksi välipohjan onteloon, mikäli ilmanvaihtokanavan läpivienti välipohjan alapinnan levytyksessä täyttää saman osastointivaatimuksen kuin välipohja. Käytännössä tämä on haasteellista, koska ratkaisu vaatii EI-luokitellut tulo- ja poistoilmaventtiilit. Tästä johtuen ilmanvaihtokanavat sijoitetaan tavallisesti välipohjan alapuolelle erilliseen alakattoon.

Useaa palo-osastoa tai osaa palvelevissa ilmanvaihtokanavissa ja -laitteissa sekä niiden liitoksissa ja varusteissa voidaan käyttää vähäisessä määrin muita kuin A2-s1, d0-luokan tarvikkeita, jollei tästä aiheudu vaaraa palotilanteessa.

11.2 KESKITETTY ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

Keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä on perinteinen asuinkerrostalon ilmanvaihtojärjestelmä. Tällaisessa järjestelmässä ilmanvaihtokone sijoitetaan ylimmän huoneiston yläpuolelle olevaan ilmanvaihtokonehuoneeseen, joka on osastoitu omaksi palo-osastokseen. Paloteknisesti ilmanvaihtokoneen sijoittamista rakennuksen ylimmälle tasolle perustellaan kanavapalon savunpoistolla. Mikäli ilmanvaihtokone olisi alimmalla tasolla, niin kanavapalon tapauksessa savukaasut nousisivat ylempiin asuntoihin, koska alimmalla tasolla oleva ilmanvaihtokone ei pysty imemään ilmanvaihtokanavassa olevaa savua alaspäin kovasta ylöspäin suuntautuvasta paineesta johtuen.

11.3 HUONEISTOKOHTAINEN ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

Huoneistokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä on suositeltava järjestelmä puurunkoiseen asuinkerrostaloon. Huoneistokohtaisessa järjestelmässä suurin osa ilmanvaihtokanavista on huoneiston sisällä. Tapauksessa, jossa tuloilma otetaan julkisivulta ja huoneistoa palveleva ilmanvaihtokanavat sijoitetaan vaakarakenteiden alapuolelle, saadaan osastoivien rakennusosien ääni- ja palotekniset läpiviennit minimiin. Palokatkoja tarvitaan tällöin vain LVIS-hormin jäteilmakanaviin, kun jäteilma johdetaan katolle.

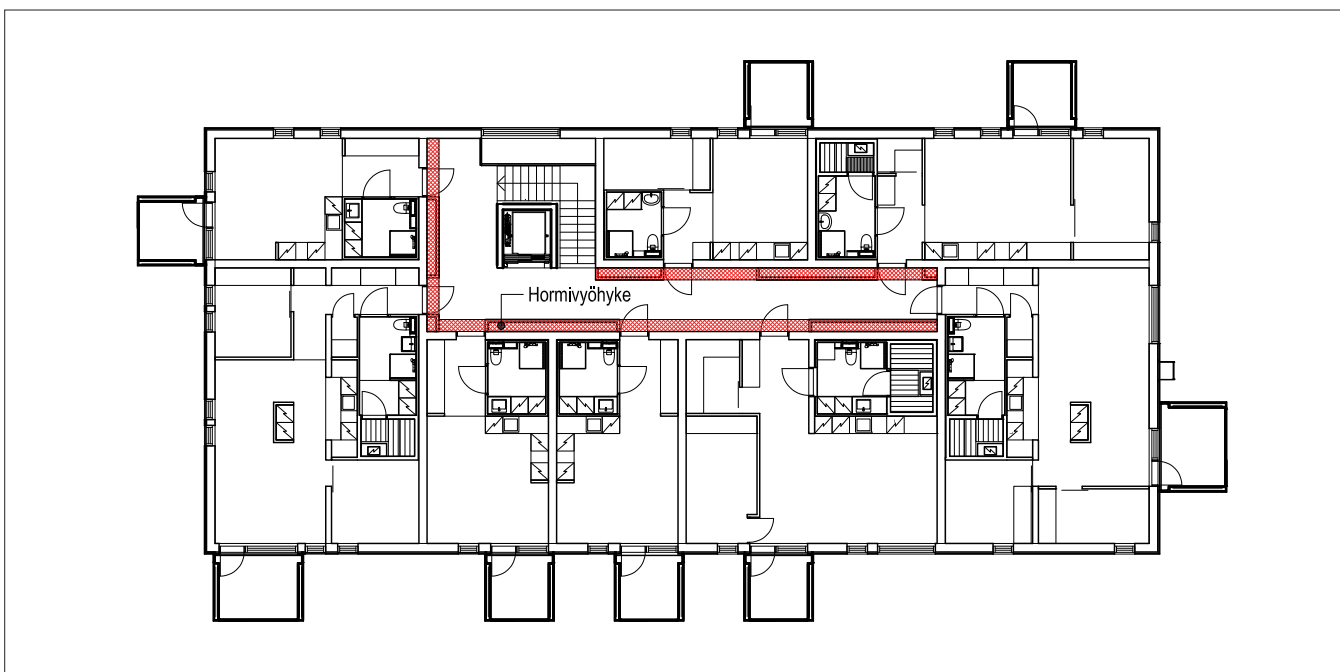
11.4 ILMANVAIHTOKONEHUONEEN PALOTEKNIikka

Ilmanvaihtokonehuoneen paloteknisiä vaatimuksia on esitetty taulukossa 53. Mikäli rakennuksessa on sprinklaus, tulee myös ilmanvaihtokonehuone sprinklata.

11.5 VAAKARAKENTEIDEN ONTELOIDEN PALOTEKNIikka

Talotekniikan takia vaakarakenteisiin tarvitaan usein alakattoja. Kyseiset ontelot, joissa on sähköjohtoja ym. tekniikkaa muodostavat jossain määrin paloturvallisuusriskin. Mikäli ontelossa syttyy palo, saattaa se edetä hyvinkin laajalle alueelle ennen kuin se huomataan. Onteloiden paloteknisessä suunnittelussa tulee huomioida seuraavat asiat:

- Mikäli ontelon korkeus on 300...800 mm ja ontelossa on palokuormaa (esim. 15 sähkökaapelia), tulee ontelo sprinklata.
- Mikäli ontelon korkeus on yli 800 mm, tulee ontelo aina sprinklata palokuormasta riippumatta.
- Ontelo tulee katkaista palokatkojen sen alapuolisten palo-osastojen mukaan.
- Uloskäytävässä ontelon alakatto tulee olla EI 30 ontelopaloa vastaan.
- Palo-osastoidussa ontelossa oleville sähköjohtojen ei ole luokkavaatimusta.
- Palo-osastoidussa ontelossa oleville putkille ja vesijohdoille ei ole luokkavaatimusta.



Kuva 93. Porrashuoneeseen on suositeltavaa suunnitella hormivyöhyke huoneistoja palveleville LVIS-hormeille.

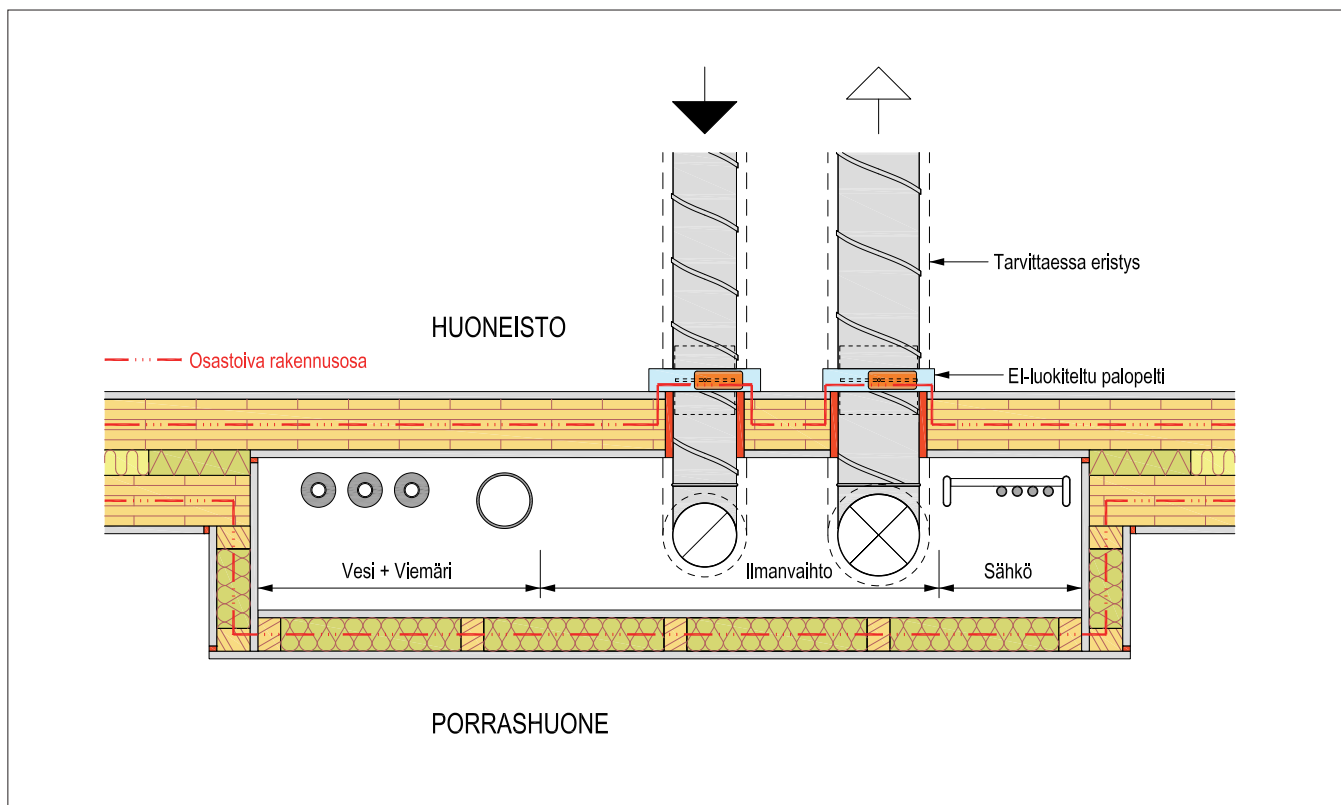
Taulukko 51. Porrashuoneessa sijaitsevan LVIS-hormin paloteknisiä vaatimuksia 1...2-kerroksisessa asuinkerrostalossa.	
Osastoivuus (sisäpuolinen palo)	EI 30
Osastoivuus (ulkopuolinen palo)	EI 30
Osastoivuus hormin yläpäässä ¹⁾	EI 30
Tarkastusluokun luokka	EI 30 ²⁾
Hormin palokatko välipohjan kohdalla	Ei tarvita, koska hormin seinien osastoivuus EI 30
Sisäpinnan luokka	A2-s1, d0
Ulkopinnan luokka	Ympäröivän tilan vaatimusten mukaan
Rungon luokka	D-s2, d2
Rungon ontelon mahdollisen täytteen luokka	A2-s1, d0
Huoneiston välisen seinän lävistyks	Viemäriputkilla sekä vesi- ja sähköjohdoilla hyväksytty EI 30-luokan palokatko Ilmanvaihtokanavilla hyväksytty EI 30-luokan palopelti
Viemäriputken luokka	Ei vaatimusta
Vesijohdon luokka	Ei vaatimusta
Sähköjohdon luokka	Ei vaatimusta
Ilmanvaihtoputken luokka	A2-s1, d0
Putkien ja vesijohtojen eristeiden luokka	Ei vaatimusta

¹⁾ Ilmanvaihtokonehuone ja alapuolinen LVIS-hormi voivat olla samaa palo-osastoa, jos näiden osastoivat rakenteet ovat samaa luokkaa

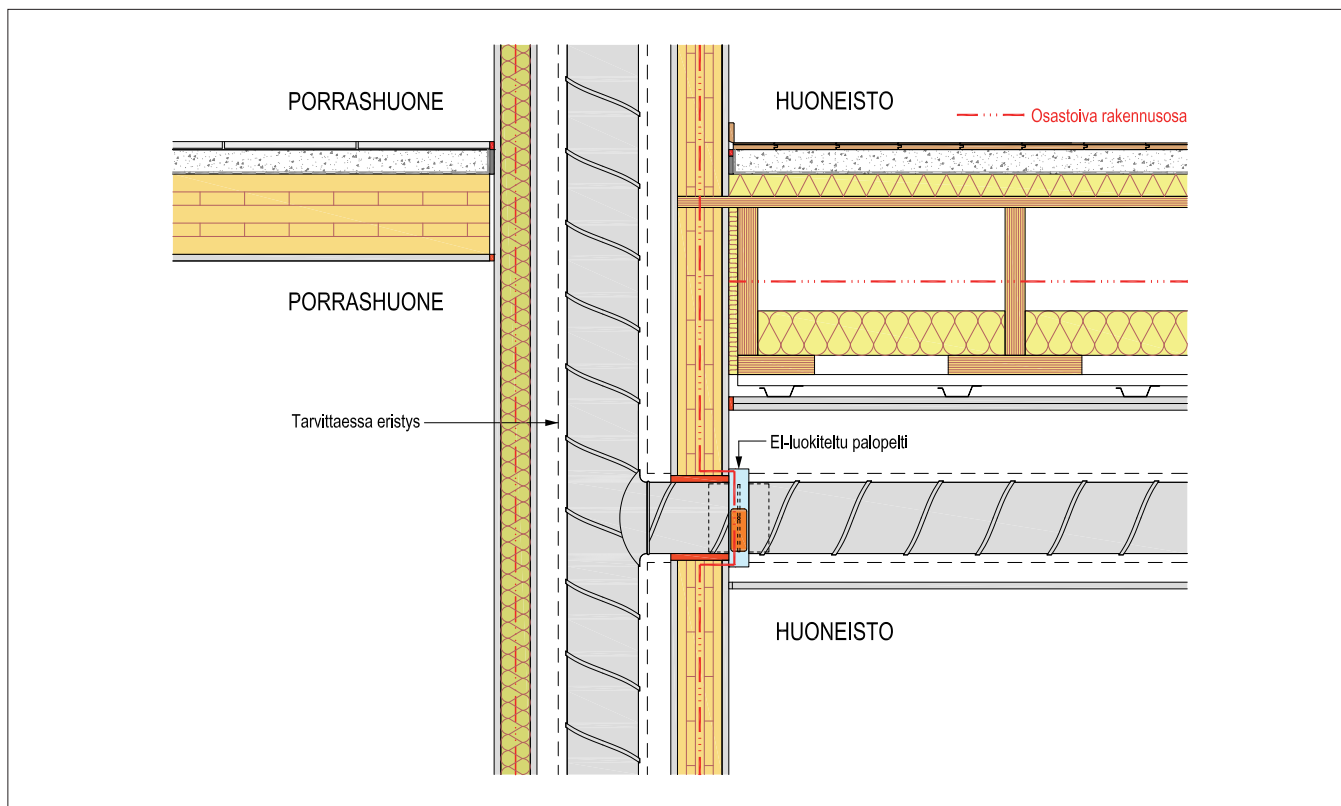
²⁾ Puolitusääntöä ei saa käyttää, koska hormin seinä ei ole suurempi kuin EI 30

Taulukko 52. Porrashuoneessa sijaitsevan LVIS-hormin paloteknisiä vaatimuksia 3...8-kerroksisessa asuinkerrostalossa.	
Osastoivuus (sisäpuolinen palo)	EI 60
Osastoivuus (ulkopuolinen palo)	EI 60
Osastoivuus hormin yläpäässä ¹⁾	EI 60
Tarkastusluokun luokka	EI 30
Hormin palokatko välipohjan kohdalla	Ei tarvita, koska hormin seinien osastoivuus EI 60
Sisäpinnan luokka	A2-s1, d0
Ulkopinnan luokka	Ympäröivän tilan vaatimusten mukaan
Rungon luokka	D-s2, d2
Rungon ontelon mahdollisen täytteen luokka	A2-s1, d0
Huoneiston välisen seinän lävistyks	Viemäriputkilla sekä vesi- ja sähköjohdoilla hyväksytty EI 60-luokan palokatko Ilmanvaihtokanavilla hyväksytty EI 60-luokan palopelti
Viemäriputken luokka	Ei vaatimusta
Vesijohdon luokka	Ei vaatimusta
Sähköjohdon luokka	Ei vaatimusta
Ilmanvaihtoputken luokka	A2-s1, d0
Putkien ja vesijohtojen eristeiden luokka	Ei vaatimusta

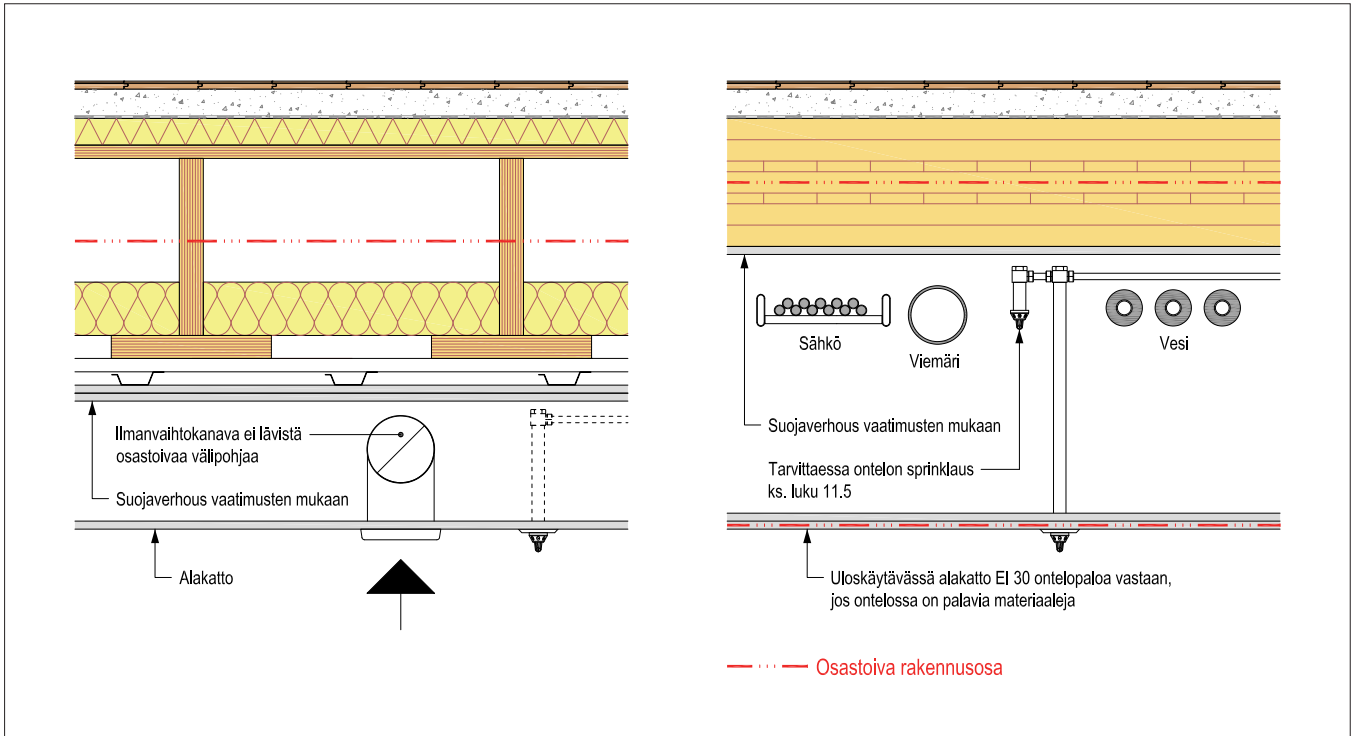
¹⁾ Ilmanvaihtokonehuone ja alapuolinen LVIS-hormi voivat olla samaa palo-osastoa, jos näiden osastoivat rakenteet ovat samaa luokkaa



Kuva 94. Vaakaleikkaus taulukoiden 51 ja 52 mukaisesta LVI-hormista porrashuoneen ja huoneiston välisessä seinässä.



Kuva 95. Pystyleikkaus taulukoiden 50 ja 51 mukaisesta LVI-hormista porrashuoneen ja huoneiston välisessä seinässä.



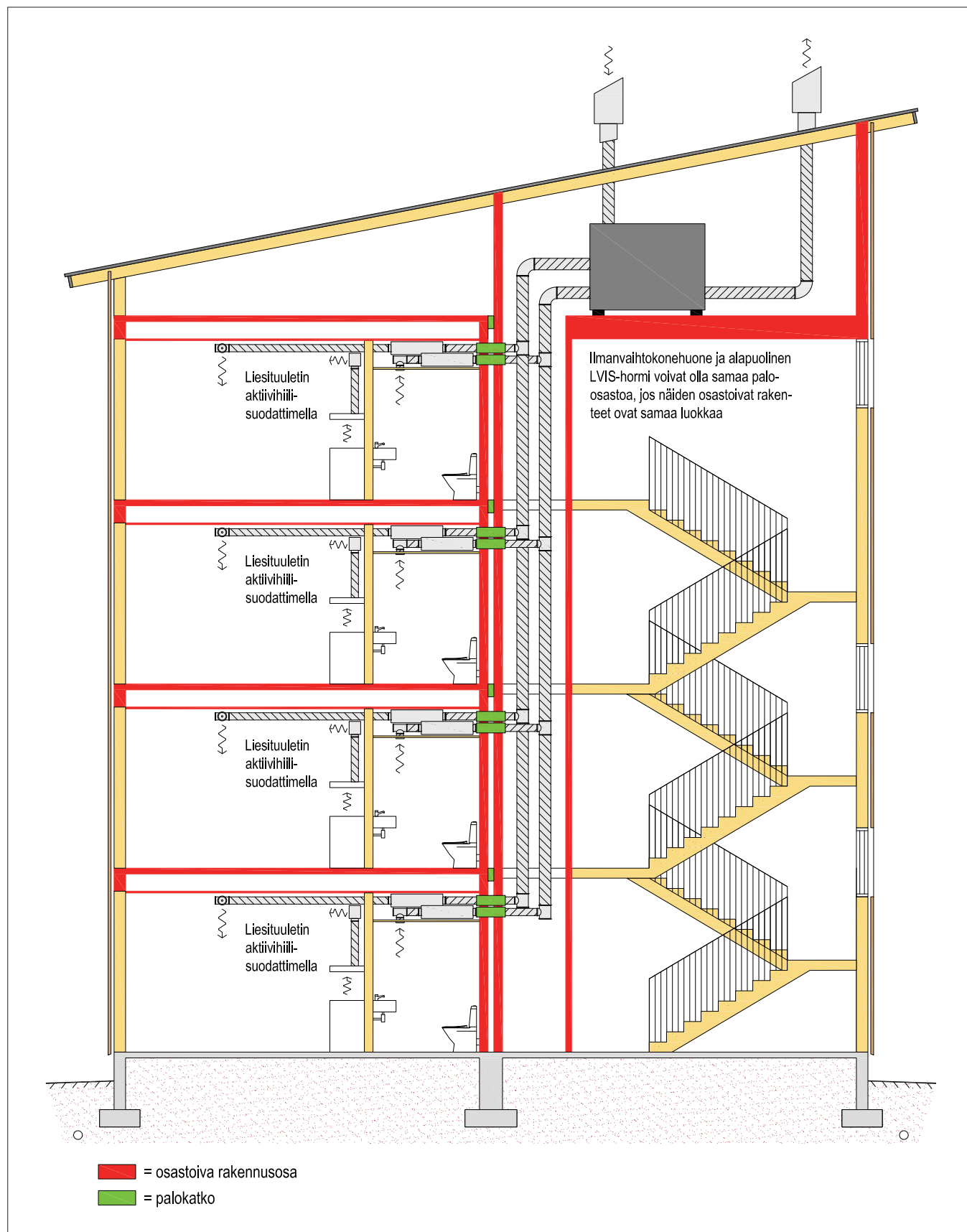
Kuva 96. Alakattojen palotekniseen suunnitteluun liittyviä seikkoja.

Taulukko 53. Ilmanvaihtokonehuoneen paloteknisiä vaatimuksia.							
Rakennuksen paloluokka	Kerros-määrä	Konehuoneen rungon tarvikkeiden luokka	Lämmön-eristeiden luokka	Seinä- ja katto-pintojen luokka	Lattiapinnan luokka	Suojaverho sisäpinnoissa	Osastointi
P3	1...2	D-s2, d2	-	B-s1, d0	D _{FL} -s1	-	EI 30
P2	1...2	D-s2, d2	-	B-s1, d0	D _{FL} -s1	K ₂ 10, B-s1, d0 ¹⁾	EI 30
P2	3...8	D-s2, d2	A2-s1, d0	A2-s1, d0	D _{FL} -s1	K ₂ 30, A2-s1, d0 ²⁾	EI 60
P1	1...2	D-s2, d2	B-s1, d0 ³⁾	B-s1, d0	D _{FL} -s1	-	EI 60

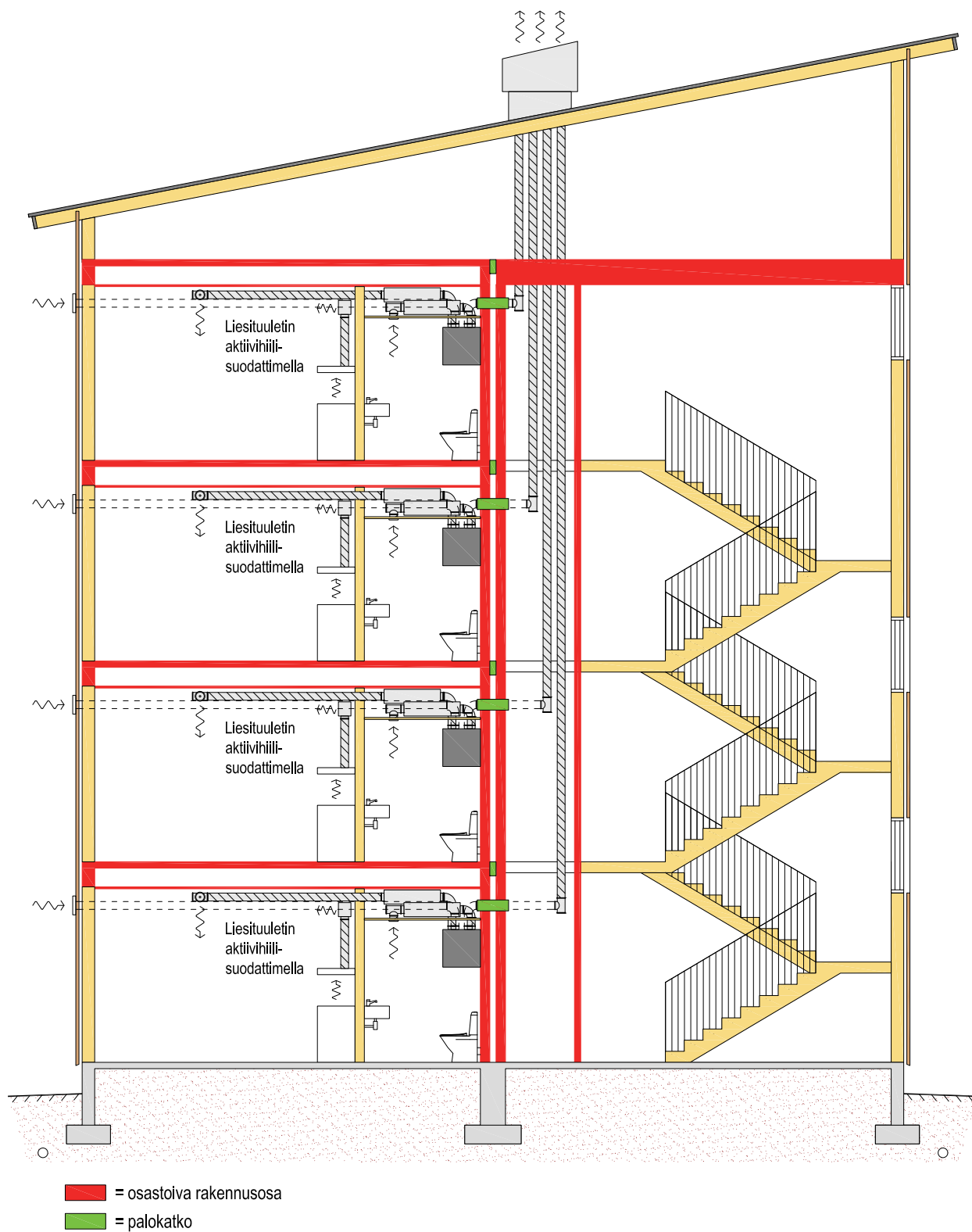
¹⁾ Suojaverhousta ei vaadita, mikäli lämmöneristeet ovat eristävältä osaltaan vähintään B-s1, d0-luokkaa.

²⁾ K₂ 10, A2-s1, d0, mikäli kerros määrä on 3...4.

³⁾ Lämmöneriste, joka eristävältä osaltaan ei täytä B-s1, d0-luokan vaatimuksia, on suojattava ja sijoitettava niin, että palon leviäminen eristeeseen on rajoitettu ajan, joka on rakennuksen sisäpuolelta ja aukkojen piilien osalta vähintään puolet tilan osastoivien rakennusosien palonkestävyysaika vaatimuksesta.



Kuva 97. Osastointiperiaatteet keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän yhteydessä.



Kuva 98. Osastointiperiaatteet huoneistokohtaisen ilmanvaihtojärjestelmän yhteydessä.



TURVALLISESTI OPTIMOIDUT TALOUDELLISET RATKAISUT

ERIKOISOSAAMISTA PUURAKENTAMISESSA.
PALOTURVALLISUUDEN SUUNNITTELUA JA
KONSULTOINTIA PIENISTÄ SUURIIN VAATIVIIN
ERITYISKOhteisiin SUOMESSA JA ULKOMAILLA.

KK-PALOKONSULTTI OY
PIISPANTILANKUJA 4, 02240 ESPOO, PUH. 044 752 0777
LISÄTIETOA JA SATOJA REFERENSSEJÄ:
WWW.KK-PALOKONSULTTI.COM



Paloturvalliseen rakentamiseen

Palokatkot tehdas- ja työmaa-asennuksiin

www.sewatek.fi

AINUTLAATUISIA RAKENNUKSIA. AMMATTILAISEN OTE.

Taidamme rakenne- ja taloteknisen
suunnittelun mukaan lukien palo-
turvallisuuksuunnittelun ja toimin-
nallisten rakenteiden optimoinnin
vaativimpiinkin rakennuskohteisiin.

FI.RAMBOLL.COM

RAMBOLL

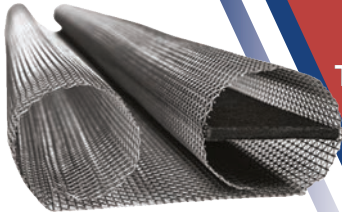
KESTÄVÄN YHTEISKUNNAN EDELLÄKÄVIJÄ



www.sweco.fi

SWECO

FB Firebreather
by Securo



FIREBREATHER
EI 30/EI60/EI90

**TUULETUSVÄLIEN
PALOKATKOT**

Paloturvallisuutta vuodesta 1994

Palamattomat DensGlass ja Trilite RMS -rakennuslevyt.
B-s1, d0 palonestokyllästeet.

Palon leviämisen välittömästi pysäyttävät Firebreather
palokatkotuotteet.

Renotech Oy
Advanced Material Technology

rt@renotech.fi

www.renotech.fi

Palontorjuntapalvelut Suomen kokeneimmalta asiantuntijalta

- palotekninen suunnittelu ja konsultointi
- sammutusjärjestelmien suunnittelu
- sprinklerisuunnittelu
- kaasusammutusjärjestelmät

>> granlund.fi/palontorjunta



Granlund

PALOTURVALLINEN PUUTALO

Asuin- ja toimitilarakentaminen

Tähän julkaisuun on koottu puurakennuksen paloturvallisuuden suunnittelussa tarvittava keskeinen tieto.

Tarkoituksena on antaa käytännönläheisiä ohjeita paloturvallisen puurakennuksen suunnitteluun ja havainnollistaa puun käyttöön liittyviä säädöksiä.

Tämä teos sisältää 1.1.2018 voimaan astuneen ympäristöministeriön asetuksen 848/2017 määräykset rakennuksen paloturvallisuudesta sekä 1.1.2021 voimaan astuneessa ympäristöministeriön asetuksessa 927/2020 esitetyt muutokset.