

bauroc

KAIKKEEN RAKENTAMISEEN



PALOSUUNNITTELUOHJE

Paloturvallisten rakenteiden suunnittelu bauroc kevytbetonituotteilla

Sisällysluettelo

1	Johdanto	3
2	bauroc-tuotteiden palonkestävyys	3
2.1	Harkot ja väliseinälaatat	5
2.2	Seinäelementit.....	7
2.3	Tasoelementit	7
2.4	Suunnittelussa huomioitavaa	8
2.4.1	Muurattavat rakenteet	8
2.4.2	Elementit	9
3	Karkaistu kevytbetoni palossa	10
3.1	Tulipalon eteneminen	10
3.2	Karkaistu kevytbetoni on palamaton rakennusmateriaali	10
3.3	ECOTERM+ harkkoseinän palokoe.....	11
4	Paloturvallisten rakenteiden suunnittelu	12
4.1	Yleiset määräykset ja rakenteiden kantavuuden säilyttäminen	12
4.2	Palon rajoittaminen osastoihin	12
4.3	Palon kehittymisen rajoittaminen.....	13
4.4	Palomuri ja palon leviämisen estäminen naapurirakennukseen	13
4.5	Suunnitteluohjeita	14
4.5.1	Osastoivat rakenneosat.....	14
4.5.2	Palomuurit ja tuotanto- ja varastotilojen pinta-alaosastoinnit	14
4.5.3	Taulukkomitoituksen vaihtoehtoiset palomitoitusmenetelmät	16
4.5.4	Oletettuun palonkehitykseen perustuva suunnittelu	17
5	Lähteet.....	17

1 Johdanto

Höyrykarkaistu kevytbetoni on palamaton rakennusmateriaali, josta valmistettuja tuotteita käytetään erilaisissa paloturvallisuutta vaativissa rakenteissa.

Tästä ohjeesta löydät tietoa osastoivien ei-kantavien ja kantavien rakenteiden sekä palomuurien suunnitteluun. Ohjeessa esitetään bauroc-tuotteet ja niiden palonkestävyysluokat, karkaistun kevytbetonin ominaisuuksia palossa sekä koosteen kansallisista määräyksistä ja ohjeista paloturvallisten rakenteiden suunnitteluun. Varsinaiset rakennedetailit löydät sivustolta www.bauroc.fi.

Baurocin kevytbetonituotteet täyttävät loistavien palo-ominaisuuksien lisäksi monta muuta uudis- ja korjausrakentamishankkeen kriteeriä:

- tuotteet ovat kevyitä ja etenkin elementtien asennus on helppoa. Osastoivat elementtiseinät ovat purettavissa ja siirrettävissä.
- karkaistu kevytbetoniharkko on toiminnaltaan yksinkertainen: yksiaineinen harkkoseinä kantaa sekä rakenteellisia kuormia että eristää lämpöä ja on rakenteena tiivis
- karkaistut kevytbetonituotteet ovat vähäpäästöisiä materiaaleja niin elinkaaren aikaisten ilmastovaikutusten kuin kemiallisten päästöjen osalta.

2 bauroc-tuotteiden palonkestävyys

Rakenteiden palonkestävyysvaatimukset on esitetty kriteerein R, E, I ja M. Kirjainyhdistelmän perään kirjoitettu luku kertoo palonkestävyysajan eli kuinka monta minuuttia standardipalorasitusta kyseisen kriteerin tulee täyttää. Kirjaimista:

- **R** viittaa **rakenteen kantavuuteen**
- **E** viittaa **rakenteen tiiviyteen**
- **I** viittaa **rakenteen eristävytyteen**
- täydentävä kriteeri **M** viittaa **rakenteen iskunkestävyyteen palotilanteessa**

Kantavuusvaatimuksen (R) täyttymistä edellytetään rakennuksen kantavilta ja jäykistäviltä rakenteilta. Osastoivilta rakenteilta edellytetään tiiviyden (E) sekä eristävyysvaatimuksen (I) täyttymistä. Palomuuureilta sekä tuotanto- ja varastotilojen pinta-alaosastoivilta seiniltä edellytetään lisäksi iskunkestävyysvaatimuksen (M) täyttymistä.

Kevytbetoniset harkkorakenteet suunnitellaan muurattujen rakenteiden *Eurokoodi 6* eli standardin *SFS-EN 1996-1-1* /1/ sitä seuraavien *SFS-EN 1996* standardisarjan mukaisesti. Rakenteiden palomitoitus on esitetty standardissa *SFS-EN 1996 1-2 Eurokoodi 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt. Rakenteiden palomitoitus* /2/. Ympäristöministeriö on osana rakentamismääräyskokoelmaa julkaissut *Eurokoodin 6 kansallisen liitteen* /3/, jossa esitetään kansalliset vaihtoehtoiset menettelytavat, lukuarvot ja luokitussuosituksia. Tässä ohjeessa esitetyt muurattujen höyrykarkaistuista kevytbetoniharkkoista tehtyjen rakenteiden minimipaksuudet eri palonkestävyysluokissa on esitetty kansallisen liitteen mukaisesti. Eurokoodin ja kansallisen liitteen taulukoissa palonkestävyys määritetään materiaalin tiheyden ja tuotteen paksuuden perusteella. Tässä luvussa palonkestävyysluokat on esitetty suoraan eri bauroc tuotenimikkeille. Harkkotuotteet eroavat toisistaan tiheyden, mutta myös mittojen ja harkkoprofiilin perusteella. Valmiiden standardien taulukoiden lisäksi ECOTERM+ harkon palonkestävyys on varmistettu palokokeella /4/.

Kevytbetonielementtien palonkestävyysluokat on esitetty elementtien harmonisoidussa tuotestandardissa *SFS-EN 12602:2016 Höyrykarkaistusta kevytbetonista valmistetut raudoitetut elementit* /5/. Standardissa esitetään palonkestävyysluokat elementtien tiheyden ja paksuuden perusteella. Tässä luvussa palonkestävyysluokat esitetään suoraan bauroc elementtituotteille.

Baurocin tuotteet ja rakenteiden palonkestävyysluokat on esitetty luvuissa 2.1 - 2.3. Alla olevassa yhteenvetotaulukossa on esitetty tuotetyypeittäin saavutettavissa oleva minimipaksuus kullekin palonkestävyysluokalle.

Taulukko 1. Palonkestävyysluokkien saavuttamiseen riittävä minimipaksuus eri bauroc-tuotteilla

Palon- kestävyys- luokka	Minimipaksuus [mm]					
	75	100	150	200	250	300
EI 60	ELEMENT väliseinälaatta					
EI 90		CLASSIC				
EI 120		ACOUSTIC ELEMENT väliseinälaatta				
EI 180			CLASSIC			
EI 240			ACOUSTIC ELEMENT väliseinälaatta SEINÄELEMENTTI	CLASSIC HARD UNIVERSAL		ECOTERM+
REI 60		CLASSIC*				
REI 90		ACOUSTIC* ELEMENT väliseinälaatta*				
REI 120			CLASSIC ACOUSTIC ELEMENT väliseinälaatta			
REI 180				CLASSIC UNIVERSAL		
REI 240				HARD	CLASSIC ACOUSTIC	UNIVERSAL ECOTERM+
REI-M 90 tai EI-M 90				SEINÄ- ELEMENTTI (vain EI-M)	HARD ACOUSTIC	CLASSIC UNIVERSAL
REI-M 120 tai EI-M 120						HARD
REI-M 180 tai EI-M 180					SEINÄ- ELEMENTTI (vain EI-M)	erillistilauksella tiheämpi ulkoseinäharkko ECOTERM 375 mm

*Huom. kantavien seinien hoikkusuoran (27) takia 100 mm paksujen seinien maksimikorkeus on 2,7 m

2.1 Harkot ja väliseinälaatat

bauroc HARKOT sopivat osastoivien ei-kantavien ja kantavien rakenteiden sekä palomuurien rakentamiseen. Eri harkkolaadut poikkeavat toisistaan tiheyden suhteen. Harkkoseinien palonkestävyys riippuu harkon tiheydestä ja seinän paksuudesta. Tuotteiden valinnassa huomioidaan kantavien seinien hoikkusraja 27 ja ei-kantavien 40, ks. lisätiedot luvusta 2.4 /1/.

CLASSIC

kantavan seinän harkko

pituus/leveys/korkeus [mm]	palonkestävyysluokka, osastoiva seinä	palonkestävyysluokka, palomuurit ja pinta- alaosastoivat seinät
600 x 300 x 200	REI240	REI-M90
600 x 250 x 200	REI240	
600 x 200 x 200	REI180, EI240	
600 x 150 x 200	REI120, EI180	
600 x 100 x 200	EI90, (REI60*)	



*Huom. kantavien seinien hoikkusrajan (27) takia 100 mm paksujen seinien maksimikorkeus on 2,7 m

- Puristuslujuus $f_b = 3,0 \text{ N/mm}^2$
- Kuivatiheys: 425 kg/m^3 (+/-30 kg/m^3)
- Menekki: $8,3 \text{ kpl/m}^2$
- Päädyssä pystysauman valu-ura muissa kuin 100 mm paksussa harkossa

HARD

erikoiskova harkko

pituus/leveys/korkeus [mm]	palonkestävyysluokka, osastoiva seinä	palonkestävyysluokka, palomuurit ja pinta- alaosastoivat seinät
600 x 300 x 200	REI240	REI-M120
600 x 250 x 200	REI240	REI-M90
600 x 200 x 200	REI240	



- Puristuslujuus $f_b = 5,0 \text{ N/mm}^2$
- Kuivatiheys: 535 kg/m^3 (+/-30 kg/m^3)
- Menekki: $8,3 \text{ kpl/m}^2$
- Päädyssä pystysauman valu-ura

ACOUSTIC

ääneneristysharkko

pituus/leveys/korkeus [mm]	palonkestävyysluokka, osastoiva seinä	palonkestävyysluokka, palomuurit ja pinta- alaosastoivat seinät
600 x 250 x 200	REI240	REI-M90
600 x 150 x 200	REI120, EI240	
600 x 100 x 200	EI120, (REI90*)	



*Huom. kantavien seinien hoikkusrajan (27) takia 100 mm paksujen seinien maksimikorkeus on 2,7 m

- Puristuslujuus $f_b = 4,0 \text{ N/mm}^2$
- Kuivatiheys 575 kg/m^3 (+/- 30 kg/m^3)
- Menekki: $8,3 \text{ kpl/m}^2$

UNIVERSAL

uraton yleisharkko, jonka voi kääntää ja käyttää joko 200 mm leveänä tai 300 mm leveänä harkkona

pituus/leveys/korkeus [mm]	palonkestävyysluokka, osastoiva seinä	palonkestävyysluokka, palomuurit ja pinta-alaosastoivat seinät
600 x 200 x 300	REI180, EI240	
600 x 300 x 200	REI240	REI-M90



- Puristuslujuus $f_b = 2,5 \text{ N/mm}^2$
- Kuivatiheys on 375 kg/m^3 (+/- 25 kg/m^3)

- Menekki: 200 mm leveä harkko $5,6 \text{ kpl/m}^2$ ja 300 mm leveä harkko $8,3 \text{ kpl/m}^2$

ECOTERM+

ulkoseinääharkko, pienin lämmönjohtavuus

pituus/leveys/korkeus [mm]	palonkestävyysluokka, osastoiva seinä
600 x 500 x 200	REI240
600 x 375 x 200	REI240
600 x 300 x 200	REI240



- Puristuslujuus $f_b = 1,8 \text{ N/mm}^2$
- Kuivatiheys on 300 kg/m^3 (+/- 25 kg/m^3)

- Menekki: $8,3 \text{ kpl/m}^2$

ELEMENT väliseinälaatta

mittatarkka tuote kevyisiin väliseiniin, märkätilojen seiniin, hissi- ja putkikuiluihin, tulipesän kuoreksi

pituus/leveys/korkeus [mm]	palonkestävyysluokka, osastoiva seinä
600 x 150 x 400 mm	EI240, REI120
600 x 100 x 400 mm	EI120, (REI90*)
600 x 75 x 400 mm	EI60



*Huom. kantavien seinien hoikkusrajan (27) takia 100 mm paksujen seinien maksimikorkeus on 2,7 m

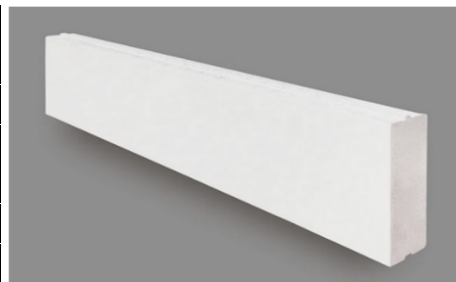
- Kuivatiheys on 475 kg/m^3 (+/- 25 kg/m^3)
- Menekki: $4,17 \text{ kpl/m}^2$

2.2 Seinäelementit

bauroc SEINÄELEMENTIT ovat karkaistusta kevytbetonista valmistettuja raudoitettuja ei-kantavia elementtejä, jotka asennetaan vaakasuoraan ja kiinnitetään kantavaan runkoon. Isot ja korkeat palo-osastoivat seinät /palomuurit esimerkiksi teollisuushalleihin on helppo ja suositeltavaa toteuttaa seinäelementeistä.

Seinäelementtien korkeus on 600 mm ja pituus 6000 mm. Lyhyempiä elementtejä tehdään tilauksesta 200 mm välein.

paksuus [mm]	palonkestävyysluokka, osastoiva seinä	palonkestävyysluokka, palomuurit ja pinta-alaosastoivat seinät
375	EI240	EI-M 180
300	EI240	EI-M 180
250	EI240	EI-M 180
200	EI240	EI-M 90
150	EI240	



- Kuivatiheys on 525 kg/m³ (+/- 25 kg/m³)

2.3 Tasoelementit

bauroc TASOELEMENTIT ovat karkaistusta kevytbetonista valmistettuja raudoitettuja elementtejä, joita käytetään ala-, väli- ja yläpohjien kantavina ja osastoivina lämpöä eristävinä rakenteina.

Tasoelementtien standardileveys on 600 mm ja pituus 6000 mm. Lyhyempiä elementtejä tehdään tilauksesta 200 mm välein ja elementtejä voidaan toimittaa myös 300 mm leveinä. Tasoelementtien kuormaluokka on 5,0 - 6,5 kN/m². Kuormaluokan lukuarvo tarkoittaa tasaisen hyötykuorman mitoitusarvoa (hyötykuorma varmuuskertoimella kerrottuna) elementtien oman painon lisäksi.

paksuus [mm]	palonkestävyysluokka
250	REI90



- Kuivatiheys on 525 kg/m³ (+/- 25 kg/m³)

2.4 Suunnittelussa huomioitavaa

2.4.1 Muurattavat rakenteet

Harkkoseinien mitoitus tehdään *Eurokoodi 6 ja kansallisen liitteen /3/* mukaisesti. Tuotteiden valinnassa on huomioitava rakenteen hoikkuus. Eurokoodi 6 mukaisesti hoikkuusluku $= h_{ef}/t_{ef}$, missä h_{ef} on seinän tehollinen korkeus ja t_{ef} seinän tehollinen paksuus. Kun seinän pääasiallisena kuormana on pystysuora kuorma, seinän hoikkuusluku rajoitetaan arvoon 27. Ei-kantavien seinien hoikkuusluku rajoitetaan arvoon 40.

Harkkoseinien palonkestävyyden osalta mitoitus tehdään *Eurokoodi 6 SFS-EN 1996-1-2 /2/ ja kansallisen liitteen /3/* mukaisesti, jolloin voidaan noudattaa kansallisen liitteen taulukkoarvoja, jotka bauroc-tuotteiden osalta on esitetty luvussa 2.1.

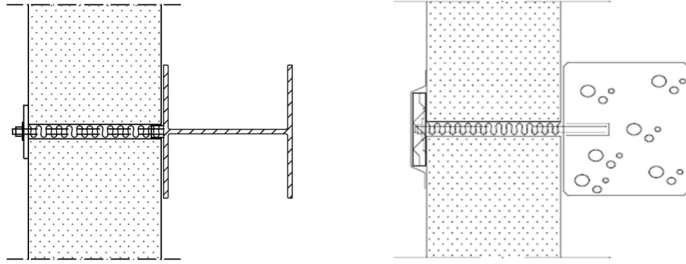
SFS-EN 1996-1-2 /2/ mukaisesti yksityiskohtien suunnittelussa huomioidaan, että ne eivät saa heikentää rakenteen palonkestävyyttä ja palonkestävyysvaatimukset tulee saavuttaa mm. seinissä olevissa saumoissa, liikuntasaumat mukaan lukien. Poimintoina mm:

- Ala-, väli- tai yläpohjan tulee toimia seinän ala- ja yläpäässä vaakasuuntaisena tukena, ellei seinän stabiiliutta normaalioloissa varmisteta muulla tavoin kuten esimerkiksi tukipilarein ja erikoissitein. /2/
- Kun liikuntasaumassa vaaditaan paloeristäviä kerroksia, niiden tulee koostua mineraalipohjaisista materiaaleista, joiden sulamispiste on vähintään 1000 °C ja kaikkien saumojen tulee olla tiiviitä niin, että seinän liike ei vaikuta heikentävästi palonkestävyyteen. Jos käytetään muita materiaaleja, tulee kokein osoittaa, että ne täyttävät kriteerit E ja I. /2/
- Palomuurien liitokset raudoitettuun tai raudoittamattomaan betoniin ja muurattuihin rakenteisiin, kun liitokselta edellytetään mekaanista iskunkestävyyttä, tehdään täysinäisin laasti- tai betonisaumoin tai niissä käytetään asianmukaisesti suojattuja mekaanisia liittimiä. Kun liitokselta ei edellytetä mekaanista iskunkestävyyttä, ne voidaan tehdä *SFS-EN 1996-1-2 /1/*, *SFS-EN 1996-2* tai muiden soveltuvien ohjeiden mukaisesti. /2/
- Kantavissa seinissä voidaan olettaa, että EN 1996-1-1 mukaiset ilman erillisiä laskelmia sallittavat roilot ja syvennykset eivät vähennä taulukoissa annettua palonkestävyysaikaa. Ei-kantavissa seinissä pystysuorien roilojen ja syvennysten kohdalle jätetään vähintään 2/3 vaaditusta seinän minimipaksuudesta, kuitenkin vähintään 60 mm mukaan lukien kiinteästi liittyvät palosuojapinnoitteet kuten rappaus. Vaakasuurien ja vinojen roilojen ja syvennysten kohdalla jätetään jäljelle vähintään 5/6 vaaditusta seinän minimipaksuudesta, kuitenkin vähintään edellä mainittu 60 mm. Vaakasuuria ja vinoja roiloja ja syvennyksiä ei sijoiteta seinän korkeuden keskimmaiselle kolmannekselle. Ei-kantavassa seinässä yksittäisten roilojen ja syvennysten leveys on enintään kaksi kertaa vaadittu seinän minimipaksuus mukaan lukien kiinteästi liittyvät palosuojapinnoitteet kuten rappaus. /2/
- Yksittäiset kaapelit voivat mennä seinän läpi rei'issä, jotka on tukittu laastilla. Lisäksi palamattomat putket aina 100 mm läpimittaan saakka voivat mennä seinän läpi rei'issä, jotka on putken ympäriltä täytetty palamattomalla materiaalilla, kunhan putkien kautta läpimenevä lämpö ei estä lämpötilavaatimusten E ja I toteutumista eikä laajeneminen vaikuta haitallisesti palonkestävyyteen. Palavan materiaalin kaapeli- tai putkiryhmien tai laastittoman yksittäisen läpiviennin tiivistyksen osalta vaaditaan /2/ mukaisesti lisäselvityksiä tai kokemukseen perustuvia ohjeita. /2/

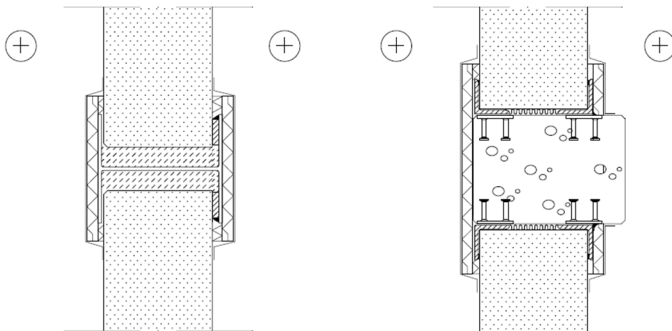
Palomuurirakenteissa huomioidaan, että harkkoseinän vaakasauman raudoitteina käytetään perinteisiä harjateräksiä tavanomaisissa ohutsaumamuurattavissa seinissä vaihtoehtoisesti käytettävän murfor-kutistumaraudoitteen sijaan. Raudoituksen minimimäärä Eurokoodi 6 mukaan on 0,03% seinän brutto-poikkipinta-alasta /1/.

2.4.2 Elementit

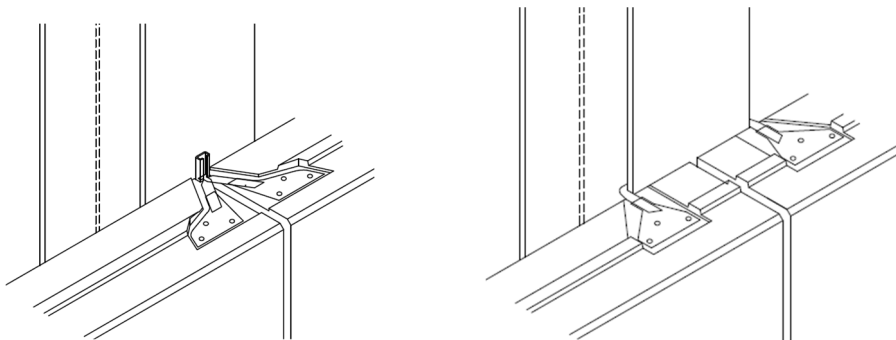
Kevytbetonielementtien palonkestävyysluokat määräytyvät elementtien harmonisoidun tuotestandardin *SFS-EN 12602:2016 Höyrykarkaistusta kevytbetonista valmistetut raudoitettut elementit /5/* mukaisesti, joista bauroc-tuotteiden osalta yhteenvedo on esitetty luvuissa 2.2 ja 2.3. Seinäelementit kiinnitetään kantavaan runkoon joko listakiinnityksellä (kuva 1), kantavan rungon väliin (kuvat 2) tai erilaisilla ankkureilla piilokiinnityksellä (kuva 3). Kuvan 2 kiinnitystä käytetään rakenneosissa, joissa ei ole lämmöneristävyysvaatimuksia. Palomureissa käytetään kuvien 1 tai 2 kiinnitystapaa. Lisäksi palomureissa seinäelementtien vaakasauman tiivistyksessä käytetään laastia tiivistysnauhan sijaan. Seinäelementtien tarkemmat kiinnitys- ja rakennedetailit on esitetty www.bauroc.fi.



Kuva 1. Yleinen palomureissa käytettävä bauroc SEINÄELEMENTIN kiinnitystapa kantavaan runkoon, joka voi olla esim. puuta, terästä tai betonia. Kuvassa oikealla on esitetty myös kiinnityslistan palosuojausperiaate.



Kuva 2. Palomureissa ja osastoivissa seinissä bauroc SEINÄELEMENTTI voidaan upottaa kantavan HEA-pilarin sisälle tai betonipilarin kylkeen. Kuvassa näkyy myös pilarin palosuojausperiaate.



Kuva 3. bauroc SEINÄELEMENTIN piilokiinnitystapoja

3 Karkaistu kevytbetoni palossa

3.1 Tulipalon eteneminen

Tulipalon eteneminen voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen:

- Kasvuvaihe
- Täyden palon vaihe
- Hiipumisvaihe

Kasvuvaiheessa tulipalo on paikallinen ja polttoaineen määrä rajoittaa paloa. Kun lämpötila nousee riittävästi voi tapahtua lieskahtaminen, jonka jälkeen kaikki huonetilan pinnat palavat ja siirrytään täyden palon vaiheeseen. Tällöin hapen määrä alkaa rajoittamaan paloa ja palo alkaa hiipumaan tai mikäli happea on saatavilla riittävästi, palaa tilan koko palokuorma loppuun ja hiipumisvaihe alkaa polttoaineen määrän jälleen rajoittaessa paloa.

ISO-834 -standardin /6/ mukainen lämpötila-aikakäyrä eli ns. standardipalokäyrä on yleisesti rakenteiden paloluokittelussa ja -mitoituksessa käytetty menetelmä. Standardipalokäyrässä ei ole todellisen palon hiipumavaihetta, vaan lämpötila nousee koko ajan. Standardipaloon perustuvat rakenteiden palonkestoajat eivät siis kuvaa rakenteen todellista palonkestoaikaa minuutteina, vaan kertovat rakenteen kyvystä kestää palorasitusta suhteessa muihin rakenteisiin.

3.2 Karkaistu kevytbetoni on palamaton rakennusmateriaali

Höyrykarkaistu kevytbetoni on palamaton A1-luokan materiaali. Se ei osallistu lainkaan paloon. Palon aikana siitä ei vapaudu savua tai muita myrkyllisiä kaasuja.

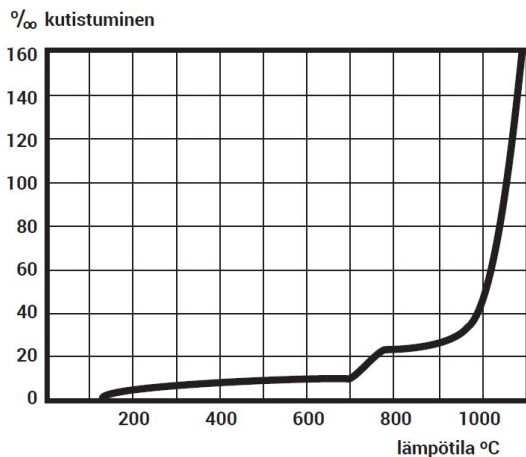
Karkaistu kevytbetoni on huokoinen rakennusmateriaali. Valmistusprosessin aikana kevytbetonin kiviaineinen massa huokoistuu, se esikovetetaan, leikataan tuotteiksi ja lopuksi höyrykarkaistaan autoklaavissa, jossa tuote saa lopullisen lujuuden. Karkaistun kevytbetonin tilavuudesta vain n. 20 % on kiinteää ainetta ja 80 % eri kokoisia huokosia. Materiaalin huokoisuus eristää käyttötilanteessa, mutta suojaa sitä myös palotilanteessa. Eristävän solurakenteen ansiosta sisälämpötila nousee hitaammin kuin muilla vähemmän eristävillä rakenteilla. Huokoisuus myös suojaa materiaalia höyrystyvän veden aiheuttamilta vaurioilta /7/.

Rakennusmateriaalien paloluokitus

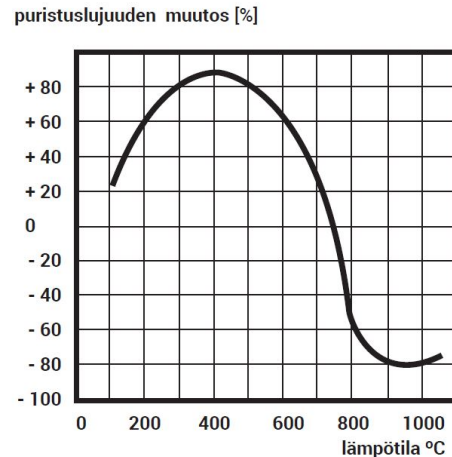
Rakennustarvikkeet luokitellaan sen mukaan, miten ne vaikuttavat palon syttymiseen ja sen leviämiseen sekä savun tuottoon ja palavaan pisarointiin. Rakennustarvikkeet jaetaan seitsemään luokkaan: A1, A2, B, C, D, E ja F. Lisämääreet s1, s2 ja s3 koskevat tuotteen savun tuottoa ja d0, d1 ja d2 palavaa pisarointia. Luokat A1 ja F esiintyvät aina ilman lisämääreitä.

Karkaistu kevytbetoni kestää hetkellistä korkeinkin lämpötilan vaikutusta. Pitkäaikainen kuumentaminen aiheuttaa palotilanteessa rakenteeseen kutistumia, jotka ilmenevät pitkään vain rakenteen pintaosassa. Halkeamat johtuvat siitä, että kemiallisesti sitoutunut vesi kulkeutuu pois ja materiaali kutistuu. Samalla kevytbetoni menettää painoaan. Alla olevan kuvaajan mukaisesti tehtyjen mittausten perusteella kutistuminen alkoi n 150 °C ja pysyy vakiona n. 300-750 °C välissä, jonka jälkeen on tapahtunut merkittävä kutistuman lisäys. Kevytbetoni alkaa sintrautua n. 1100-1200 °C ja näissä lämpötiloissa myös kutistuma alkaa kasvaa merkittävästi. /8/

Alla olevassa kuvaajassa on esitetty karkaistun kevytbetonin puristuslujuuden muuttuminen palon aikana. Puristuslujuus ensin kasvaa lämpötilan noustessa ja on huipussa n. 400 °C lämpötilassa. Tämän jälkeen lujuus laskee minimitasolle n. 950 °C lämpötilassa. Tulipalon kuumuus aiheuttaa kevytbetoniin kuitenkin muodonmuutoksia eli halkeamia. /9/



Kuva 4. Kevytbetonin kutistuma palotilanteessa /8/.



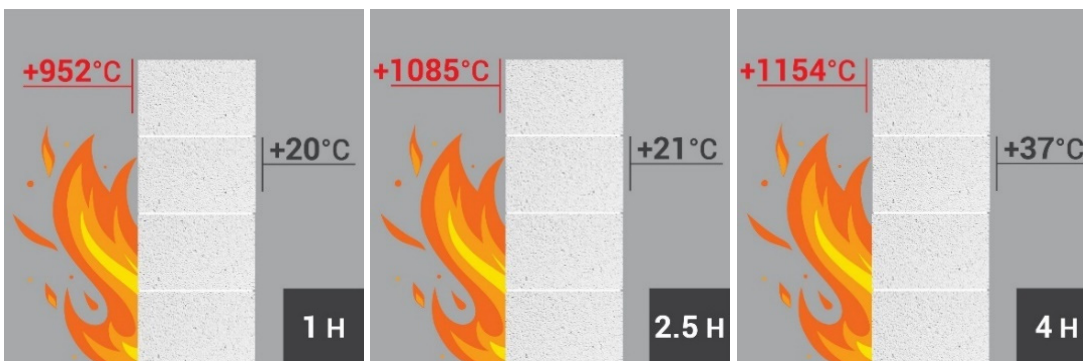
Kuva 5. Kevytbetonin puristuslujuuden muutos palotilanteessa /9/

Huom. sekä kutistuman että puristuslujuuden osalta mitoituksessa mahdollisesti tarvittavat arvot otetaan Eurokoodi 6 /2/ ja tuotestandardin SFS-EN 12602:2016 /5/ mukaisesti.

3.3 ECOTERM+ harkkoseinän palokoe

Keveimmän harkkotuotteen eli ECOTERM+ lämpöharkkoista rakennetun seinän palonkestävyys on testattu myös standardin EN 1265-1:20212/AC:2013 mukaisella palokokeella /4/. Testattava rakenne oli ohuin harkkopaksuus (300 mm). Palokokeen kesto oli 240 min (4h), mikä vastaa rakenteilta määräyksissä enimmillään vaadittua palonkestävyysaikaa. Testattu kevytbetoniseinä täytti palokokeen vaatimukset selvästi ja vastasi luokitusta REI240. Rakenteen puristuma ja puristumanopeus olivat alle sallittujen kriteerien, seinän läpi ei tullut liekkiä eikä savua.

Kokeen aikana ei seinärakenteen toisella puolella olevaa paloa ja noin 1000 °C lämpötilaa voinut havaita. Jopa rakenteen pintalämpötilat olivat kokeen aikana hyvin alhaiset. Palon toisella puolella oleva pintalämpötila alkoi nousta 20 °C lähtötilanteesta vasta 2,5 h palon jälkeen, jolloin lämpötila nousi 1°C. 3 tunnin palon jälkeen pintalämpötila oli keskimäärin 23 °C ja 4 tunnin kokeen lopussa 37 °C eli 17 °C korkeampi kuin lähtötilanteessa. REI240 vaatimusten mukaan lämpötilan nousu saa olla jopa 140 °C, joten vaatimus alitettiin selvästi.



Kuva 6. Seinäpinnan lämpötila palon vastakkaisella puolella pysyi alhaisena kokeen aikana ja pintalämpötila alkoi nousta vasta 2,5 h palon jälkeen.

4 Paloturvallisten rakenteiden suunnittelu

4.1 Yleiset määräykset ja rakenteiden kantavuuden säilyttäminen

Rakennusten paloturvallisuudesta määrätään Suomen rakentamismääräyskokoelman asetuksessa 848/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta /10/. Asetusta on muutettu asetuksen 927/2020 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta /11/ mukaisesti.

Rakennukset jaotellaan **paloluokkiin P0, P1, P2 ja P3**. Näistä paloluokat P1, P2 ja P3 suunnitellaan rakentamismääräysten asetusten luokkien ja lukuarvojen mukaisesti. Paloluokkaa P0 käytetään, kun rakennus suunnitellaan oleellisilta osin tai kokonaan oletettuun palonkehitykseen perustuen.

Asetuksen 848/2017 perustelumuioston /12/ mukaan P1-paloluokan kantavien rakenteiden luokkavaatimukset on asetettu niin, että yli 2-kerroksinen rakennus kestää riittävän luotettavasti sortumatta koko palokuorman palamisen. P2-paloluokkaan kuuluvan rakennuksen kantavien rakenteiden vaatimukset voivat olla paloteknisesti edellisen paloluokan tasoa matalampia. Riittävä turvallisuustaso saavutetaan asettamalla vaatimuksia pintaosien ominaisuuksille ja paloturvallisuutta parantaville laitteille. Lisäksi rakennuksen kokoa ja henkilömääriä on yleensä rajoitettu käyttötarkoituksesta riippuen. P3-paloluokan kantaville rakenteille ei aseteta luokkavaatimuksia muutoin kuin ylimmän kellarikerroksen alapuolella sijaitsevien kellarikerrosten osalta tai osastoivan rakennusosan sitä erikseen edellyttäessä.

”Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla paloturvalliseksi. Palon syttymisen vaaraa on rajoitettava. Rakennuksen kantavien rakenteiden on oltava sellaiset, että ne palon sattuessa kestävät vähimmäisajan ottaen huomioon rakennuksen sortuminen, poistumisen turvaaminen, pelastustoiminta ja palon hallintaan saaminen. Palon ja savun kehittymistä ja leviämistä rakennuksessa sekä palon leviämistä lähistöllä oleviin rakennuksiin on pystyttävä rajoittamaan. Rakennuksen rakentamisessa on käytettävä paloturvallisuuden kannalta soveltuvia rakennustuotteita ja teknisiä laitteistoja.

Rakennuksen on oltava sellainen, että siinä olevat voivat palon sattuessa pelastautua tai heidät voidaan pelastaa. Pelastushenkilöstön turvallisuus on rakentamisessa otettava huomioon. Lupaviranomainen voi edellyttää laadittavaksi turvallisuusselvityksen poistumisturvallisuuden kannalta erittäin vaativasta kohteesta.” - Suomen rakentamismääräyskokoelma /10/

Paloluokkien P1 ja P2 rakennusten kantavat rakenteet suunnitellaan asetuksen 848/2017 12§ taulukon 3 /10/ mukaisesti.

P3-paloluokan rakennuksen ylimmän kellarikerroksen alapuolella sijaitsevan kellarikerroksen kantavien rakenteiden luokkavaatimus on R 60, A2-s1, d0.

4.2 Palon rajoittaminen osastoihin

Rakennus on palon ja savun leviämisen rajoittamiseksi, turvallisen poistumisen ja palo- ja pelastustoimien helpottamiseksi jaettava palo-osastoihin, mikäli sen koko, kerrosluku ja käyttötarkoitus niin edellyttävät. Pääsääntöisesti rakennuksen eri kerrokset muodostavat oman palo-osaston (kerrososastointi). Palo-osaston kokoa on rajoitettava siten, että osastossa syttävä palo ei aiheuta kohtuuttoman suuria vahinkoja (pinta-alaosastointi). Käyttötarkoitukseltaan tai palokuormaltaan oleellisesti toisistaan poikkeavien tilojen on oltava eri palo-osastoja (käyttötarkoituksosastointi). Kuitenkin tiettyjä käyttötarkoituksia saa yhdistää samaan palo-osastoon, mikäli molempien käyttötapojen kaikki vaatimukset täytetään. Osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset on esitetty asetusten 848/2017 ja 927/2020 16 § taulukossa 6 /10/.

4.3 Palon kehittymisen rajoittaminen

Asetuksissa 848/2017 ja 927/2020 /10,11/ luvussa 4 on esitetty palon kehittymisen rajoittamiseksi vaatimuksia rakennusten sisäpuolisille pinnoille. **Karkaistu kevytbetoni materiaalina on palamaton A1-luokan materiaali, joten se täyttää kaikkien rakennustyyppien pintaluokkavaatimukset.** Pinta voidaan päällystää luokittelemattomalla tasoite-, silote- ja maalikerroksella tai tapetilla, joka ei olennaisesti vaikuta pinnalta edellytetyn luokan ominaisuuksiin.

4.4 Palomuurin ja palon leviämisen estäminen naapurirakennukseen

Mikäli vierekkäisten rakennusten väli on alle 8 m, on rakenteellisin tai muilla keinoin huolehdittava palon leviämisen rajoittamisesta /10/. Tällöin kyseeseen voi tulla palomuurin rakentaminen. Palomuuria edellytetään myös saman rakennuksen eri paloluokkaan kuuluvien osien välille (poikkeuksena P0-paloluokassa palomuuria ei aina edellytetä).

Palomuurilla tarkoitetaan seinää, joka estää palon leviämisen sen toiselle puolelle luokkavaatimuksen mukaisen ajan. Palomuri kestää sen erottamien rakennusten tai niiden osien sortumisen ja siitä aiheutuvat iskut: voidaan siis ajatella, että vaikka palomuurin erottamista rakennuksista toinen palaisi ja sortuisi kokonaan, palomuri pysyy pystyssä estäen palon leviämisen toiseen rakennukseen.

Käytännössä palomuurin kestävyyttä testataan SFS-EN 1363-2: 1999 /13/ mukaisella iskukokeella, jossa polttokokeen jälkeen rakenteeseen kohdistetaan vaakasuora (iskuenergialtaan 3 000 Nm) isku. Palomuri ei saa sortua tästä iskusta ja sen tulee täyttää tiiviys- sekä eristävyysvaatimukset myös iskun jälkeen. Sortumattomuusvaatimus edellyttää, että suunnitteluvaiheessa otetaan huomioon rakenteen lujuus sekä liittyvien rakenteiden tuennan tarve. Iskukestävyysvaatimus ilmaistaan luokkavaatimuksissa lisämerkinnällä M.

P0- ja P1-paloluokan rakennuksessa ja yli 14 metriä korkeassa P2-paloluokan rakennuksessa palomuri on tehtävä A1-luokan tarvikkeista ja siinä olevat ovet on tehtävä vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista.

Palomuurissa olevan oven tai vastaavan rakennusosan palonkestävyyssajan on oltava vähintään sama kuin palomuurilta vaadittu palonkestävyysaika.

Palomuurin luokkavaatimukseen sovelletaan alla olevaa taulukkoa /10/.

Taulukko 2. Palomuurin luokkavaatimukset /10/

Rakennuksen paloluokka	P0 ja P1			P2	P3
Palokuorma MJ/m ²	yli 1200	600-1200	alle 600	-	-
	EI-M 240	EI-M 180	EI-M 120	EI-M 120	Ei-M 60 ¹⁾

¹⁾ Vaatimuksen EI-M 60 voi korvata osastoinnilla, jos rakennusten vastakkain olevat ulkoseinät täyttävät EI 60 -luokan vaatimuksen sisäpuolista paloa vastaan.

Palomuurien lisäksi iskukestävyysvaatimusta M edellytetään tuotanto- ja varastotilojen pinta-alaosastoilta seiniltä. Luokkavaatimus on P1- ja P2-paloluokissa EI-M 90 sekä P3-paloluokassa EI-M 60. P1-paloluokan rakennuksessa pinta-alaosastoiva seinä sekä siinä olevat ovet on tehtävä vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista.

4.5 Suunnitteluohjeita

4.5.1 Osastoivat rakenneosat

Vierekkäisten palo-osastojen välinen osastoiva seinä ulotetaan ulkoseinään siten, että palo ei leviä ulkoseinän tarvikkeiden eli rakennustuotteiden tai materiaalien kautta osastosta toiseen osastoivuusvaatimuksen määräämänä aikana. /14/

Rakennuksen eri palo-osastoihin kuuluvien erikorkuisten osien liittyessä toisiinsa huomioidaan palon leviäminen yläpohjan tai sen tason yläpuolella olevan ulkoseinän kautta toiseen palo-osastoon. Tällöin osastointivaatimus asetetaan joko yläpohjalle tai korkeamman osan seinälle. Yläpohja suunnitellaan osastoivaksi alapuolisen tilan luokkavaatimuksen mukaan 8 metrin etäisyydellä ulkoseinästä mitattuna.

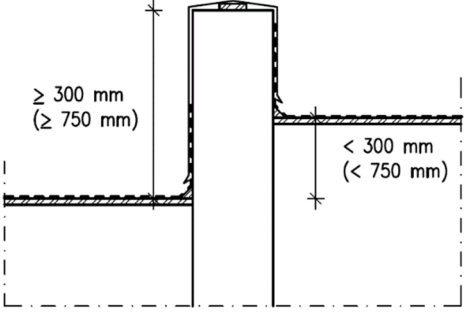
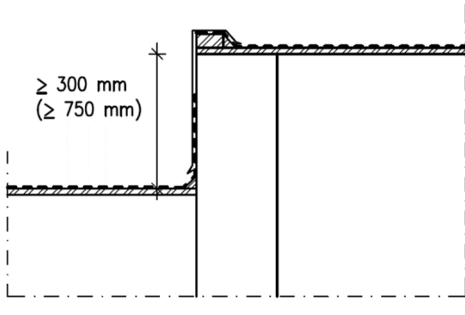
Mikäli eri palo-osastoihin kuuluvien erikorkuisten rakennuksen osien matalamman osan yläpohja ei täytä osastointivaatimusta, osastoidaan korkeamman osan ulkoseinää 5 metrin korkeuteen saakka yläpohjasta mitattuna. Sivusuunnassa osastointi viedään 4 metriä matalaa osaa pidemmälle. Korkeamman osan ulkoseinää osastoitaessa ulkoseinän tulee täyttää A2-luokkavaatimus.

Jos osastoivalta rakennusosalta edellytetään pidempää palonkestävyysaikaa (EI) suhteessa kantavuusvaatimukseen (R), on käytettävä pidempää palonkestävyysaikaa myös kantavuuden osalta. Esimerkiksi, jos välipohjan osastoivuusvaatimus on EI 30, välipohjaa kantavan rakenteen luokkavaatimukseksi muodostuu myös vähintään R 30.

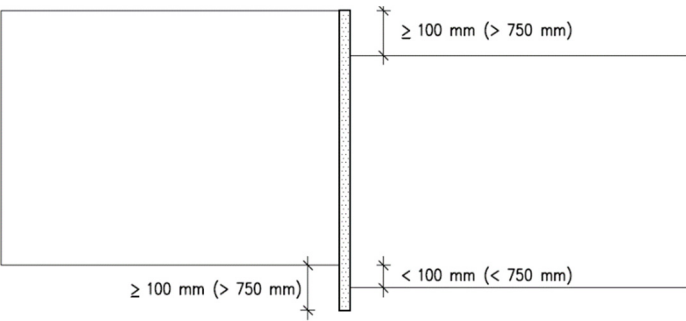
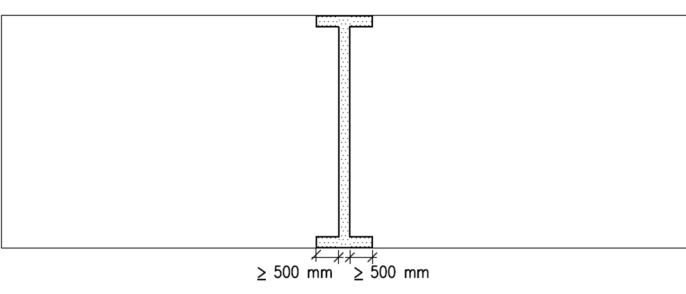
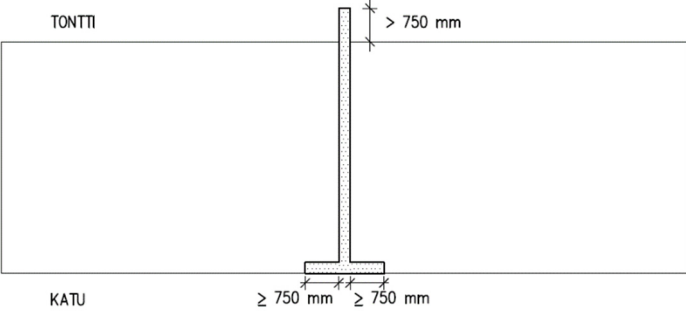
4.5.2 Palomuurit ja tuotanto- ja varastotilojen pinta-alaosastoinnit

Palomuurin suunnittelussa tulee huomioida palomuurin liitokset liittyviin rakenteisiin. Palomuurin kohdalla vesikaton rakenteet ja eristeet katkaistaan. Jos vesikaton rakenteet ja eristeet ovat vähintään luokkaa A2-s1, d0, ei katkoa tarvita. Palokuorman ollessa enintään 1 200 MJ/m² leviämistä kattopinnalla voidaan yleensä estää ulottamalla palomuuuri vähintään 300 mm kattopinnan yläpuolelle tai huolehtimalla riittävästä vaakasuuntaisesta katkosta (kuva 7) /12, 14/. Riittävänä vaakasuuntaisena katkona voidaan puolestaan pitää 1 000 mm:n levyistä EI 60 -rakenteista palokatkoa. Seinäpinnalla palomuuuri ulotetaan vähintään 100 mm seinälinjan ohi tai käytetään riittävää seinän suuntaista katkoa. Riittävänä seinän suuntaisena katkona voidaan pitää palomuurista vähintään 500 mm molemmille seinille vietyä vähintään EI 60 -luokkavaatimuksen täyttävää osastointia (kuva 8). /12, 14/

Palokuormaryhmän ollessa yli 1 200 MJ/m² palomuuuri viedään vähintään 750 mm katteen yläpuolelle, eikä vaadittua korotusta voida korvata vaakasuuntaisella palokatolla. Seinälinjassa palomuuuri viedään vähintään 750 mm seinälinjan ohi. Seinän suuntaista katkoa suositellaan ainoastaan tilanteissa, joissa seinälinjan ohitus ei ole mahdollinen. Tällöin seinän suuntainen vähintään EI 60 -luokkavaatimuksen mukainen seinärakenne ulotetaan vähintään 750 mm palomuurin molemmille puolille.

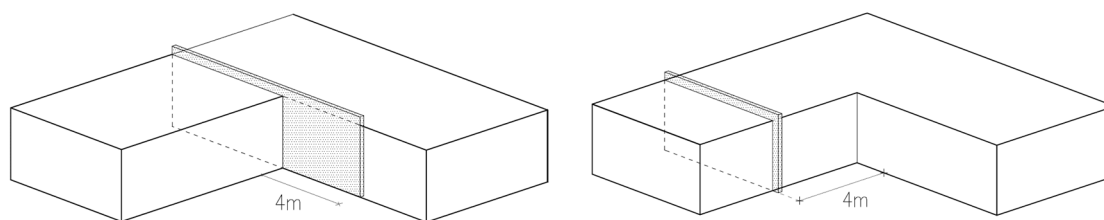
	Palomuuuri vesikatolla
	Palomuuuri vesikatolla, vedeneristysten järjestämisen takia ylitys käytännössä yleensä yli 300 mm

Kuva 7. Palomuurin kohta vesikatolla /15/

	Palomuuuri ulotetaan seinälinjan ohi vähintään 100 mm. Palokuorman ylittäessä 1200 MJ/m² ohitus on 750 mm
	Sen sijaan, että palomuuuri ulotettaisiin ohi seinälinjan, on mahdollista käyttää seinän suuntaista katkoa. Katkon leveys enintään 1200 MJ/m² palokuormaryhmässä on 500 mm molempiin suuntiin ja sen luokka on vähintään EI60.
	Yli 1200 MJ/m² palokuormaryhmässä seinän suuntaista katkoa suositellaan vain kohtiin, joissa seinälinjan ohitus ei ole mahdollinen, esimerkiksi rakennettaessa kiinni katuun. Katkon leveys on 750 mm ja luokka EI60.

Kuva 8. Palomuurin kohta seinälinjalla /15/

Palomuuria ei tulisi suunnitella rakennusmassan sisäkulmaan osuvaksi, ellei sisäkulma ole yli 135°. Mikäli tällaisessa tapauksessa kuitenkin tarvitaan palomuuria, tulee toisen ulkoseinän täyttää palomuurin vaatimukset 4 metrin matkalta sisäkulmasta mitattuna (kuva 9) /12, 14/.



Kuva 9. Palomuurin etäisyys sisäkulmasta on oltava vähintään 4 m tai vaihtoehtoisesti sisänurkassa palomuurin vähintään 4 m matkalta sisäkulmasta mitattuna. /15/

Myös tuotanto- ja varastotilojen pinta-alaosastoivissa seinissä yläpohja ja vesikaterakenteet katkaistaan osastoivan seinän kohdalla. Jos tarvikkeet ovat vähintään luokkaa A2-s1, d0, ei katkoa tarvita. Osastoiva rakennusosa ulotetaan sivusuunnassa vähintään ulkoseinän ulkopintaan. Tämän sijasta voidaan myös käyttää seinän suuntaista katkoa. Katkon kokonaisleveyden tulisi olla vähintään 1200 mm ja sen luokan vähintään EI 60, A2-s1, d0 -tarviketta.

4.5.3 Taulukkomitoituksen vaihtoehtoiset palomitoitusmenetelmät

Mikäli luvussa 2 esitetyt standardien SFS-EN 1996 1-2 /2/ ja SFS-EN 12602 /5/ mukaiset taulukkomitoitukseen perustuvat palonkestävyyden arvot eivät ole soveltuvia, voidaan palotilanteen mitoitus kevytbetonielementtien osalta suorittaa standardin EN 12602 mukaan elementtirakenteen osalta myös yksinkertaistetulla mitoitusmenetelmällä ja muurattujen rakenteiden osalta standardin EN 1996 1-2 liitteen C mukaisella menetelmällä. Sekä muuratut rakenteet että kevytbetonielementit on myös mahdollista mitoittaa rakenneosatarkastelun tai kokonaistarkastelun avulla.

Yksinkertaistetussa mitoitusmenetelmässä määritetään rakenteen kantavuus korkeissa lämpötiloissa heikentyneillä materiaaliominaisuuksilla. Kevytbetonielementtien osalta oletuksena on, että höyrykarkaistu kevytbetoni säilyttää normaalin lämpötilan lujuutensa 800 °C asti ja menettää sen jälkeen lujuutensa täysin. Teräksen lujuutena käytetään lämpötilan mukaista heikennettyä lujuutta 500 °C asti ja sitä korkeammissa lämpötiloissa teräksen lujuutta ei huomioida. Rakenteen lämpötilojen määrittämisessä voidaan käyttää standardin EN 12602 liitteen CC mukaisia lämpötilaprofiileja tai ne voidaan määrittää kokeellisesti tai laskennallisesti. Muurattujen rakenteiden osalta heikentyneet materiaaliominaisuudet määritetään standardin EN 1996 1-2 liitteen C mukaisesti.

Rakenneosatarkastelu on palolle altistuneen kantavan rakenneosan terminen ja mekaaninen analyysi, jossa rakenneosan oletetaan olevan erillinen osa, jolla on sille ominaiset tuenta- ja reunaehdot ja jossa ei oteta huomioon palon aiheuttamia välillisiä kuormia lukuun ottamatta niitä, jotka ovat seurausta lämpötilan vaihtelusta. Tarkasteltava rakenneosa määritellään potentiaalisten muodonmuutosten perusteella siten, että näiden vaikutusten yhteisvaikutus rakenteen muiden osien kanssa voidaan käsitellä likimääräisesti käyttämällä ajasta riippumattomia tuki- ja reunaehtoja paloaltistusaikana. Analysoitavassa rakenneosassa on otettava huomioon kyseeseen tuleva murtumistapa paloaltistuksessa, lämpötilasta riippuvat materiaaliominaisuudet ja rakenneosien jäykkyudet sekä lämpölaajenemisen ja muodonmuutosten vaikutukset (palon aiheuttamat välilliset kuormat).

Kokonaistarkastelu on koko rakenteen rakenneanalyysi, kun joko koko rakenne tai vain sen osa altistuu tulelle ja kun palon aiheuttamat välilliset kuormat otetaan huomioon koko rakenteen osalta. Kokonaistarkastelussa on otettava huomioon koko rakenteen kyseeseen tuleva murtumistapa paloaltistuksessa, lämpötilasta riippuvat materiaaliominaisuudet ja elementtirakenteen jäykkyys sekä lämpölaajenemisen ja muodonmuutosten vaikutukset (palon aiheuttamat välilliset kuormat).

4.5.4 Oletettuun palonkehitykseen perustuva suunnittelu

Asetusten 848/2017 ja 927/2020 mukaan paloturvallisuutta koskevien olennaisten teknisten vaatimusten täyttyminen voidaan osoittaa asetusten luokkien ja lukuarvojen sijaan myös suunnittelemalla rakennus perustuen oletettuun palonkehitykseen, joka kattaa rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät tilanteet. /10, 11/

Kun kantavien rakenteiden mitoitus perustuu oletettuun palonkehitykseen, rakennus on riittävän paloturvallinen kantavien rakenteiden osalta, jos:

- 1) 2-kerroksinen henkilöturvallisuuden kannalta vaativa rakennus ja yli 2-kerroksinen rakennus ei riittävällä luotettavuudella sorru palon eikä jäähtymisvaiheen aikana;
- 2) 1–2-kerroksinen rakennus ei sorru poistumisen turvaamiseen, pelastustoimintaan ja palon hallintaan saamiseen tarvittavana aikana.

Tyypillisiä sovelluskohteita oletettuun palonkehitykseen perustuvalla mitoitukselle ovat esimerkiksi korkeat hallimaiset teollisuusrakennukset, joiden palokuorma on vähäinen. Tällaisissa rakennuksissa oletettuun palonkehitykseen perustuvalla suunnittelulla on mahdollista toteuttaa kantavat rakenteet paloturvallisuusasetusten luokkavaatimuksia kevyemmällä vaatimuksilla, mikäli rakenteet kestävät sortumatta rakennuksessa todennäköisesti odotettavissa olevat palon uhkakuvat.

Kivirakenteisilla tuotteilla paloturvallisuusasetusten taulukko vaatimukset ovat yleisesti helposti saavutettavissa, jolloin oletettuun palonkehitykseen perustuva suunnittelu voi tulla kyseeseen erityisesti korjausrakentamisessa, kun rakennuksen käyttötarkoitus tai palokuorma muuttuu ja tulee tarkastella, onko olemassa olevien rakenteiden palonkestävyys riittävä.

5 Lähteet

1. SFS-EN 1996-1-1 Eurokoodi 6. Muurattujen rakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Raudoitettuja ja raudoittamattomia muurattuja rakenteita koskevat yleiset säännöt.
2. SFS-EN 1996 1-2 Eurokoodi 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt. Rakenteiden palomitoitus.
3. Rakenteiden lujuus ja vakaus. Muuratut rakenteet. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö 2016.
4. Fire resistance test on a loadbearing Bauroc ECOTERM+ autoclaved aerated concrete (AAC) block wall construction. 2021. REPORT NO EUFI29.21004370-T2. Eurofins Expert Services Oy.
5. SFS-EN 12602:2016 Höyrykarkaistusta kevytbetonista valmistetut raudoitettut elementit.
6. ISO 834-2:2019. Fire-resistance tests – Elements of building construction – Part 2: Requirements and recommendations for measuring furnace exposure on test samples.
7. RIL 183-2.22-1996. Rakennusmateriaalien ja rakenteiden käyttöikä. 2.22. Rakennukset höyrykarkaistusta kevytbetonista. Teollisuusrakennus. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.
8. Höyrykarkaistun kevytbetonin (kaasubetonin) palonkestävyys. Matti J. Virtanen. Palontorjuntatekniikka 1976-2.
9. Le Béton Cellulaire. Matériau d'Avenir. FeBeCel. 2009.
10. Suomen rakentamismääräyskokoelma. 848/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta.
11. Suomen rakentamismääräyskokoelma. 927/2020 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta.
12. Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, 848/2017, perustelumuistio.
13. SFS-EN 1363-2:1999. Fire resistance tests - Part 2: Alternative and additional procedures.
14. RIL 195-1-2018. Rakenteellinen paloturvallisuus. Yleiset perusteet ja ohjeet.
15. Ympäristöopas 39. 2003. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa.



www.bauroc.fi

Myynti: Jämerä Kivitalot Oy, Fallåker 1, 02740 Espoo