

Sara Alamikkela

PALOMUURIN SUUNNITTELUOHJE

PALOMUURIN SUUNNITTELUOHJE

Sara Alamikkela
Opinnäytetyö
Kevät 2024
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, talonrakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Sara Alamikkela

Opinnäytetyön nimi: Palomuurin suunnitteluohje

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Designing Instruction for Fire Wall

Työn ohjaajat: Antti Ukonmaanaho, OAMK; Veli-Pekka Kivilahti, AFRY Finland Oy

Työn valmistuslukuksi ja -vuosi: Kevät 2024

Sivumäärä: 32 + 2 liitettä

Palon leviämisen estäminen toiseen rakennukseen on oleellinen osa rakennusten paloturvallisuutta. Yksi keino palon leviämisen estämiseksi rakennusten välillä on palomuri. Palomuurin suunnittelussa on noudatettava ympäristöministeriön asetusta rakennusten paloturvallisuudesta.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia palomuurin suunnitteluohje AFRY Finland Oy:n rakennesuunnittelijoiden käyttöön. Työn tarkoituksena oli koota palomuuria käsittelevät keskeiset määräykset ja ohjeet yhteen dokumenttiin. Ohjeen tarkoituksena oli selkeyttää palomuurin suunnittelu-prosessia sekä antaa rakennesuunnittelijoille työkalu palomuurin suunnittelun tueksi.

Työn tekeminen aloitettiin tutustumalla rakennusten paloturvallisuutta käsitteleviin määräyksiin ja ohjeisiin. Aiheeseen perehtymisen jälkeen laadittiin suunnitteluohje, joka sisältää palomuurin suunnittelun keskeiset vaatimukset. Ohjeessa on käsitelty myös palomuurin mitoittamisen periaatteita. Lopuksi ohjeeseen laadittiin kaksi esimerkkitapausta, jotka havainnollistavat palomuurin suunnittelua.

Opinnäytetyön tuloksena laadittu suunnitteluohje on apuna palomuurin suunnittelussa. Suunnitteluohjeen käyttäminen palomuurin suunnittelun tukena ohjaa suunnittelijaa sekä yhtenäistää palomuurin suunnittelu- ja mitoitusprosessia. Yhteiset ohjeet ja toimintamallit vaikuttavat suunnittelu-työn lopputulokseen ja laatuun.

Asiasanat: paloturvallisuus, palomuri, tiiveys, eristävyys, iskunkestävyys

ABSTRACT

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

Author: Sara Alamikkela

Title of thesis: Designing Instruction for Fire Wall

Supervisors: Antti Ukonmaanaho, OAMK; Veli-Pekka Kivilahti; AFRY Finland Oy

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2024

Number of pages: 32 + 2 appendices

If two buildings are built close to each other, a fire wall is usually required. The purpose of a fire wall is to prevent fire from spreading between the buildings. Fire safety in buildings is regulated by the Ministry of the Environment.

The objective of this thesis was to write a designing instruction for fire wall. The intention was to gather the essential rules and regulations which cover the requirements set for fire walls. The methods of designing a fire wall were also to be included in the instruction. The work was commissioned by AFRY Finland Oy.

The work was started by examining the rules and regulations about fire safety and fire walls. After being familiarized with the material, the instruction was written. In addition to the instruction, two examples were made to demonstrate the designing of the fire walls.

As a result of this thesis, a clear and coherent designing instruction for fire walls was created. The instruction will be useful for structural engineers when designing fire walls. Common instructions can make the designing process more efficient and improve the outcome of the project.

Keywords: Fire safety, Fire wall, Integrity, Insulation, Impact resistance

ALKULAUSE

Kiitos työnantajalleni AFRY Finland Oy:lle opinnäytetyön aiheesta sekä Veli-Pekka Kivilahdelle työn ohjauksesta. Kiitos myös ohjaajalleni Antti Ukonmaanaholle kehittävästä kommentista ja ohjauksesta koko opinnäytetyöprosessin aikana. Haluan lisäksi kiittää Sini Idänheimoa, jolta sain apua opinnäytetyön tekemisen aikana heränneisiin paloturvallisuuteen liittyviin kysymyksiin.

28.3.2024

Sara Alamikkela

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	PALON LEVIÄMISEN ESTÄMINEN	8
3	PALOMUURI	10
3.1	Palomuurin luokkavaatimukset.....	10
3.2	Palomuurin sijainti suhteessa rakennuksiin	12
3.3	Palomuriin liittyvät rakennusosat	17
3.3.1	Ovet ja ikkunat	18
3.3.2	Läpiviennit.....	18
4	PALOMUURIN MITOITTAMINEN.....	20
4.1	Mitoituspalo	21
4.2	Palotilanteen mitoituskormat	23
4.2.1	Onnettomuustilanteen kuormitusyhdistely.....	24
4.2.2	Yksinkertaistettu menetelmä.....	24
4.3	Palomuurin iskunkestävyys	25
5	PALOMUURIN SUUNNITTELUOHJEEN LAATIMINEN	27
6	YHTEENVETO	29
	LÄHTEET.....	30
	Liite 1 Suunnitteluohjeen sisällysluettelo	
	Liite 2 Esimerkki 1, pohjapiirustus	

1 JOHDANTO

Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten paloturvallisuudesta (848/2017) säädetään palon leviämisen estämisestä naapurirakennukseen. Palon leviämisen estämisellä pyritään parantamaan rakennusten henkilöturvallisuutta sekä ehkäisemään mittavia taloudellisia ja yhteiskunnallisia vahinkoja. Leviämistä voidaan estää rakenteellisin keinoin tai rakennusten välistä etäisyyttä rajoittamalla. Mikäli rakennusten välillä ei ole riittävästi etäisyyttä, niiden välille on yleensä rakennettava palomuuuri. (1, 5:29 §.) Palomuurin suunnittelu vaatii rakennesuunnittelijalta huolellista perehtymistä asiaa käsitteleviin määräyksiin, ohjeisiin sekä standardeihin.

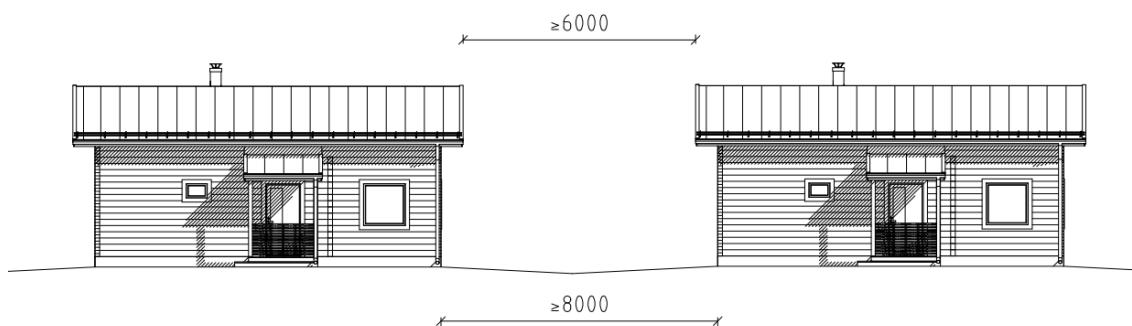
Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia palomuurin suunnitteluohje tilaajayrityksen rakennesuunnittelijoiden käyttöön. Suunnitteluohjeen tavoitteena on kerätä palomuurin suunnittelua ja mitoittamista koskevat oleelliset tiedot yhteen ohjeeseen, josta ne ovat helposti ja nopeasti löydettävissä. Tarkoituksena on, että suunnittelija saisi ohjeen luettuaan selkeän käsityksen palomuurin suunnittelusta ja mitoitusperiaatteista.

Opinnäytetyön tekeminen aloitetaan lähdeaineiston keräämisellä ja siihen perehtymisellä. Tavoitteena on muodostaa kattava käsitys palomuurin suunnittelusta ja toiminnasta. Aineistoon tutustumisen jälkeen laaditaan suunnitteluohje, joka sisältää palomuurin suunnittelun keskeiset vaatimukset sekä mitoitusmenetelmät. Lopuksi ohjeeseen laaditaan kaksi esimerkkitapausta, jotka havainnollistavat palomuurin suunnitteluratkaisuja.

Opinnäytetyön tilaaja on AFRY Finland Oy. AFRY on monialainen suunnittelu- ja konsultointiyritys, joka toimii Suomessa noin 30 paikkakunnalla. AFRYllä on liiketoimintaa muun muassa prosessiteollisuuden, rakennetun ympäristön sekä energiateollisuuden toimialalla. Työntekijöitä AFRYllä on yhteensä 19 000 ympäri maailman, joista Suomessa on noin 3 000.

2 PALON LEVIÄMISEN ESTÄMINEN

Palon leviämistä rakennusten välillä voidaan estää riittävällä etäisyydellä. Riittävä etäisyys naapurirakennusten välillä on 8 metriä mitattuna rakennuksen ulkoseinän ulkopinnasta. Joissakin tilanteissa voidaan kuitenkin hyväksyä myös pienempiä etäisyyksiä rakennusten välillä. Räystäiden, terassien ja parvekkeiden sekä muiden rakennuksen ulkoseinästä ulkonevien rakennusosien välinen sallittu etäisyys on vähintään 6 metriä. (1, 5:29 §; 2, s. 30.) (Kuva 1.) Vähimmäisetäisyydet pätevät kaikille rakennuksille (3, s. 112).



KUVA 1. Rakennusten väliset vähimmäisetäisyydet

Myös tilanteessa, jossa vierekkäisissä pientaloissa on automaattinen sammutuslaitteisto, voidaan rakennusten välistä etäisyyttä pienentää. Tällöin sallittu etäisyys voi vähimmillään olla 4 metriä. (2, s. 30.)

Jos riittävää etäisyyttä rakennusten välille ei ole mahdollista toteuttaa, palon leviämistä voidaan estää palomuurilla tai palo-osastoivilla rakenteilla. Kun palon leviämistä estetään palo-osastoivilla rakenteilla, on otettava huomioon lämpöä säteilevien pintojen sekä rakenteessa olevien aukkojen vaikutus osastoivuuteen. (2, s. 30.)

Palomuurin rakentaminen tulee yleensä kyseeseen tapauksissa, joissa kahdella eri tontilla tai rakennuspaikalla sijaitsevien rakennusten välinen etäisyys ei ole riittävä eikä palon leviämistä ole rajoitettu muilla rakenteellisilla keinoilla. Tällaisissa tilanteissa riittää, että palomuri rakennetaan

toiseen rakennuksista ja perustetaan palomuuria koskeva rakennusrasite. (2, s. 31.) Rakennusrasite on pysyvä toista kiinteistöä rasittava oikeus, joka kirjataan kiinteistörekisteriin (3, s. 115).

Samalla tontilla sijaitsevat rakennukset voidaan paloturvallisuuden kannalta käsitellä yhtenä rakennuksena, jos ne ovat samassa paloluokassa ja yhdessä alittavat vaaditut kerrosalan ja henkilömäärän rajoitukset yhdelle rakennukselle. Jos rakennusten väliset vähimmäisetäisyydet eivät toteudu ja edellä mainitut vaatimukset eivät täyty, on rakennusten välille rakennettava palomuri. Palomuurivaatimus koskee myös yhtä rakennusta, jos se ylittää sille asetetut kerrosalan ja henkilömäärän rajoitukset. (2, s. 30–31.)

Palomuri vaaditaan myös siinä tapauksessa, kun rakennuksen eri osat kuuluvat eri paloluokkiin. Palomuurilla erotetut rakennuksen osat, jotka kuuluvat eri paloluokkiin, voidaan ajatella paloturvallisuuden kannalta erillisinä rakennuksina. (4, s. 2.)

Palomuuria ei kuitenkaan vaadita tilanteessa, jossa P1-, P2- tai P3-paloluokan rakennusta laajennetaan ja rakennuksen uusi osa suunnitellaan ja toteutetaan tarkoituksenmukaisessa laajuudessa P0-paloluokkaan (1, 1:4 §). Tarkoituksenmukainen tarkasteltavan alueen laajuus voidaan olettaa olevan laajennettavan rakennuksen ala, johon palon voidaan olettaa leviävän rakennuksen uudesta osasta kahdessa tunnissa (4, s. 2). Rakennusten paloluokat on määritelty luvussa 3.1.

3 PALOMUURI

Palomuuuri on kantava tai ei-kantava osastoiva seinä, jonka tarkoituksena on erottaa kaksi tilaa tai rakennusta toisistaan ja estää palon leviäminen seinän toiselle puolelle (2, s. 31). Osastoivan rakennusosan on täytettävä sille asetetut tiiveys- (E) ja eristävyysvaatimukset (I). Tiiveys- ja eristävyysvaatimusten täyttymistä on arvioitu palonkestävyyskokeilla. Kokeiden tuloksiin perustuvan luokituksen kriteerit on esitetty luokitusstandardissa SFS-EN 13501-2. (3, s. 67–68; 5, s. 4.)

Osastoivan rakennusosan tiiveysvaatimus täyttyy, kun tuli tai palosta aiheutuvat savukaasut eivät pääse merkittävässä määrin leviämään rakennusosan toiselle puolelle. Tiiveysvaatimuksen täyttyminen edellyttää, että rakenteeseen ei synny liian suuria halkeamia eikä palon vastakkaisella puolella oleva pumpulitukko syty palamaan. Lisäksi paloaltistuksen toisella puolella ei saa esiintyä yli 10 sekuntia kestäviä liekkiä. (3, s. 68; 5, s. 14.)

Osastoivan rakennusosan eristävyysvaatimus puolestaan täyttyy, kun rakenne ei lämpene liikaa tulen vastakkaiselta puolelta. Palon vastakkaisen puolen keskimääräinen lämpötilan nousu on oltava alle 140°C. Lisäksi palon vastakkaisen puolen yksittäisen kohdan lämpötilan nousu voi korkeimmillaan olla 180°C. (3, s. 68; 5, s. 15.)

Palomuurille on tiiveys- ja eristävyysvaatimusten lisäksi asetettu iskunkestävyysvaatimus (M). Palomuurin voi palon aikana kohdistua viereisen rakennuksen sortumisesta aiheutuvia iskuja. Iskunkestävyysvaatimuksen tarkoituksena on varmistaa, että palomuuuri kestää siihen kohdistuvat iskut. Palomuurin tulee täyttää sille asetetut tiiveys- ja eristävyysvaatimukset myös siihen kohdistuneiden iskujen jälkeen. (3, s. 113–114.)

3.1 Palomuurin luokkavaatimukset

Palomuurin luokkavaatimukset määräytyvät rakennuksen paloluokan ja palokuorman perusteella (1, 5:29 §). Rakennusten paloluokat ovat P0, P1, P2 ja P3. Rakennuksen paloluokka määräytyy rakennuksen kerrosalan, henkilömäärän, käyttötarkoituksen sekä kerrosluvun ja korkeuden perusteella. (6, s. 2–3.)

Paloluokkiin P1, P2 ja P3 kuuluvat rakennukset suunnitellaan ympäristöministeriön asetuksessa esitetyllä tavalla. Rakennusten palotekniset vaatimukset kasvavat, kun siirrytään paloluokasta P3 kohti paloluokkaa P1. P0-paloluokan rakennus suunnitellaan oletettuun palonkehitykseen perustavalla menettelyllä. Siinä rakennuksen paloteknistä toimintaa arvioidaan tapauskohtaisesti. (1, 1:4 §; 3, s. 25.) Palomuurin paloluokka määräytyy paloluokaltaan vaativamman rakennuksen perusteella (2, s. 31).

Rakennuksen palokuormalla tarkoitetaan kokonaislämpömäärää, joka vapautuu, kun tilassa olevat rakennusosat ja irtaimisto palavat täydellisesti. Rakennuksen palokuorma tulee määrittää P0- ja P1-paloluokan rakennuksille. Lisäksi palokuorma määritetään kaikille tuotantorakennuksille, vaikka ne kuuluisivat P2- tai P3-paloluokkaan. Rakennuksen palokuorma määritetään yleensä tarkasteltavan palo-osaston käyttötarkoituksen perusteella. (3, s. 33.)

Käyttötarkoituksen mukaiset palokuormaryhmät ovat alle 600 MJ/m², 600–1 200 MJ/m² ja yli 1 200 MJ/m² (1, 1:6 §). Palokuormaryhmään alle 600 MJ/m² kuuluvat muun muassa asunnot, majoitus- ja työpaikkatilat, päiväkodit ja koulut sekä liikuntahallit. Palokuormaryhmään 600–1 200 MJ/m² kuuluvat esimerkiksi asuinrakennuksien irtaimistovarastot, alle 50 m²:n varastot, korjaus- ja huoltotilat sekä kirjastot. Palokuormaryhmään yli 1 200 MJ/m² kuuluvat yli 50 m²:n varastot. (3, s. 39.)

Rakennuksen palokuorma voidaan määrittää myös laskennallisesti tai vastaavista rakennuksista kerättyjen tilastotietojen perusteella (2, s. 11). Palokuorman laskennallisessa määrittämisessä otetaan huomioon tilassa säilytettävän irtaimiston massa ja lämpötekniiset ominaisuudet. Palokuorman määrittäminen laskennallisesti ei ole tavanomaisissa tapauksissa yleensä tarpeellista. (3, s. 33–34.)

Palomuurin luokkavaatimukset on esitetty ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten paloturvallisuudesta. Taulukosta valitaan paloluokan ja palokuorman perusteella luokkavaatimus, joka palomuurin on täytettävä (taulukko 1). Esimerkiksi P1-paloluokan rakennuksessa, joka kuuluu palokuormaryhmään 600–1 200 MJ/m², palomuurin tulee täyttää vaatimus EI-M 180. Luokkavaatimus EI-M 180 tarkoittaa, että palomuurin tulee kestää 180 minuuttia palossa niin, että rakenteen tiiveyseristävyys- sekä iskunkestävyysvaatimukset täyttyvät. Paloluokassa P3 voidaan luopua palomuurivaatimuksesta, jos rakennusten vastakkaiset seinät täyttävät osastoivuusvaatimuksen EI 60 sisäpuoliselle palolle. (1, 5:30 §; 2, s. 6.)

TAULUKKO 1. Palomuurin luokkavaatimukset (1, 5:30 §)

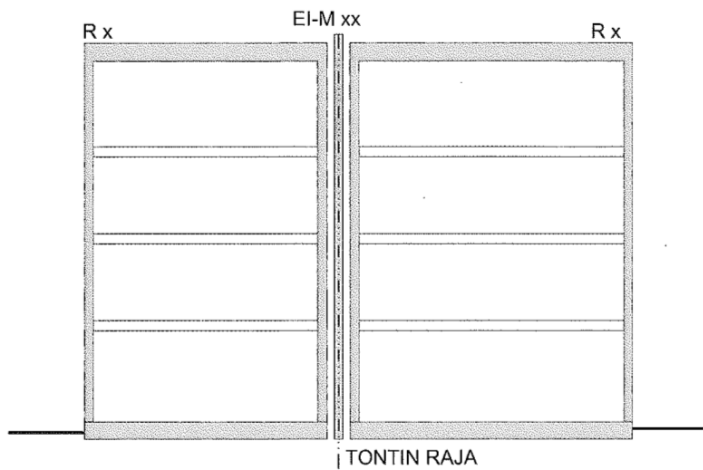
Rakennuksen paloluokka	P0, P1			P2	P3
Palokuorma	Yli 1 200 MJ/m ²	600–1 200 MJ/m ²	alle 600 MJ/m ²	-	-
	EI-M 240	EI-M 180	EI-M 120	EI-M 120	EI-M 60

3.2 Palomuurin sijainti suhteessa rakennuksiin

Palomuurin sijainti rakennusten suhteen vaikuttaa palomuurin toimintaan ja vakauteen. Suunnittelussa on otettava huomioon palomuriin liittyvät rakenteet ja niiden ominaisuudet. (3, s. 114–115.) Palomuuria suunniteltaessa voidaan yleensä olettaa, että palo kohdistuu vain yhteen rakennukseen tai tilaan kerrallaan (7, s. 36).

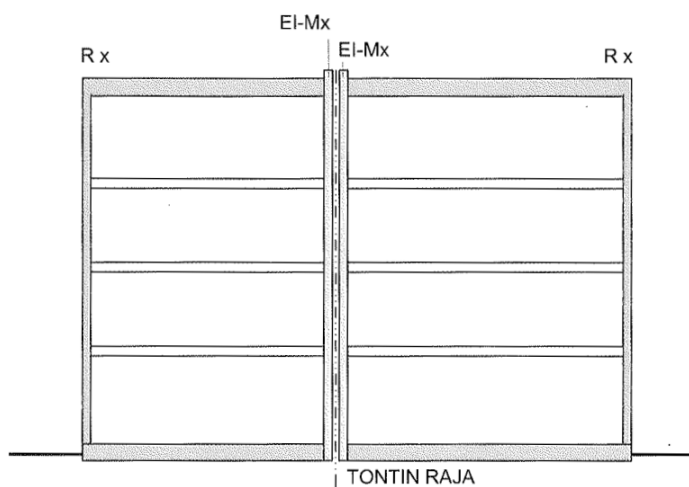
Lisäksi suunnittelun aikana on mahdollista arvioida, miten palomuri tai sen pois jättäminen vaikuttaisivat rakennusten paloturvallisuuteen. Joissakin tilanteissa voi olla perusteltua suojata palomuurilla vain toista rakennuksista. (3, s. 115.) Rakennukselle asetetuista paloturvallisuusmääräyksistä voidaan harkitusti poiketa rakennusvalvontaviranomaisen päätöksellä (3, s. 11).

Kahden rakennuksen välillä oleva palomuri voi olla erillinen rakenne tai osa rakennuksen kantavaa runkoa. Kuvissa 2–5 on esitetty erilaisia tapoja toteuttaa palomuri kahden rakennuksen välille. Kun rakennusten välillä on erillinen palomuri, rakennusten runkojen palonkestovaatimukset määräytyvät kunkin rakennuksen ominaisuuksien perusteella (kuva 2). (3, s. 116–117.)



KUVA 2. Erillinen palomuuuri rakennusten välissä (3, s. 116)

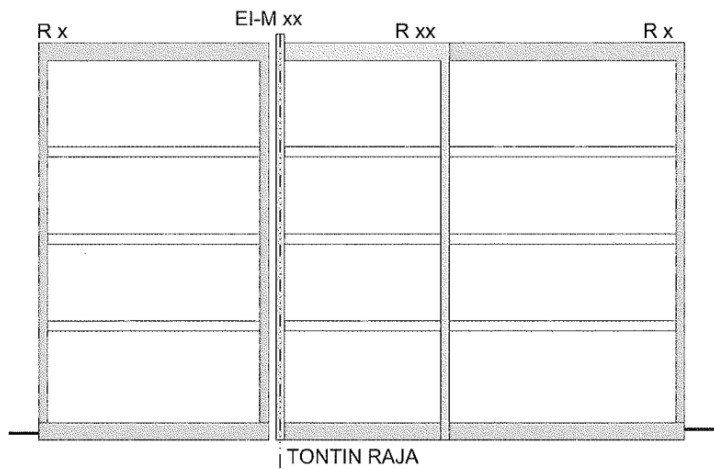
Kun palomuuuri rakennetaan osaksi rakennuksen runkoa, rakenteiden palonkestävyysvaatimuksia on tarkasteltava kokonaisuutena (2, s. 16). Palomuuuri voidaan rakentaa molempiin rakennuksiin tai vain toiseen rakennuksista (3, s. 117). (Kuva 3.)



KUVA 3. Palomuuuri molemmissa rakennuksissa (3, s. 117)

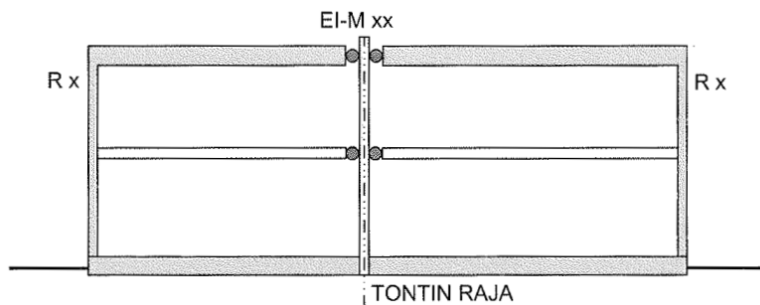
Jos palomuurilta vaadittu palonkestävyysaika on pidempi kuin rakennuksen rungon palonkestävyysaika, palomuuria tukevien rakennusosien kantavuudelle on käytettävä samaa palonkestoaikaa kuin palomuurille. Kuvassa 4 palomuuuri on rakennettu vain toiseen rakennuksista ja sitä tukeville

rakenteille on asetettu palomuurin luokkavaatimusta vastaava kantavuusvaatimus. (2, s. 16; 3, s. 116.)



KUVA 4. Palomuri vain toisessa rakennuksessa (3, s. 116)

1–2-kerroksisiin rakennuksiin voidaan rakentaa palomuri, joka on osa molempia rakennuksia. Rakennusten yhteinen palomuri tukeutuu molemmilta puoliltaan rakennusten runkoihin. Palomuurin ja runkojen seinien välisten liitosten täytyy kuitenkin mahdollistaa toisen rakennuksen palaminen ja sortuminen ilman, että palomuri sortuu. Kun toinen rakennus palaa, palomuri on vielä tuettu toiselta puoleltaan ja pysyy pystyssä. (3, s. 117.) (Kuva 5.)

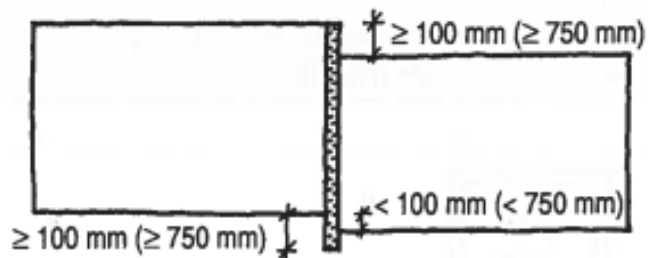


KUVA 5. Rakennusten yhteinen palomuri (3, s. 117)

Palomuurin sijainnin ja vakauden varmistamisen lisäksi suunnittelussa on otettava huomioon palon mahdollinen leviäminen palomuurin ohi. Palo voi levitä muurin toiselle puolelle esimerkiksi ra-

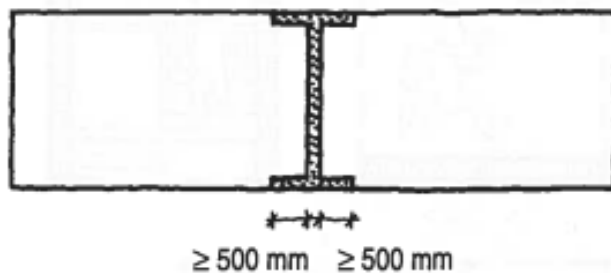
kennuksen seinää tai kattopintaa pitkin. Palon leviäminen seinäpintaa pitkin voidaan estää ulottamalla palomuri seinälinjan yli. Vaadittava ylitys on määritelty rakennuksen palokuormaryhmän perusteella. (2, s. 31–32.)

Palokuormaryhmissä alle 600 MJ/m² ja 600–1 200 MJ/m² seinälinjan ylityksen on oltava vähintään 100 mm. Palokuormaryhmässä yli 1 200 MJ/m² ylityksen on oltava vähintään 750 mm. Etäisyys mitataan seinän ulkopinnasta. (2, s. 32.) (Kuva 6.)



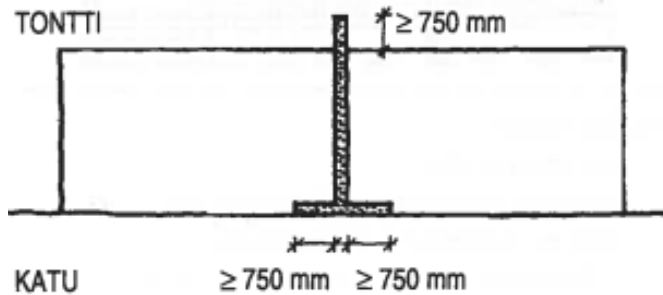
KUVA 6. Palomuurin ulottaminen seinälinjan yli (8, s. 109)

Palokuormaryhmissä alle 600 MJ/m² ja 600–1 200 MJ/m² palon leviämistä seinäpintaa pitkin voidaan vaihtoehtoisesti estää myös seinän suuntaisella katkolla. Katkon on ulotuttava vähintään 500 mm palomuurin molemmille puolille. Lisäksi katkon on täytettävä vähintään EI 60 -osastoivuusvaatimus. (2, s. 32.) (Kuva 7.)



KUVA 7. Seinän suuntainen katko palokuormaryhmissä alle 600 MJ/m² ja 600–1 200 MJ/m² (8, s. 109)

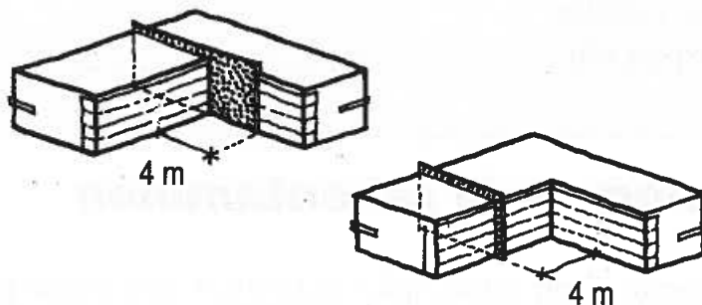
Palokuormaryhmässä yli 1 200 MJ/m² seinälinjan ylitystä ei suositella korvattavaksi seinän suuntaisella katkolla. Poikkeustapauksissa, joissa seinälinjan ylitys ei ole mahdollista, voidaan kuitenkin käyttää seinälinjan suuntaista katkoa. Katkon tulee ulottua vähintään 750 mm palomuurin molemmille puolille ja täyttää vähintään osastoivuusvaatimus EI 60. (2, s. 32.) (Kuva 8.)



KUVA 8. Seinän suuntainen katko palokuormaryhmässä yli 1 200 MJ/m² (8, s. 109)

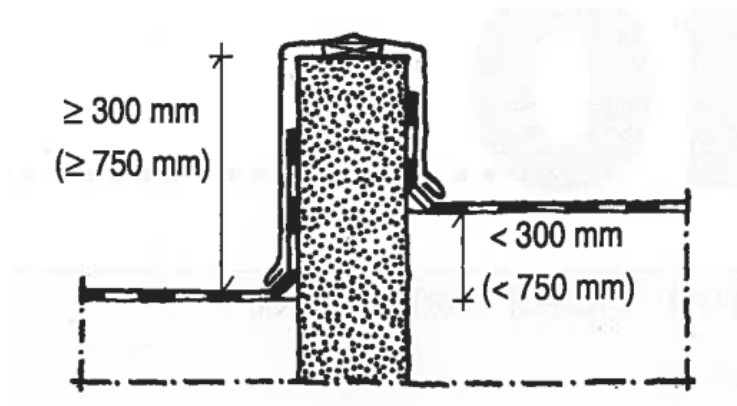
Jos palomuri on lähellä rakennuksen sisänurkkaa, on suunnittelussa huomioitava nurkan kulma. Palomuri voidaan sijoittaa rakennuksen sisänurkkaan osuvaksi, kun kulma on vähintään 135°. (2, s. 32.)

Jos rakennuksen sisänurkan kulma on 90–135°, palomuri voidaan sijoittaa lähelle nurkkaa tietyin ehdoin. Kun sisänurkan kulma on 90–135° ja palomuri on lähellä nurkkaa, toisen ulkoseinän on täytettävä palomuurille asetetut vaatimukset 4 metrin matkalla. Kun palomuri on vähintään 4 metrin päässä nurkasta, palomuriin liittyville seinille ei aseteta vaatimuksia. (2, s. 32.) (Kuva 9.)



KUVA 9. Palomuurin sijainti rakennuksen sisänurkassa, kun nurkan kulma on 90–135° (8, s. 108)

Palon leviämistä kattopintaa pitkin estetään ulottamalla palomuuuri kattopinnan yläpuolelle. Palokuormaluokissa alle 600 MJ/m² ja 600–1 200 MJ/m² palomuuuri ulotetaan vähintään 300 mm vesikatteen yläpuolelle, jos vesikatteen korkeusero on alle 300 mm. Ulotus voidaan korvata myös vaakasuuntaisella EI 60 -vaatimuksen täyttävällä katkolla, jonka leveys on vähintään 1 000 mm. (2, s. 31–32; 3, s. 114.) Palokuormaluokassa yli 1 200 MJ/m² palomuuuri tulee ulottaa vähintään 750 mm vesikatteen yläpuolelle, eikä korotusta voi korvata vaakasuuntaisella katkolla (2, s. 32). (Kuva 10.)



KUVA 10. Palomuurin ulottaminen vesikatteen yläpuolelle (8, s. 109)

Mikäli vesikatteen korkeusero on yli 300 mm, palomuuuri ulotetaan 5 metrin korkeudelle matalamman vesikatteen pinnasta. Jos korkeamman rakennuksen vesikate on alle 5 metrin korkeudella matalamman vesikatteen pinnasta, palomuuuri ulotetaan korkeamman rakennuksen vesikatteeseen saakka. (8, s. 88; 9.)

3.3 Palomuriin liittyvät rakennusosat

Palomuurin suunnittelussa on otettava huomioon, miten siihen liittyvät rakennusosat vaikuttavat palomuurin paloteknisiin ominaisuuksiin. Osastoihin rakennusosiin liittyville rakennusosille on ympäristöministeriön asetuksessa annettu vaatimuksia, jotka niiden on täytettävä. (1, 3:16–18 §.)

Ovien, ikkunoiden, läpivientien sekä muiden aukkojen sijoittamista palomuriin on vältettävä. Jos palomuriin on kuitenkin rakennuksen toiminnan tai käyttötarkoituksen kannalta välttämätöntä sijoittaa aukkoja, on niihin kiinnitettävä erityistä huomiota jo suunnitteluvaiheessa. (3, s. 115; 10.)

3.3.1 Ovet ja ikkunat

Luokitusstandardin SFS-EN 13501-2 mukaan ovien palonkestävyyttä testataan tiiveyden, eristävyyden sekä säteilyn suhteen. Ovien ja ikkunoiden iskunkestävyydelle ei ole asetettu vaatimuksia. Palomuurissa olevat ovet ja ikkunat tulee suunnitella ja asentaa niin, että ne säilyttävät rakenteen osastoivuuden. (5, s. 45–46; 3, s.114–115.)

Ympäristöministeriön asetuksen 848/2017 mukaan osastoivan rakennusosan ovien ja ikkunoiden palonkestävyyssajan on täytettävä vähintään puolet kyseisen rakennusosan palonkestävyyssajasta (1, 3:17 §). Ovien ja ikkunoiden palonkestävyyssajan puolittaminen ei kuitenkaan ole sallittua palomuurirakenteessa. Palomuurissa olevan oven tai ikkunan palonkestävyyssajan on oltava vähintään sama kuin palomuurin palonkestävyyssaika. Lisäksi P0- ja P1-paloluokan sekä yli 14 metriä korkean P2-paloluokan rakennuksessa olevan oven on oltava vähintään A2-s1 d0 -luokan rakennustarvikkeista valmistettu. (1, 5:30 §.)

Jos ovi on tavallisesti auki, siihen on asennettava laitteisto, joka sulkee oven automaattisesti palon alkaessa. Vikatilanteiden varalta oven täytyy olla suljettavissa myös käsin laukaistavalla laitteistolla. Lisäksi oven tulee olla itsestään salpautuva, jotta se ei avaudu palon aikana painevaihteluiden vaikutuksesta. Huolto-oveen, joka on normaalisti kiinni, ei vaadita automaattista suljinta. (1, 3:17 §; 3, s. 71.)

Palomuurin erottamat rakennukset ja tilat on suunniteltava siten, että niiden uloskäytävät ovat täysin erilliset eikä palomuurissa olevaa ovea tarvitse käyttää poistumiseen palotilanteessa. Mikäli palomuurissa olevan oven kautta on kuitenkin välttämätöntä poistua, palomuurissa on oltava palosulku poistumista varten. Palosulku on kahden palo-osaston välinen osastoitu tila, jossa ovet avautuvat kumpaankin palo-osastoon erikseen. Palosulun läpi täytyy olla mahdollista kulkea niin, että ovet eivät ole auki samaan aikaan. (2, s. 32; 3, s. 114; 1, 1:2 §.)

3.3.2 Läpiviennit

Jos palomuurin läpi on johdettava putkia, kanavia tai muita läpivientejä, ne eivät saa oleellisesti vaikuttaa palomuurin osastoivuusvaatimuksen täyttymiseen. Jotta palomuurin osastoivuus säilyy

riittävän hyvin, läpivientien on täytettävä vähintään palomuurilta vaadittu palonkesto-aika. (1, 3:18 §; 11, s. 19.)

Läpivientien osastoivuus varmistetaan palokatolla. Palokatkon tarkoituksena on tiivistää osastovan rakennusosan läpiviennit, jotta palo tai savukaasut eivät pääse leviämään niiden kautta. Palokatkojen on täytettävä vaaditut tiiveys- ja eristävyysvaatimukset. Palokatkojen iskunkestävyydelle ei ole annettu kansallista vaatimusta. (11, s. 10, 13.)

Palokatko muodostuu yleensä useista erilaisista rakennustuotteista, joilla saavutetaan tarvittava luokkavaatimuksen mukainen palonkesto-aika. Erilaisia palokatko tuotteita ovat muun muassa palokatkomassat, -pinnoitteet, -vaahdot ja -eristeet. Esimerkiksi palokatkopinnoite ja mineraalivillalevy voivat yhdessä muodostaa palokatkon. (11, s. 13, 32–34.)

Palokatkon toteuttamistavan valinnassa tulee ottaa huomioon seinän materiaali ja rakenneratkaisu sekä tilan olosuhteet. Myös läpivientien käyttötarkoitus vaikuttaa sopivien tuotteiden valintaan. (11, s. 31.)

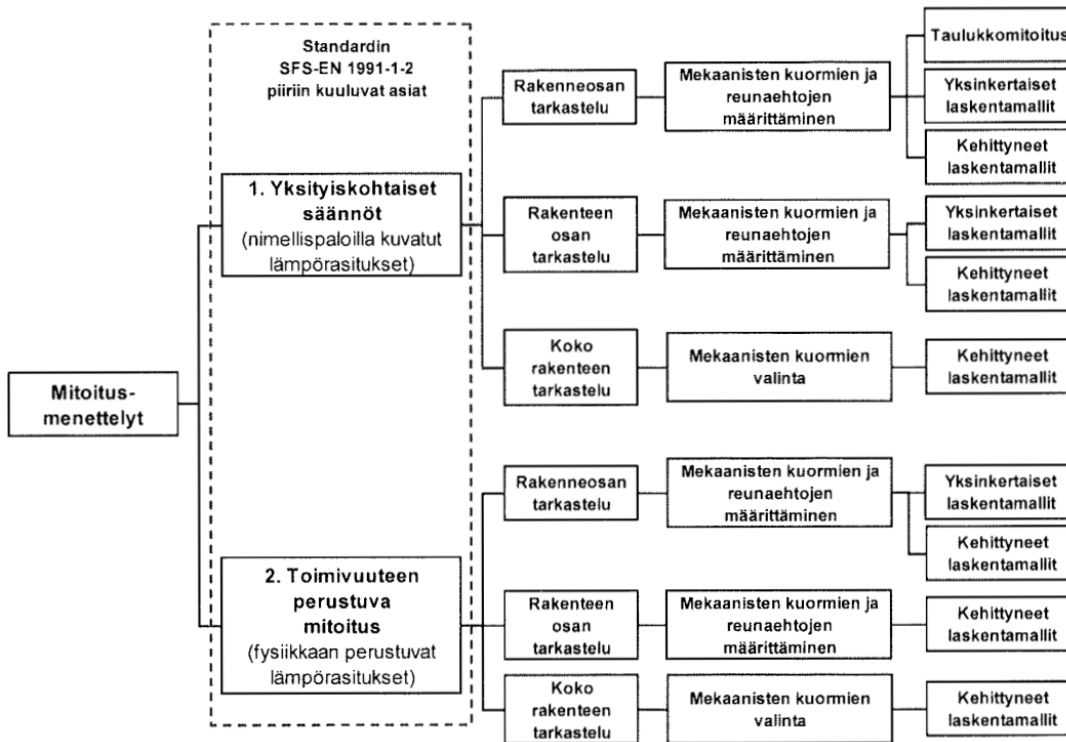
Kun palomuriin suunnitellaan läpivientejä, on palokatkojen toteuttamisen lisäksi otettava huomioon läpivientien sijainnin ja koon vaikutukset palomuurin toimintaan. Seinän yläosassa palorasitus on suurempi, koska palo ja lämpö leviävät ylöspäin. Tämän vuoksi läpiviennit on suositeltavaa sijoittaa seinän alaosiin. Pienet kaapeliläpiviennit eivät yleensä vaikuta merkittävästi palomuurin toimintaan. Jos läpivientejä on paljon, niiden vaikutusta palomuurin toimintaan on tarkasteltava kokonaisuutena. Suuret läpiviennit on suositeltavaa ohjata tilasta toiseen mieluummin palomuurin ohi kuin sen läpi. (10.)

4 PALOMUURIN MITOITTAMINEN

Rakenneosan vaatimuksenmukaisuus voidaan varmistaa laskennallisesti, kokeellisesti tai yhdistämällä laskennalliset ja kokeelliset menetelmät. Kun rakenne mitoitetaan ympäristöministeriön asetuksen mukaisten vaatimusten perusteella, palomitoitus voidaan tehdä myös taulukkomitoituksen avulla. (1, 2:12 §.) Hyväksytty taulukkomitoitus sekä yksinkertaisia ja kehittyneitä laskennallisia menetelmiä on esitetty eurokoodien palomitoitusosioissa (2, s. 16). Mikäli rakenneosa toteutetaan käyttäen CE-merkittyä rakennustuotetta, sen luokkavaatimuksen täyttyminen osoitetaan suoritus-tasoilmoituksessa (2, s. 5).

Täydellisessä laskennallisessa palomitoituksessa on tarkasteltava, miten korkea lämpötila vaikuttaa rakenteen toimintaan. Mitoituksessa on myös huomioitava, miten erilaiset rakennuksessa olevat palosuojausjärjestelmät vaikuttavat palon kehittymiseen ja etenemiseen. Lisäksi on tarkasteltava näihin tekijöihin liittyviä epävarmuuksia sekä rakenteen vaurioitumisesta johtuvia seurauksia. Kun rakenteen palomitoitus perustuu nimellispaloon, siinä on jo otettu huomioon nämä vaikutukset eikä niitä tarvitse erikseen huomioida. (7, s. 12.)

Palomitoituksen mitoitusten menettelyt on esitetty kuvassa 11. Yksityiskohtaisiin sääntöihin perustuvat menettelytavat perustuvat nimellisiin mitoituspaloihin. Toimivuuteen perustuva mitoitus puolestaan perustuu parametriin palomalleihin. Palomitoitus voidaan toteuttaa rakenteen kokonaistarkasteluna, rakenteen osien tarkasteluna tai yksittäisen rakenneosan tarkasteluna. (12, s. 18.)



KUVA 11. Palomitoituksen mitoitusten menettelyt (12, s. 18)

Rakenteen palomitoituksessa otetaan huomioon palotilanteen mitoituspaloskenaario ja siihen liittyvä mitoituspalo, lämpötilan vaikutukset rakenteeseen sekä rakenteen mekaaninen kuormitus. Mitoituspaloskenaariossa kuvataan mahdolliset palotilanteen uhkakuvat ja vaiheet rakennuksessa. Mitoituspaloskenaario määritetään yhdessä palo- ja rakennusvalvontaviranomaisten kanssa. (12, s. 21, 24.)

4.1 Mitoituspalo

Mitoituspalo on määrällinen kuvaus palotilanteesta, jonka oletetaan tapahtuvan tarkasteltavassa rakennuksessa tai tilassa. Suunnittelussa käytettävä mitoituspalo määritellään mitoituspaloskenaariota perusteella. Mikäli mitoituspaloskenaariossa ei toisin määritellä, mitoituspalon voidaan olettaa kohdistuvan vain yhteen rakennukseen tai tilaan kerrallaan. (12, s. 24; 7, s. 36.)

Mitoituspalo voi perustua nimelliseen tai parametrisen lämpötila-aikakäyrään. Lämpötila-aikakäyrä kuvaa palotilan kaasujen lämpötilaa ajan funktiona. Nimelliset lämpötila-aikakäyrät ovat ennalta sovittuja käyriä, joita käytetään yleensä palonkestävyyden tarkastelussa. Parametriset lämpötila-aikakäyrät määritellään palomallien ja fysikaalisten parametrien perusteella. (12, s. 22.)

Kun rakennus suunnitellaan ympäristöministeriön asetuksessa esitettyjen luokkien ja lukuarvojen perusteella, on palomitoituksen lämpötila-analyysissä käytettävä standardipalon lämpötila-aikakäyrää. Jos rakennus on suunniteltu oletettuun palonkehitykseen perustuen, palomitoituksessa voidaan käyttää standardipalon sijaan muita nimellispaloja tai luonnollisia palomalleja. (13, 3 §.)

Standardipalon lämpötila-aikakäyrä on nimellinen käyrä, joka kuvaa huonepalon täyden palamisen mallia. Standardipalon lämpötila-aikakäyrä ei ota huomioon palamisen syttymis- eikä jäähtymisvaihetta. (11, s. 22; 3, s. 52.) Standardisoitu lämpötila-aikakäyrä määritetään kaavalla 1 (7, s. 40).

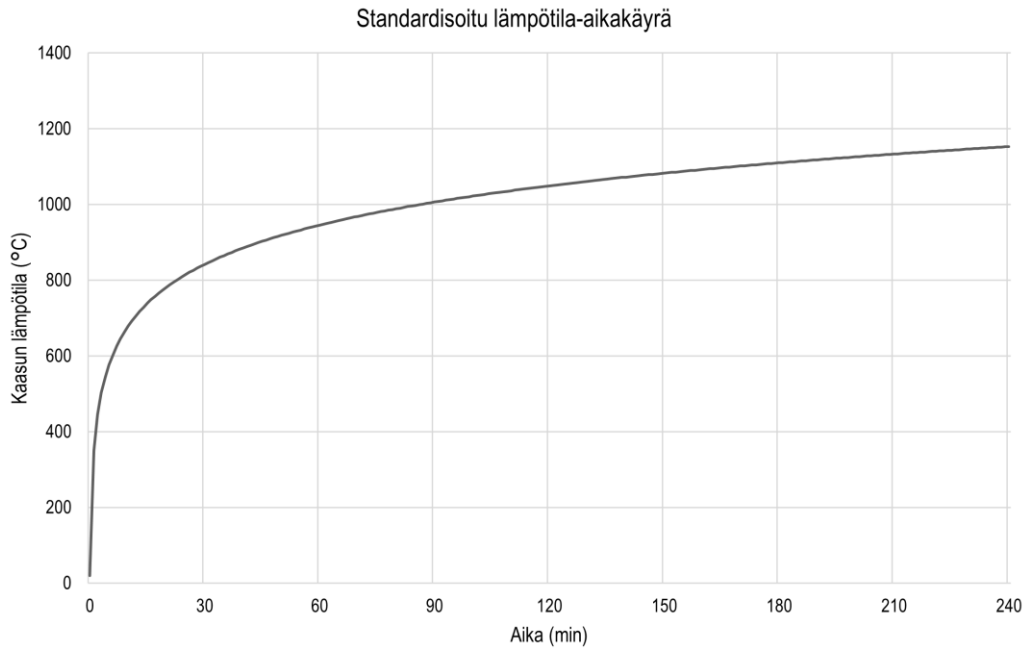
KAAVA 1. Standardisoidun lämpötila-aikakäyrän kaava (7, s. 40)

$$\theta_g = 20 + 345 \log_{10}(8t + 1)$$

θ_g = kaasun lämpötila palotilassa (°C)

t = aika (min)

Standardipalon alkuvaiheessa lämpötilan nousu on nopeaa, mutta hidastuu selkeästi palon edetessä. Ensimmäisen 10 minuutin aikana palokaasujen lämpötila nousee jo yli 600 °C:seen. (14, s. 34.) (Kuva 12.)



KUVA 12. Standardisoidun lämpötila-aikakäyrän kuvaaja

4.2 Palotilanteen mitoituskormat

Kun määritetään palotilanteen mitoituskormia, voidaan jättää huomioimatta ajan ja aikaisemman kuormituksen aiheuttamat rasitukset ja niiden vaikutukset rakenteeseen (7, s. 36). Lisäksi hyötykuormien vähenemistä palamisen seurauksena ei oteta huomioon. Myös teollisuuden toiminnoista aiheutuvat kuormat jätetään huomioimatta. Lumikuorman huomiotta jättäminen lumen sulamisen seurauksena arvioidaan tapauskohtaisesti. (12, s. 31.)

Palotilanteessa rakenteeseen voi kohdistua lämpötilan noususta johtuvia välillisiä kuormia. Välilliset kuormat aiheutuvat muun muassa rakenteiden lämpölaajenemisesta ja poikkileikkausten sisäisestä lämpötilaeroista. Kun rakenteen mitoituksessa käytetään standardipalon lämpötila-aikakäyrää, liittyvistä rakenneosista aiheutuvia välillisiä kuormia ei tarvitse ottaa huomioon. (12, s. 31.)

4.2.1 Onnettomuustilanteen kuormitusyhdistely

Palotilanteessa vaikuttavat kuormat yhdistellään standardissa SFS EN-1990:2023 esitetyn onnettomuustilanteiden kuormitusyhdistelyn mukaisesti. Onnettomuustilanteen kuormitusyhdistely palotilanteessa määritetään kaavalla 2. (7, s. 46; 15, s. 54–55.)

KAAVA 2. Onnettomuustilanteiden kuormitusyhdistelyn kaava (15, s. 54–55)

$$E_{fi,d} = \sum_i G_{k,i} + A_d + (\psi_{1,1} \text{ tai } \psi_{2,1})Q_{k,1} + \sum_{j>1} \psi_{2,j}Q_{k,j} + (P_k)$$

$E_{fi,d}$ = palotilanteen kuormien vaikutuksen mitoitussarvo

$G_{k,i}$ = pysyvän kuorman ominaisarvo

$Q_{k,1}$ = määräävän muuttuvan kuorman ominaisarvo

$Q_{k,j}$ = muun muuttuvan kuorman ominaisarvo

$\psi_{1,1}$ = määräävän muuttuvan kuorman tavallisen arvon yhdistelykerroin

$\psi_{2,1}$ = määräävän muuttuvan kuorman pitkäaikaisarvon yhdistelykerroin

$\psi_{2,j}$ = muun muuttuvan kuorman pitkäaikaisarvon yhdistelykerroin

A_d = onnettomuuskuorman mitoitussarvo

P_k = esijännitysvoiman ominaisarvo

Kun onnettomuustilanteen kuormitusyhdistelyssä määräävä muuttuva kuorma on lumi-, jää- tai tuulikuorma, yhdistelykertoimena käytetään muuttuvan kuorman tavallisen arvon yhdistelykerrointa $\psi_{1,1}$. Muussa tapauksessa käytetään pitkäaikaisarvon yhdistelykerrointa $\psi_{2,1}$. (16, 4 §.)

4.2.2 Yksinkertaistettu menetelmä

Kun palosta aiheutuvat välilliset kuormat voidaan jättää huomioimatta, palotilanteen kuormavaikutukset voidaan määrittää normaalilämpötilamitoituksen kuormituksen perusteella. Palotilanteen kuormitus yksinkertaistetulla menetelmällä lasketaan kaavalla 3. (7, s. 48.)

KAAVA 3. Yksinkertaistettu palotilanteen kuormituksen kaava (7, s. 48)

$$E_{fi,d} = \eta_{fi} \cdot E_d$$

$E_{fi,d}$ = palotilanteen kuormien vaikutuksen mitoitussarvo

E_d = normaalilämpötilamitoituksen kuormien mitoitussarvo

η_{fi} = pienennyskerroin

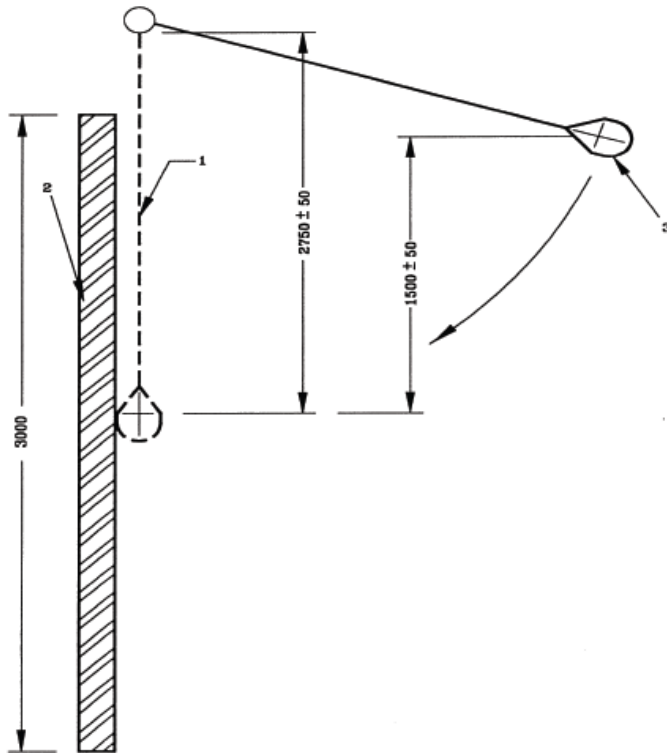
Yksinkertaistetussa menetelmässä murtorajatilän kuormitusta pienennetään pienennyskerroimella η_{fi} . Pienennyskerroin määritellään eurokoodien palomitoitusosioissa. (7, s. 48.)

4.3 Palomuurin iskunkestävyys

Palomuurille on asetettu osastoivuusvaatimuksen lisäksi myös iskunkestävyysvaatimus. Palomuurin iskunkestävyysvaatimuksen täyttymistä arvioidaan standardissa SFS-EN 1363-2 esitettyllä tavalla. Standardissa määritellyllä iskunkestävyysskokeella voidaan kokeellisesti arvioida rakenteen iskunkestävyyttä palotilanteessa. (3, s. 114.)

Standardissa SFS-EN 1363-2 on määritelty palomuurin iskunkestävyyden testaamisen olosuhteet ja toteutusmenettelyt (17, s. 10–11). Seinän iskunkestävyyttä testataan 3x3 metrin kokoisella koekappaleella, joka asetetaan vertikaaliuuniin. Uunissa koekappale altistetaan palolle sen toiselta puolelta. Koekappale on yhdeltä pystysivultaan vapaa ja muilta sivuilta tuettu. Paloaltistuksen aikana tarkkaillaan koekappaleen tiiveys- (E) ja eristävyyskriteerien (I) täyttymistä. (18; 17, s. 10.)

Kun vaadittu palonkestävyysaika täyttyy, aloitetaan iskunkestävyyden testaaminen. Testaaminen tulee aloittaa 5 minuutin kuluessa palonkestävyyssajan täyttymisestä. Iskunkestävyyden testaamisen aikana koekappale on edelleen altistettuna palolle. Iskunkestävyyttä testataan kohdistamalla koekappaleen keskelle kolme iskua. Iskut suoritetaan 200 kg:n painoisella lyijyhaulisäkillä. Säkki pudotetaan 1,5 metrin korkeudelta koekappaleen keskikohtaan. (17, s. 11.) (Kuva 13.)



- 1 steel wire $\varnothing 10$
- 2 specimen
- 3 impact body (see figure 2)

Dimensions in mm

KUVA 13. Palomuuriseinän testausasetelma (17, s. 16)

Kantavien seinien testauksessa koekappaleen tulee olla kahden ensimmäisen iskun aikana kuormitettu. Viimeinen isku suoritetaan kuormittamattomalle koekappaleelle. Iskujen jälkeen tiiveys- ja eristävyysvaatimusten täytyminen tarkistetaan uudelleen. Yhdestä iskusta aiheutuva kuormitus on 3 000 Nm. (17, s. 11.)

5 PALOMUURIN SUUNNITTELUOHJEEN LAATIMINEN

Palomuurin suunnitteluun liittyviä määräyksiä ja ohjeita on useissa eri lähteissä. Tiedonhankinta ja aineistoon perehtyminen vaatii aikaa. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ohje, jossa oleelliset vaatimukset ja määräykset sekä mitoitusperiaatteet olisivat helposti ja nopeasti löydettävissä.

Suunnitteluohjeen laatiminen aloitettiin lähdeaineiston keräämisellä sekä perehtymällä rakennusten paloturvallisuutta käsitteleviin määräyksiin ja ohjeisiin. Aineistoa kerättiin netin hakukoneiden sekä kirjaston nettisivujen kautta. Aineiston kokoamiseen ja siihen perehtymiseen käytettiin reilusti aikaa.

Aineistoon tutustumisen jälkeen alettiin pohtia ohjeen sisältöä ja rakennetta sekä laadittiin ohjeen sisällysluettelo (liite 1). Sisällysluettelon laatimisen jälkeen aloitettiin ohjeen kokoaminen. Ohjeen aluksi on kerrottu erilaisista vaihtoehdoista palon leviämisen estämiseksi. Seuraavaksi ohjeessa on käsitelty palomuurin olennaisia vaatimuksia. Sen jälkeen ohjeessa on kerrottu yleisesti palomitoituksesta sekä tarkemmin palomuurin mitoittamisesta.

Yleisten vaatimusten ja palomitoituksen jälkeen ohjeessa on käsitelty eri materiaalista valmistettujen palomuurien erityispiirteitä ja ominaisuuksia. Ohjeeseen valittiin tarkemmin tarkasteltavaksi kolme erilaista palomuuria: betonirakenteinen, muurattu sekä teräspaneeleista tehty palomuuuri. Ohjeeseen laadittiin kullekin materiaalille oma lukunsa, jossa on kerrottu tarkemmin kyseisestä materiaalista tehdyn palomuurin ominaisuuksista ja mitoittamisesta.

Ohjeeseen laadittiin lopuksi kaksi esimerkkitapausta, jotka havainnollistavat palomuurin suunnitteluratkaisuja. Esimerkkitapaukset kehitettiin tilaajarytymisen toiveiden mukaisesti. Esimerkissä pyrittiin kuvaamaan suunnittelutilanne, joka palvelisi ohjeen lukijaa parhaalla mahdollisella tavalla.

Esimerkkitapauksissa rakennuksen lähtötilanne ja käyttötarkoitus on sama. Esimerkkitapauksissa käsitellään palomuurin suunnittelua hallirakennukseen, jonka yhteydessä on tekninen tila. Rakennuksen tuotantohalli on yksikerroksinen ja kuuluu paloluokkaan P3. Tekninen tila on kaksikerroksinen ja kuuluu paloluokkaan P2. Koska rakennuksen osat kuuluvat eri paloluokkiin, tilojen välille on rakennettava palomuuuri.

Ensimmäisessä esimerkissä palomuri suunniteltiin toteutettavaksi teräsohutlevyistä ja mineraalivillasta valmistetuista sandwich-paneeleista. Esimerkissä käsiteltiin paneelien valintaa valmistajan ohjeiden mukaisesti. Lisäksi esimerkkiin laadittiin pohja- sekä leikkauspiirustus, joissa esitettiin palomuurin sijainti rakennuksen suhteen (liite 2). Paneelivalmistajan ohjeiden pohjalta laadittiin myös detailjipiirustuksia, joissa on esitetty paneelien kiinnittäminen muihin rakenteisiin.

Toisessa esimerkissä palomuri suunniteltiin toteutettavaksi betonisilla sisäkuorielementeillä. Esimerkissä käsiteltiin seinän paksuuden valintaa taulukkomitoituksen avulla.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota palomuurin suunnittelussa tarvittavat keskeiset vaatimukset ja mitoitusperiaatteet yhteen ohjeeseen. Tarkoituksena oli muodostaa ohje, joka selkeyttää ja yhtenäistää palomuurin suunnitteluprosessia.

Työ aloitettiin keräämällä lähdeaineistoa ja tutustumalla rakennusten paloturvallisuutta käsitteleviin määräyksiin. Aineistoon perehtymisen jälkeen aloitettiin suunnitteluohjeen laatiminen. Ohjeeseen kehitettiin työn aikana myös muutama esimerkkitapaus, jotka havainnollistavat palomuurin suunnittelua.

Opinnäytetyön tuloksena onnistuttiin laatimaan suunnitteluohje, joka on suunnittelijan apuna palomuurin suunnittelussa. Ohjeessa on käsitelty palomuurille asetetut vaatimukset. Lisäksi ohjeessa on kerrottu palomuurin mitoittamisen periaatteista. Ohjeeseen kuuluvat esimerkit auttavat soveltamaan ohjeen teoriaa käytäntöön. Yhteinen suunnitteluohje voi vaikuttaa positiivisesti suunnittelun aikatauluun ja työn lopputulokseen.

Opinnäytetyön tekemisen alkuvaiheessa haasteita tuotti selkeän ja yksiselitteisen tiedon löytäminen. Palomuurin suunnittelua ja mitoittamista käsittelevää aineistoa löytyi pieninä palasina useista eri lähteistä. Työn aikana oli ajoittain haastavaa hahmottaa, miten eri lähteistä peräisin oleva tieto muodostaa yhtenäisen asiakokonaisuuden. Lisäksi palomuurin laskennallisessa mitoituksessa käytettävän kuormituksen määrittäminen tuotti hankaluuksia. Haasteista huolimatta onnistuttiin lopulta laatimaan suunnitteluohje, jota suunnittelija voi käyttää palomuurin suunnittelun tukena.

Työtä voisi jatkaa selvittämällä tarkemmin, miten palomuurin laskennallisessa mitoituksessa käytettävät kuormitukset määräytyvät. Työn aihetta voisi myös kehittää kartoittamalla lisää erilaisia palomuurin toteuttamisvaihtoehtoja. Suunnitteluohjeen esimerkissä käsiteltiin teräsohutlevyistä ja mineraalivillasta valmistettujen sandwich-paneelien sekä betonielementtien käyttöä palomuurirakenteena. Näiden vaihtoehtojen lisäksi voisi olla järkevää selvittää myös muista materiaaleista valmistettujen palomuurien ominaisuuksia ja suunnittelua. Lisäksi voisi olla hyödyllistä vertailla eri vaihtoehtojen toteuttamisen ajallista ja taloudellista näkökulmaa. Vertailun tulosten perusteella voitaisiin pohtia, millainen suunnitteluratkaisu olisi toimivin ja tehokkain erilaisissa tilanteissa.

LÄHTEET

1. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017. Hakupäivä 1.9.2023. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170848>.
2. Ympäristöministeriö 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Muistio. Hakupäivä 1.9.2023. https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Asetus-rakennusten-paloturvallisuudesta-perustelumuistio-20112017-68F439B3_9D6E_44C4_8618_34FE9387FCE8-132701.pdf/89f9aa72-522c-c62b-5433-6f886e934f41/Asetus-rakennusten-paloturvallisuudesta-perustelumuistio-20112017-68F439B3_9D6E_44C4_8618_34FE9387FCE8-132701.pdf?t=1603260640763.
3. Laaksonen, Juha-Pekka & Kräkin, Samuli 2018. RIL 195-1-2018. Rakenteellinen paloturvallisuus. Yleiset perusteet ja ohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry.
4. Ympäristöministeriö 2020. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta. Muistio. Hakupäivä 1.9.2023. <https://ym.fi/documents/1410903/0/YM+asetus+rakennusten+paloturvallisuudesta+perustelumuistio+23112020.pdf/56ee2f52-1e73-76e4-9d7b-f9c1c0ed10e1/YM+asetus+rakennusten+paloturvallisuudesta+perustelumuistio+23112020.pdf?t=1614685270578>.
5. SFS-EN 13501-2:2023. Fire classification of construction products and building elements. Part 2: Classification using data from fire resistance and/or smoke control tests, excluding ventilation services. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Hakupäivä 28.9.2023. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/1279700.html.stx>. Vaatii lisenssin.
6. RT 103131 2019. Rakennuksen paloluokan määrittäminen ja keskeiset palotekniset vaatimukset. Helsinki: Rakennustieto Oy. Hakupäivä 3.8.2023. https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103131?external_system=Juha&page=1. Vaatii lisenssin.

7. SFS-EN 1991-1-2+AC 2003. Eurocode 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1–2: Yleiset kuormat. Palolle altistettujen rakenteiden rasi-tukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Hakupäivä 14.8.2023. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/412039.html.stx>. Vaatii lisenssin.
8. Ympäristöministeriö 2003. Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa. Helsinki: Edita Prima Oy. Hakupäivä 14.8.2023. <https://julkaisut.valtio-neuvosto.fi/handle/10138/40357>.
9. Idänheimo, Sini 2024. Senior Engineer, Fire Protection, Energy Division. AFRY Finland Oy. Sähköpostikeskustelu 27.3.2024.
10. Idänheimo, Sini 2023. Senior Engineer, Fire Protection, Energy Division. AFRY Finland Oy. Sähköpostikeskustelu 9.11.2023.
11. Autere, Mikko & Åström, Gunnar 2018. RIL 270-2018. Palokatkojen suunnittelu, toteutus ja huolto. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
12. Hietaniemi, Jukka, Tikanoja, Timo, Kemppe, Markku, Sumkin, Hemmo & Åström, Gunnar 2017. RIL 201-2-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Eurokoodit EN 1991-1-2, EN 1991-1-5, EN 1991-1-6, EN 1991-1-7, EN 1991-3 ja EN 1991-4. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
13. Ympäristöministeriö 2016. 5/16. Ympäristöministeriön asetus palolle altistettujen rakenteiden rasi-tuksia koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1991-1-2. Hakupäivä 30.9.2023. <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/700001/42810>.
14. SFS-EN 1363-1:2020. Fire resistance tests. Part 1: General requirements. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Hakupäivä 28.9.2023. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/861115.html.stx>. Vaatii lisenssin.

15. SFS-EN 1990:2023. Eurocode. Basis of structural and geotechnical design. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Hakupäivä 30.9.2023. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/1272178.html.stx>. Vaatii lisenssin.
16. Ympäristöministeriö 2016. 3/16. Ympäristöministeriön asetus rakenteiden suunnitteluperusteita koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1990. Hakupäivä 12.9.2023. <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/700001/42808>.
17. SFS-EN 1363-2 2000. Fire resistance tests. Part 2: Alternative and additional procedures. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Hakupäivä 13.9.2023. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/6816.html.stx>. Vaatii lisenssin.
18. Ala-Outinen, Tiina, Kajastila, Riitta & Oksanen, Tuuli 2007. Rakenteiden palotestaus eurooppalaisilla menetelmillä. Pelastustieto 58, 37–41.

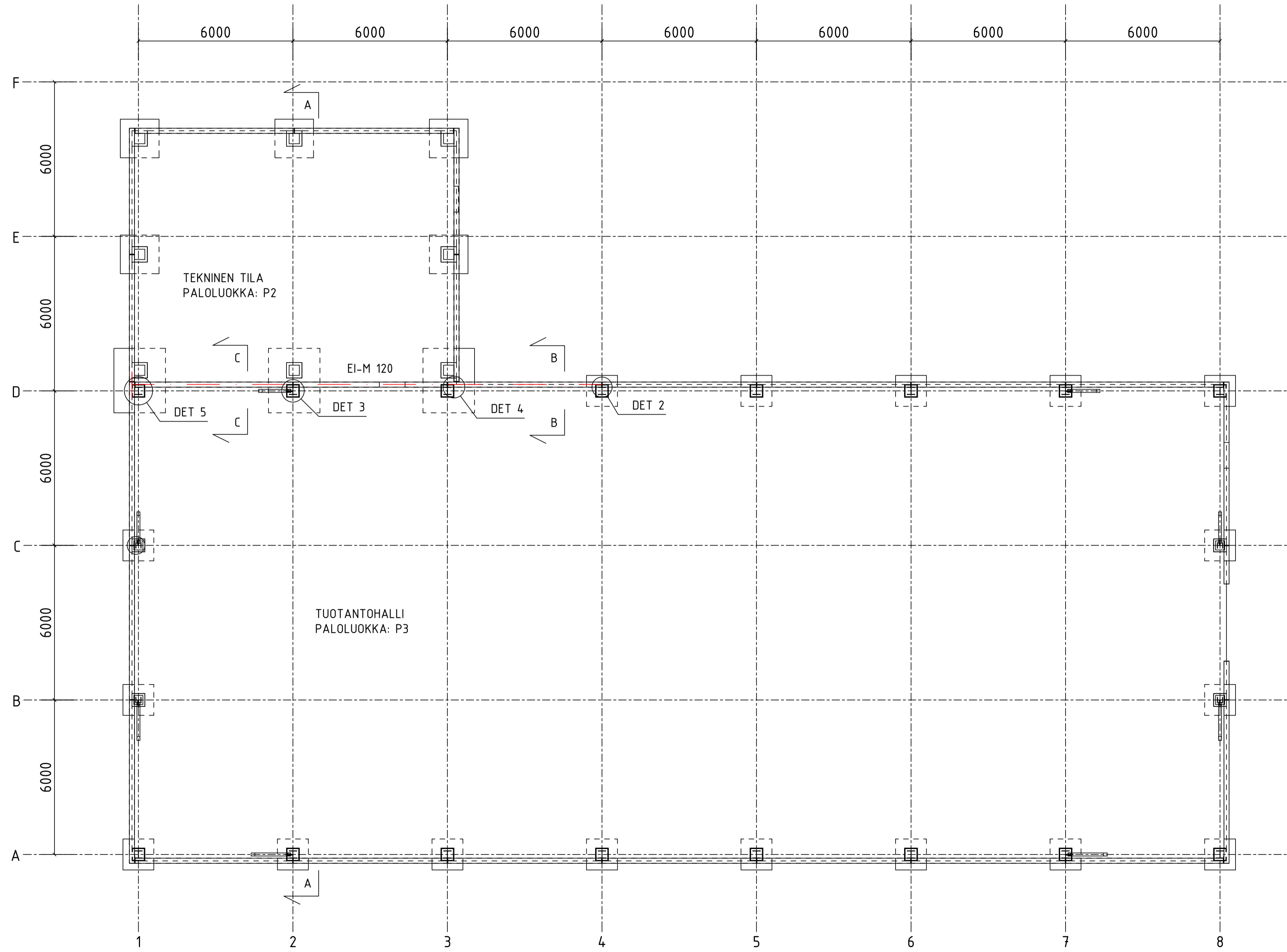
SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	3
2	Palon leviämisen estäminen.....	4
3	Palomuuuri	6
3.1	Palomuurin luokkavaatimukset	6
3.2	Palomuurin sijainti suhteessa rakennuksiin.....	7
3.3	Liittyvät rakennusosat	12
3.3.1	Ovet ja ikkunat.....	12
3.3.2	Läpiviennit	13
3.4	Materiaalin ja toteutustavan valinta.....	15
4	Palomuurin mitoittaminen	16
4.1	Mitoituspalo	17
4.2	Palotilanteen mitoituskuormat	18
4.2.1	Onnettomuustilanteen kuormitusyhdistely.....	18
4.2.2	Yksinkertainen menettely.....	19
4.3	Palomuurin iskunkestävyys	20
4.4	Betonirakenteinen palomuuuri.....	22
4.5	Muurattu palomuuuri.....	23
4.6	Pelti-villa-pelti palomuuuri	27
5	Esimerkkitapaukset	29
5.1	Esimerkki 1	29
5.2	Esimerkki 2.....	33

Lähteet

Liitteet

POHJAPIIRUSTUS 1:100



Kaupunginosa	Kortteli	Tontti/RNro	Viranomaismerkintöjä varten
Rakennuslupamenopide UUDISRAKENNUS			Piirustustyyli RAKENNEPIIRUSTUS
Rakennuskohteen nimi ja tiedot Opinnoittely Palomuurin suunnitteluohje Esimerkki 1			Piirustuksen sisältö POHJAPIIRUSTUS
Suunnittelija Sara Alamikkela		Päiväys 12.2.2024	Suunnitteluala, työn numero ja piirustuksen numero RAK 01
			Juoks. Nro 1:100 01