

Jani Jämsä, Pelastusopisto

LÄMMÖNERISTEIDEN VAIKUTUS PALOKUORMAAN JA RAKENNUSPALOIHIN

Palavat lämmöneristeet lisäävät rakennuksen palokuormaa ja vaikuttavat siten rakennuspalon kehittymiseen ja leviämiseen. Lisäksi ne muodostavat rakennuspalossa savua ja saattavat jopa kaasuuntua lämmön vaikutuksesta muodostaen syttymiskelpoisia savukaasuseoksia.

Palamattomat lämmöneristeet taas ehkäisevät palon leviämistä rakenteissa ja antavat rakennuspalossa suojaa rakennuksen rakenteille.

Palokuorma rakennuksissa.

Rakennuksissa palokuormalla tarkoitetaan rakennusten paloturvallisuusmääräysten (RakMk E1) mukaan vapautuvaa kokonaislämpö määrää, kun tilassa oleva aine täydellisesti palaa. Palokuormaan luetaan kantavat, runkoa jäykistävät, osastoivat ja muut rakennusosat sekä huonetilojen irtaimisto. Siten myös rakennuksen lämmöneristeet voivat vaikuttaa palokuormaan.

Palokuorman tiheys ilmaistaan määräyksissä megajouleina huoneistoalan lattianeliometriä kohden (MJ/m²). Palokuormaryhmä määritellään rakennuksissa suunnitteluvaiheessa palo-osastokohtaisesti. Tämä luku kertoo siis keskimääräisen lämpöenergiamäärän, joka vapautuu kun kyseinen tila rakenteineen ja irtaimistoineen täydellisesti palaa.

Palokuorman määrä vaikuttaa rakennusten paloteknisessä suunnittelussa lähinnä P1- ja P2-paloluokkien rakennusten kantavien ja paloa osastoivien rakenteiden palonkestoaikoihin (minuuttiluokkiin), koska suuri palokuorma rasittaa rakenteita pidempään. Joissain tapauksissa se saattaa vaikuttaa myös rakennuksen palo-osastointiin käyttötapaosastoinnin kautta (eri palokuormaryhmä → eri palo-osasto).

Nykyiset, eurooppalaiset rakennusmateriaalien paloluokat.

Suomessa käytettävät rakennustarvikkeet on paloluokiteltu ja paloluokat on pitänyt testata ja ilmoittaa nykyisten, eurooppalaisten luokitusten mukaisesti vuoden 2007 alusta alkaen. Niissä rakennustarvikkeet jaetaan 7:ään eri pääryhmään A1 – F, riippuen niiden palo-ominaisuuksista. Näiden pääryhmien lisäksi luokitellaan materiaalien savuntuotto-ominaisuuksia sekä palavien pisaroiden ja –osien syntyä. Eurooppalaisten luokitusstandardien mukaiset rakennustarvikkeiden paloluokat ovat:

- 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)

Näihin pääryhmiin yhdistetään materiaalin savuntuotto-ominaisuudet ja pisarointiominaisuudet seuraavasti:

- 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).

Em. eurooppalaisten tarvikeluokitusten mukaisesti suomalaisissa rakennusten paloturvallisuusmääräyksissä (RakMk E1, 2011) on valittu käytettäväksi seuraavat rakennustarvikkeiden paloluokat, joista myös joitakin esimerkkejä ohessa:

- A1 (esim. kivi- ja tiilituotteet, teräkset, lasi, osa mineraalivilloista)
- A2-s1,d0 (esim. osa kipsilevytuotteista, mineraalivillatuulensuojalevytuotteita, osa mineraalivilloista)
- B-s1,d0 (esim. osa levytuotteista, joitakin kipsilevypintaisia solupolyuretaanieristetuotteita)
- B-s2,d0 (esim. palosuojattuja/pinnoitettuja vanerituotteita)
- C-s2,d1 (esim. osa pinnoitetuista vanerituotteista, osa akustiikkatuotteista, joitakin muovisia ilmanvaihtokanavia, joitakin pinnoitettuja PIR-muovieristetuotteita)
- D-s2,d2 (esim. puusahatavara, puutuotteet, jotkut muovituotteet, osa solupolyuretaanieristeistä)
- E- ja F-tarvikeluokat (esim. solupolystyreenieristeet, osa solupolyuretaanieristeistä)
- Näitä luokkia ei ole suomalaisissa paloturvallisuusmääräyksissä käytössä, näitä tuotteita voi tällä hetkellä käyttää rakennuksissa, joissa ei ole määräysten mukaan rajoitteita palavien tarvikkeiden käytölle.

Näiden käyttöön valittujen luokkien mukaisesti paloturvallisuusmääräyksissä on vaatimuksia rakennustarvikkeiden käytölle riippuen rakennuksen paloluokasta (P1, P2, P3) ja käyttötavan riskialttiudesta henkilöturvallisuudelle. Mutta esimerkiksi keveimmässä, P3-paloluokan rakennuksessa, johon pienehköt, enintään 2-kerroksiset asuinrakennukset (omakotitalot, rivitalot) saa rakentaa, ei ole määräyksissä paljontaan vaatimuksia materiaalien käytölle, vaan niissä saa pääosin käyttää palavia rakennustarvikkeita.

Eurooppalainen rakennustuoteasetus astuu Suomessa täysin voimaan 1.7.2013 lähtien. Sen jälkeen kaikkien Suomessa myytävillä rakennustarvikkeiden, joille on jo olemassa yhteiseurooppalaiset EN - standardit, on täytettävä näiden standardien vaatimukset. Eli tuotteiden vaatimuksenmukaisuus on osoitettava ja siitä varmenteena valmistaja voi käyttää CE-merkkiä.

Palokuorman laskenta, mitoitus ja rakenteiden suunnittelu.

Rakennuksen eri tilojen (palo-osastojen) palokuormaryhmät on määriteltävä ja ilmoitettava rakennuslupavaiheessa suunnitelmissa. Yleensä ne ilmoitetaan palo-osastokohtaisesti pääpiirustusten pohjapiirroksessa sekä monesti myös taulukkona pohjapiirroksen nimiösivulla ns. paloteknisen selvityksen osana.

Yleensä normaalitilanteissa palokuormia ei tarvitse laskea erikseen, vaan ne saa "valita" suoraan tilan käyttötavan perusteella RakMk E1:n taulukosta luvusta 2 (esimerkiksi asunnoille taulukon antama keskimääräinen palokuormaryhmä on <600 MJ/m²). Kyseiset RakMk E1:n taulukkoarvot palokuormille on kuvattu alla.

Yli 1200 MJ/m²:

- Varastot, jotka ovat erillisiä palo-osastoja.

- Tuotanto- ja varastotilojen palokuorma määritellään tai arvioidaan kohdekohtaisesti.

Vähintään 600 MJ/m² ja enintään 1200 MJ/m²:

- Osa kokoontumis- ja liiketiloista kuten myymälät, näyttelyhallit ja kirjastot.
- Asuinrakennusten kellariosastot, jotka sisältävät irtaimistovarastoja.
- Moottorijoneuvojen korjaus- ja huoltotilat.

Alle 600 MJ/m²:

- Asunnot, majoitustilat ja hoitolaitokset.
- Osa kokoontumis- ja liiketiloista kuten ravintolat, enintään 300 h-m²:n myymälät, toimistot, koulut, urheiluhallit, teatterit, kirkot ja päivähoitolaitokset.
- Autosuojat.

Erytistapauksissa viranomainen voi vaatia palokuormalaskelman, jos esimerkiksi on epäilyksiä että tilan palokuorman määrä ylittää ko. taulukkoarvon. Suunnittelija voi myös halutessaan laskea palokuormat rakennuksessa, jos halutaan osoittaa kyseisten keskimääräisten taulukkoarvojen alittuvan.

Myös laskennallisessa, ns. toiminnallisessa palomitoituksessa ja palosimuloinnissa, joiden avulla rakennuksen paloteknisten vaatimusten täyttyminen voidaan osoittaa oletettuun palonkehitykseen perustuen, palokuormien määrällä ja laskennalla on suuri merkitys. Näissä laskelmissa ja palosimuloinneissa palokuorman määrä ja myös sen laatu vaikuttaa suoraan saatavaan lopputulokseen ja siten rakennuksen ja sen rakenteiden palotekniseen suunnitteluun. Tällaisissa ns. toiminnallisesti mitoitetuissa rakennuksissa palokuorman muuttumisella rakennuksen elinkaaren aikana, esimerkiksi käyttäjän tai käyttötavan vaihtuessa saattaa olla todella suuri merkitys, koska se saattaa muuttaa koko alkuperäisen mitoituksen ja paloteknisen suunnittelun.

Käytännössä tuo eri tilojen (palo-osastojen) palokuormaryhmä sitten vaikuttaa rakennuksessa:

- P1- ja P2-paloluokan rakennuksissa rakennuksen paloluokan mukaisiin kantavien rakenteiden palonkestävyysaikoihin R15...R240 RakMK E1 luvun 6 mukaisesti (mitä enemmän palokuormaa, sen pidempi kesto vaatimus, koska kantavat rakenteet pidempään alttiina palorasitukselle)
- P1- ja P2-paloluokan rakennuksissa myös rakennuksen paloluokan mukaisiin palo-osastojen rakenteiden palonkestävyysaikoihin EI15...EI240 RakMK E1 luvun 7 mukaisesti (mitä enemmän palokuormaa, sen pidempi kesto vaatimus, koska osastoiva rakenteet pidempään alttiina palorasitukselle)
- palo-osastointiin käyttötapaosastoinnin kautta, RakMk E1 luvun 5 mukaisesti (erilaisen palokuorman tilat eri palo-osastoihin).

Muuhun rakennuksen palotekniseen suunnitteluun palokuormaryhmä ei suoraan vaikuta. Joissakin kohdissa määräyksissä palokuormaryhmä näkyy muuallakin, mutta lähinnä niin päin, että tiettyjen lievennysten käyttömahdollisuus edellyttää pientä palokuormaryhmää.

Palokuorman vaikutukset rakennuspalloissa.

Yleensä rakennuspalot pienemmissä tiloissa, esimerkiksi asuinrakennuksissa kehittyvät pienehkössä, rajatussa tilassa ns. huonepalona (rajatun tilan palo). Tällaisen palon palofysiikkaan perustuvat ilmiöt tunnetaan hyvin.

Huonepalo alkaa yleensä pienehkönä, paikallisena alkupalona. Se muodostaa savua ja lämpöä, joka kerääntyy huonetilan yläosaan ja muodostaa savupatjan, jossa on mukana myös vielä syttymiskelpoisia kaasuja. Näiden syttyvien kaasujen pitoisuus kasvaa palon edetessä. Lämmön noustessa ja palon kehittyessä kaasut saavuttavat ns. alemman syttymisrajan, jolloin tapahtuu ensin leimahdus, eli savupatjassa olevien syttyvien kaasujen yhtäkkinen syttyminen. Leimahduksen seurauksena savun lämpötila nousee rajusti 400-600 °C:een. Tämän savupatjan palamisen aiheuttama lämpövirta aiheuttaa kaikkien huoneessa olevien palavien kalusteiden ja tarvikkeiden nopean syttymisen, eli lieskahduksen. Tämän jälkeen edetään täyden palon vaiheeseen, jossa palo on levinnyt tilan kaikille palaville pinnoille ja alkaa pureutua rakenteisiin sekä levitä muihin tiloihin.

Palofysiikan ilmiöihin perustuen edellä kuvatun huonepalon kehittymiseen vaikuttavat:

- palokuorma syttyvässä tilassa
- aukkotekijä, eli tilan palamisilma-aukkojen suuruus
- palavan aineen laatu tilassa
- mahdolliset sammutustoimenpiteet ja
- palotilan tilavuus.

Siten palokuorman määrällä ja sen laadulla, eli palavien aineiden ominaisuuksilla syttyvässä tilassa on suuri vaikutus huonepalossa. Palokuorman määrä ja sen ominaisuudet vaikuttavat:

- huonepalon palonkestoajaan (suuri palokuorma-pidempi palo aika ja rasitus rakenteille)
- palavan tilan lämpötiloihin (suuri ja paljon lämpöenergiaa sisältävä palokuorma-korkeampi palotilan lämpötila)
- rakenteiden lämpörasitukseen (kantaville ja osastoiville rakenteille pidempi ja suurempi lämpörasitus jos enemmän palokuormaa ja kovemmat lämmöt).

Myös savun määrä huonepalossa riippuu palokuormasta ja sen laadusta, tilassa olevien palavien tarvikkeiden savuntuotto-ominaisuuksista. Esimerkiksi muovipohjaiset rakennustarvikkeet tuottavat enemmän savua, kuin A- ja B- luokkien rakennustarvikkeet.

Lisäksi palokuorman määrä palavassa tilassa vaikuttaa pelastuslaitoksen ja sammuttajien kannalta palon sammuttamiseen tarvittavaan vesimäärään ja suuremmissa, lähinnä teollisuustiloissa myös sammutustekniikkaan. Mitä suurempi palokuorman määrä palavassa tilassa on täyden palon vaiheessa, sitä enemmän vettä tarvitaan palavien kaasujen ja pintojen jäähdytykseen, koska vesi pystyy höyrystyessään sitomaan vain tietyn määrän lämpöä. Tällöin saatetaan suurissa, hallimaisissa tiloissa joutua turvautumaan ns. järeän suihkun käyttöön, kun normaalien suihkuputkien vesimäärä ei riitä jäähdytykseen.

”Piilossa olevien”, palavien rakennustarvikkeiden vaikutus rakennuspaloissa.

Huonepalon kehittymiseen alkupalovaiheessa vaikuttavat rakenteissa eniten syttyvän tilan sisäpinnat. Niissä olevat palavat tarvikkeet ja palavat sisusteet osallistuvat alkupalovaiheessa palamiseen ensin muodostaen savupatjaa ja nostaen tilan lämpöä.

Leimahdus- ja lieskahdusvaiheen jälkeen, kun palo etenee täyden palon vaiheeseen, alkavat paloon ja sen leviämiseen osallistua myös sisäpintojen takana olevat rakennekerrokset, esimerkiksi palavat lämmöneristeet. Vaikka sisäpinnassa oleva pintarakenne ei olisikaan vielä palanut puhki, saattaa täyden palon vaiheessa olevan tilan lämpö aiheuttaa palavissa lämmöneristekerroksissa jo savun muodostusta ja muovituotteilla jopa kaasuuntumista.

Palavista lämmöneristeistä alkaa muodostua viimeistään täyden palon vaiheessa savua, jonka määrä ja myrkyllisyys riippuvat palavan lämmöneristeen laadusta. Rakennuspaloissa muodostuu aina myrkyllisiä savukaasuja, koska palaminen ei ole koskaan täydellistä, vaan rinnalla tapahtuu kyttemistä ja lämmön

aiheuttamaa kaasuuntumista ja paloon osallistuu erilaisia materiaaleja. Palamattomat (A1, A2), lämmöneristeet eivät yleensä muodosta myrkyllisiä savukaasuja. Palavat lämmöneristeet (B-F) taas muodostavat aina jonkin verran myrkyllisiä kaasuja palaessaan ja niiden määrä riippuu eristemateriaalista. Esimerkiksi muovipohjaisten lämmöneristeiden palaminen muodostaa yleensä enemmän myrkyllisiä palamistuotteita, kuin puukuitueristeiden palaminen.

Palavat lämmöneristekerrokset palavan tilan sisäpintojen takana antavat mahdollisuuden palon etenemiselle ikään kuin ”piilossa”, rakenteiden sisällä. Joissakin palavissa lämmöneristeissä palo pääsee etenemään kytemällä, vaikka sisäpinta ei olisikaan vielä puhki palanut. Tällainen palon eteneminen on pelastuslaitoksen toiminnan kannalta hankala ennakoitava. Se asettaa myös haasteita esimerkiksi paloa osastovien rakenteiden liittymien suunnittelulle ja toteutukselle palavia lämmöneristeitä käytettäessä, jotta palo rakenteiden sisällä ei pääse ohittamaan osastoivaa rakennusosaa.

Palavat lämmöneristeet saattavat muodostaa myös sulavia ja palavia pisaroita tai –osia (kipinöitä) osallistuessaan palamiseen sisäpinnan puhki palamisen jälkeen. Tämä on myös tietyissä rajoissa sallittua noissa palavien tarvikkeiden materiaaliluokissa (B-s2,d0 / C-s2,d1 / D-s2,d2 ja luokittelemattomat). Tällainen pisarointi tai kipinöinti voi henkilöturvallisuussmielessä vaikeuttaa rakennuksesta poistumista palon alkuvaiheessa ja myöhemmässä vaiheessa palon leviämisen kannalta levittää paloa eteenpäin palavilla pinnoilla. Suurin riski näihin on yläpohjarakenteissa palavia lämmöneristeitä käytettäessä, koska silloin nuo pisarat ja kipinät leviävät isommalle alueelle sinkoutuessaan palossa.

Viime vuosina on myös tapahtunut joitakin rakennuspaloja, lähinnä hallimaisissa tuotantorakennuksissa, joissa palava muovipohjainen lämmöneriste on kaasuuntunut palavan tilan sisäpintojen takana olleessa tuuletusontelotilassa palon lämmön vaikutuksesta ja syttynyt sitten lämmön riittävästi noustessa aiheuttaen yhtäkkisen, palon räjähdysmäisen leviämisen. Monesti tällainen palon yhtäkkinen leviäminen on pelastuslaitokselle hankala haaste ja aiheuttaa suuria palovahinkoja.

Palamattomien eristeiden vaikutus rakennuksen paloturvallisuuteen.

Palamattomia lämmöneristeitä (A1, A2) käytettäessä edellisessä kappaleessa kuvatun kaltaisia riskejä rakennuspaloissa ei synny. Niissä palo ei pääse leviämään ”piilossa” ja paloa osastovien rakenteiden liittymien teko ei myöskään ole niin haasteellista.

Palamattomat lämmöneristeet eivät muodosta savua eivätkä yleensä myöskään myrkyllisiä kaasuja palon vaikutuksesta. Ne eivät sula, eivätkä muodosta palavia pisaroita tai –kipinöitä, jotka voisivat vaarantaa poistumista tai levittää paloa.

Lisäksi palamattomat lämmöneristeet antavat rakennuspalon alkuvaiheessa rakennuksen kantaville rakenteille suojaa palon aiheuttamalta lämmöltä, jolloin ne eivät altistu niin nopeasti kovalle lämpörasitukselle. Myöhemmässä, täyden palon vaiheessa, palamattomat lämpöneristeet suojaavat rakennuksen kantavia runkorakenteita, esimerkiksi seinien puurunkoja ja yläpohjarakenteessa puurakenteisten kattoristikoiden alapaarteita palamiselta jonkin aikaa.

P1- ja P2-paloluokan rakennuksissa näillä palamattomilla lämmöneristeillä voidaan myös mitoittaa osittain rakennuksen kantavan rungon palonkestoaikaa, jonka vaatimus on noissa palolukissa tilan palokuormaryhmästä riippuen R30 - R240.

Lähteet:

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 3/11; E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet 2011.

Ympäristöministeriö, Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuuskorjausrakentamisessa. Uusittu painos 2003.

Pelastusopisto & Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö, Palofysiikka 2008.

Pelastusopiston palofysiikan ja rakennusten paloturvallisuuden opetusmateriaalit 2013.

Pelastusopisto, Palopäälystön koulutusohjelman opinnäytetyö. Rakennusmateriaalien paloluokitus. Riku Lehtinen Amkn10, 2013.