

P3-paloluokan rakennusten palomuurirakenteiden suunnittelu

Henri Pennanen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2015

Rakennustekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Pennanen, Henri	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 05.05.2015
	Sivumäärä 55	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: (x)
Työn nimi P3-paloluokan rakennusten palomuurirakenteiden suunnittelu		
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) KORPINEN, Jussi		
Toimeksiantaja(t) Muurametalot Oy / VAPPULA, Lauri; PARVIAINEN, Juha		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli koota yhteen selkeä kokonaisuus P3-paloluokan rakennuksien palomuurien suunnittelussa huomioon otettavista asioista, kuten millaisista materiaaleista palomuurin voi P3-paloluokassa tehdä, mitä vaatimuksia palomuurilta edellytetään ja millaisissa tilanteissa se määräysten mukaan vaaditaan. Opinnäytetyön tilaajana toimi suomalainen valmiskoteihin erikoistunut talotehdas Muurametalot Oy.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin aineistotutkimuksena. Opinnäytetyö aloitettiin aineiston keräämisellä ja analysoinnilla, minkä jälkeen käsiteltävä aihe jaettiin kokonaisuuksiin, eli palomuurirakenteen kannalta oleellisimpien paloteknisten luokkien ja määräyksien analysointiin, milloin tarvitaan palomuri, millaisista rakenteista se voidaan käytännössä suunnitella ja toteuttaa, valmistajien ohjeisiin, sekä erilaisten ratkaisujen esimerkkeihin.</p> <p>Työn tuloksena saatiin käyttökelpoinen apuväline P3-paloluokan rakennuksien palomuurirakenteiden suunnitteluun. Asetetut tavoitteet saavutettiin ja lisäksi saatiin asiantuntijoiden lausuntoihin pohjautuvaa tietoa esimerkiksi puurakenteisen palomuurin suunnittelun avuksi.</p> <p>Opinnäytetyö ei sisällä esimerkkilaskelmia. Mitoitukseen otettiin kantaa ainoastaan analysoimalla betonirakenteisen ja muuratulla rakenteella toteutettavan palomuurin eurokoodien taulukkomitoitusosien minimimittoja. Puurakenteisen palomuurin suunnittelun ja toteuttamisen tutkiminen oli yksi opinnäytetyön tavoitteista. Työn tuloksissa on esitetty asiantuntijoiden lausuntojen perusteella, että puurakenteisen palomuurin suunnittelu ja toteuttaminen on mahdollista P3-paloluokan rakennuksiin.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Palomuri, palomuurirakenteen suunnittelu, P3-paloluokka		
Muut tiedot		



Author(s) Pennanen, Henri	Type of publication Bachelor's thesis	Date 05.05.2015
	Pages 55	Language Finnish
		Permission for web publication: (x)
Title Buildings firewall structure design in P3 fire class		
Degree programme Civil engineering		
Tutor(s) KORPINEN, Jussi		
Assigned by Muurametalot Oy / VAPPULA, Lauri; PARVIAINEN, Juha		
Abstract <p>The objective of the thesis was to bring together a distinct entity of building design concerning firewalls in P3 fire class, and among the matters to consider were e.g. materials to be used, standards of firewalls, and situations where they are required. The client company was a Finnish house factory, Muurametalot, which produces prefabricated houses.</p> <p>The thesis is a literature review which was started by gathering together and analyzing the source material. The main topic was divided into subtopics e.g. fire technical classes and regulations of firewalls, requirements for firewall, firewall structure designs and use, the manufacturer's instructions and examples of different solutions.</p> <p>The result was a useful tool for firewall structure design in P3 fire class. The goals were achieved and the thesis contains expert opinions that simplify matters, for example when designing wood structured firewalls.</p> <p>The thesis does not contain calculation examples. The thesis only illustrates sheets of Eurocode's minimum dimensions to concrete structured and masonry structured firewalls. One of the goals was to explore how wood structured firewall could be designed and built. Statements of experts show that wood structured firewalls are possible to design in P3 fire class.</p>		
Keywords Firewall, firewall design, P3 fire class		
Miscellaneous		

Sisältö

1 Työn lähtökohdat	5
1.1 Työn tilaaja, tarve ja aiheen rajaus	5
1.2 Taustatiedot ja tavoitteet opinnäytetyössä	6
2 Palotekniset luokat ja määräykset	8
2.1 Olennainen vaatimus	8
2.2 Suunnittelun lähtökohdat	9
2.3 Rakennusten paloluokat	10
2.4 Rakennusosien- ja tarvikkeiden paloluokitukset	12
2.5 Rakennusosat	17
2.6 Rakennustarvikkeet	18
3 Palomuurirakenne	20
3.1 Palomuri	20
3.2 P3-paloluokan pientalojen lähekkäin rakentaminen	22
3.3 Autosuojaa koskevat osastointivaatimukset	27
3.4 Tuotanto- ja varastorakennuksia koskevat osastointivaatimukset	29
3.5 Palomuurin sijoitus, ylitys ja ulotus	30
4 Palomuurin suunnittelu	34
4.1 Palomuurin suunnittelun lähtökohdat	34
4.2 Betonirakenteisen palomuurin suunnittelu	36
4.3 Muuratulla rakenteella rakennettavan palomuurin suunnittelu	38
4.4 Puurakenteisen palomuurin suunnittelu	41
5 Pohdinta	43
Lähteet	46
Liitteet	48
Liite 1. Kuvia Siporex- palomuurielementeistä	48
Liite 2. Puurakenteinen palomuri	53
Liite 3. Valmistajien taulukoita	54

Kuviot

Kuvio 1. Paloluokituksia havainnollistava kolmio	8
Kuvio 2. Rakennusmateriaalien palo-ominaisuusluokitus	17
Kuvio 3. Pientalojen ulkoseinien osastointivaatimuksia, kun rakennukset sijaitsevat samalla tontilla	23
Kuvio 4. Pientalojen ulkoseinien osastointivaatimuksia, kun rakennukset sijaitsevat eri tonteilla	25
Kuvio 5. Rakennukset eri tonteilla	27
Kuvio 6. Palomuuuri rakennusmassan sisänurkassa	30
Kuvio 7. Palomuurin ulotus seinälinjan ohi	30
Kuvio 8. Seinälinjan suuntainen katko	31
Kuvio 9. Seinälinjan suuntainen katko yli 1200 MJ/m ² palokuormaryhmässä	31
Kuvio 10. Palomuuuri vesikatolla ylityksen ollessa alle 300 mm	32
Kuvio 11. Palomuuuri vesikatolla ylityksen ollessa yli 300mm	33
Kuvio 12. Raudoituksen keskiöetäisyys poikkileikkauksessa	36

Taulukot

Taulukko 1. Rakennuksen kokoa koskevat rajoitukset	10
Taulukko 2. Rakennuksen suurin sallittu henkilömäärä	10
Taulukko 3. Ilman testausta ja luokitusta hyväksyttävät rakennustarvikkeet	14
Taulukko 4. Ilman testausta ja luokitusta hyväksyttävät katteet	15
Taulukko 5. Palomuurin luokkavaatimukset	20
Taulukko 6. Osastojen suurin sallittu koko pinta-alaosastoinnissa	29
Taulukko 7. Osastoivien rakennusosien luokka pinta-alaosastoinnissa	29
Taulukko 8. Kantavien betonirakenteisien seinien vähimmäismitat	36
Taulukko 9. Poltetusta tiilestä tehtyjen osastoivien kantavien ja ei-kantavien (kriteeri REI-M ja EI-M) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa	38
Taulukko 10. Kalkkihiekkatiilestä ja -harkoista tehtyjen osastoivien kantavien ja ei-kantavien (kriteeri REI-M ja EI-M) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa	38
Taulukko 11. Normaali- ja kevytrunkoaineisista betoniharkoista tehtyjen osastoivien kantavien ja ei-kantavien (kriteeri REI-M ja EI-M) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa	39
Taulukko 12. Höyrykarkaistuista kevytbetoniharkoista tehtyjen osastoivien kantavien ja ei-kantavien (kriteeri REI-M ja EI-M) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa	39

1 Työn lähtökohdat

1.1 Työn tilaaja, tarve ja aiheen raja

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli vuonna 2003 perustettu Muurametalot Oy. Se on suomalainen valmiskoteihin erikoistunut talotehdas, joka työllistää noin 80 henkeä. Pääkonttori sijaitsee Jyväskylässä osoitteessa Vapaudenkatu 48-50. Valmiskotimallistojen talot rakennetaan tuotantotiloissa Karungissa. Muurametalojen liikevaihto oli 36,6 miljoonaa euroa vuonna 2013.

(Muurametalot Oy. Yrityksen verkkosivut. Viitattu 19.2.2015. www.muurametalot.fi, yhteys, tietoa yrityksestä.)

Palomuurilla tarkoitetaan seinää, joka pystyy tietyn ajan estämään palon leviämistä sen toiselle puolelle ja lisäksi kykenee kestämään siihen liittyvän rakennuksen tai sen osan sortumisen ja sortumisesta aiheutuvat iskut. Palomuurilta vaaditaan monia erilaisia paloteknisiä ominaisuuksia, esimerkiksi kantavuuden, eristävyuden ja tiiviiden suhteen, jotka riippuvat muun muassa rakennuksen ominaisuuksista (kuten kerrosluokku, korkeus ja kerrosala) ja muista lähellä olevista rakennuksista. Aihe on rajattu tutkimaan rakennuksien palomureja P3-paloluokassa, joka on lähinnä pientaloja koskeva luokitus ja Muurametalot Oy:n toimii pääasiassa pientalojen rakentamisen parissa.

Työssä tarkastellaan pientalojen lähekkäin rakentamista, sekä autosuojien, tuotanto- ja varastorakennuksien osastointivaatimuksia, jotka myös kuuluivat aihealueeseen. Työssä ei käsitelty palomuurin mitoittamista, eikä työ pidä sisällään esimerkkilaskelmia. Tarkasteltavat palomuurirakenteen materiaalit rajattiin betonirakenteiseen, muuratulla rakenteella toteutettavan ja puurakenteiseen palomuriin.

1.2 Taustatiedot ja tavoitteet opinnäytetyössä

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota yhteen selkeä kokonaisuus P3-paloluokan rakennuksien palomuurien suunnittelussa huomioon otettavista asioista, kuten millaisista materiaaleista palomuurin voi P3-paloluokassa tehdä, mitä vaatimuksia palomuurilta edellytetään ja millaisissa tilanteissa se määräysten mukaan vaaditaan. Työ on rajattu siten, ettei se käsittele palomuurin mitoittamista muuten kuin eurokoodien taulukkomitoitusosien minimimittojen myötä, minkä tarkoitus on osoittaa eri valmistajien palomuurien rakennusmateriaalit päteviksi.

Opinnäytetyö toteutettiin hypoteesittomana kvalitatiivisena tutkimuksena lähdeaineistoa analysoimalla. Lähdeaineistona käytettiin Suomen rakentamismääräyskokoelmia, standardeja, rakennusalan järjestöjen julkaisuja, VTT:n tutkimuksia, valmistajien ohjeita ja asiantuntijoiden lausuntoja.

Opinnäytetyö aloitettiin aineiston keräämisellä ja analysoinnilla, minkä jälkeen käsiteltävä aihe jaettiin kokonaisuuksiin, eli palomuurirakenteen kannalta oleellisimpien paloteknisten luokkien ja määräyksien analysointiin, milloin tarvitaan palomuri, millaisista rakenteista se voidaan käytännössä suunnitella ja toteuttaa, valmistajien ohjeisiin, sekä erilaisten ratkaisujen esimerkkeihin.

Opinnäytetyö ei sisällä esimerkkilaskelmia. Mitoitukseen otettiin kantaa ainoastaan analysoimalla betonirakenteisen ja muuratulla rakenteella toteutettavan palomuurin eurokoodien taulukkomitoitusosien minimimittoja. Rakentamismääräyskokoelma E1 ”Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet” ei ota kantaa mistä materiaalista P3-paloluokassa palomuurin voi rakentaa, joten myös puurakenteisen palomuurin suunnittelun ja toteuttamisen tutkiminen oli yksi opinnäytetyön tavoitteista.

Opinnäytetyössä selvitetään ensin mitä P3-paloluokan rakennuksen palomuurirakenteen käsitteenä tarkoittaa. Tämä vaatii paloteknisien luokkien ja määräyksien selvittämisen, mikä pitää sisällään rakennusten paloluokkien määrittelyn, rakennusosien- ja tarvikkeiden paloluokitukset ja rakennustarvikkeiden tarkastelun. Tämän jälkeen työ etenee P3-paloluokan pientalojen lähekkäin rakentamisen analysointiin, autosuojia, tuotanto- ja varastorakennuksia koskeviin osastointivaatimukseen, eli tilanteisiin, joissa palomuuria edellytetään. Palomuurin suunnitteluun materiaalivalintojen kannalta analysoitiin betonirakenteisen ja muuratulla rakenteella toteutettavan palomuurin vaatimuksia, sekä tutkittiin mahdollisuuksia suunnitella ja toteuttaa puurakenteinen palomuri P3-paloluokan rakennukseen.

2 Palotekniset luokat ja määräykset

2.1 Olennainen vaatimus

Suomen rakentamismääräyskokoelmissa E1 ”Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet” ja E2 ”Tuotanto ja varistorakennusten paloturvallisuus, ohjeet” on määritelty erilaisille rakennuksille, rakennusosille ja rakennusmateriaaleille palotekniset vaatimukset. Määräykset rakennusten paloturvallisuudesta ovat maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 13 §:n nojalla velvoittavia ja ohjeet sisältävät hyväksyttäviä ratkaisuja.

1.2 Olennainen vaatimus

1.2.1 Rakennuksen ja muun rakennuskohteen olennaisista vaatimuksista on voimassa, mitä maankäyttö- ja rakennusasetuksessa tai muutoin on erikseen säädetty tai määrätty. Paloturvallisuuden kannalta tämä erityisesti tarkoittaa, että

- rakennuksen kantavien rakenteiden tulee palon sattuessa kestää niille asetetun vähimmäisajan;
- palon ja savun kehittymisen ja leviämisen rakennuksessa tulee olla rajoitettua;
- palon leviämistä lähistöllä oleviin rakennuksiin tulee rajoittaa;
- rakennuksessa olevien henkilöiden on voitava palon sattuessa päästä poistumaan rakennuksesta tai heidät on voitava pelastaa muulla tavoin;
- pelastushenkilöstön turvallisuus on rakentamisessa otettava huomioon.

1.3 Vaatimuksen täyttymisen osoittaminen

1.3.1 Paloturvallisuusvaatimuksen katsotaan täyttyvän, mikäli rakennus suunnitellaan ja rakennetaan noudattaen näiden määräysten ja ohjeiden paloluokkia ja lukuarvoja.

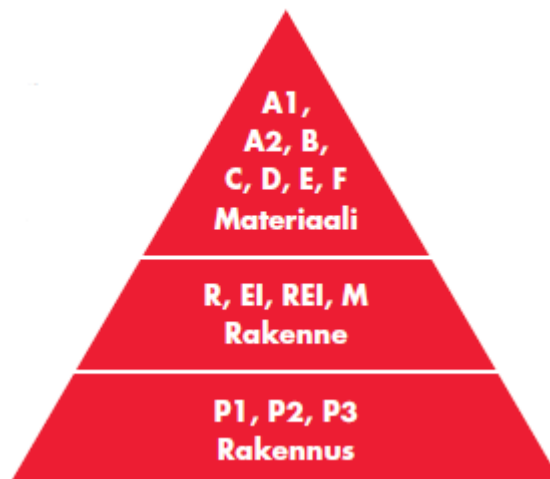
1.3.2 Paloturvallisuusvaatimuksen katsotaan täyttyvän myös, mikäli rakennus suunnitellaan ja rakennetaan perustuen oletettuun palonkehitykseen, joka kattaa kyseisessä rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät tilanteet. Vaatimuksen täyttyminen todennetaan tapauskohtaisesti ottaen huomioon rakennuksen ominaisuudet ja käyttö.

Ohje

Suunnittelussa käytetään menetelmiä, joiden kelpoisuus on osoitettu. Eurooppalaisten (EN) ja kansainvälisten (ISO) standardien mukaisten koe- ja laskentamenetelmien voidaan olettaa täyttävän kelpoisuusvaatimukset, mikäli sovellus on ko. menetelmän pätevyysalueella. (Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

2.2 Suunnittelun lähtökohdat

Paloturvallisen, palotekniset luokat ja määräykset täyttävän rakenteen, kuten palomuurin, suunnittelua pyritään ohjaamaan monitasoisesti. Luokittelussa otetaan huomioon rakennus (paloluokat, niiden muodostuminen määräyksien ja ohjeiden mukaisesti), käytettävät rakenteet (rakennusosat ja niiden luokitusten määräytyminen) ja materiaalit (rakenteiden ja rakennusosien määräyksien mukaiset vaatimukset täyttäen). Nämä asiat, eli rakennus, rakenne ja materiaali muodostavat kokonaisuuden, jota kuviossa 1 on havainnollistettu kolmion muodossa.



Kuvio 1 Paloluokituksia havainnollistava kolmio. Alimman tason ja perustan muodostaa rakennuksen paloluokka, joka määrittää rakennuksessa käytettävät rakenteet, jotka taas muodostuvat erilaiset palo-ominaisuudet omaavista materiaaleista. (Pieni suuri esite eristämisestä. 2013. Esite Parocin sivustolla. Viitattu 20.2.2015. www.paroc.fi, dokumentit ja työkalut, esitteet.)

2.3 Rakennusten paloluokat

Rakennusten paloluokat ovat P1, P2 ja P3. Rakennuksen paloluokka riippuu rakennuksen koosta, käyttötavasta ja henkilömäärästä. Rakennuksen kokoa koskevat rajoitukset on esitetty taulukossa 1 ja henkilömääriä koskevat rajoitukset taulukossa 2. P1-luokan rakennukset ovat tavallisesti kolme- tai useampikerroksisia. Rakennuksen henkilömäärää, kerrosalaa tai korkeutta ei ole rajoitettu, mutta palotekniset vaatimukset kasvavat korkeuden ja käyttötavan riskialttiuden myötä. P1-luokan rakennuksen rakenteiden mitoittamiseen vaikuttaa palokuorman tiheys, sillä rakennuksen oletetaan yleensä kestävänsä sortumatta, vaikka sen sisältämä palokuorma palaa loppuun. (RT 08-11139. Rakennusten paloluokat ja paloluokan määrittäminen. 2014; Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

P2-luokan rakennukset ovat yleensä 1–2-kerroksisia, asuin- ja työpaikkarakennukset voivat kuitenkin olla myös 3–8-kerroksisia. Rakennuksen enimmäiskorkeus on yleensä 9 m. Kuitenkin asuin- ja työpaikkarakennusten enimmäiskorkeus voi olla 3–4-kerroksisena 14 m ja 5–8-kerroksisena 26 m. P2-luokan rakennuksissa käyttötappaa ja henkilömääriä on rajoitettu. Rajat ovat kuitenkin olennaisesti väljempiä kuin P3-luokan rakennuksissa. Rakennuksen runko voi olla muusta kuin A1–A2-luokan tarvikkeesta.

(RT 08-11139. Rakennusten paloluokat ja paloluokan määrittäminen. 2014.)

Paloluokkaan P3 kuuluvien rakennuksien kantaville rakenteille ei ole asetettu erityisvaatimuksia palonkeston suhteen, koska henkilöt pääsevät tavallisesti helposti ja nopeasti poistumaan palavasta rakennuksesta. Käyttötavan mukaisesti rakennuksien kokoa ja henkilömääriä rajoittamalla saadaan aikaan riittävä turvallisuustaso. Kerroksia saa olla enintään kaksi ja tämän lisäksi kellari ja ullakko. Rakennuksen enimmäiskorkeus on 9 m. Ellei erityisistä syistä muuta johdu, yksikerroksiset teollisuus- ja varastorakennukset, sekä maatalouden tuotanto- ja varastotilat voivat olla 14 m korkeita. Rakennusten enimmäiskerrosala on 1-kerroksisena 2400 m² ja 2-kerroksisena 1600 m².

(Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

Taulukko 1. Rakennuksen kokoa koskevat rajoitukset (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1. 2011. Taulukko 3.2.1)

TAULUKKO Rakennuksen ominaisuus	RAKENNUKSEN KOKOA KOSKEVAT RAJOITUKSET		
	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
KERROSLUKU			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 2
- asuinrakennus, työpaikkarakennus	ei rajoitusta	enintään 8	enintään 2
- tuotanto- tai varastorakennus, autosuoja	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 1
KORKEUS			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 9 m	enintään 9 m
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 3–4 krs.	ei rajoitusta	enintään 14 m	<i>ei sallittu</i>
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 5–8 krs.	ei rajoitusta	enintään 26 m	<i>ei sallittu</i>
- yksikerroksinen tuotanto- tai varastorakennus	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 14 m
KERROSALA			
Kerrosala yleensä			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 2400 m ²
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 1600 m ²
- yli kaksikerroksinen	ei rajoitusta	enintään 12 000 m ²	<i>ei sallittu</i>
Kerrosala tuotanto- ja varastorakennuksissa sekä autosuojissa			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	<i>ei sallittu</i>
<i>Selostus</i>	<i>Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkausviivan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.</i>		

Taulukko 2. Rakennuksen suurin sallittu henkilömäärä (Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011. Taulukko 3.2.2)

TAULUKKO Käyttötapa	Kerroksia	RAKENNUKSEN SUURIN SALLITTU HENKILÖMÄÄRÄ		
		Rakennuksen paloluokka		
		P1	P2	P3
Asunnot		ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
Majoitustilat	1	ei rajoitusta	paikkaluku 150	paikkaluku 50
	2	ei rajoitusta	paikkaluku 50	paikkaluku 10
Hoitolaitokset	1	ei rajoitusta	paikkaluku 100	paikkaluku 10
	2	ei rajoitusta	paikkaluku 25	<i>ei sallittu</i>
Kokoonntumis- ja liiketilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	henkilöitä 500
	2	ei rajoitusta	henkilöitä 250	henkilöitä 50
Työpaikkatilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
	2	ei rajoitusta	ei rajoitusta	työntekijöitä 150
Tuotanto- ja varastotilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
	2	ei rajoitusta	työntekijöitä 50	<i>ei sallittu</i>

2.4 Rakennusosien ja –tarvikkeiden paloluokitukset

Rakennustuotedirektiivin 89/106/ETY tarkoituksena on kaupan teknisten esteiden poistaminen Euroopan talousalueella. Rakennustuotteiden osalta käytetään yhteisiä paloluokitusjärjestelmiä. Maat voivat valita yhteisesti sovitusta järjestelmistä luokat, joita käyttävät rakentamismääräyksissään. Paloluokitusjärjestelmiä ovat rakennusosien palonkestävyyden luokitus, rakennustarvikkeiden paloteknistä käyttäytymistä koskeva luokitus ja katteiden ulkopuolisessa palossa käyttäytymistä koskeva luokitus. (Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

Rakennusosien palonkestävyyttä koskeva luokitus perustuu EN-standardeihin: luokitusstandardeihin, koemenetelmästandardeihin, koetulosten laajennettua käyttöä koskeviin standardeihin (ns. EXAP-standardit) sekä kantavien rakenteiden palomitoitusta koskeviin standardeihin (Eurocode). Rakennusosien palonkestävyyden vaatimuksen täytyminen osoitetaan joko kokeellisesti, laskennallisesti, yhdistämällä koe- ja laskennalliset tulokset tai käyttämällä hyväksyttävää taulukkomitoitusta. (Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

Pääsääntöisesti osastoivuus osoitetaan kokeellisesti. Poikkeuksena ovat betoniseinät ja -laatat sekä muuratut seinät, joiden minimipaksuuksia on taulukoitu eri palonkestoluokkiin (EN 1992-1-2, EN 1996-1-2). Lisäksi tiettyjen puurankaseiniin osastoivuus voidaan osoittaa laskennallisesti (EN 1995-1-2 sekä kansallinen liite). (Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

Kantavuus voidaan osoittaa millä tahansa neljästä palonkestävyyden osoittamisvaihtoehdosta. Kantavien rakenteiden palomitoitukseen voidaan käyttää Eurocode-standardeja yhdessä ympäristöministeriön vahvistamien kansallisten liitteiden kanssa. Rakentamismääräyskokoelman B-osan materiaali-ohjeissa esitettyjen palomitoitusohjeiden rinnakkaiskäytöstä säädetään erikseen. (Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

Luokitusstandardeissa esitetään rakennustuotteiden ja -osien palonkestävyyden osoittamiseen käytettävät koemenetelmästandardit sekä koetulosten laajentamisstandardit, palonkestävyydskriteerit ja käytettävät palonkestoluokat. Standardeista käytetään pääsääntöisesti uusinta versiota, ellei vuosilukua ole merkitty standardinumeron perään.

(Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

Luokitusstandardit

SFS-EN 13501-2 Rakennustuotteiden ja rakennusosien paloluokitus

Osa 2: Palonkestävyydskokeiden tuloksiin perustuva luokitus lukuun ottamatta ilmanvaihtolaitteita

Standardi koskee seuraavien rakennustuotteiden ja -osien luokitusta (ei koske ilmanvaihtolaitteita):

- kantavat rakenteet, joilla ei ole osastointivaatimusta*
- kantavat ja osastoivat rakenteet*
- palosuojauksena käytettävät tuotteet ja järjestelmät*
- osastoivat rakenteet – suojaverhoukset*

Rakennustarvikkeiden paloteknistä käyttäytymistä koskeva luokitus perustuu EN-standardiin, joka sisältää viittaukset käytettäviin koemenetelmästandardeihin ja koetulosten laajennettua käyttöä koskeviin standardeihin. Luokitus-standardissa esitetään käytettävät luokitusparametrit, luokat ja vaatimukset. Standardeista käytetään pääsääntöisesti uusinta versiota, ellei vuosilukua ole merkitty standardinumeron perään.

SFS-EN 13501-1 Rakennustuotteiden ja rakennusosien paloluokitus

Osa 1: Palokäyttäytymiskokeiden tuloksiin perustuva luokitus

Standardissa esitetään kaikkien rakennustuotteiden, mukaan lukien rakennusosiin sisältyvien tuotteiden, palotekniseen käyttäytymiseen perustuva luokitusmenettely. Tuotteita tarkastellaan ottaen huomioon niiden lopullinen käyttötarkoitus ja siihen liittyvät tekijät, jotka vaikuttavat kyseisen tuotteen käyttäytymiseen palotilanteessa. Tähän sisältyy mm. seuraavia tekijöitä: tuotteen laatu, suunta, sijoitus toisiin tuotteisiin nähden sekä tuotteen kiinnitysmenetelmä.

Standardi on tarkoitettu kolmelle tuoteryhmälle, joita käsitellään standardissa erikseen:

- muut rakennustuotteet kuin lattianpäällysteet ja putkimaiset lämmöneristetuotteet*
- lattianpäällysteet*

- *putkimaiset lämmöneristetuotteet.*
(Suomen rakentamismääräyskokoelma, E1, 2011.)

Taulukossa 3 mainittujen rakennustarvikkeiden voidaan yleensä katsoa kuuluvan luokkiin A1 ja A1FL ilman testausta ja erillistä luokitusta. Taulukko perustuu EU:n komission päätöksiin 96/603/EY, 2000/605/EY ja 2003/424/EY.

(Suomen rakentamismääräyskokoelma, E1, 2011.)

Taulukko 3. Ilman testausta ja luokitusta hyväksyttävät rakennustarvikkeet (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1. 2011. LIITE, opastavia tietoja taulukko 1.)

ILMAN TESTAUSTA JA LUOKITUSTA HYVÄKSYTTÄVÄT RAKENNUSTARVIKKEET	
Yleiset huomautukset:	
Tuotteet pitäisi valmistaa ainoastaan yhdestä tai useammasta seuraavista materiaaleista, jos ne aiotaan luokitella luokkiin A1 ja A1 _{FL} ilman testausta. Tuotteet, jotka on valmistettu liimaamalla yhteen yhtä tai useampia seuraavista materiaaleista, luokitellaan luokkiin A1 ja A1 _{FL} ilman testausta edellyttäen, että liiman määrä ei ylitä 0,1 paino- tai tilavuusprosenttia (sen mukaan, kumpi on vaativampi).	
Yhden tai useamman orgaanisen kerroksen sisältävät pintalevyt (esimerkiksi eristävästä materiaalista valmistetut) tai epähomogeenisesti jakautunutta orgaanista materiaalia (liimaa lukuun ottamatta) sisältävät tuotteet on jätetty pois luettelosta.	
Tuotteet, jotka on valmistettu päällystämällä jokin seuraavista materiaaleista epäorgaanisella kerroksella (esimerkiksi päällystetyt metallituotteet), voidaan myös luokitella luokkiin A1 ja A1 _{FL} ilman testausta.	
Yksikään taulukossa luetelluista materiaaleista ei saa sisältää yli 1,0 paino- tai tilavuusprosenttia (sen mukaan, kumpi on vaativampi) homogeenisesti jakautunutta orgaanista materiaalia.	
Materiaali	Huomautukset
<u>Kevytsora</u>	
<u>Paisutettu perliitti</u>	
<u>Paisutettu vermikuliitti</u>	
<u>Mineraalivilla</u>	
<u>Solulasi</u>	
Betoni	Sisältää valmisbetonin sekä raudoitettut ja jännitetyt betonituotteet.
Runkoainebetoni (raskaat ja kevyet mineraalirunkoaineet, ei koske kiinteää lämmöneristystä)	Voivat sisältää lisä- ja seosaineita (esimerkiksi lentotuhkaa), pigmenttejä ja muita materiaaleja. Sisältää esivalmistetut tuotteet.
Höyrykarkaistut kevytbetonituotteet	Tuotteet, jotka on valmistettu hydraulisista sideaineista kuten sementistä ja/tai kalkista yhdistettynä hienoihin materiaaleihin (kvartsipitoinen materiaali, lentotuhka, masuunikuona) ja paisuttaviin aineisiin. Sisältää esivalmistetut tuotteet.
<u>Kuitusementti</u>	
<u>Sementti</u>	
<u>Kalkki</u>	
<u>Masuunikuona/lentotuhka (PFA)</u>	
<u>Mineraaliset runkoaineet</u>	
Rauta, teräs ja ruostumaton teräs	Ei hienojakoisessa muodossa.
Kupari ja kupariseokset	Ei hienojakoisessa muodossa.
Sinkki ja sinkkiseokset	Ei hienojakoisessa muodossa.
Alumiini ja alumiiniseokset	Ei hienojakoisessa muodossa.
Lyijy	Ei hienojakoisessa muodossa.
Kipsi ja kipsipohjaiset tasoitteet	Voivat sisältää seosaineita (hidastimia, fillereitä, kuituja, pigmenttejä, sammutettua kalkkia, ilmaa- ja vettäpidäviä aineita sekä notkistimia), kiviainesta (esimerkiksi luonnonhiekkaa tai murskattua hiekkaa) tai kevytrunkoaineita (esimerkiksi perliittiä tai vermikuliittia).
Epäorgaanisia sideaineita sisältävä laasti	Yhteen tai useampaan epäorgaaniseen sideaineeseen, esimerkiksi sementtiin, kalkkiin, muuraussementtiin ja kipsiin pohjautuvat rappaus/tasoitelaastit, lattiatasoitteet ja muurauslaastit.
Savesta poltetut tuotteet	Savesta tai muista savipitoisista materiaaleista valmistetut tuotteet, jotka sisältävät tai eivät sisällä hiekkaa, palavaa ainetta tai muita seosaineita. Sisältää tiilet, tiililaatat, lattialaatat ja tulenkestävät tuotteet (esimerkiksi savuhormien sisäkuoret).

Kalkkiahiekkatuotteet	Kalkin ja luonnon kvartsipitoisten materiaalien (hiekkä, kvartsipitoinen sora tai kivi tai niiden seos) seoksesta valmistetut tuotteet. Voivat sisältää värjääviä pigmenttejä.
Luonnonkivi- ja liuskekivituotteet	Luonnonkivistä (magmaattinen, sedimenttinen tai metamorfinen kivilaji) tai liuskekivistä valmistettu työstetty tai työstämätön tuote.
Kipsituotteet	Sisältää harkot ja muut kalsiumsulfaattista ja vedestä valmistetut kappaleet. Voivat sisältää kuituja, fillereitä, kiviaineksia ja muita sideaineita. Voivat olla pigmenttien värjäämiä.
Mosaiikki	Sisältää betonimosaiikkilaatat ja paikalla valetut lattiat.
Lasi	Sisältää lämpölujitetun lasin, kemiallisesti lujitetun lasin, laminoitua lasia ja metalliverkkolasia.
Lasikeraamit	Kiteiset ja lasimaiset lasikeraamit.
Keraamit	Sisältää kuivapuristetut ja suulakepuristetut tuotteet, ovat lasitettuja tai lasittamattomia.

Katteet luokitellaan ulkoisen syttymisvaaran suhteen vaikeasti syttyvinä ja hitaasti paloa levittävinä, sekä miten ne suojaavat alustaansa syttymiseltä. Katteista käytetään luokkaa B_{ROOF}(t2). Taulukossa 4 (perustuu komission päätökseen 2000/553/EY) olevien katteiden voidaan katsoa kuuluvan B_{ROOF} luokkaan ilman testausta ja erillistä luokitusta.

(Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

Taulukko 4. Ilman testausta ja luokitusta hyväksyttävät katteet (Suomen rakentamismääräyskokoelma E1. 2011. LIITE, opastavia tietoja taulukko 2.)

TAULUKKO	ILMAN TESTAUSTA JA LUOKITUSTA HYVÄKSYTTÄVÄT KATTEET
Kate ¹⁾	Erityisehdot
Laatat: luonnonkivi, liuskekivi ²⁾	Täyttävät komission päätöksen 96/603/EY vaatimukset.
Tiilet: kivi, betoni, poltettu savi, keramiikka tai teräs ²⁾	Täyttävät komission päätöksen 96/603/EY vaatimukset. Ulkopuolisen pinnoitteen on oltava epäorgaaninen tai PCS ≤ 4,0 MJ/m ² tai massa ≤ 200 g/m ² .
Kuitubetonit: profiloimattomat ja profiloituneet levyt, katelaatat ²⁾	Täyttävät komission päätöksen 96/603/EY vaatimukset tai PCS ≤ 3,0 MJ/kg.
Profiloimattomat ja profiloituneet metalliohuetlevyt: alumiini alumiiniseos, kupari, kupariseos, sinkki, sinkkiseos, pinnoittamaton teräs, ruostumaton teräs, galvanoitu teräs, maalipinnoitettu teräs, emalipinnoitettu teräs ²⁾	Paksuus ≥ 0,4 mm. Ulkopuolisen pinnoitteen on oltava epäorgaaninen tai PCS ≤ 4,0 MJ/m ² tai massa ≤ 200 g/m ² .
Tuotteet, jotka on normaalikäyttöä varten tarkoitettu päällystettäväksi (oikealla luetelluilla epäorgaanisilla päällysteillä)	Irtosorapäällyste, jonka paksuus on vähintään 50 mm tai massa ≥ 80 kg/m ² (raekoko 4-32 mm). Hiekka/sementtitasoitekerros, jonka paksuus on vähintään 30 mm. Betoni-, keinokivi- tai mineraalilaatat, joiden paksuus on vähintään 40 mm.

Taulukon huomautukset:

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

²⁾ Katteen alusta on vähintään luokkaa D-s2, d2 ja sen tiheys on vähintään 400 kg/m³.

Tunnus:

PCS on ylempi lämpöarvo.

2.5 Rakennusosat

Rakennusosat luokitellaan palonkestonsa perusteella. Niihin kohdistuvia vaatimuksia kuvataan merkinnöillä R (kantavuus), E (tiiviyys), EI (tiiviyys ja eristävyys), EI₁ ja EI₂ (tiiviyys ja eristävyys: ovet ja ikkunat, mitkä voidaan avata vain työkalulla, avaimella tai muulla vastaavalla), sekä M (iskunkestävyys palotilanteessa). Merkintöjen jälkeen ilmoitetaan palonkestävyyssaikea minuutteina luvuista: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240. Muodostuva merkintä osoittaa rakennusosan paloluokan, kuten REI-M 90. Rakennusosan vaatimustenmukaisuus osoitetaan kokeellisesti tai laskennallisella menetelmällä. Rakenteen osien tulee pysyä paikallaan ja alkuperäisessä muodossaan vaaditun palonkestoajan. Kuumuuden aiheuttama lämpölaajeneminen voi rikkoa rakennetta, jolloin eristävyys- ja tiiviysvaatimukset eivät enää täyty.

(Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011; Pieni suuri esite eristämisestä. 2013. Esite Parocin sivustolla. Viitattu 25.2.2015. www.paroc.fi, dokumentit ja työkalut, esitteet.)

Rakenteen kantavuudella (R) tarkoitetaan rakenteen kykyä kestää sortumatta määrätyn ajan palotilanteessa. Rakenteen eristävyys (I) määrää rakenteen kykyä eristää lämpöä siten, ettei sen suojaavalla puolella olevien materiaalien lämpötila nouse syttymiskuumuuteen. Rakenteen tiiviys (E) perustuu siihen, että rakenteen tulee säilyttää tiiviytensä niin, ettei suojattavalla puolella esiinny yli 10 sekuntia kestäviä liekejä.

(Pieni suuri esite eristämisestä. 2013. Esite Parocin sivustolla. Viitattu 25.2.2015. www.paroc.fi, dokumentit ja työkalut, esitteet.)

Iskunkestävyys palotilanteessa (M) vaaditaan joissakin rakenteissa, kuten palomuurissa. Ympäristöministeriön mukaan palomuurien iskunkestävyyttä testataan isku-koemenetelmällä EN 1363 (EN 1363-2. 1999. Fire resistance tests, Part 2: Alternative and additional procedures. 1999-02-18. CEN/TC 127. s.16). Testin kulku on yksinkertainen. Kun luokkavaatimuksen mukainen palo-aika on saavutettu, viiden minuutin

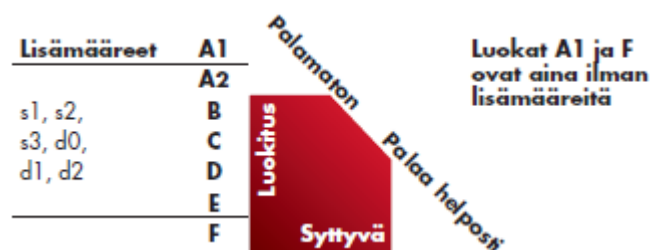
kuluessa suoritetaan iskukoe. Palomuurin keskelle (palon vastakkaiselle puolelle) pudotetaan 1,5 m korkeudelta kohtisuoraan heilurina 200 kg painava lyijyhauhisäkki, jonka iskuenergia on 3000 Nm. Iskukoe toistetaan kolme kertaa. Isketään kaksi kertaa, kun palomuuria kuormittaa epäkeskinen hyötykuorma (mikäli palomuurilla on kantavuusvaatimus tulee kahden ensimmäisen iskun aikana rakenne olla kuormitettu) ja kolmannen kerran, kun palomuuria rasittaa vain oma paino. Palomuurin tulee säilyttää kantavuutensa ja osastoitavuutensa iskujen jälkeen.

(Ala-Outinen, T., Myllymäki, J., Baroudi, D., Oksanen, T. VTT Tiedotteita. Ruostumaton teräs tulipalolle altistetuissa rakenteissa. 2001.)

2.6 Rakennustarvikkeet

Rakennustarvikkeiden luokittelu perustuu niiden vaikutukseen palon syttymisessä, sen leviämässä ja savun tuottoon, sekä palavaan pisarointiin. Rakennustarvikkeiden luokat (lukuun ottamatta lattiapäällysteitä) kuvataan merkinnöin A1, A2, B, C, D, E, F. Putkimaiset lämmöneristeet kuvataan merkinnöin A1_L, A2_L, B_L, C_L, D_L, E_L, F_L. Savun tuotto ja palava pisarointi ilmaistaan lisämäärein s ja d, joista savun tuoton luokitukset s1, s2, s3 ja palavan pisaroinnin luokitukset d0, d1, d2. Kuviossa 2 on esitetty rakennustarvikkeiden luokat (sekä lisämääreet) ja niiden suhde syttyvyyteen. A1 luokitus kestää paloa parhaiten (palamaton), kun taas luokan F rakennustarvikkeet ovat helposti palavia ja syttyviä.

(Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)



Kuvio 2. Rakennusmateriaalien palo-ominaisuusluokitus. (Pieni suuri esite eristämisestä. 2013. Esite Parocin sivustolla. Viitattu 20.2.2015. www.paroc.fi, dokumentit ja työkalut, esitteet.)

- A1 Tarvikkeet, jotka eivät osallistu lainkaan paloon.*
- A2 Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu.*
- B Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu.*
- C Tarvikkeet, jotka osallistuvat paloon rajoitetusti.*
- D Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyväksyttävissä.*
- E Tarvikkeet, joiden käyttäytyminen palossa on hyväksyttävissä.*
- F Tarvikkeet, joiden käyttäytymistä ei ole määritetty.*

- s1 Savuntuotto on erittäin vähäistä.*
- s2 Savuntuotto on vähäistä.*
- s3 Savuntuotto ei täytä s1 eikä s2 vaatimuksia.*

- d0 Palavia pisaroita tai osia ei esiinny.*
- d1 Palavat pisarat tai osat sammuvat nopeasti.*
- d2 Palavien pisaroiden tai osien tuotto ei täytä d0 eikä d1 vaatimuksia.*

Luokat A1 ja F esiintyvät aina ilman lisämääreitä. E ilman lisämäärettä tarkoittaa, että tarvikkeesta ei irtoa palavia pisaroita. Kaikki muut luokat sisältävät myös lisämääreet, esim. A2-s1, d0, B-s1, d0, D-s2, d2, E-d2.

(Suomen rakentamismääräyskokoelma, E1, 2011)

3 Palomuurirakenne

3.1 Palomuuuri

Seinä, joka määrätyn ajan estää palon leviämisen sen toiselle puolelle ja kestää siihen liittyvän rakennuksen tai sen osan sortumisen ja sortumisesta aiheutuvat iskut.

(Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

Edellä mainittu määritelmä tarkoittaa suunnittelun kannalta sitä, että palomuuuri jää pystyyn, vaikka rakennus, joka rajoittuu palomuuuriin, sortuu. Palomuuuri tulee kyseen, kun rakennetaan kiinni toiseen rakennukseen, tai sen verran lähelle toista rakennusta, että palon leviäminen rakennuksesta toiseen on ilmeistä. Tilanteita, joissa palomuuuri monesti tarvitaan, ovat rakennusten välillä oleva tontin raja (rakennusten etäisyydet tontin rajasta), rakennukset ovat eri paloluokkaa, muodostuva kokonaisuus ylittää yhdelle rakennukselle sallitut kerrosala- ja henkilömäärärajoitukset tai viereinen rakennus on räjähdys- tai palovaarallinen. Palomuurin luokkavaatimukset eri paloluokissa ovat esitetty taulukossa 5. P3-luokan rakennuksissa palomuurin luokkavaatimus on EI-M 60.

(RT 08-11142. P3-luokan rakennusten palotekniset vaatimukset. 2014; Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

Kaikissa P1-luokan rakennuksissa ja P2-luokassa vain 5-8 kerroksisissa rakennuksissa palomuuuri on tehtävä A1-luokan rakennusmateriaaleista. Muilla P2-luokan tai P3-luokan rakennuksilla ei ole vaatimuksia palomuurin rakennusmateriaalien suhteen. (Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011; Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 47-48.)

Taulukko 5 Palomuurin luokkavaatimukset (Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011. Taulukko 9.2.2)

TAULUKKO	PALOMUURIN LUOKKAVAATIMUKSET				
	Rakennuksen paloluokka ja kerrosluku				
	P1 ja P2 3–8 kerrosta			P2 1–2 krs. P3	
	Palokuorma MJ/m ²				
	yli 1200	600–1200	alle 600		
Sarake	1	2	3	4	5
PALOMUURI	EI-M 240	EI-M 180	EI-M 120	EI-M 120	EI-M 60

Palon leviäminen rakennuksesta toiseen ei saa aiheuttaa vaaraa henkilöturvallisuudelle, eikä taloudellisia tai yhteiskunnallisia menetyksiä. Etäisyyden rakennusten välillä tulee olla sellainen, ettei palo leviä naapurirakennuksiin ja aluepalon vaara on vähäinen. Mikäli etäisyys rakennusten välillä on alle 8 metriä, tulee palon leviämistä rajoittaa rakenteellisin tai muin keinoin. Myös vesikaterakenteen tulee olla sellainen, ettei se syty helposti naapurirakennuksen palosta. Rakennusten symmetriasta lisää kappaleessa 3.5 Palomuurin sijoitus, ylitys ja ulotus.

(Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

Mikäli rakennetaan niin lähelle toista rakennusta, että palon leviäminen on ilmeistä, taikka kiinni toiseen rakennukseen, on käytettävä palomuuria.

Ohje

Palomuri tulee yleensä kysymykseen silloin, kun kahdella eri tontilla olevat rakennukset ovat lähellä toisiaan.

Samalla tontilla tai rakennuspaikalla olevia rakennuksia voidaan paloteknisessä mielessä pitää yhtenä rakennuksena, jolloin tavanomainen osastointi on riittävä. Tämä edellyttää, että rakennukset kuuluvat samaan paloluokkaan ja muodostuva kokonaisuus alittaa tämän paloluokan yhdelle rakennukselle asettamat kerrosala- ja henkilömäärärajoitukset.

Käytettäessä ulkoseinää osastoivana seinänä otetaan huomioon sen epäsymmetrinen rakenne sekä lämpösäteilyn ja mahdollisten ikkunaukkojen vaikutus.

(Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

Ikkunoiden ja ovien rakentamista palomuriin on mahdollisuuksien mukaan vältettävä. Mikäli aukkoja tarvitaan, niiden ovi- ja ikkunarakenteiden palonkestoajan tulee olla samaa minuuttiluokkaa palomuurin kanssa ja P1 luokassa tehty vähintään A2-luokan materiaaleista.

(Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 108.)

Rakentamismääräyskokoelma E1:n ohje vesikaton rakenteista, korkeuseroista, seinälinjan ohi yltävistä ulotuksista (ks. kappale 3.5 palomuurin sijoitus, ylitys ja ulotus) ja palomuurin korvaavista osastoinneista kertoo seuraavasti:

Ohje

Vesikaton rakenteet ja eristeet katkaistaan palomuurin kohdalta. Jos tarvikkeet ovat vähintään luokkaa A2-s1, d0, ei katkoa tarvita. Mikäli vesikattojen korkeusero on pienempi kuin 300 mm, palomuri ulotetaan vähintään 300 mm katteen yläpuolelle. Tämä voidaan korvata riittäväällä vaakakatkolla. Palokuorman ylittäessä 1200 MJ/m² palo-muuri ulotetaan vähintään 750 mm katteen yläpuolelle, eikä korotusta yleensä voi korvata vaakakatkolla.

Palomuri ulotetaan sivusuunnassa vähintään 100 mm ja palokuorman ylittäessä 1200 MJ/m² vähintään 750 mm seinälinjan ohi. Tämän sijasta voidaan myös käyttää seinän suuntaista katkoa.

Vaatimuksen EI-M 60 voi korvata osastoinnilla, jos rakennusten vastakkain olevat ulkoseinät täyttävät EI 60-luokan vaatimuksen sisäpuolista paloa vastaan.

(Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

3.2 P3-paloluokan pientalojen lähekkäin rakentaminen

Ympäristöopas 39 tarkastelee P3-paloluokan pientalojen lähekkäin rakentamista ja mm. palomuuria edellyttäviä vaatimuksia kahdella erilaisella tapauksella. Ensimmäisessä tilanteessa käsitellään taloja, jotka sijaitsevat samalla tontilla ja toisessa talot ovat eri tonteilla. Tekstissä puhutaan yksinkertaisuuden vuoksi talojen välisestä etäisyydestä ja tällä tarkoitetaan sitä, miten lähelle kaavan mukaan voidaan rakentaa minimissään, ei pelkästään nykyisiä rakennuksia. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 101-105.)

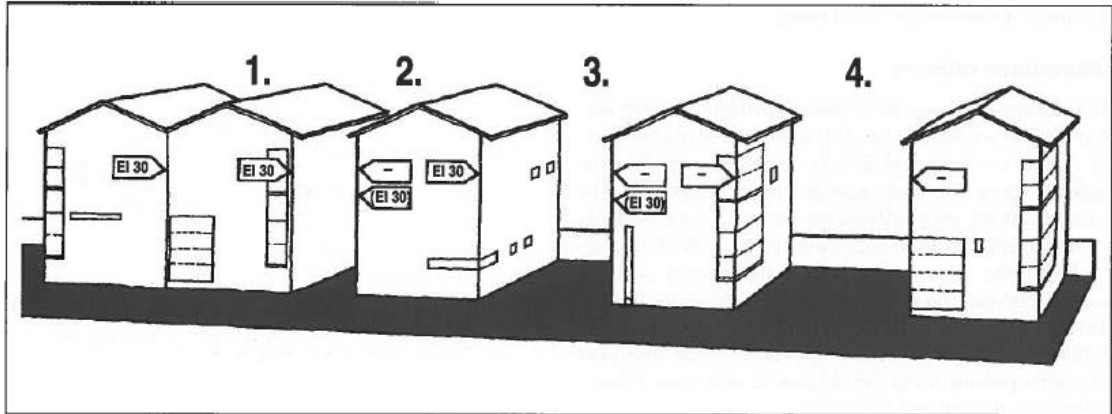
Mikäli kaavaan on merkitty rakennusalan raja, tulee uudisrakennuksen etäisyyttä tarkastella naapuritontin rakennusalan rajasta. Jos kaavaan ei ole merkitty rakennus-
alaa, tarkistetaan sanallisista kaavamääräyksistä onko rakennusten etäisyyttä naapu-
ritontin rajasta säädelty. Rakennusten etäisyys mitataan ulkoseinien ulkopinnasta.
(Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakenta-
misessa. 2003, 103.)

Parvekkeen tai räystään rakennusalan rajan ylittymisen, tai katualueelle ulottumisen
enimmäismitat on rajoitettu kunnallisessa rakennusjärjestyksessä ja sen puitteissa
olevaa ylittymistä ei tarvitse ottaa huomioon rakennusten etäisyyttä paloteknisessä
mielessä arvioitaessa.

(Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakenta-
misessa. 2003, 103.)

P3-luokan pientalojen ulkoseinävaatimuksissa ei edellytetä palomuuria, kun raken-
nukset sijaitsevat samalla tontilla ja niiden yhteenlaskettu kerrosala ei ylitä 1600 m^2
(tai yksikerroksisin rakennuksin 2400 m^2). Mikäli kerrosalan määrä on tontilla suu-
rempi, tulee rakennukset ryhmitellä enintään 1600 m^2 (tai yksikerroksisena 2400 m^2)
ryhmiin ja ryhmät erotetaan vähintään 8 m etäisyydellä tai palomuurilla. Kuviossa 3
on esitetty rakennusten ulkoseinien osastointivaatimukset, kun rakennukset sijaitse-
vat samalla tontilla ja lähellä toisiaan.

(Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakenta-
misessa. 2003, 104.)



Kuvio 3. Pientalojen ulkoseinien osastointivaatimuksia, kun rakennukset sijaitsevat samalla tontilla. Tapaus 1: rakennukset kiinni toisissaan, 2: talojen etäisyys 0-4m, 3: talojen etäisyys 4-8m, 4: etäisyys yli 8 m. Kyseessä olevissa tapauksissa ei velvoiteta palomuuria, vaan EI 30-luokan osastointia. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 104.)

P3-paloluokan pientalojen ulkoseinävaatimukset edellyttävät palomuuria, kun rakennukset sijaitsevat eri tonteilla ja ovat lähekkäin tai kiinni toisissaan. Palomuurin saa tehdä P3-luokan rakennuksessa myös muusta, kuin A1-luokan materiaalista. Palomuurin on kestävä siihen liittyvien rakennusten sortuminen.

(Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 105)

Paloturvallisuutta ajatellen yksi palomuri rakennusten välillä riittää, mutta rakennusten välinen yhteinen palomuri vaatii rakennusrasitteen perustamista. Mikäli rasitesopimusta ei ole, tulee kummankin tontin rakentaa oma palomuri. Rajalla olevan seinän ikkuna edellyttää myös rakennusrasitteen perustamista.

(Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 102)

Ympäristöopas 39 kertoo rakennusrasitteesta:

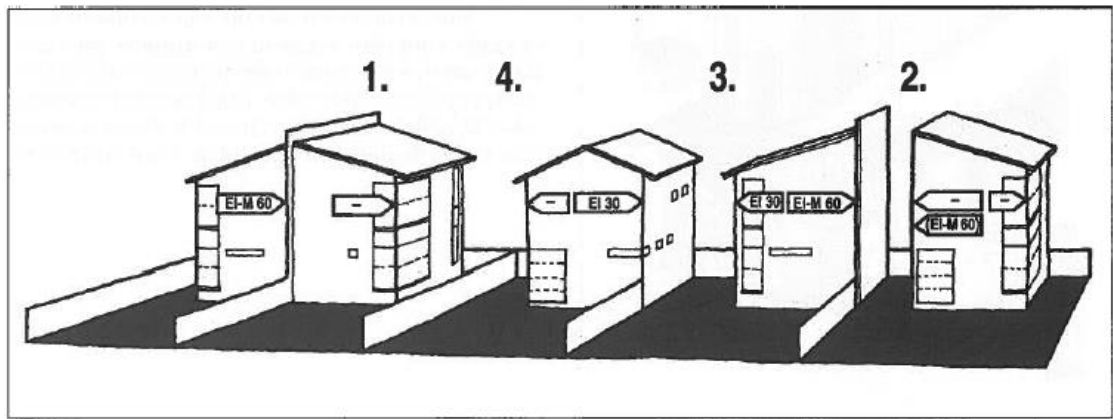
Tonttia varten voidaan perustaa rakennusrasite. Se on toista kiinteistöä rasittava pysyvä oikeus muun muassa tehdä ovi tai muu aukko naapuritontin rajalla olevaan seinään tai jättää palomuuuri rakentamatta. Rasitteen perustaminen edellyttää, että asianomaisten kiinteistöjen omistajat ovat siitä sopineet. Rakennusrasitteen perustamista ja myös poistamista anotaan kirjallisesti. Lainvoimaiseksi tullut rasite merkitään kiinteistörekisteriin ja se säilyy voimassa myös tontin vaihtaessa omistajaa. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 102)

P3-paloluokan pientalojen ulkoseinävaatimukset edellyttävät palomuuria EI-M 60, kun rakennukset ovat yhdessä. Rakennusten etäisyyden ollessa 0-4 m tulee toisen rakennuksen ulkoseinänä olla palomuuuri EI-M 60. Mikäli se on suunniteltu molemminpuolista paloa vastaan, ei toisen rakennuksen seinällä ole vaatimusta. Jos palomuuuri onkin suunniteltu vain sisäpuolista paloa vastaan, tällöin molempiin rakennuksiin tulee sama vaatimus. Kuviossa 4 on esitetty rakennusten ulkoseinien osastointivaatimukset, kun rakennukset sijaitsevat eri tonteilla ja lähellä toisiaan. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 105)

Ympäristöopas 39:n maininta palomuurin ikkunoista:

Talojen etäisyys 0-4 m:

Palomuurissa ei tavallisia ikkunoita. Jos ikkunat tehdään kiinteinä E 60-luokkaisina lasitiilestä tai kirkkaasta palolasista, saa palomuuriin tehdä enintään 2 m²:n kokoisia ikkunoita silloin, kun muuri on yli 1,5 metriä tontin rajasta. Eristävällä palolasilla ei etäisyysrajoitusta ole. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 106.)



Kuvio 4. Pientalojen ulkoseinien osastointivaatimuksia, kun rakennukset sijaitsevat eri tonteilla. Tapaus 1: rakennukset kiinni toisissaan: EI-M 60, 2: talojen etäisyys 0-4m: EI-M 60, 3: talojen etäisyys 4-8m: osastointivaatimus molempien rakennusten ulkoseinä EI 30, 4: etäisyys yli 8 m: ei vaatimuksia. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 105)

3.3 Autosuojaa koskevat osastointivaatimukset

Suomen rakentamismääräyskokoelman E4 ”Autosuojien paloturvallisuus, ohjeet, 2005” mukaan muun rakennuksen yhteydessä oleva autosuoja rakennetaan erilliseksi palo-osastoksi. Erillisen autosuojarakennuksen etäisyydestä saman tontin rakennukseen kerrotaan seuraavaa:

Erillisen autosuojan riittävä etäisyys toisesta rakennuksesta ilman erityistoimenpiteitä on vähintään 8 metriä, enintään 60 m²:n suojan vähintään 4 metriä.

Jos etäisyys on edellä mainittuja pienempi, rakennuksia tarkastellaan palotekniseltä kannalta yhtenä rakennuksena.
(Suomen rakentamismääräyskokoelma. E4. 2005.)

Ohjeistus koskien erillisen autosuojarakennuksen etäisyyttä eri tontin rakennukseen:

Jos erillisen autosuojan etäisyys naapuritontin rakennuksesta on alle 8 metriä, tulee rakenteellisin tai muin keinoin huolehtia palon leviämisen rajoittamisesta (E1 kohta 9.1.2).
(Suomen rakentamismääräyskokoelma. E4. 2005.)

Avoimeen autosuojaan suhtaudutaan samalla tavalla kuin autotalliin. Sen sijaitessa neljä metriä lähempänä saman tontin rakennusta, tulee se palo-osastoida erilleen siitä. Autosuojienkin kohdalla tontin raja on määräävä tekijä. Autosuojan (vaikka se olisi kooltaan alle 60 m²) sijaitessa alle 8 m päässä toisen tontin rakennuksesta tulee palon leviämisen rajoittamiseksi rakentaa palo-osastointi tai palomuuuri samoilla etäisyysperiaatteilla, kuin pientalojen kohdalla.

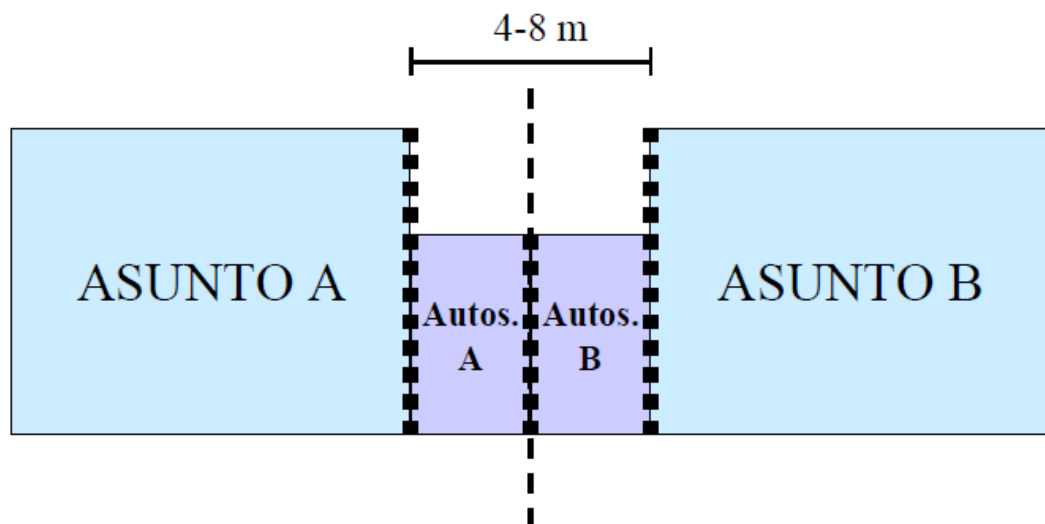
(Rahikainen, J., Sandberg, R., Hurme, K., Itävalko, K., Riikonen, H., Rekonen, I., Suokas, J., Teppo, M. Kahden lähekkäin rakennettavan pientalon paloturvallisuuden tulkintoja. 2009, 3. Viitattu 27.2.2015.

http://www.satapelastus.fi/material/attachments/hallintokunnat/satakunnanpelastuslaitos/ohjeetjalomakkeet/paloturvallisuus/autosuoja/5wUO8WJLt/lahelle_rakentaminen_2009.pdf.)

Kuviossa 5 havainnollistava esimerkki tilanteesta, jossa asuinrakennus A ja autosuoja A (pienempi kuin 60 m²) ovat omalla tontillaan ja asuinrakennus B ja autosuoja B (pienempi kuin 60 m²) ovat omalla tontillaan ja tonttien raja kulkee autosuojien A ja B välissä. Asuinrakennusten välinen etäisyys on alle 8 m ja autosuojat ovat kiinni toisissaan. Asuinrakennusten seinät osastoidaan vesikattorakenteeseen asti EI 30-luokkaan molemminpuolista paloa vastaan, koska ne sijaitsevat alle 8 metrin etäisyydellä toisistaan. Autosuojat ovat kiinni toisissaan, joten niiden välinen seinä osastoidaan palomuurilla EI-M 60.

(Rahikainen, J., Sandberg, R., Hurme, K., Itävalko, K., Riikonen, H., Rekonen, I., Suokas, J., Teppo, M. Kahden lähekkäin rakennettavan pientalon paloturvallisuuden tulokintoja. 2009, 35. Viitattu 27.2.2015.

http://www.satapelastus.fi/material/attachments/hallintokunnat/satakunnanpelastuslaitos/ohjeetjalomakkeet/paloturvallisuus/autosuoja/5wUO8WJLt/lahelle_rakentaminen_2009.pdf.)



Kuvio 5. Rakennukset eri tonteilla.

(Rahikainen, J., Sandberg, R., Hurme, K., Itävalko, K., Riikonen, H., Rekonen, I., Suokas, J., Teppo, M. Kahden lähekkäin rakennettavan pientalon paloturvallisuuden tulokintoja. 2009, 35. Viitattu 27.2.2015.)

3.4 Tuotanto- ja varastorakennuksia koskevat osastointivaatimukset

Suomen rakentamismääräyskokoelma E2 ”Tuotanto- ja varastorakennuksien paloturvallisuus” määrittää merkittävien palovahinkojen estämiseksi suuret tuotanto- ja varastorakennukset jaettavaksi pinta-alaltaan rajoitettuihin palo-osastoihin, mikä tarkoittaa niin sanottua pinta-alaosastointia, joka toteutetaan palomuurilla (ks. liite 1). Tuotanto- ja varastorakennusten kerrosalaa ja henkilömääriä ei ole rajoitettu, joten pinta-alaosastointi jakaa suuria tuotanto- ja varastorakennuksia paloluokittain palovaarallisuusluokan ja suojaustason mukaisesti.

(Suomen rakentamismääräyskokoelma. E2. 2005.)

Taulukossa 6 on esitetty osastojen suurin sallittu koko pinta-alaosastoinnissa. Tuotanto ja varastorakennukset jaetaan kahteen palovaarallisuusluokkaan. Palovaarallisuusluokka 1 pitää sisällään toiminnat, johon liittyy vähäinen tai kohtuullinen palovaara. Palovaarallisuusluokka 2 sisältää toiminnat, johon liittyy huomattava tai suuri palovaara tai mahdollisesti räjähdysvaara. Suojaustaso tarkoittaa pelastus- ja sammutustyövälineiden varustelun tasoa. Suojaustasoon 1 kuuluu tavallinen sammutuskalusto, sekä tarvittaessa tehostettu alkusammutuskalusto. Suojaustaso 2 saavutetaan paikallisesti tai hätäkeskukseen automaattisesti ilmoittavalla paloilmittimella, sekä suojaustason 1 mukaisella alkusammutuskalustolla. Suojaustasossa 3 vaaditaan automaattinen sammutuslaitteisto, sekä suojaustason 1 mukainen alkusammutuskalusto.

(Suomen rakentamismääräyskokoelma. E2. 2005.)

Taulukko 6. Osastojen suurin sallittu koko pinta-alaosastoinnissa. (Suomen rakentamismääräyskokoelma. E2. 2005. Taulukko 1)

Sarake	TAULUKKO OSASTOJEN SUURIN SALLITTU KOKO PINTA-ALAOSASTOINNISSA					
	P1			P2		P3
	1 kerros	2-3 kerrosta	yli 3 kerrosta	1 kerros	2 kerrosta	1 kerros
	1	2	3	4	5	6
Palovaarallisuusluokka 1						
- suojaustaso 1	6000 m ²	4000 m ²	3000 m ²	4000 m ²	2000 m ²	2000 m ²
- suojaustaso 2	12000 m ²	6000 m ²	4500 m ²	6000 m ²	4000 m ²	4000 m ²
- suojaustaso 3	harkinnan mukaan	harkinnan mukaan	harkinnan mukaan	harkinnan mukaan	12000 m ²	12000 m ²
Palovaarallisuusluokka 2						
- suojaustaso 1	2000 m ²	1000 m ²	750 m ²	1000 m ²	<i>ei sallittu</i>	<i>ei sallittu</i>
- suojaustaso 2	4000 m ²	2000 m ²	1500 m ²	2000 m ²	<i>ei sallittu</i>	<i>ei sallittu</i>
- suojaustaso 3	harkinnan mukaan	harkinnan mukaan	harkinnan mukaan	harkinnan mukaan	<i>ei sallittu</i>	2000 m ²
Taulukon huomautus:	Pinta-alat lasketaan kuten huoneistoala. Kellarien osastointi harkinnan mukaan.					

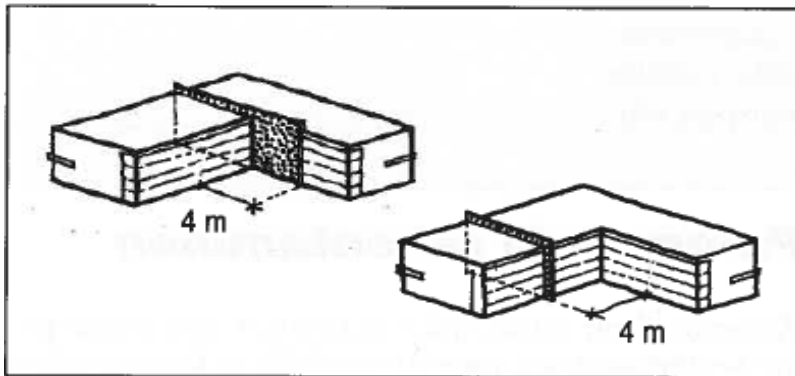
Taulukossa 7 on esitetty osastoivien rakennusosien luokka pinta-alaosastoinnissa. Huomioitavaa on, että pinta-alaosastointi palovaarallisuusluokan ollessa 1 ja suojaustason 1 tai 2 tulee P3-paloluokan tuotanto- ja varastorakennuksissa palomuri olla, poiketen muista P3-paloluokan rakennuksista, luokkaa EI-M 90 ja se edellytetään rakennettavan A1-luokan tarvikkeista.

Taulukko 7. Osastoivien rakennusosien luokka pinta-alaosastoinnissa. (Suomen rakentamismääräyskokoelma. E2. 2005. Taulukko 2)

	TAULUKKO OSASTOIVIEN RAKENNUSOSIEN LUOKKA PINTA-ALAOSASTOINNISSA		
	P1	P2	P3
Palovaarallisuusluokka 1			
- suojaustaso 1 ja 2	EI-M 90	EI-M 90	EI-M 90
- suojaustaso 3	EI-M 60	EI-M 60	EI-M 60
Palovaarallisuusluokka 2			
- suojaustaso 1 ja 2	EI-M 120	EI-M 120	<i>ei sallittu</i>
- suojaustaso 3	EI-M 60	EI-M 60	EI-M 60
Taulukon merkintä:		= Edellytetään A1-luokan tarviketta.	

3.5 Palomuurin sijoitus, ylitys ja ulotus.

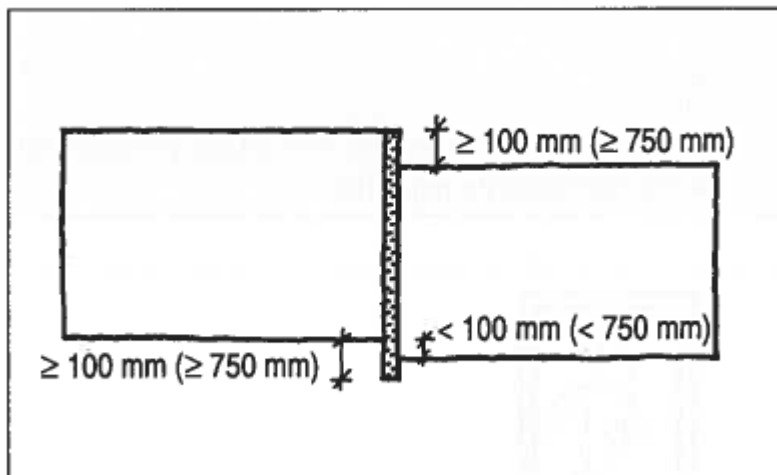
Yleensä palomuuria ei tulisi suunnitella rakennettavaksi rakennusmassan sisänurkkaan, jos ulkoseinät molemmin puolin nurkkia eivät täytä luontevasti palomuurin vaatimuksia. Riittävä etäisyytenä pidetään 4 metriä, kuten kuviossa 6 on esitetty. Nurkan ollessa tylpempi kuin 135°, tehdään palomuri kuten suoraan seinään kuvioiden 7, 8 tai 9 osoittamalla tavalla. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 108.)



Kuvio 6. Palomuri rakennusmassan sisänurkassa. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 108.)

Kuvassa 7 palomuurin ulotus seinälinjan ohi vähintään 100 mm ja palokuorman ylittäessä 1200 MJ/m^2 (P1-paloluokan ja P2-paloluokan 3-8 kerroksissa rakennuksissa), joka on merkitty kuvioon 7 suluissa, vähintään 750 mm.

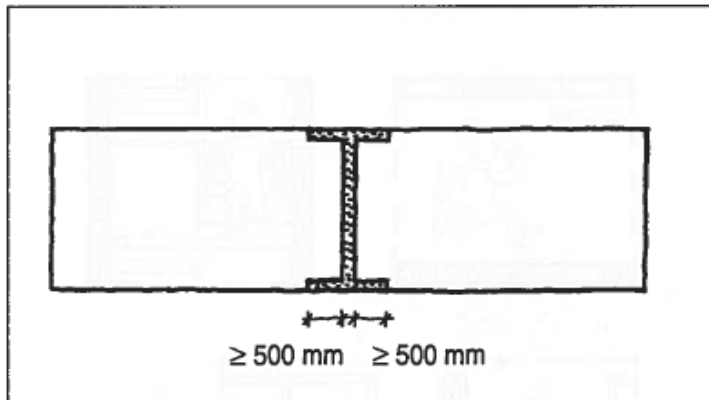
(Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 109.)



Kuvio 7. Palomuurin ulotus seinälinjan ohi. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 109.)

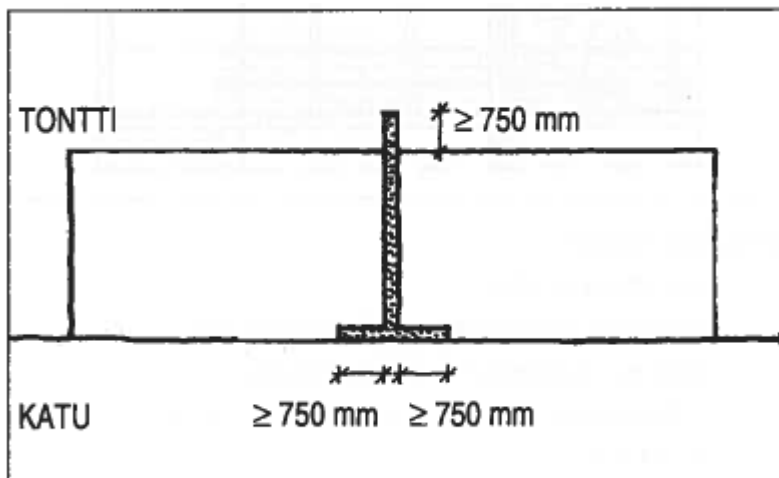
On myös mahdollista käyttää kuvion 8 mukaista seinälinjan suuntaista katkoa, mikäli ei haluta tai pystytä toteuttamaan palomuurin ulotusta seinälinjan ohi. Seinän suuntaisen katkon leveys on 500 mm molempiin suuntiin enintään 1200 MJ/m² palokuormaryhmässä ja katkon luokka on vähintään EI 60.

(Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 109.)



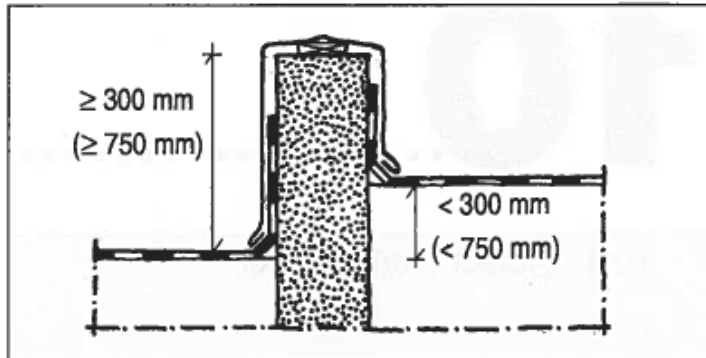
Kuvio 8. Seinälinjan suuntainen katko. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 109.)

Yli 1200 MJ/m² palokuormaryhmässä seinän suuntaista katkoa suositellaan vain sellaisiin kohtiin, joissa seinälinjan ohitus ei ole mahdollista toteuttaa, kuten kuviossa 9 rakennettaessa katuun kiinni. Tässä tapauksessa katkon leveys 750 mm ja vähintään luokkaa EI 60. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 109.)



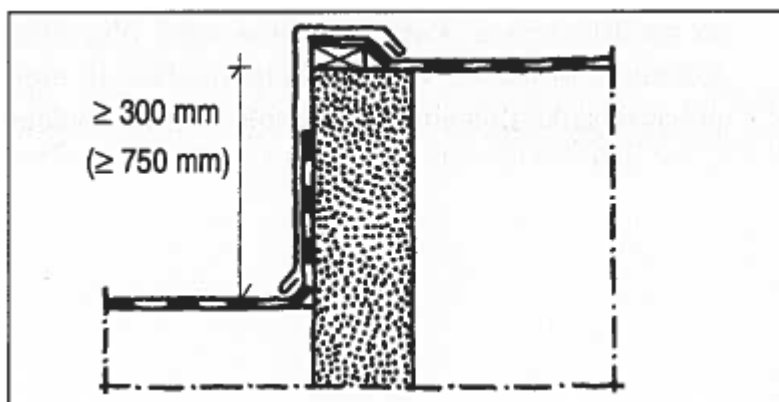
Kuvio 9. Seinälinjan suuntainen katko yli 1200 MJ/m² palokuormaryhmässä. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 109.)

Vesikaton rakenteet ja eristeet tulee katkaista palomuurin kohdalta. Mikäli tarvikkeet ovat vähintään luokkaa A2-s1, d0, ei katkoa tarvita. Vesikattojen korkeuseron ollessa kuvion 10 osoittamalla tavalla pienempi kuin 300 mm, palomuuuri ulotetaan vähintään 300 mm katteen yläpuolelle. Tämä on myös korvattavissa riittävällä vaakakatolla. Kuvassa 10 sulussa osoitetut mitat ovat yli 1200 MJ/m² palokuormaryhmälle. (Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)



Kuvio 10. Palomuuuri vesikatolla ylityksen ollessa alle 300 mm. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 109.)

Vedeneristyksen järjestämisen takia ylitys on käytännössä yleensä yli 300 mm, kuten kuvassa 11 on tilannetta havainnollistettu. Kuviossa 11 sulussa esitetty mitta on yli 1200 MJ/m² palokuormaryhmälle, jolloin palomuuuri ulotetaan vähintään 750 mm katteen yläpuolelle. Korotusta ei yleensä ole korvattavissa vaakakatolla. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 109; Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)



Kuvio 11. Palomuuuri vesikatolla ylityksen ollessa yli 300mm. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 109.)

4 Palomuurin suunnittelu

4.1 Palomuurin suunnittelun lähtökohdat

Palomuri, eli seinä, joka estää määrätyn ajan palon leviämisen sen toiselle puolelle, pitää tiiveytensä, sekä eristävyytensä ja kestää siihen liittyvien rakennusten tai niiden osien sortumisen. Merkintä M tarkoittaa mekaanista lujuutta, joka rakennustuotteissa voidaan todeta polttokokeen yhteydessä tehtävällä iskukokeella standardin SFS-EN 1363-2:1999 Fire resistance tests: Part 2: alternative and additional procedures (1/2000) (lisävaatimukset) mukaan. Suunniteltaessa palomuuria on huomioitava riittävä lujuus ja tarvittava tuenta liittyviin rakenteisiin.

(Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 107.)

Kappaleessa 2.4 Rakennusosien ja –tarvikkeiden paloluokitukset mainitaan, että rakennusosien palonkestävyysvaatimuksen täyttyminen osoitetaan joko kokeellisesti, laskennallisesti, yhdistämällä koe- ja laskennalliset tulokset tai käyttämällä hyväksyttävää taulukkomitoitusta. Pääsääntöisesti osastoivuus osoitetaan kokeellisesti. Poikkeuksena ovat betoniseinät ja -laatat sekä muuratut seinät, joiden minimipaksuuksia on taulukoitu eri palonkestoluokkiin (EN 1992-1-2, EN 1996-1-2). Lisäksi tiettyjen puu-rankaseinien osastoivuus voidaan osoittaa laskennallisesti (EN 1995-1-2 sekä kansallinen liite). Kantavuus voidaan osoittaa millä tahansa neljästä palonkestävyyden osoittamisvaihtoehdosta. Kantavien rakenteiden palomitoitukseen voidaan käyttää Eurocode-standardeja yhdessä ympäristöministeriön vahvistamien kansallisten liitteiden kanssa.

(Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.)

Eurocodin palotilanteen kuormia koskeva osa prEN 1991-1-2 antaa M luokkavaatimuksen täyttämiseksi palomuurin suunnitteluun testausstandardin EN 1363-2 mukaisen vaakasuoran iskuenergian arvon 3000 Nm. Betonirakenteisen palomuurin suunnitteluohjeet pohjautuvat eurocode prEN 1992-1-2 taulukkomitoitusosien minimimittoihin ja muuratulla rakenteella toteutettavan palomuurin suunnitteluohjeet perustuvat muurattuja rakenteita koskevaan eurocode prEN 1996-1-2 taulukkomitoitusosien minimimittoihin.

(Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 108.)

4.2 Betonirakenteisen palomuurin suunnittelu

Eurokoodi SFS-EN 1992-1-2 ja Suomen kansallinen liite esittää taulukkomitoituksen normaalipainoiselle betonille. Leikkaus- ja vääntökestävyyden, ankkurointiyksityiskohtien ja lohkeilun suhteen ei tarvita lisätarkisteluja käytettäessä taulukkoja. Lohkeilun suhteen ovat poikkeuksena seuraavat säännöt: korkealujuusbetonilla lujuuteen C80/95 asti saa silikaa olla enintään 6 paino-% sementin määrästä. Jos korkealujuusbetonissa silikaa on yli 6 paino-% sementin määrästä ja lujuusluokalla C90/105 aina, on käytettävä ainakin yhtä Suomen kansallisessa liitteessä hyväksytyistä kolmesta menetelmästä: hyväksytty betonityyppi, suojakerrokset tai polypropyleenikuidut.

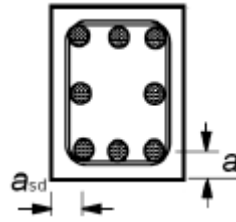
(Elementtisuunnittelun eurokoodin SFS-EN 1992-1-2 ja Suomen kansallisen liitteen mukaisen taulukkomitoituksen pdf- dokumentti. 2010. Viitattu 25.3.2015.

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/palonkesto/taulukkomitoitus>)

Kantavien seinien vähimmäismitat ovat taulukon 8 mukaiset. Taulukkomitoitus perustuu palotilanteen mitoituskuormien pienennyskertoimen $\eta_{fi} = E_{d,fi}/E_d$ arvoon 0,7 (hyväksikäyttöaste palossa, eli palotilanteen kuormilla lasketun seinäkuorman suhde seinän kestävyysmitoitussarvoon normaalilämpötilassa, varmalla puolella olevana arvona voidaan aina käyttää 0,7), joka on varmalla puolella oleva likiarvo, joten palotilanteen kuormitustasoa ei tarvitse tarkistaa. Mikäli rakenne ei ole täysin kuormitettu voidaan valita pienemmän hyväksikäyttöasteen sarake ja pienentää raudoituksen keskiöetäisyysvaatimusta määrittämällä teräksen jännitys palotilanteessa. Taulukkomitoituksessa annettu raudoituksen keskiöetäisyys on suoraan nimellisarvo, johon ei lisätä toleranssivaraa. Taulukkoarvojen välillä saa interpoloida. Esimerkki merkinnöistä kuvion 12 mukaisesti.

(Elementtisuunnittelun eurokoodin SFS-EN 1992-1-2 ja Suomen kansallisen liitteen mukaisen taulukkomitoituksen pdf- dokumentti. 2010. Viitattu 25.3.2015.

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/palonkesto/taulukkomitoitus>)



Kuvio 12. Raudoituksen keskiöetäisyys poikkileikkauksessa. Esimerkkinä pilarin poikkileikkaus, jossa a kuvaa raudoituksen keskiöetäisyyttä. (Elementtisuunnittelun eurokoodin SFS-EN 1992-1-2 ja Suomen kansallisen liitteen mukaisen taulukkomitoituksen pdf-dokumentti. 2010. Viitattu 25.3.2015.

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/palonkesto/taulukkomitoitus>)

Taulukko 8. Kantavien betonirakenteisien seinien vähimmäismitat (Elementtisuunnittelun eurokoodin SFS-EN 1992-1-2 ja Suomen kansallisen liitteen mukaisen taulukkomitoituksen pdf-dokumentti. 2010. Viitattu 25.3.2015.

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/palonkesto/taulukkomitoitus>)

Standardi-palon-kestävyys	Vähimmäismitat (mm)			
	Seinän paksuus / keskiöetäisyys			
	$\mu_{fi} = 0,35$		$\mu_{fi} = 0,7$	
	altistus toiselta puolelta	altistus molemmilta puolin	altistus toiselta puolelta	altistus molemmilta puolin
1	2	3	4	5
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

* Tavallisesti standardin EN 1992-1-1 edellyttämä betonipeitteen paksuus on määräävä.

Kantavia seiiniä tehtäessä korkealujuusbetonista, lisätään taulukosta saatavaan vähimmäispaksuuteen toiselta puolelta altistetuilla seinillä $0,3a$ ja molemmilta puolilta altistetuilla seinillä $0,6a$, missä a on taulukon mukainen raudoituksen keskiöetäisyysvaatimus.

(Elementtisuunnittelun eurokoodin SFS-EN 1992-1-2 ja Suomen kansallisen liitteen mukaisen taulukkomitoituksen pdf-dokumentti. 2010. Viitattu 25.3.2015.

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/palonkesto/taulukkomitoitus>)

Betonirakenteisen palomuurin iskunkestävyysvaatimus M täyttyy, kun taulukossa olevien vaatimusten lisäksi raudoituksen keskiöetäisyys on vähintään 25 mm ja seinän paksuus vähintään: 200 mm raudoittamaton seinä, tai 140 mm raudoitettu kantava seinä, tai 120 mm raudoitettu ei-kantava seinä. Seinän korkeuden suhde seinän paksuuteen ei saa ylittää 40.

(Elementtisuunnittelun eurokoodin SFS-EN 1992-1-2 ja Suomen kansallisen liitteen mukaisen taulukkomitoituksen pdf- dokumentti. 2010. Viitattu 25.3.2015.

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/palonkesto/taulukkomitoitus>)

4.3 Muuratulla rakenteella rakennettavan palomuurin suunnittelu

Kansallinen liite standardiin SFS EN 1996-1-2 Eurokoodi 6 – Muurattujen rakenteiden suunnittelu Osa 1-2: Yleiset säännöt - Rakenteiden palomitoitus antaa taulukkomitoitusosissaan minimimitat muuratuista rakenteista (poltetut tiilet, kalkkihiekkatiilet ja -harkot, kevytrunkoainebetoniharkot, höyrykarkaistut kevytbetoniharkot ja betoniharkot) rakennettavalle palomuurille.

(Kansallinen liite standardiin SFS EN 1996-1-2. Eurokoodi 6 – Muurattujen rakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt - Rakenteiden palomitoitus. 2009. Viitattu 25.3.2015)

Taulukkomitoitusosien minimimitat edellyttävät muurauskappaleiden kuuluvan sen osoittamaan aukkoryhmään (eli muurauskappaleiden ryhmittely aukkojen suhteellisen pinta-alan, aukkojen koon niiden lopullisessa rakenteessa olevan suunnan perusteella aukkoryhmään 1,2,3 tai 4.), muurauslaasti on taulukon osoittamaa, bruttokuivatiheyden oltava taulukkomitoituksen skaalan mukainen ja α , eli lämpöpitene- miskerroin oltava enintään 1,0. Muurauskappaleiden tulee täyttää sille annetun standardin vaatimukset ja edellä mainitut tiedot kuten aukkoryhmä, bruttokuivatiheys ja lämpöpitene- miskerroin ovat tarkistettavissa tuotteiden CE-merkinnästä, tai suoraan valmistajalta. Valmistajilta löytyy yleensä selkeät koonnit tuotteiden soveltu- vuuksista (ks. liite 3).

(Kansallinen liite standardiin SFS EN 1996-1-2. Eurokoodi 6 – Muurattujen rakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt - Rakenteiden palomitoitus. 2009. Viitattu 25.3.2015)

Standardin EN 771-1 mukaisista poltetuista tiilistä rakennettavan palomuurin taulukkomitoituksen minimiarvot taulukossa 9.

Taulukko 9. Poltetusta tiilestä tehtyjen osastoivien kantavien ja ei-kantavien (kriteeri REI-M ja EI-M) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa. (Kansallinen liite standardiin SFS EN 1996-1-2. Eurokoodi 6 – Muurattujen rakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt - Rakenteiden palomitoitus. 2009. Taulukko N.B.1.5 (FI). Viitattu 25.3.2015)

rivinumero	materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys ρ [kg/m ³]	seinän minimipaksuus t_F (mm)					
		palonkestävyysluokassa REI-M ja EI-M eri palonkestävyyssajoilla $t_{E,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1S	Aukkoryhmän 1S muurauskappaleet						
1S.1	yleis- tai ohutlaasti $1000 \leq \rho \leq 2400$						
1S.1.1	$\alpha \leq 1,0$	235	235	235	300	350	-
1	Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet						
1.2	yleis- tai ohutlaasti $800 \leq \rho \leq 2400$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	235	235	235	300	350	-

Standardin EN 771-2 mukaisista kalkkihiekkatiilistä ja -harkoista rakennettavan palomuurin taulukkomitoituksen minimiarvot taulukossa 10.

Taulukko 10. Kalkkihiekkatiilestä ja -harkoista tehtyjen osastoivien kantavien ja ei-kantavien (kriteeri REI-M ja EI-M) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa. (Kansallinen liite standardiin SFS EN 1996-1-2. Eurokoodi 6 – Muurattujen rakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt - Rakenteiden palomitoitus. 2009. Taulukko N.B.2.5 (FI). Viitattu 25.3.2015)

rivinumero	materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys ρ [kg/m ³]	seinän minimipaksuus t_F (mm)					
		palonkestävyysluokassa REI-M ja EI-M eri palonkestävyyssajoilla $t_{E,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1S	Aukkoryhmän 1S muurauskappaleet						
1S.1	yleis- tai ohutlaasti $1700 \leq \rho \leq 2400$						
1S.1.1	$\alpha \leq 1,0$	235	235	235	300	350	-
1	Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet						
1.1	yleis- tai ohutlaasti $1400 < \rho \leq 2400$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	235	235	235	300	350	-

Standardin EN 771-3 mukaisista normaali- ja kevytrunkoaineisista betoniharkoista rakennettavan palomuurin taulukkomitoituksen minimiarvot taulukossa 11.

Taulukko 11. Normaali- ja kevytrunkoaineisista betoniharkoista tehtyjen osastoivien kantavien ja ei-kantavien (kriteeri REI-M ja EI-M) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa. (Kansallinen liite standardiin SFS EN 1996-1-2. Eurokoodi 6 – Muurattujen rakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt - Rakenteiden palomitoitus. 2009. Taulukko N.B.3.5 (FI). Viitattu 23.5.2015)

rivinumero	materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys ρ [kg/m ³]	seinän minimipaksuus t_F (mm) palonkestävyysluokassa REI-M ja EI-M eri palonkestävyyssajoilla $t_{E,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1	Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet yleis-, ohut- tai kevytlaasti						
1.1	kevyt runkoaine $400 < \rho \leq 1600$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	240	240	300	300	350	-
1.2	normaali runkoaine $1200 < \rho \leq 2400$						
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	200	200	240	300	350	-

Standardin EN 771-4 mukaisista höyrykarkaistuista kevytbetoniharkoista rakennettavan palomuurin taulukkomitoituksen minimiarvot taulukossa 12.

Taulukko 12. Höyrykarkaistuista kevytbetoniharkoista tehtyjen osastoivien kantavien ja ei-kantavien (kriteeri REI-M ja EI-M) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa. (Kansallinen liite standardiin SFS EN 1996-1-2. Eurokoodi 6 – Muurattujen rakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt - Rakenteiden palomitoitus. 2009. Taulukko N.B.4.5 (FI). Viitattu 25.3.2015)

rivinumero	materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys ρ [kg/m ³]	seinän minimipaksuus t_F (mm) palonkestävyysluokassa REI-M ja EI-M eri palonkestävyyssajoilla $t_{E,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1	Aukkoryhmän 1 ja 1S muurauskappaleet						
1.1	ohutlaasti, laastia pysty- ja vaakasaumoissa $350 < \rho \leq 450$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	300	300	300	325	375	-
1.2	ohutlaasti, laastia pysty- ja vaakasaumoissa $450 < \rho \leq 1000$						
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	240	240	240	300	350	-

4.4 Puurakenteisen palomuurin suunnittelu

Puurakenteiselle palomuurille ei ole olemassa Eurocode-standardeihin pohjautuvia taulukkomitoitusosia. Puuinfon teknisen asiantuntijan Tero Lahtelan mukaan puurakenteiselle palomuurille ei ole olemassa myöskään valmiita rakennetyyppejä. Hän kertoo, että muilla materiaaleilla kuin betonilla, palomuurin hyväksyttävyyys perustuu hyvin pitkälti laboratoriotestaukseen (tiiviyys, eristävyys, kantavuus, iskunkestävyys). (Lahtela, T. 2015. Puuinfo, tekninen asiantuntija. Sähköpostikeskustelu. 5.3.2015.)

Puurakenteisen palomuurin laskennallisen mitoituksen ongelmana on, että eurokoodin palomitoitusmenetelmät löytyvät kantavuuden (R), tiiviiden (E) ja eristävyden (I) osoittamiseen, mutta se ei ota kantaa iskunkestävyyden (M) osoittamiseen. Lahtela kertoo puurakenteisen palomuurin laskennallisesta mitoituksesta: ”Periaatteessa, jos pystyy mitoittamaan palomuurin iskunkestävyyden liitteessä (Rakenteiden palotestaus eurooppalaisilla menetelmillä, VTT, Outinen, Kajastila, Oksanen, 2007.) olevalle iskuenergialle (3000 Nm), niin asian pitäisi tältä osin olla kunnossa. R- ja EI-vaatimuksen pystyy todistamaan eurokoodin palomitoitusmenetelmillä.”

(Lahtela, T. 2015. Puuinfo, tekninen asiantuntija. Sähköpostikeskustelu. 5.3.2015; Ala-Outinen, T., Kajastila, R., Oksanen, T. VTT. Rakenteiden palotestaus eurooppalaisilla menetelmillä. 2007.)

Ympäristöoppaan 39 sivu 109 kertoo seuraavaa: ”Palomuri pientaloon: Palomuurin luokkavaatimus P3-luokan rakennuksissa on EI-M 60. Palomuurit tehdään yleensä kiviaineksista, mutta on myös mahdollista tehdä se palavasta materiaalista” (ks. liite 2). Jyväskylän kaupungin rakennusvalvonnan lupainsinööri Antti Kalliola kertoo, että palomuurit ovat tehty pääsääntöisesti aina kiviainesrakenteisena. P3-luokan rakennuksiin on kuitenkin rakennusvalvonnan viranomaisen harkinnan mukaisesti mahdollista suunnitella ja rakentaa palomuri myös esimerkiksi puurakenteisena, mikäli suunnittelija pystyy osoittamaan palomuurin täyttävän luokkavaatimuksen REI-M 60 tai EI-M 60.

(Kalliola, A. 2015. Jyväskylän kaupungin rakennusvalvonta, lupainsinööri. Puhelinkeskustelu, 13.3.2015.)

Paloteknisen insinööritoimiston Markku Kauriala Oy:n aluepäällikkö, Päivi Myllylä kertoo, että puurakenteisen palomuurin mitoituserusteeksi voisi ottaa iskukokeessa seinän keskelle kohdistuvan iskuenergian arvon (3000 Nm). Hänen mukaansa haastetta suunnittelulle tuo liitosten mitoitus, sekä sen vaikutuksen huomioon ottaminen, että polttokokeen yhteydessä isku tehdään kolme kertaa, jolloin käytännössä viimeinen isku aiheuttaa suuremman siirtymän. Hän lisää vielä, että käytännön kohteessa palomuurin mitoitus todennäköisesti menee siten, että sovitaan paloviranomaisen kanssa käytettävä mitoituskuorma, esimerkiksi iskukokeessa annettu kuorma, ja otetaan huomioon vaaditun palonkestoajan aikana tullut hiiltymä. Laskennallisena osoituksena tämä tukee rakennusmääräyskokoelma E1:n määräystä: ”Suunnittelun perusteet, käytetyt mallit ja saadut tulokset on esitettävä rakennuslupamenettelyn yhteydessä.” Kyseinen mitoitus tukee myös Jyväskylän kaupungin rakennusvalvonnan lupainsinööri Antti Kalliolan lausuntoa, jonka mukaan on mahdollista suunnitella palomuuri myös esimerkiksi puurakenteisena, mikäli suunnittelija pystyy osoittamaan palomuurin täyttävän luokkavaatimuksen REI-M 60 tai EI-M 60.

(Myllylä, P. 2015. Palotekninen insinööritoimisto Markku Kauriala Oy, aluepäällikkö. Sähköpostikeskustelu. 13.3.2015; Kalliola, A. 2015. Jyväskylän kaupungin rakennusvalvonta, lupainsinööri. Puhelinkeskustelu, 13.3.2015.)

5 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena ollut selkeä yhteenveto P3-paloluokan palomuuereista vaati laajan tietoperustan kartoittamisen, minkä ongelmana oli löytää nykyaikaiset määräykset ja ohjeet täyttävää tietoa. Esimerkiksi edelleen käytössä oleva Ympäristöopas 39 on vuodelta 2003, eli kaikki mitä se pitää sisällään tuli tarkistaa Suomen rakentamismääräyskokoelmista (esimerkiksi Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 on vuodelta 2011) tai rakennusvalvonnasta, kuten rakennusten lähekkäin rakentamista koskevien osastointivaatimusten kohdalla.

Tilanteet, joissa palomuuria edellytetään, eli rakennusten lähekkäin rakentaminen, autosuojien, tuotanto- ja varastorakennuksien vaatimukset ovat myös pitkälti paikkakuntakohtaisia. Työn tilaajana toimiva Muurametalot Oy rakentaa ympäri suomea, eli opinnäytetyössä käytettävän tiedon piti olla nykyaikaisuuden lisäksi myös kansallisesti pätevää tietoa. Huomioitavaa on, että eri kuntien rakennusvalvonnan näkemykset poikkeavat toisistaan, vaikka tietoperustana toimivat samat lait, määräykset ja ohjeet, eli käytännöt suunnitteluun ja rakentamiseen tulee aina tarkistaa paikkakunnan rakennusvalvonnasta.

Yksi opinnäytetyön tavoitteista oli tutkia erilaisia vaihtoehtoja millaisista materiaaleista palomuurin voi mahdollisesti suunnitella ja toteuttaa. Rakentamismääräyskokoelma E1:n ”Rakennuksien paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet” ei ota kantaa mistä materiaaleista P3-paloluokassa palomuurin voi rakentaa. Työssä käsiteltiin yleisimmät palomuurissa käytetyt materiaalit, eli betonirakenne ja muurattu rakenne. Betonirakenteisen palomuurin suunnitteluohjeet pohjautuvat eurocode prEN 1992-1-2 taulukkomitoitusosien minimimittoihin ja muuratulla rakenteella toteutettavan palomuurin suunnitteluohjeet perustuvat muurattuja rakenteita koskevaan eurocode prEN 1996-1-2 taulukkomitoitusosien minimimittoihin. Nämä taulukkomitoitusosat täyttävät määräysten ja ohjeiden mukaiset kelpoisuusvaatimukset, koska ne ovat Eurooppalaisten (EN) standardien mukaisia menetelmiä.

Palomuurin yleisimmät ja käytetyimmät toteutustavat ovat betonirakenteet ja muuratut rakenteet. Näille materiaaleille löytyi selkeät ja standardien mukaiset mitoitusohjeet, joiden analysointi ei tuottanut ongelmia. Sen sijaan puurakenteisen palomuurin suunnittelun ja toteuttamisen tutkiminen muodostui ongelmalliseksi.

Lähdeaineistoa analysoidessa ja asiantuntijoiden lausunnoista kävi ilmi, ettei puurakenteisesta palomuurista ole olemassa selkeää tietoa. Esimerkiksi puurakenteisen palomuurin kantavuuden (R-vaatimus), tiiviiden ja eristävyiden (EI-vaatimus) pystyy todistamaan eurokoodin palomitoitusmenetelmillä, mutta iskunkestävyysluokituksen (M-vaatimus) täyttämistä ei ole mitoitusyökaluja saatavilla. Asiantuntijoiden lausuntojen mukaan puurakenteisen palomuurin suunnittelu ja toteuttaminen on kuitenkin mahdollista, mikäli suunnittelija pystyy osoittamaan palomuurin täyttävän sille asetetut vaatimukset ja rakennusvalvonnan viranomaisen ne tapauskohtaisen harkinnan mukaisesti hyväksyy.

Puurakenteisen palomuurin rakentaminen P3-paloluokan rakennukseen on siis päteväällä laskennallisella osoituksella ja viranomaisten hyväksynnällä mahdollista. Valitettavasti asiantuntijoilta tai valmistajilta ei löytynyt vastauksia kysymyksiin, kuten millainen puurunkoisen seinän tulisi esimerkiksi rakenteeltaan, rakennusmateriaaleiltaan ja liitoksien osalta olla, että se täyttäisi P3-paloluokassa palomuurin vaatimukset. Palomuurin pitäisi kestää iskukuorman arvo 3000 Nm ja lisäksi säilyttää myös tiiviytensä ja eristävyytensä paloa vastaan vaaditun 60 minuutin ajan, joten muun muassa palomuurin pintakerroksen tulisi olla esimerkiksi sementtikuitulevyä tai muuta vastaavaa iskua kestävä materiaalia.

Määräykset ja ohjeet kertovat, että P3-paloluokassa palomuurin voi rakentaa myös palavasta materiaaleista, mutta ei kuitenkaan opasta sen tarkemmin asiassa mihinkään. Puurakenteisen palomuurin kohdalla informaation määrä on vaillinaista, eikä selkeitä ratkaisumalleja esimerkiksi laskennalliseen osoittamiseenkaan ole olemassa. Muun muassa näihin seikkoihin tarvittaisiin selkeää linjausta ja parempaa opastusta. Paloteknisen insinööritoimiston Markku Kauriala Oy:n aluepäällikkö, Päivi Myllylä kertoi kohteesta, johon oli rakennettu puurakenteinen palomuri. Valitettavasti kyseisen palomuurin suunnittelema yritys ei vastannut tiedusteluihini. Jyväskylän kau-

pungin lupainsinööri Antti Kalliola kertoi tietävänsä erään kohteen, johon on suunnitella puurakenteinen palomuuuri, mutta ei osannut vielä kertoa asiasta enempää, koska kyseinen hanke oli vasta aluillaan. Puurakenteiset palomuurit eivät ole siis yleisiä, mutta niitä kuitenkin on olemassa.

Työlle asetetut tavoitteet täyttyivät ja kokonaisuudesta muodostui ajan tasalla oleva suunnitteluohje. Uskon työlle olevan jatkossa hyötyä, koska nykypäivänä esimerkiksi kaavoitus menee koko ajan tiiviimpään suuntaan rakentamisen osalta.

Lähteet

Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. 2011.

Suomen rakentamismääräyskokoelma. E2. 2005.

Suomen rakentamismääräyskokoelma. E4. 2005.

Ala-Outinen, T., Myllymäki, J., Baroudi, D., Oksanen, T. VTT Tiedotteita. Ruostumaton teräs tulipalolle altistetuissa rakenteissa. 2001.

RT 08-11139. Rakennusten paloluokat ja paloluokan määrittäminen. 2014.

RT 08-11142. P3-luokan rakennusten palotekniset vaatimukset. 2014.

Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003.

Elementtisuunnittelun eurokoodin SFS-EN 1992-1-2 ja Suomen kansallisen liitteen mukaisen taulukkomitoituksen pdf- dokumentti. 2010.

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/palonkesto/taulukkomitoitus>

Kansallinen liite standardiin SFS EN 1996-1-2. Eurokoodi 6 – Muurattujen rakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt - Rakenteiden palomitoitus. 2009.

Rahikainen, J., Sandberg, R., Hurme, K., Itävalko, K., Riikonen, H., Rekonen, I., Suokas, J., Teppo, M. Kahden lähekkäin rakennettavan pientalon paloturvallisuuden tulkintoja. 2009.

http://www.satapelastus.fi/material/attachments/hallintokunnat/satakunnanpelastuslaitos/ohjeetjalomakkeet/paloturvallisuus/autosuoja/5wUO8WJLt/lahelle_rakentaminen_2009.pdf.

Pieni suuri esite eristämisestä. 2013. Esite Parocin sivustolla. www.paroc.fi, dokumentit ja työkalut, esitteet.

Ala-Outinen, T., Kajastila, R., Oksanen, T. VTT. Rakenteiden palotestaus eurooppalaisilla menetelmillä. 2007.

Lahtela, T. 2015. Puuinfo, tekninen asiantuntija. Sähköpostikeskustelu. 5.3.2015.

Myllylä, P. 2015. Palotekninen insinööritoimisto Markku Kauriala Oy, aluepäällikkö. Sähköpostikeskustelu. 13.3.2015

Kalliola, A. 2015. Jyväskylän kaupungin rakennusvalvonta, lupainsinööri. Puhelinkeskustelu, 13.3.2015.

Muurametalot Oy. <http://www.muurametalot.fi>, yritys.

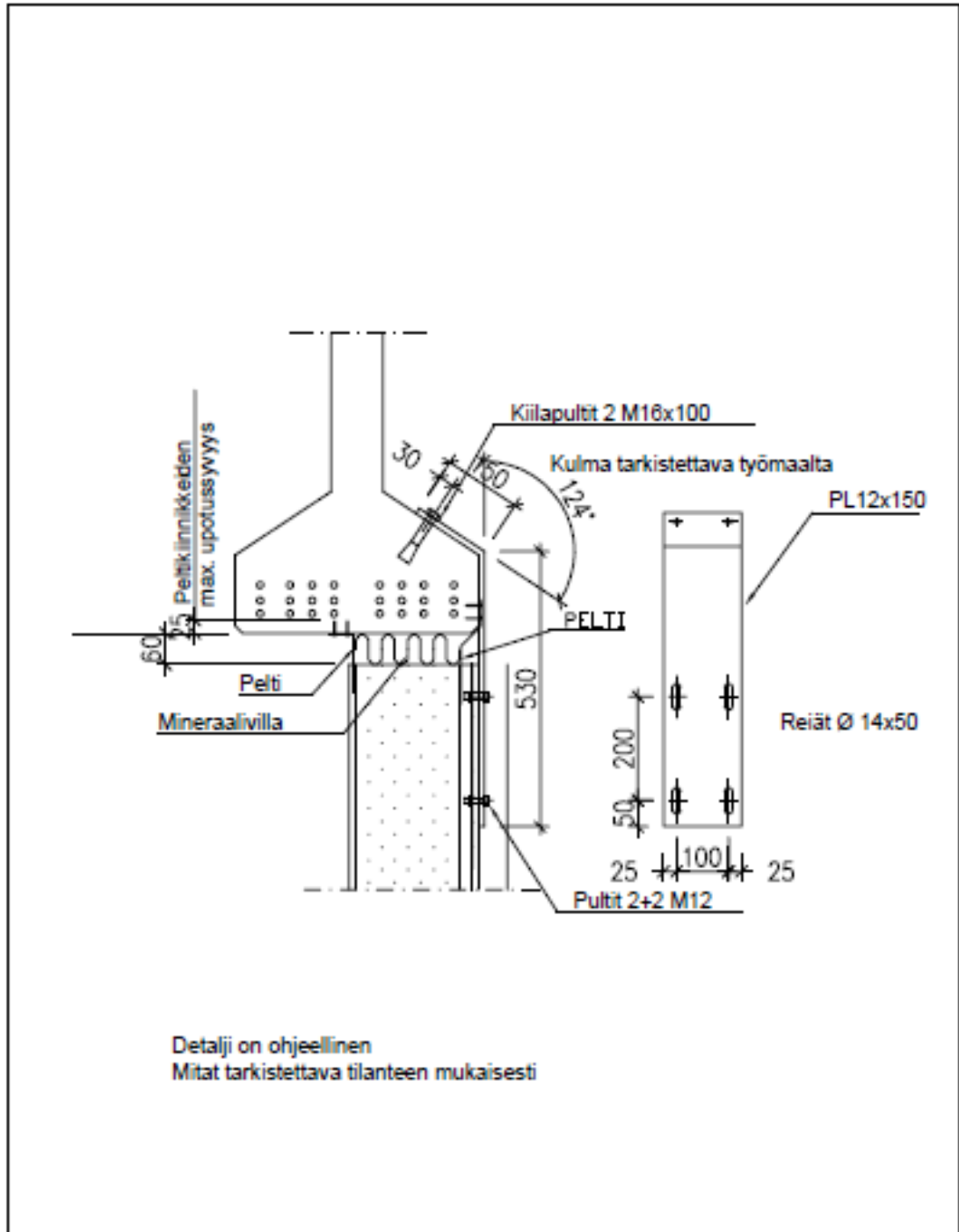
Liitteet

Liite 1. Siporex- palomuurielementti




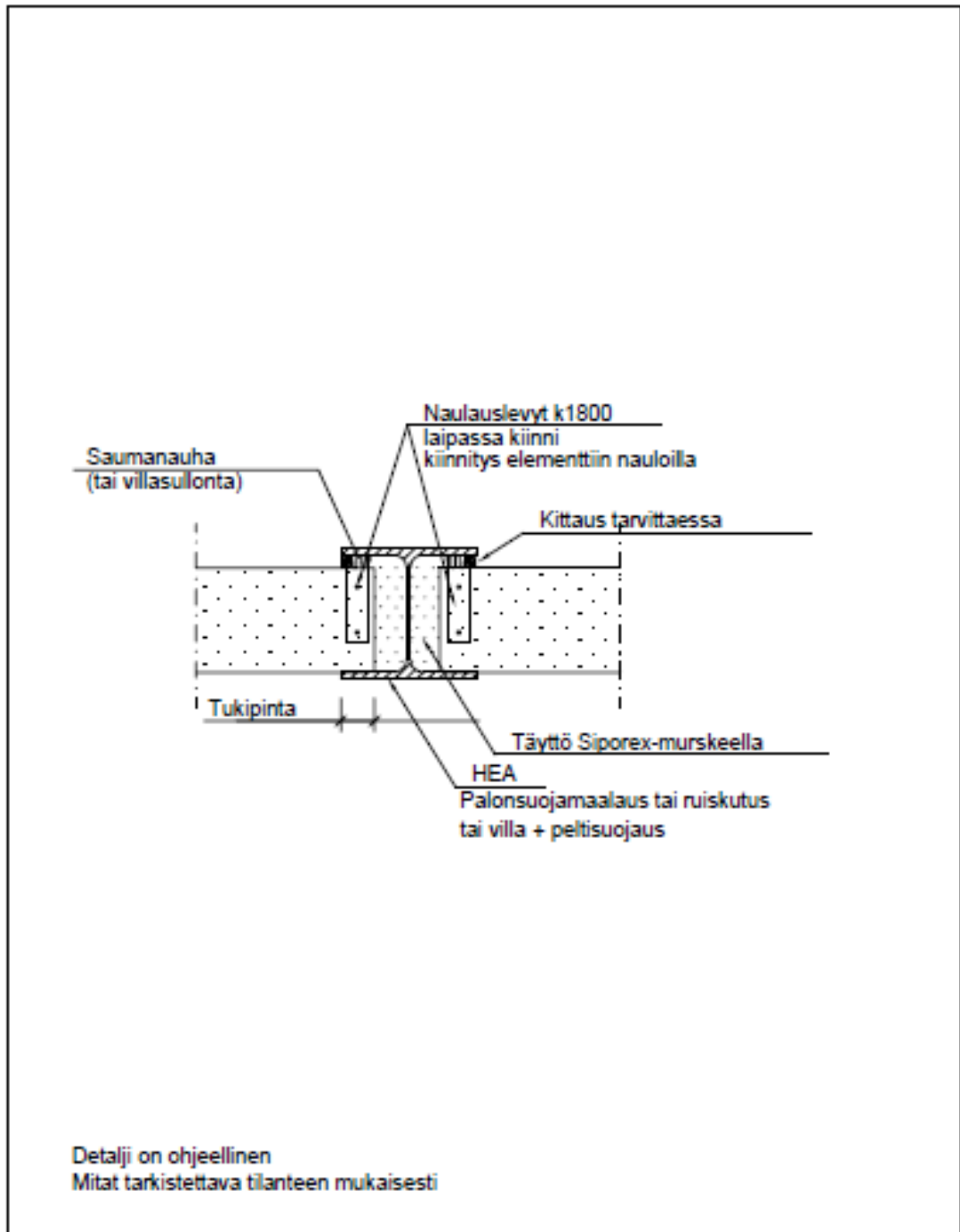
Siporex- palomuurielementti (esimerkiksi tuotanto- ja varastorakennusten pinta-alaosastointiin). (Palotekniset ominaisuudet ja palonkestävyysluokat. n.d. Esite H+H Finlandin sivustolla. www.hplush.fi, esitteet, palotuotteet. Viitattu 10.3.2015.)

Rakennuskohde	Sisätilä Siporex-palomuurin kiinnitys betonipalkkiin	
H+H Finland	Työ nro	PM-1
	Päiväys	




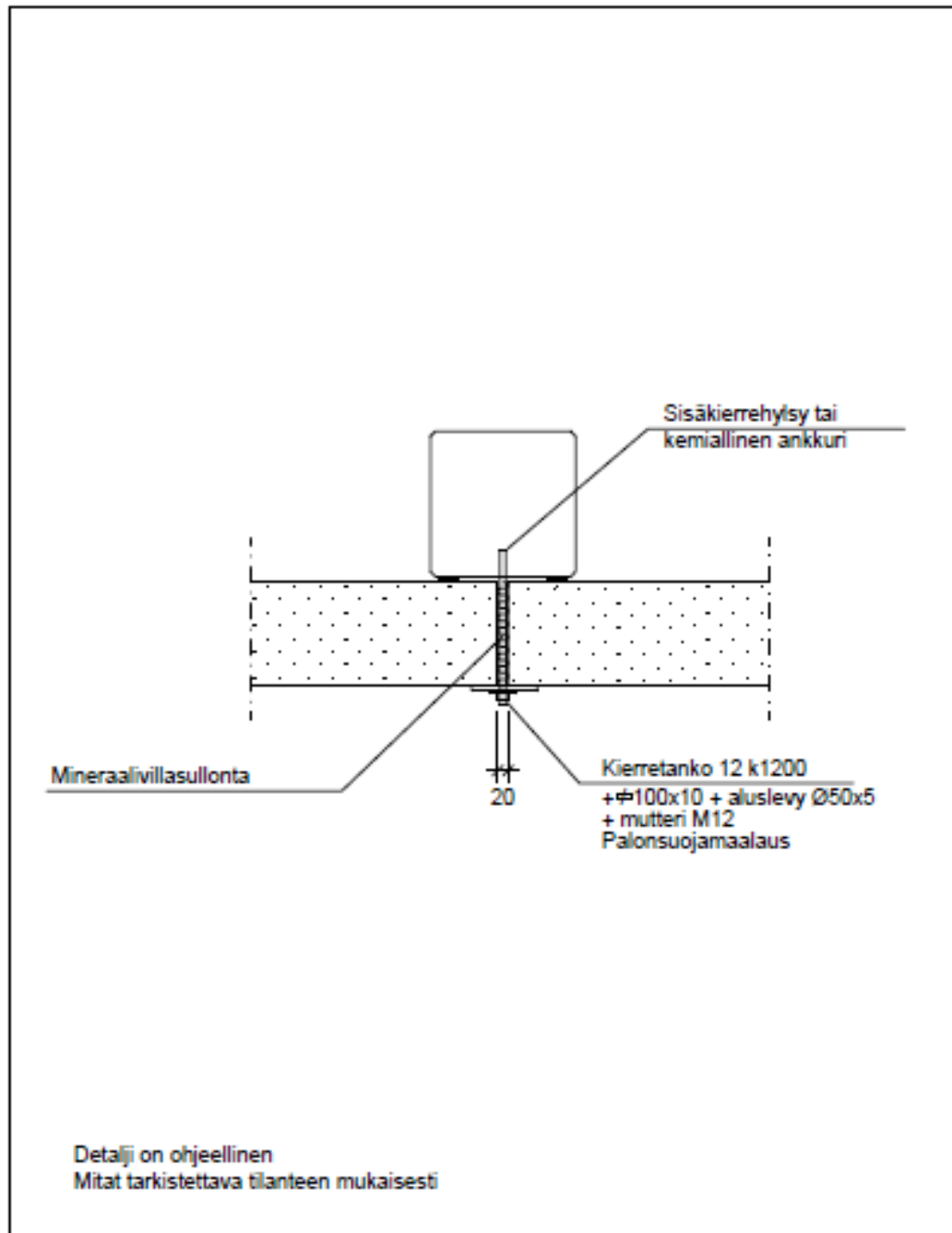
Siporex- palomuurin kiinnitys betonipalkkiin. (Suunnittelijan käsikirja. n.d. Suunnittelijan käsikirjan H+H Finlandin sivustolla. www.hplush.fi, suunnittelijan työkalut, suunnittelijan käsikirja. Viitattu 10.3.2015.)

Rakennuskohte	Sivetti Siporex-palomuuri, vaakaelementtiseinä Kiinnitys teräspilariin	
	Työ nro	PM-3
	Päiväys	

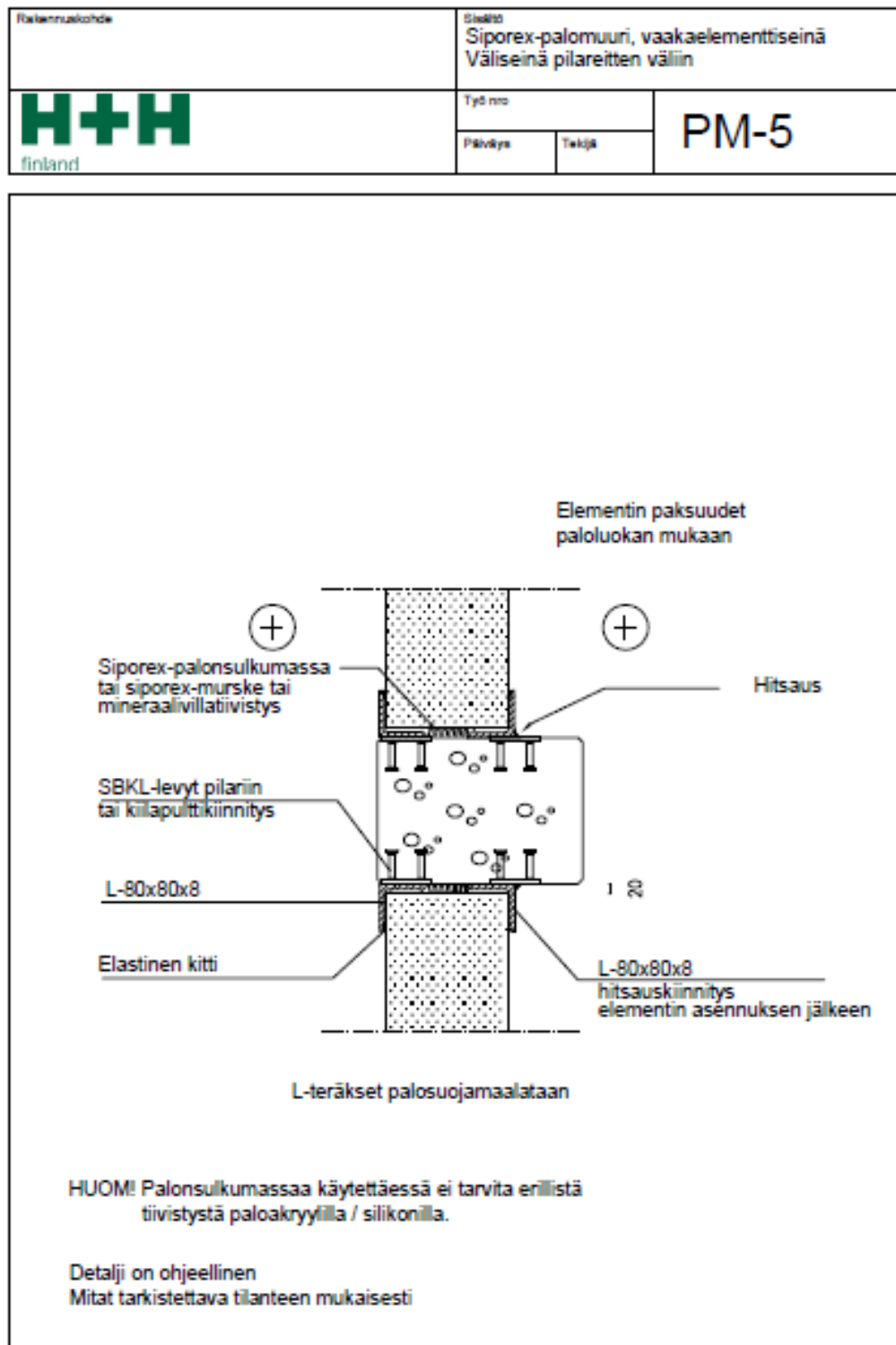


Siporex- palomuuri, vaakaelementtiseinä, kiinnitys teräspilariin. (Suunnittelijan käsikirja. n.d. Suunnittelijan käsikirjan H+H Finlandin sivustolla. www.hplush.fi, suunnittelijan työkalut, suunnittelijan käsikirja. Viitattu 10.3.2015.)

Rakennuskohde	Sisätilä Siporex-palomuuri, vaakaelementtiseinä Kiinnitys pilariin	
	Työ nro	PM-4
	Päiväys	

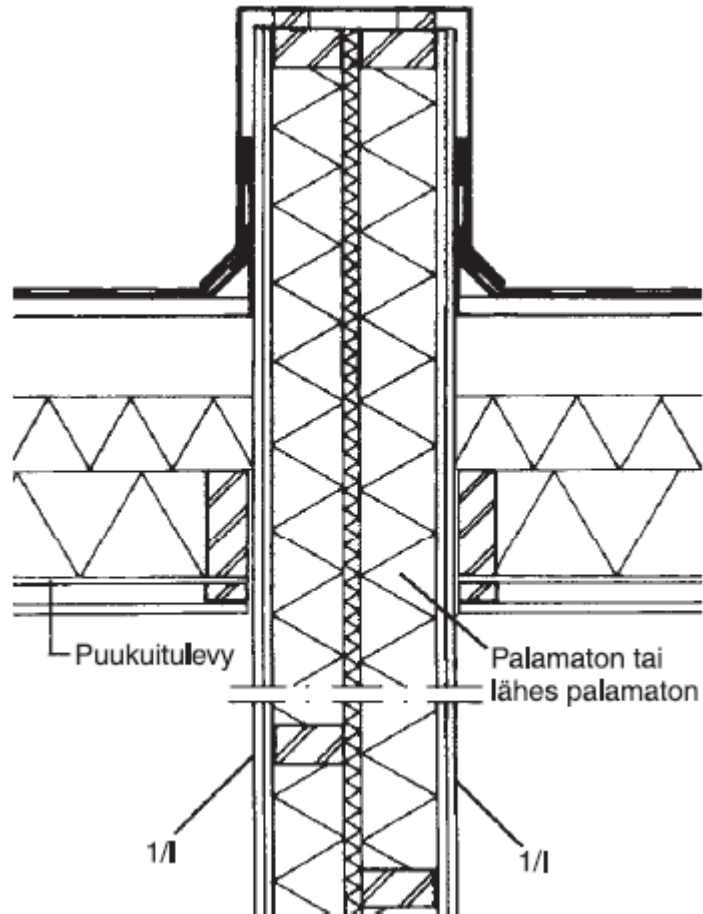


Siporex- palomuuri, vaakaelementtiseinä, kiinnitys pilariin. (Suunnittelijan käsikirja. n.d. Suunnittelijan käsikirjan H+H Finlandin sivustolla. www.hplush.fi, suunnittelijan työkalut, suunnittelijan käsikirja. Viitattu 10.3.2015.)



Siporex- palomuuri, vaakaelementtiseinä, väliseinä pilareiden väliin. (Suunnittelijan käsikirja. n.d. Suunnittelijan käsikirjan H+H Finlandin sivustolla. www.hplush.fi, suunnittelijan työkalut, suunnittelijan käsikirja. Viitattu 10.3.2015.)

Liite 2. Puurakenteinen palomuri.



Puurakenteinen palomuri. Detalji on ohjeellinen. (kuvassa 1/I tarkoittaa puupohjaisen tuotteen pintakerrosluokkaa; sementtikuitulevy, kartonkipintainen kipsilevy, puukipsilevy, sementtilastulevy). (Siikanen, U. Puurakennuksen palotekninen suunnittelu. n.d. Viitattu 20.3.2015)

Liite 3. Valmistajien taulukoita

Materiaaliominaisuudet: bruttotiheys ρ [kg/m ³] $\alpha \leq 1,0$	Seinän minimipaksuus (mm) t_f Palonkestävyysluokat REI-M ja EI-M, palonkestävyysaika $t_{f,d}$ (min)				
	30	60	90	120	180
$350 \leq \rho \leq 450$	300	300	300	325	375
	30	60	90	120	180
$450 < \rho \leq 1000$	240	240	240	300	350

Ohutlaasti, laastia pysty- ja vaakasaumoissa

Yksinkertaisten Siporex- harkkoseinien minimipaksuudet palonkestävyysluokissa EI-M ja REI-M, ryhmän 1 ja 1S muurauskappaleet. (Palotekniset ominaisuudet ja palonkestävyysluokat. n.d. Esite H+H Finlandin sivustolla. www.hplush.fi, esitteet, palotuotteet. Viitattu 27.3.2015.)

	Luokitusvaatimus				
	REI-M 30	REI-M 60	REI-M 90	REI-M 120	REI-M 180
Elementin minimipaksuus / raudoituksen minimisuojaetäisyys	200/30	200/30	200/40	250/40	300/60
	EI-M 30	EI-M 60	EI-M 90	EI-M 120	EI-M 180
Elementin minimipaksuus / raudoituksen minimisuojaetäisyys	200/30	200/30	200/30	240/30	240/30

1) Holkkuus (L/h) ei saa ylittää alkukantavissa pystyseläissä arvoa 40 ja kantavissa pystyseläissä arvoa 30
2) Jos massan tiheys on yli 550 kg/m³, voidaan suojaetäisyyksiä pienentää (- 10 mm)

Siporex- palomuurielementtien paksuudet ja raudoitteiden suojaetäisyydet (REI-M), tiheys > 450 kg/m³. (Palotekniset ominaisuudet ja palonkestävyysluokat. n.d. Esite H+H Finlandin sivustolla. www.hplush.fi, esitteet, palotuotteet. Viitattu 27.3.2015.)

Lakka harkkojen palonkestoajat, molemmin puolin pinnoitetut seinät						
Harkko	Aukkoryhmä	Kuivatiheys				
		kg/m ³	EI	REI	EI-M	REI-M
VSH-68	1	1200	30	-	-	-
VSH-88	1	1200	60	-	-	-
VSH-150	2	1200	120	90	-	-
PK-200	1	2100	240	120	60	60
H-75	1	700	60	-	-	-
UH-/BH-100	1	700/1200	120	60	-	-
RUH-/BH-125	1	700/1200	180	90	-	-
RUH-150/RUH-150P	1	700	240	120	-	-
RUH-200/RUH-200P	1	700	240	240	-	-
RUH-240	1	700	240	240	60	60
RUH-250P	1	700	240	240	60	60
RUH-290	1	700	240	240	60	60
RUH-340	1	700	240	240	120	120
RUH-380	1	700	240	240	180	180
EH-240	1	750	120	60	-	-
EH-300	1	750	120	60	-	-
EKO-350	1	750	120	60	-	-
MH-150	-	2100	180	90	60*	60*
MH-200	-	2100	240	180	90*	90*
MH-250	-	2100	240	240	120*	120*
MH-300	-	2100	240	240	120*	120*
EKO-350P	-	1200	120	60	-	-
EMH-400	-	1200	120	60	-	-
EKO+400	-	1200	120**	60**	-	-

*Paloaltistus molemmilta puolilta. Molemmin puolin pinnoitettu, raudoitettu ja betonilla valettu seinä.

Raudoituksen keskiöetäisyys valuosassa vähintään 25 mm, MH-250 ja MH-300 harkolla väh. 35 mm.

Seinän vähimmäispaksuudessa huomioitu myös harkon kuoret. Hyväksikäyttöaste = 0,7 ($N_{Ed,n}/N_{Rd}$).

** Sisäkuoren mukainen palonkestoaika.

Lakka harkkojen palonkestoajat, molemmin puolin pinnoitetut seinät. (Lakka harkkojen palonkestoajat. 2014. Taulukko Lakan sivustolla. www.lakka.fi, suunnittelijalle, harkot. Viitattu 27.3.2015.)

Yleistä taulukkoarvoista

Lakka harkkojen palonkestoajat on määritetty muurattujen harkkojen osalta RIL 206-2010 suunnitteluohjeen liitteen 4 taulukkomitoituksen mukaisesti.

Muottiharkkojen palonkestoajat on määritetty RakMK:n B9, osa 2 mukaisesti ja muottiharkoista tehtävän palomuurin iskunkestävyys soveltaen betonirakenteiden suunnitteluohjeen RIL 202-2011 liitettä 4.

Harkkojen soveltuvuus palo-osastoinnissa ja palomuuressa tulee aina hyväksyttävä paikallisella rakennusvalvonta- ja/tai paloviranomaisella. (Lakka harkkojen palonkestoajat. 2014. Taulukko Lakan sivustolla. www.lakka.fi, suunnittelijalle, harkot. Viitattu 27.3.2015.)

Seinässä käytetty harkko	Osastoiva kantamaton seinä	Kantava seinä	
		Osastoiva seinä	Osaston sisäinen seinä ¹
H-75	EI 60	-	-
UH-100	EI 120	REI 60	R 30
UH-125	EI 180	REI 90	R 60
UH-150	EI 240	REI 120	R 90
RUH-200	EI 240	REI 240	R 120
RUH-250	EI 240/EI-M 60	REI 240/REI-M 60	R 180
RUH-300	EI 240/EI-M 60	REI 240/REI-M 60	R 240
RUH-340	EI 240/EI-M 120	REI 240/REI-M 120	R 240
RUH-380..420	EI 240/EI-M 180	REI 240/REI-M 180	R 240
LTH-300	EI 120	REI 60	-
LTH-380/LTH-420	EI 120	REI 60	-

¹ Seinän pituus vähintään 1 m

Molemmin puolin pintakäsiteltyjen Leca- kevytsoraharkkojen palonkestoajat. (RT 38407, Leca perusharkot, Leca Term –harkot, Leca Design –harkot, erikoisharkot. 2013. Esite e-weberin sivustolla. www.e-weber.fi, palvelut, esitteet ja ohjeet, RT-kortit. Viitattu 27.3.2015.)

Leca-perusharkot ovat 498mmpitkiä ja 195mmkorkeita mittatarkkoja muuraustuotteita. Harkkojen päissä olevat pontit ja urat helpottavat ja nopeuttavat muuraamista. Perusharkot muurataan weber.vetonit ML Leca Laastilla 5 mm saumapaksuudella. Pystysaumassa ei käytetä laastia. Harkkojärjestelmä sisältää omat kulmaharkkonsa paksummille perusharkoille.

Leca-kevytsoraharkot ovat palamattomia rakennustarvikkeita. Molemmin puolin pintakäsitellyt Leca-harkkoseinät täyttävät oheisen taulukon palonkestoajat.

Lisäksi on tarkistettava, että mitoitusohike ei ylitä arvoa 27 kantaville rakenteille ja arvoa 40 kantamattomille.

(RT 38407, Leca perusharkot, Leca Term –harkot, Leca Design –harkot, erikoisharkot. 2013. Esite e-weberin sivustolla. www.e-weber.fi, palvelut, esitteet ja ohjeet, RT-kortit. Viitattu 27.3.2015.)