



PU Nordic – Paloturvallisuus

Sisällysluettelo

Kestävä rakenne polyuretaanieristyksellä	4
Rakennusten paloturvallisuus	6
Eristyksen vaikutus rakennusten paloturvallisuuteen	14
Euroopan palostandardit ja kansallinen lainsäädäntö	16
Vakuutusstandardien osuus	26
Paloturvallisuustekniikan osuus	28
Eristystarvikkeiden palonkestävyys	30
Myytit ja todellisuus	35

Vastuuvapauslauseke:

Tämän julkaisun sisältämä tieto on tietojemme mukaan totta ja paikkansapitävää, mutta emme takaa mitään mahdollisesti annettuja suosituksia tai ehdotuksia, koska käyttötilanteet ja lähdemateriaalien kokoonpano eivät ole meidän hallinnassamme. Myöskään mitään tämän julkaisun sisällöstä ei tule tulkita suositukseksi käyttää mitään tuotetta, joka on ristiriidassa mitä tahansa materiaalia tai sen käyttöä koskevien, olemassa olevien patenttien kanssa



Kestävä rakenne polyuretaanieristyksellä

Jäykkää polyuretaani (PUR/PIR - PU) eristystä käytetään laajalti kaikenlaisissa sovelluksissa sekä asuin- että julkisissa rakennuksissa. Sen käyttömahdollisuudet ovat moninaiset, mutta useimmiten sitä käytetään eristerokrosena eri pintojen välissä. PU:n erityispiirteitä ovat mm. sen monipuolisuus, suuri kestävyys ja ennen kaikkea erinomainen lämmöneristyskyky.

Tarve leikata hiilidioksidipäästöjä energiatehokkaan rakentamisen avulla on johtanut PU-eristyksen kasvavaan suosioon, koska sen eristyskyky on erittäin suuri eikä se kuitenkaan ole liian paksu tai painava ja vähentää näin rakennuksen kokonaisrakenteen kuormitusta. Ympäristökuormituksen ja kustannusten määrittäminen käytettäessä PU-eristystä matalaenergiataloissa on osoittanut, ettei kestävä kehitys materiaalivalintaa voi irrottaa rakentamisen asiayhteydestä¹.

Eristysainevalintojen törmäysvaikutukset ja niistä johtuvat rakenneosien paksuudet saattavat tulla merkityksellisiksi suhteessa ympäristöä säästäviin ja kustannustehokkaisiin ratkaisuihin.

Energiatehokkuuden lisäksi on selvästi tärkeää ymmärtää myös muita harkittavia näkökohtia, kuten esim. paloturvallisuutta, kun suunnitellaan ja määritetään kestävä kehitys rakentamista.

Samaan aikaan kun paloturvallisuusmääräyksiä käsitellään maatasolla, palokoestandardit ja luokitusjärjestelmät, joihin määräykset perustuvat, on yhdenmukaistettu koko EU:n alueella ottamalla käyttöön rakennustarvikedirektiivi Construction Products Directive (CPD), jonka rakennustarvikemääräys Construction Products Regulation (CPR) korvaa heinäkuussa 2013. CPD koskee "laitosta", eli rakennusta tai sen osia, mutta luokitusta voidaan soveltaa myös rakennustarvikkeisiin, esim. vasteeksi paloluokitukseen.

Monipuoliset tulkinnat ovat välttämättömiä linkittämään yhteen tuotteen suorituskyvyn ja "laitoksen". Vaihtoehtoisesti CPD ja maakohtaiset lainsäädännöt sallivat paloturvallisuustekniikan (FSE) periaatteiden ja järjestelmän soveltamisen tai käyttökohteeseen liittyvän testauksen varmistamaan, että pystytään



Mitä PU on?

PU-eriste tarkoittaa joukkoa PUR- (polyuretaani) tai PIR- (polyisosyanuraatti) pohjaisia eristysmateriaaleja. Umpinaisen solurakenteensa ja suuren ristiliittymätiheydensä ansiosta niillä on hyvä lämpötasapaino, suuri puristusvoima ja erinomaiset eristysominaisuudet. PU-eristyksellä on hyvin alhainen lämmönjohtokyky, 0,022 W/mK:sta lähtien, mikä tekee siitä yhden markkinoiden tehokkaimmista eristysaineista monenlaisiin käyttökohteisiin.

Koska PU:n päästötasoa on erittäin alhainen, ja aine on iholle ystävällistä, sitä käytetään paljon myös rakennusteollisuuden ulkopuolella, kuten lääketieteellisissä laitteissa, vaatteissa, patjoissa, auton osissa ja jääkaapeissa.

määrittelemään sopivin eristysstarvike parhaan mahdollisen kokonaistuloksen saavuttamiseksi.

Yleisesti käytettyinä ja erittäin tehokkaina eristysaineina PU-eristystuotteet täyttävät useimmat sekä kansallisten palomääräysten että vakuutusyhtiöiden tukemien standardien vaatimukset, ja niillä on käytössä todistetusti jäljitettävä rekisteri.

¹PU Europe tekninen esite nro
15: Life Cycle Environmental and
Economic analysis of Polyurethane
Insulation in Low Energy Buildings,
2010



Rakennusten paloturvallisuus

Paloturvallisuustavoitteet

Kun tarkastellaan rakennusten paloturvallisuutta, on saavutettava joukko avaintavoitteita. Ensisijainen tavoite on selvästikin estää asukkaiden tai palomiesten kuolema. Toissijaisia tavoitteita ovat kiinteistövahinkojen rajoittaminen² ja ympäristön suojeleminen.

Paloturvallisuusarvioinnissa tunnistetaan näiden tavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavat edellytykset ja katsotaan riskitasapaino. Jotta näin voidaan tehdä, on kuitenkin välttämätöntä ymmärtää ne eri tekijät, jotka vaikuttavat lopputulokseen tulipalon sattuessa, esim. pitäisikö tarkastuksessa keskittyä materiaaleihin, tuotteisiin tai järjestelmään vai näiden yhdistelmään.

Koemenetelmät voivat auttaa määrittämään tuotteen palokäyttäytymistä. Jotta arviointi olisi pätevä, on välttämätöntä, että käytetyt tunnusomaiset palotestireaktiot antavat pätevän arvion määriteltujen palotilanteiden suhteen.

²Isopan esite: *Performance of Polyurethane (PUR) Building Products in Fires*

Palotilanteet

Tulipalo voi syttyä ja levitä monin tavoin osatekijöiden määrästä riippuen. Näitä ovat esimerkiksi:

- Syttymisen tyyppi, intensiteetti ja sijainti
- Ensi- ja toissijaiset palokohteet
- Palon etenemisreitti
- Palokuorman tiheys
- Rakennuksen / tilan tyyppi ja koko
- Ilmanvaihto
- Passiivisten (osastointi ja luonnollinen ilmanpoisto) ja aktiivisten (savunpoistolaitteet, sprinklerijärjestelmät, palokunta) suojeletoimenpiteiden saatavuus
- Osastoitujen tilojen määrä

Paloturvallisuusarvioinnissa on tärkeää ymmärtää, miten tietty rakenne oletettavasti käyttäytyy palotilanteessa. EU:n esinormatiivisessa, vuonna 1995 päättyneessä tutkimusohjelmassa³ on tunnistettu kahdeksan eri palotilannetta: pieni ja suuri tila, pysty- ja vaakasuuntainen ontelo, julkisivu, käytävä, portaikko ja katto. Nämä kaikki tilanteet edellyttävät suurehkoa toissijaista palokohdetta.

Huoneennurkkakoe, Room Corner Test EN 14390, valittiin palotestitulanteeksi simuloimaan tulipaloa pienessä tilassa. Tätä koetta käytettiin kehittämään euroluokitusjärjestelmää rakennustarvikkeiden luokituksen standardisoimiseksi. Huoneennurkkakoe oli kuitenkin kehitetty sisäverhoustuotteita varten, joilla on palossa ensisijainen vaikutus. Tämä on aiheuttanut tiettyä epäjohtonmukaisuutta eristysaineitten suhteen, koska niitä harvoin käytetään sisäverhoustuotteina, vaan ne asennetaan lähes aina rakennuselementtiin palonkestävän esteen taakse (katso kohta: Euroopan palostandardit ja kansallinen lainsäädäntö).

Palotilannekäsitettä käytetään laajasti paloturvallisuustekniikassa. Oikean palotilanteen valinta on elintärkeää paloriskien ja -uhkien oikealle arvioinnille. Tilannetestaus on sovellukseen liittyvää testausta ja seuraa palon etenemistä myöhäiseen, mahdollisesti leviämisen hallitsemattomaan vaiheeseen asti. Tiettyyn sovellukseen liittyvien kokeiden käyttö, ISO 9705:n lisäksi, on lisääntymässä EU-maissa, jotta voidaan vahvistaa, että tuotteen määritelty suorituskyky painottuu sen lopullisen käyttökohteen mukaan. Esimerkkeinä julkisivun tai eristetyn lattateräskaton testaus.

Rakennustyyppi	Tulipaloja rakennustyyppiä kohti (syttynyt/vuosi)	Tulipalon todennäköisyys
Asunnot	0,0030	Vähäinen
Toimistot	0,0062	
Varastot	0,013	Keskisuuri
Yhdistelmätilat (ei asuintiloja)	0,020	
Koulut	0,044	
Yhdistelmätilat (viihde)	0,12	Suuri
Sairaalat	0,30	

Taulukko 1. Palon syttymisen todennäköisyys eri tiloissa

³A. Pinney: *Update on the European Construction Harmonisation Programme, flame Retardants 96, 23-33 (1996)*

Palon leviäminen sisätilassa

Palon leviämisessä rakennuksen sisällä on neljä avainvaihetta:

- Syttyminen
- Leviäminen
- Täyden palon vaihe
- Heikkeneminen

Aluksi tarvitaan lämmönlähde, polttoainetta ja happea, jotta syttyminen voi tapahtua. Kun liekit leviävät, ja syntyy palokaasuja, huoneen tai osaston lämpötila nousee. Jos tilassa on riittävästi happea, tuli alkaa levitä, ja muut palavat ainekset syttyvät. Palavan aineksen määrän lisääntyessä vapautuvan kuumuuden taso kasvaa, ja katosta alaspäin muodostuu kuuma kaasukerros.

Lattian rajasta löytyy viileämpi kaasukerros, ja ellei osasto ole tiivis, tämän viileämmän kerroksen alhaisempi paine päästää sisään vaihtoilmaa ulkopuolelta lisäten tulen leviämiseen tarvittavan hapen määrää.

Tulipalon kasvuvaiheessa esillä olevien materiaalien palotekninen käyttäytyminen on ratkaisevaa määrittäessä, vaikuttavatko ne palon leviämiseen vai ei, jolloin sellaiset tekijät kuin syttyvyys, lämmön vapautuminen ja lieskahduksen alkaminen astuvat kuvaan.

Siirtymä kasvavasta tulesta täyden palon vaiheeseen voi olla valtavan nopea palokuormasta riippuen. Kansainvälinen palokoulutuskeskus, International Fire Training Centre, kuvaa tätä mekanismia seuraavasti:

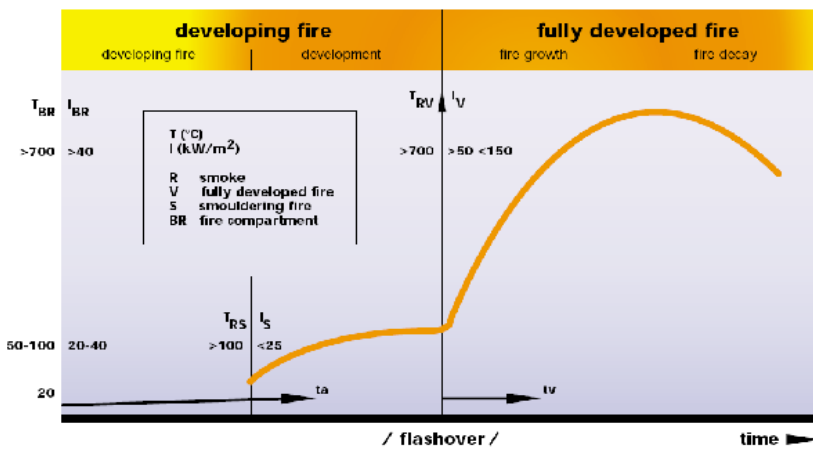
“Osastoivassa tulipalossa voi tulla vaihe, missä tulisuihkun, kuumien kaasujen ja kuumien osastorajojen yhteinen lämpösäteily aiheuttaa helposti syttyvien tuotteiden kehittymistä kaikkien osaston sisällä esillä olevien palavien pintojen pyrolyysista. Kun tähän lisätään syttymisen lähde, seurauksena on äkillinen ja pysyvä siirtymä palon kehittymisestä täyteen tulipaloon. Tätä kutsutaan lieskahdukseksi (Flashover).”⁴

On yleisesti tunnettua, että jos palo pääsee lieskahdusvaiheeseen, lähiasukkaiden pakomahdollisuus pienenee merkittävästi, sillä yleisin kuolinsyy tulipalossa on joutua savun ja liekkien uhriksi, mitä tapahtuu huomattavasti enemmän lieskahduksen jälkeen.

Kun palo on täysin syttynyt, **tulenkestävydestä** tulee kaikkein tärkein tekijä kanto-, eristys- ja integriteettikykyineen. Siitä voivat riippua rakennuksen kestävyys ja tulen leviämisen estäminen.

Kokonaan syttynyt palo luovuttaa maksimimäärän energiaa, mutta sitä rajoittaa yleensä saatavilla olevan hapen määrä, ja mikäli hapen saanti on heikkoa ja tilan palava materiaali on käytetty, tuli sammuu vähitellen.

⁴International Fire Training Centre: *Firefighter Initial, Working in Smoke. Issue 1, Jan 2003. http://www.iftc.org.uk/training/Working_in_Smoke.pdf*



Taulukko 2. Palon leviäminen suljetuissa tiloissa

Materiaali	Tiheys	Lämpöarvo
Puu, mänty	$r = 500 \text{ kg/m}^3$	80 MJ
Puu, tammi	$r = 700$	120
PUR	$r = 30$	8
PUR	$r = 40$	11
PF	$r = 35$	9
EPS	$r = 16$	7
Bitumi	$r = 1200$	480

Taulukko 3. Eri materiaalien nettolämpöarvot

Ulkopuolisen palon kehittyminen

Palo kehittyy eri tavoin vaaka- ja pystysuuntaisilla ulkopinnoilla. Palon neljä vaihetta pätevät tässäkin, mutta leviäminen on erilaista, koska siihen vaikuttavat eri tekijät, kuten esim. tuulen voimakkuus ja suunta, ympäristö, toisten rakennusten läheisyys, seinän tai katon muoto sekä ulkoverhouksen tyyppi ja malli.

Säädökset ottavat huomioon ulkopuoliset palotilanteet, ja niille on olemassa erityisiä koestandardeja, esim. julkisivuille ja katoille. Pysty- ja vaakasuuntaista tulen leviämistä ja pääsyä rakennuksen sisälle tai toisille tasoille pidetään tärkeänä, kun taas lieskahdus ei ole olennaista, koska sisäkaton ja katon alle ei voi muodostua kuumaa palokaasukerrosta.

Savu ja sen myrkyllisyys

Savun merkitys

Savu voi olla merkittävä uhkatekijä. Englannin ja USA:n tilastot ovat osoittaneet, että yleisimmät kuolinsyyt tulipaloissa ovat juuri savu ja kaasut.

Savu aiheuttaa kaksi suurta uhkatekijää, nimittäin näkyvyyden katoamisen pakenemisen aikana ja myrkytystilan, kun savua on hengitetty tietty määrä (palokaasupitoisuus kerrottuna altistumisajalla). Näkyvyyden heikentyminen tai katoaminen aiheuttaa paon viivästymistä, eksymistä ja pitempiä altistumisaikoja. Savun hengittäminen voi aiheuttaa heikotusta ja ärsytystä ja johtaa jopa toimintakyvyn lamautumiseen tai kuolemaan. Savunhallintaa rakennuksissa pidetäänkin sen tähden tärkeänä asiana.

Savu ja määräykset

Palomääräysten (myös savu) tärkein tavoite on ihmisen turvallisuus. Rakennussektorilla savun muodostuksen ja asukkaiden altistumisen rajoittaminen saavutetaan estämällä palon syttyminen ja rajoittamalla

palon leviämistä sekä varmistamalla asukkaille riittävät pakomahdollisuudet sopivan rakennussuunnittelun avulla (esim. poistumistiet).

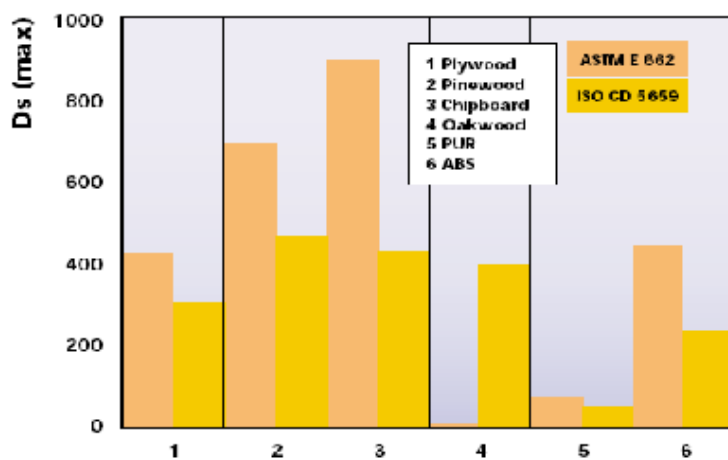
Joissakin maissa tietynlaisten rakennusten vaatimuksena voi olla rakennustarvikkeiden tuottaman näkyvän savun määrä, lähinnä sisätilojen palotilanteissa. Ulkopuolisissa palotilanteissa savua ei pidetä hengenvaarallisena uhkana, eikä sille yleensä ole lainkaan tai on vain vähäisiä vaatimuksia.

Savun pimentävä vaikutus on osa paloteknisen käyttäytymisen standardeja. EU:ssa ei ole savun myrkyllisyysstandardeja rakennustarvikkeille. Altistumisen estetään useimmiten kansallisesti yllä mainituin menetelmin ja joissain tapauksissa paloturvallisuustekniikan (FSE) kautta.

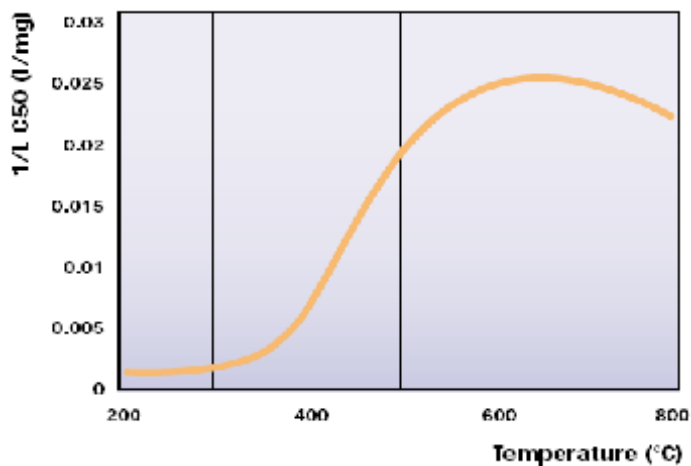
Jotkut kansalliset määräykset saattavat kuitenkin sisältää tiettyjä sääntöjä, esim. Saksassa poistumisteiden palamattomille materiaaleille tai Ranskassa tulenaralle eristykselle, jota käytetään rakennuksen sisäpuolella ilman lämmönestoverhousta.

Hajontamalli	Myrkyllisyys /g/m ³		
	Puu	Villa	PUR
DIN 53436	25	7	7
Potts-Pott	19	15	11
U-Pitt	106		13
US-säteily	60		
GUS-IMO	15		13

Taulukko 4. Myrkyllisyysarvot (LC50) eri hajoamistyypeille



Taulukko 5. Polyuretaanin optinen tiheys verrattuna muihin tuotteisiin kahdessa samanlaisessa mutta eri hajoamismallissa



Taulukko 6. Jäykän polyuretaanieristeen myrkkypitoisuus lämpötilasta riippuen



⁵Paloriski määritellään palotapahtuman tai palotilanteen todennäköisyyden ja sen seurausten laajuuden yhdistelmänä. Palovaara on palosta johtuvan loukkaantumisen ja/tai vaurion mahdollisuus. Savuvaara on savusta johtuvan loukkaantumisen ja/tai vaurion mahdollisuus. (ref: ISO 13943:2000 Fire Safety – vocabulary)

⁶ISOPA Factsheet. "Risk Assessment of Smoke in Buildings: Fire Safety Engineering and PU Insulation Products." January 2008 <http://www.isopa.org/isopa/uploads/Documents/documents/smoke%20fact%20sheet.pdf>

⁷VTT:n raportti (luottamuksellinen)

Savu ja FSE

Savu aiheutuu palamisesta, ja siksi sen muodostuminen riippuu aina palotilanteesta. Savua voi tulla useasta palokohdasta, ja rakennusten sisätilat ovat todennäköisesti merkittäviä savupäästöjä edistäviä tekijöitä. Rakennuksen vaipan osallisuus, eristys mukaan lukien, savun muodostumiseen vaihtelee suuresti riippuen rakenteesta ja niistä olosuhteista, missä palo etenee. Jokainen leviävän ja levinneen palon erillisestä vaiheesta tuo mukanaan tietyn savuvaaran, joka saattaa olla suurimmillaan liekittömän palon vaiheessa. Seuraavat vaiheet ovat tärkeitä ja selvästi erilaisia savun muodostuksen suhteen:

- kytevät tai liekittömät palot
- hyvin tuulettuvat tai etenevät liekehtivät palot
- heikosti tuulettuvat palot
- jälkilieskahduspalot

Savun muodostumisen arvioinnissa ja sen rakennukselle aiheuttaman vaaran määrittelyssä pitäisi ottaa huomioon asianmukaiset palotilanteet (= riskiarviointi)⁵. Savu on osa paloriskiarviointia. Tässä arvioinnissa tarkastellaan koko rakennusta, ei pelkästään yhden rakennustarvikkeen aiheuttamaa savun muodostumista savukokeessa. FSE on paras keino tunnistaa ja hallita mahdolliset savuriskit riippumatta käytettävän eristysmateriaalin tyyppistä^{6,7}.



Esimerkkejä savun vaaroista

Kytevä palo siinä tilassa, missä se on syttynyt, voi olla uhka nukkuvalle henkilölle, joka ei herää ajoissa.

Tuulettuva, kehittyvä palo ei ole suuri uhka valppaille asukkaille, jotka ovat tilassa, mistä palo alkaa, tai sen läheisyydessä, sillä he pystyvät pakenemaan ennen kuin palo kasvaa uhkaavaksi. Se voi kuitenkin olla ongelma paikoissa, mistä pakeneminen ei ole mahdollista, kuten vankilat tai vammaisten asuntolat tai hoitokodit, missä asukkaat tarvitsevat apua evakuointiin.

Heikosti tuulettuville paloille on ominaista alhainen happipitoisuus ja savun suuri myrkkypitoisuus. Palo pysyy usein pienenä, mutta se voi kasvaa isoksi heti, kun hapen määrä lisääntyy, ja siten yllättää kauempana olevat asukkaat tai pelastusmiehistöt.

Suurta vaaraa savu aiheuttaa asukkaille, jotka ovat kauempana palon syttymiskohdasta ja jotka valtaa savu **huomaamattomasta palosta**, joka on päässyt isoksi tai joka on jälkilieskahdusvaiheessa.

Huomioitavia paloturvallisuusseikkoja

Paloturvallisuusarvioinneissa on otettava huomioon monia tekijöitä, myös asuminen ja rakennuksen käyttötarkoitus, ei pelkästään sen rakenne.

Osastointi voi lisätä suuresti mahdollisuuksia hallita palon leviämistä ja laajuutta, mutta on myös täysin mahdollista, että palossa on mukana joukko osastoja, joista jokainen on palon etenemisen eri vaiheessa.

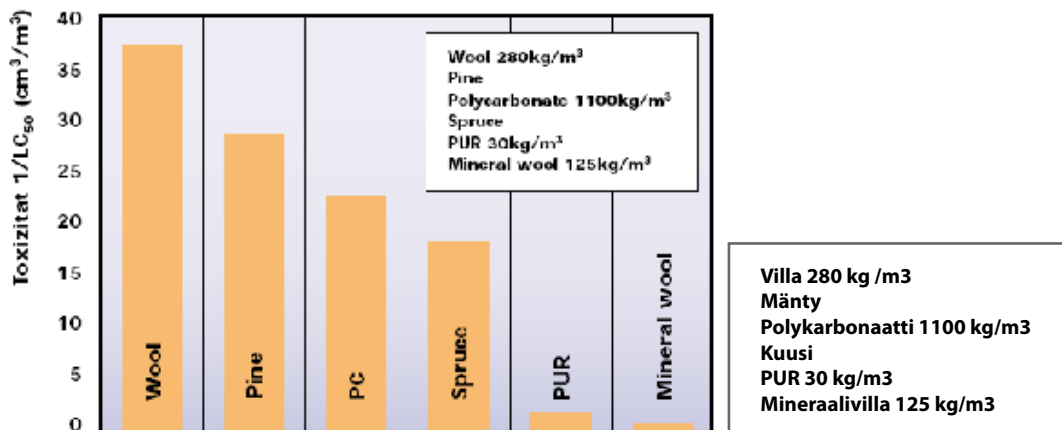
Savuhälyttimet lisäävät huomattavasti palon varhaisen havaitsemisen todennäköisyyttä mahdollistamalla turvallisen evakuoinnin ja lisäksi mahdollisuutta, että palo jää pieneksi ja osastoiduksi.

Sprinklerijärjestelmät takaavat palon varhaisen tukahduttamisen sen kehitysvaiheessa.

Evakuointiin tarvittava aika riippuu rakennuksen koosta ja muotoilusta ja sen käyttötarkoituksesta. Esimerkiksi hoitokodissa evakuointiin tarvitaan pitempi aika kuin toimistorakennuksessa, ja monikerroksinen rakennus vaatii enemmän aikaa kuin yksikerroksinen.

Eristemateriaalien euroluokitus perustuu sisäverhoustuotteille kehitettyihin testeihin. Eristyksen palokäyttäytymiseen tarvitaan laajempaa perspektiiviä ottaen huomioon se asyayhteys, missä sitä käytetään. Tätä kehitellään asteittain, esim. julkisivut.

PU-eristys pystyy täyttämään useimpien käyttökohteiden vaatimat standardit.



Taulukko 7. Eri materiaalien myrkkypitoisuuksia

Eristyksen vaikutus rakennusten paloturvallisuuteen

Yleinen rakennuskäytäntö

Rakennusten rakentamiskäytäntö on muuttunut merkittävästi neljän viimeisen vuosikymmenen aikana. Ostoskeskukset, teollisuusrakennukset tai kylmävarastot ovat entistä suurempia. Tavaraa valmistetaan, varastoidaan ja kaupataan suuria määriä. Kuumakäsittely valmisaterioiden valmistamiseksi jakeeluun on yleistä tämän päivän ruokateollisuudessa. Kaikenlaisten rakennusten vaipat, niin asuin-, kaupallisten, teollisuusrakennusten kuin kylmäketjujenkin, ovat enenevässä määrin eristettyjä. Näin vältetään kylmäsiillat ja hallitaan ilmanvaihtoa.

Nämä muutokset aiheuttavat erilaisia paloriskejä ja -vaaroja. Palo voi esimerkiksi kehittyä nopeammin suurissa tiloissa, joihin on varastoitu suuret määrät tulenarkaa tavaraa, tai hyvin eristetyissä asunnoissa tai huoneissa.

Uusi rakennuskäytäntö: erittäin energiatehokkaat rakennukset

Seuraavien kahden vuosikymmenen aikana energiatehokkuutta on edelleen parannettava sekä olemassa olevissa että uusissa rakennuksissa.

Tärkeimmät osa-alueet rakennusten energiatehokkuuden parantamisessa ovat mm. entistä enemmän ja paksumman eristyksen käyttäminen latioissa, seinissä ja katoissa, kaksi- tai kolmilasisten ikkunoitten asentaminen ja rakennusten ilmatiiivit vaipat. Samanaikaisesti tarvitaan myös valvottu ilmanvaihtojärjestelmä.

Aurinkopaneeleita voidaan asentaa tuottamaan sitä energiaa, mitä vielä tarvitaan. Lopulta perinteisiä lämmitystapoja, jotka ovat saattaneet aiemmin aiheuttaa tulipaloja, on entistä vähemmän tai ei enää lainkaan matalaenergiarakennuksissa.


Mediassa on kerrottu, että tulipalot, jotka syttyvät erittäin energiatehokkaissa rakennuksissa, saavuttavat lieskahdusvaiheen helpommin⁸. Lieskahduspalojen suurempi esiintymistiheys on mediassa korreloitu paremmin eristettyihin taloihin.

⁸Lieskahduspiste on se lämpötila, missä yhtäkkiä kaikki tilassa oleva palava materiaali syttyy niin, että palo äkkiä muuttuu paikallisesta kaiken käsittäväksi.

Rakennuksen tyyppi	Lämpöarvo MJ/M2m3
Toimisto	800
Huonekaluliike	500
Ravintolat	500
Autoliike	300
Kirjasto	2000

Taulukko 8. Tyypillisiä palokuormia





Sattuuko hyvin eristetyissä taloissa sitten enemmän tulipaloja? Ei välttämättä, mutta mahdollisuus, että palosta tulee iso, on suurempi.

Syynä ei kuitenkaan ole eristys, vaan syytä on haettava energiatehokkaan rakennuksen muuttuneesta rakennusfysiikasta:

- Palo kehittyy hyvin eristetyssä rakennuksessa nopeammin eristämättömään rakennukseen verrattuna, koska kuumuus pysyy rakennuksessa. Näin tapahtuu eristystyyppistä riippumatta.
- Hallittu ilmanvaihto ja suljetut ikkunat/ovet voivat johtaa hitaampiin paloihin, mutta ne voivat saavuttaa lieskahdusvaiheen heti, kun pelastusmiehistö avaa oven (savuräjähdyks).)
- Kolmilasiset ikkunat eivät ehkä rikkoudu tai särkyvät vasta palon myöhäisvaiheessa. Yhdessä ilmatiiviyyden kanssa, tämä johtaa tulipalon sattuessa nopeaan hapen vähenemiseen. Kun ovi aukeaa, ja sisään tulee raitista ilmaa, tämä aiheuttaa tulen välittömän elpymisen.
- Joissakin tapauksissa aurinkopaneelit ovat aiheuttaneet ongelmia palon sammuttamisen aikana, kun ne ovat joutuneet kosketuksiin sammutusveden kanssa.

Tuoreessa hollantilaisessa tutkimuksessa palavi- en eristysmateriaalien paloturvallisuudesta todettiin yleisesti, että nykyinen ja oikea sovellus rakennuksen vaipassa ei myötävaikuta merkittävästi palon ankaruuteen eikä palon uhrien lukumäärän kasvuun⁹.

Tarkempi Belgian High Council for Fire:n teettämä

simulaatiotutkimus paloturvallisuudesta passiivitaloissa ei antanut aiheutta suuren huoleen. Johtopäätös oli, että palon varhaisvaihe on melko samanlainen kuin perinteisissä rakennuksissa, ja ettei passiivitalo muodosta suurempaa riskiä asukkaiden pakoont pääsulle. Myöhäisemmässä vaiheessa passiivitaloon simuloitu palo tuotti alhaisempia lämpötiloja matalampien happitasojen takia. Raportissa todetaan myös, että savuräjähdyksriski saattaa olla suurempi, kun ovi avataan tässä vaiheessa¹⁰.

Yllä esitetystä voidaan tehdä se johtopäätös, että palon nopeampi kasvu on mahdollista, ja että se useimmissa tapauksissa johtuu rakennuksen erilaisesta fysiikasta eikä suinkaan eristysmateriaalin valinnasta.

Lisääntyvän energiatehokkuustarpeen rakennussuunnittelulle aiheuttamat muutokset on otettava huomioon. Kun syyt ymmärretään, voidaan muotoilla tehokkaat suositukset silloin, kun niitä tarvitaan. Suosituksia on julkaistu palokunnille (ohjeita pelastusmiehistöjen turvallisuudeksi) tai ilmatiiviiden rakennusten erityissammutustavoiksi.

⁹2009-Efectis-R0824, *Brandveiligheid van isolatiematerialen*, for Ministerie VROM, February 2010

¹⁰S Brohez et al., *Passive House and fire = Inferno?*, Final report financed by SPF Interieur, Direction générale Sécurité Intégrale, 2009-2010, Issep, Belgium

Euroopan palostandardit ja kansallinen lainsäädäntö

Johdanto

Nykyiset kokeet ja standardit

Ennen valmistajien, suunnittelijoiden ja määrittelijöiden täytyi selvittää sisämarkkinoilla ilman merkittäviä eurooppalaisia / kansainvälisiä standardeja rakennustarvikkeiden palonkestävyyden arvioimiseen. Maat ovat kehittäneet omia standardejaan¹¹, markkinoille tulee koko ajan uusia tuotteita, ja lisäksi on käyttökohteiden moninaisuus; voiko esimerkiksi testiä, jossa arvioidaan tuotteen käyttäytymistä pientalon palossa, soveltaa samalla tavoin arvioitaessa, miten tuote toimii suuressa varastopalossa?

Eurooppalainen paloteknisen käyttäytymisen luokitusjärjestelmä otettiin käyttöön rakennustarvikedirektiivin (CPD) vahvistukseksi tarkoituksena yhdenmukaistaa ja aikanaan korvata erilaiset kansalliset standardit ja kokeet. Joitakin vastaavuuksia voidaan todellakin vetää seitsemän euroluokan ja aiempien standardien osatekijöiden välille. On kuitenkin ollut vaikeaa siirtää kansallisia paloteknisen käyttäytymisen luokkia vastaaviksi euroluokiksi. Esimerkiksi hollantilaisten savukokeen tulokset ovat aivan erilaisia kuin SBI:n savukokeen, jota käytetään euroluokituksessa.

Koestandardien yhdenmukaistaminen Euroopassa on tarkoituksenmukaista, kun pyritään yksinkertaistamaan ja standardisoimaan. Aiotusta käytöstä, kuten CPD sen kuvailee, on kuitenkin seurauksena käyttökohdealueita. Niinpä koetulokset täytyy tulkita ja arvioida paloluokituksen vahvistamiseksi, rajatilanteet mukaan lukien. Nämä jakautuvat tällä hetkellä kahteen kategoriaan: välitön käyttökohdealue (DIAP) ja laajennettu käyttökohdealue (EXAP).

Etenkin tulenkestävyysskokeessa sekä DIAP- että EXAP- säännöt ovat standardeista peräisin. Mutta kun DIAP-säännöt rajoittuvat tiettyyn testattuun muotoiluun vain vähäisin sallituin vaihteluin, EXAP-säännöt sallivat suurempia vaihteluita hyväksytyt tiedon ja kokemuksen parametrien rajoissa. Euroopassa käytetään yhä keskustelua EXAP-säännöistä, mutta monissa jäsenmaissa on kansallisia EXAP-säntöjä esim. katteiden ulkopuoliselle palolle.

Pääasiallisesti yhdenmukaiset testit ja standardit jo ovat olemassa, mutta on vielä jokaisen jäsenmaan asia päättää, mikä luokitustaso katsotaan hyväksyttäväksi kullekin käyttökohteelle.

Palostandardikategoriat

Palomääräyksissä on kolme palostandardien peruskategoriaa:

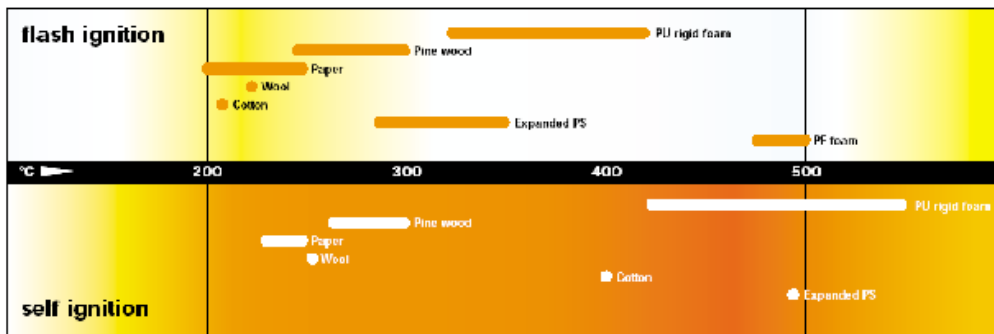
- Palotekninen käyttäytyminen
- Palonkestävyys
- Katteiden ulkopuolinen palo

Näitä selvitetään seuraavissa kolmessa kappaleessa. Kehitteillä on neljäs kategoria, ulkopuolinen julkisivupalo. Tämän on tullut tarpeelliseksi uusien julkisivujärjestelmien käyttöönottamisen ja niiden lisääntymisen merkityksen myötä.

Palotekninen käyttäytyminen

Paloteknisen käyttäytymisen testissä arvioidaan, miten helposti tuote syttyy ja miten se vaikuttaa palon kasvuun. Se liittyy useimmiten palon alkuvaiheisiin ja on luultavasti oleellinen lähinnä niille tuotteille, jotka altistuvat suoranaisesti palon alkulähteelle, kuten seinäverhoilut, sisäkattoverhoilut ja ulkoseinäpinnat. Se on myös oleellinen arvioitaessa rakennustarvikkeiden suorituskykyä rakentamisen aikana tai rakennuksen huollon aikana, esim. rakennuksen osien hitsaus.

lieskahdussyttyminen



itsesytyminen

**Taulukko 9. Materiaalien syttymislämpötiloja.
Asteikko tehty monipuolisille tuoteperheille**



Euroluokitus:

Eurooppalaisen paloteknisen käyttäytymisen luokitusjärjestelmän, standardin EN13501 osan 1 mukaisesti, testataan rakennustarvikkeiden paloteknistä käyttäytymistä ja ne jaetaan seitsemään euroluokkaan:

- A1 ja A2
- B, C, D, E
- F materiaaleille, joiden toimintaa ei ole vielä määritelty, tai jotka eivät täytä euroluokituksen E hyväksymiskriteereitä

Jäykän polyuretaanieristyksen luokitus voi vaihdella B:stä F:ään riippuen osatekijöiden vaihtelusta, kuten katteiden tyypit, käytetty muotoilu ja loppukäytön olosuhteet.

Lisäluokituksia käytetään osoittamaan savun muodostumista (s1, s2 ja s3) ja palavia pisaroita (d0, d1 ja d2). Polyuretaani voi olla mitä tahansa välillä s1 ja s3 savun muodostumisessa riippuen jälleen muotoilusta, katteista ja loppukäytön olosuhteista, mutta termo-määriteltynä materiaalina se ei aiheuta palavia pisaroita, ja saa siksi aina luokituksen d0.

Euroluokitusjärjestelmä ei vielä ota huomioon tuotteen kytemisen tai jatkuvan hehkumisen mahdollisuutta, mutta siihen ollaan menossa. Molemmat edustavat hitaita, sisäisiä palamisprosesseja, jotka saattavat johtaa palon syttymiseen jonkin matkan päässä ja jonkin ajan kuluttua alkuperäisen palon syttymisestä.

EN 13501:n muut osat kattavat palonkestävyyssluokitukset (osat 2, 3 ja 4), katteiden ulkopuolisessa palossa käyttäytymisen luokitukset (osa 5) ja kaapeleiden luokitukset (osa 6).

Eurooppalaiset palostandardit euroluokituksen määrittämiseksi:

Seuraavia testejä käytetään euroluokituksen määrittämiseksi kaikille rakennustarvikkeille lukuun ottamatta lattiakatteita ja kaapeleita:

EN ISO 1182 Palamattomuustesti

EN ISO 1716 Lämpöarvon määrittäminen

EN ISO 13823 Yksittäisen palavan esineen testi (SBI)

EN ISO 11925-2 Syttymisherkkyuden määrittäminen

Testauksen ensimmäinen vaihe on EN ISO 11925-2, joka simuloi pienen liekin leimahdusta, esim. tupakansytytin, jota pidetään lyhyt aika (15 sekuntia) testattavan tuotteen reunassa tai pinnalla. Tuloksena voi olla E- tai F-luokitus tai edellytys SBI-kokeeseen (30 sekuntia 15 sekunnin altistamisen sijaan), jolloin tarkoituksena on päästä luokkiin B, C tai D.

SBI-koemenetelmässä EN ISO 13823:n mukaan näyte altistetaan 30 kW:n kaasuliekille simuloiden yksittäistä palavaa esinettä kulmassa (esim. roskakori).

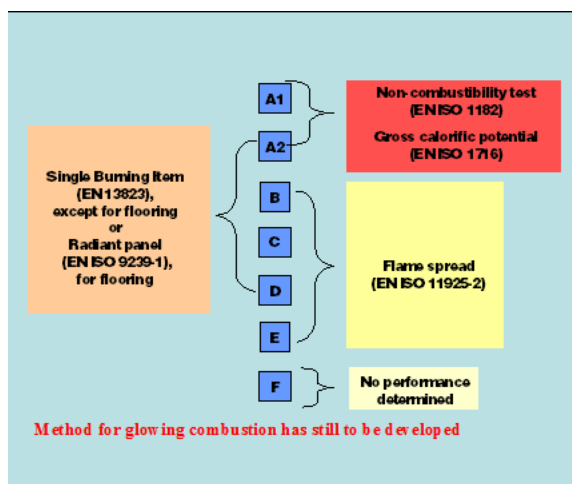
Palokaasut analysoidaan. Kulutetun hapen määräästä ja vapautuneen hiilimonoksidin määrästä voidaan laskea palavan näytteen tuottama kuumuus. Pääluokitus perustuu FIGRA- kriteereihin (Fire Growth Rate eli palon leviämisaste) ja tuotetun kuumuuden kokonaisuuteen (THR eli Total Heat Release) kymmenen minuutin aikana, ja korkeammissa luokissa otetaan sen lisäksi huomioon liekkien leviäminen sivusuunnassa.

Poistoputkessa mitataan myös savun pimentävää vaikutusta SMOGRA- (Smoke Growth Rate eli savun leviämisaste) ja TSP-kriteerein (Total Smoke Production eli savun tuotanto kokonaisuudessaan – mitattuna yli kymmenen minuutin ajan), jotka muodostavat perustan tuotteen savuluokitukselle.

Luokituksen kolmas parametri perustuu näköhavaintoihin siitä, havaitaanko kokeen aikana palavia pisaroita (paloalueen ulkopuolella).

Kytemisestä tulee kriteeri paloteknisen käyttäytymisen luokituksessa joidenkin kansallisten määräysten vaatimuksesta. Kehitteillä on uusi testi. Sillä aikaa EU:n jäsenmailla saa olla lisänä omia testejä ja sääntöjä CE-merkityille tuotteille.

Lattiapäällysteille on hyväksytty olemassa oleva koe liekkiä leviämiseksi vaakatasossa EN ISO 9239-1 luokissa A₂_{fl} - D_{fl} SBI:n sijaan.



Teknisen palokäyttötymisen luokat (Euroluokat) CEN Standardit			Euroluokkien määrittämiseksi tarvittava/t koe/kokeet
Vaikutus paloon	Savun voimakkuus	Palavat pisarat	PUR
A1	Ei sovelleta	Ei sovelleta	EN ISO 1716 ja EN ISO 1182
A2	s1, s2, s3	d0, d1, d2	EN ISO 1716 tai EN ISO 1182 ja EN 13823
B	s1, s2, s3	d0, d1, d2	EN 13823 ja EN ISO 11925-2
C	s1, s2, s3	d0, d1, d2	EN 13823 ja EN ISO 11925-2
D	s1, s2, s3	d0, d1, d2	EN 13823 ja EN ISO 11925-2
E	Ei testattu	Ei ollenkaan tai d2	EN ISO 11925-2
F			

Taulukko 10. Mahdollisuudet teknisen palokäyttötymisen luokitukselle

¹²ISO 9705:1993 (E) nimeltään 'Fire tests – Full-scale room test for surface products', jossa todetaan, että: "määrittelee koemenetelmän, joka simuloi paloa, joka hyvin tuulettuvissa olosuhteissa alkaa nurkasta pienessä huoneessa, jossa on vain yksi avoin oviaukko. Menetelmän tarkoituksena on arvioida pintatuotteen osuutta palon kasvuun tiettyä syttymislähdettä käyttäen.

Taustaa tarvikkeiden palonkestävyysluokitukseen

Euroluokitus määritetään pienen ja keskisuuren mittakaavan koemenetelmin. Luokkien rajat on kuitenkin linkitetty selvästi erotettaviin toimintarajoihin suuren mittakaavan kokeessa. Tätä varten valittu tilanne perustuu ISO 9705:een¹². Lieskahdusajat tässä kokeessa otettiin perustaksi luokitusjärjestelmän kehittämiseksi eli määrittämään toiminnan hyväksymisvaatimukset pienissä ja keskisuuren mittakaavan kokeissa ja asettamaan euroluokkavaatimukset. Sen jälkeen kun nämä on asetettu ja hyväksytty, kaikki rakennustarvikkeet luokitellaan neljän palonkestävyyden tulosten perusteella. Viitetilannetta ei käytetä suoraan luokitukseen.

Joissakin tapauksissa ja joillekin tuotteille, kuten lineaarituotteille, euroluokitusjärjestelmää ei ole pidetty hyväksyttävänä. Kaapeleille, putkieristeille ja putkille on kehitetty ja otettu käyttöön toinen palonkestävyyden luokitusjärjestelmä.

Tuotteen palonkestävyysluokitusta ei saisi sekoittaa rakennuksen paloturvallisuustoimintaan. Sitä ei saa tulkita siten, että kun käytetään luokan A2 tuotetta, rakennus on aina paloturvallinen, tai käytettäessä E-luokan tuotetta rakennus on vähemmän paloturvallinen. Rakennuksen paloturvallisuus riippuu suuresti siitä, miten tuotteita on käytetty. Verhoustuotteita lukuun ottamatta ei tuotteen palonkestävyysluokan ja sen todellisen toiminnan välillä rakennuksessa ole välttämättä selvää yhteyttä.

Tulkinta rakennustarvikkeiden turvallisesta käytöstä tehdään kansallisten rakennusten palomääräysten kautta.



Palonkestävyyden luokitus loppukäytössä

Eristyslevyjen testaus sellaisinaan ei ota huomioon sitä yhteyttä, missä niitä käytetään eli katteen, kuten kipsilevyjen tai tiilien, takana.

Palonkestävyyden luokitusstandardissa, EN 13501 osa 1, todetaan, että testauksen edellytetään olevan suhteessa rakennustarvikkeen loppukäytön olosuhteisiin. SBI-standardi antaa joitakin perussääntöjä asennukseen ja kiinnitykseen, mutta se ei ehkä riitä. Erityisiä asennus- ja kiinnitystilanteita voidaan käyttää edellyttäen, että valmistaja kertoo selvästi ilmoitetun euroluokan rajaolosuhteet. Siitä syystä tuote-erittelyt (yhdenmukaistetut tuotestandardit ja ETAGit) saattavat sisältää lisäsääntöjä asennukseen ja kiinnitykseen.

Eristystuotestandardien ensimmäisessä versiossa ei ollut asennuksen ja kiinnityksen lisäsääntöjä. Lisäksi kävi myös selväksi, että eristystuotteiden luokitus sellaisenaan ei kuvasta tuotteen käyttäytymistä sen todellisessa loppukäyttötilanteessa. Asennus- ja kiinnitysstandardi (EN 15715) kehitettiin ja otettiin käytettäväksi tuotestandardien kanssa, ja se sallii valmistajan luokitella SBI-testatun tuotteensa erityislaitteiden joukossa simuloiden loppukäytön olosuhteita sen lisäksi, että tuote luokitellaan sellaisenaan. Joissakin jäsenmaissa loppukäytön luokitusta tarvitaan tulkitsemaan kansallisia määräyksiä.

Palonkestävyys

Yksi palonkestävyyden määritelmä on "rakenteellisen osan kyky säilyttää rakenteellinen toimintakykyä altistuessaan lämpötiloille, joita voidaan tavata kehittyneessä palossa tietyillä aikaväleillä."¹³

¹³"The Primacy of Fire Resistance"

Tekninen esite nro 1. Federation of European Rigid Polyurethane Foam Association. Ladattavissa seuraavasta linkistä:

http://www.pu-europe.eu/site/fileadmin/Factsheets_public/BING_FACTSHEET01_FireResistance.pdf

Näin ollen palonkestävyys liittyy rakenteeseen, joka on useimmiten tuotteiden yhdistelmä kiinnitysmenetelmineen. Se voi kuitenkin muodostua yksittäisestä tai yhdistelmätuotteesta. Valtuutus myönnetään sen tähden tuolle tietylle rakenteelle kokonaisuutena eikä sen yksittäisille osatuotteille.

Tällaisessa testaamisessa on monia erilaisia tuote-yhdistelmä- ja kiinnitysmahdollisuuksia muodostamassa kokonaisrakennetta, eikä ole käytännöllistä testata jokaista variaatiota. Koska mahdollisia vaihtoehtoja on valtava määrä, yhdenmukaistettuja standardeja seuraa käyttökohdesääntöjen välitön ja laajennettu alue.

Yksi laajalti palonkestävyyden mittaamiseen käytetty koe on REI-menetelmä (EN 1365-2):

- R= kantavuus; aika, jonka rakenne kestää sortumatta palotilanteessa
- E = tiiviys; aika, jonka rakennusosan tiiviys säilyy palotilanteessa
- I = eristävyys; aika, jonka kuluessa rakennusosan kylmä puoli saavuttaa tietyn lämpötilan.

Tulokset esitetään minuutteina, jotka kertovat, miten kauan kaikki kolme osatekijää kestävät palon vaikutusta, joten rakenne, joka täyttää kaikki nämä kriteerit 30 minuutin ajan, luokitellaan REI 30:een. Palonkestävyysluokitus on kuvattu standardissa EN 13501-2, 3 ja 4.

Koska on tarkasteltava kokonaista rakennetta, REI-määrittäminen vaatii suuren mittakaavan testausta ja on kallista. Esimerkiksi tasakattokokeen pitäisi käsittää kattoa kannattava seinä, vedenpitävä kerros samoin kuin eristys ja kiinnitystapa.

Se, missä määrin eristys pystyy vaikuttamaan palonkestävyyteen, riippuu luonnollisesti rakenteesta. Jos esimerkiksi testattaisiin betonilaattaperustaista tasakattoa, sen palonkestävyys olisi useita tunteja riippumatta siitä, mitä muita tuotteita on sijoitettu sen päälle, ja kun se pettää, muiden tuotteiden vaikutus olisi epäolennainen, koska rakenne itsessään olisi jo murtunut.

Kun eristyksen osallistuminen paloon on olennaista, kokemus ja testit ovat osoittaneet, että jäykillä polyuretaanieristetuotteilla (PUR/PIR) eristettyjen rakenteiden palonkestävyys on erinomainen todellisissa palotilanteissa, koska ne kovettuvat kuumassa, ja niiden lämpötasapaino on korkea. PU-eristys ei sula tai valu kuumetessaan. Eristyksen pinnalle ilmestyvä hiili suojelee ydintä hajoamiselta, joten rakenteen tiiviys säilyy pitkään, vaikka tuli hyökkää voimalla sen kimppuun. PUR/PIR-eristetyt rakenteet voivat toimia paremmin tai yhtä hyvin kuin muilla yleisesti käytetyillä eristysmateriaaleilla eristetyt rakenteet. PUR/PIR-eristys toimii paremmin kuin palonkestävyyden euroluokitusjärjestelmä antaa ymmärtää. Todiste tästä saadaan esimerkeissä 4 ja 5 kappaleessa "Toiminta käyttökohteen mukaisissa kokeissa" kuvatuissa kokeissa.

Katteiden ulkopuolinen palo

Tilastollisesti katsoen on hyvin vähän näyttöä siitä, että palo olisi lähtenyt liikkeelle ulkopuolelta. Euroopassa on kuitenkin valtava määrä testimenetelmiä, joiden lähestymistavat ja koetulosten tulkinta vaihtelevat suuresti.

Katteiden ulkopuolisessa palossa käyttäytymistä koskevaa luokitusta kuvataan EN 13501-5:ssä. Testaus perustuu tekniseen standardiin TS1187, joka on jaettu neljään eri koetilanteeseen (1187-1 ... 1187-4). EU:n jäsenmaat eivät ole pystyneet pääsemään yhteisymmärrykseen yhdestä ainoasta testistä, ja maat tahtovat pitäytyä omissa historiallisissa koemenetelmässään ja niiden hyväksymissäännöissä. Jopa silloin, kun joukko maita käyttää samaa tiettyä testityyppiä, niillä on siihen erilaisia lähestymistapoja. Esimerkiksi 1187-1:ä käytetään eri tavoin Hollannissa kuin Belgiassa tai Saksassa.

Näiden maiden välisten vaihtelujen ja EXAP/DIAP¹⁴-sääntöjen soveltamisen vuoksi tulkinta ja tulokset ovat vaihtelevia. Jäsenmaiden välisten vertailujen käyttökelpoisuus on sen vuoksi kyseenalaista.

TS 1187 on järjestelmätesti, missä otetaan huomioon kaikki osatekijät. Näitä ovat yleensä kannattava kansi, eristyskerrokset, höyrysulut ja ylinnä vedenkestävät kerrokset. Kerroksia voi olla useita Jos yhden osatekijän jokainen vaihtoehto pitäisi testata, kustannukset nousisivat korkeuksiin. Kansallisista testeistä saatujen kokemusten pohjalta eri kokeille on kehitet-

ty sääntöjä testitulosten välittömille ja laajennetuille sovelluksille. Nämä säännöt julkaistaan pian.

Kokemus osoittaa, että monissa katejärjestelmissä katekerros pystyy suojaamaan alapuolisia kerroksia kaikilta ulkopuolelta tulevan palon vaikutuksilta. Tästä syystä Euroopan komissio on tehnyt päätöksen myöntää "testaamattomuusluokituksen" joukolle kattokatteita. Tähän kuuluvat paitsi sellaiset tuotteet kuin kivi, kuitusementti ja teräs, myös teräspäällysteiset kerroslevyt ydinmateriaalinaan PUR tai PIR, jotka luokitellaan ilman lisättestausta luokkaan BROOF(T1), jos tietyt edellytykset täyttyvät (katekerroksen paksuus jne.).

Kohti yhtä yhdenmukaistettua testitulannetta?

Prosessin yksinkertaistamiseksi ja tulosten standardisoimiseksi on ehdotettu yksittäistä palavan katteen koetta (SBR). Jäsenmaiden erilaiset näkökannat tekevät tästä keskustelusta monimutkaisen ja johtavat moniin osa-alueisiin, joita testin kokoonpanossa on mietittävä. Ulkopuolisen palovaaran harvinaisuuden takia testauksesta saattaa tulla "ylimitoitettu". Sillä välin useimmat tuottajat ovat suorittaneet kokeita ja luokituksia nykyisen standardin mukaan niin, että on kyseenalaista, onko järkevää kehittää uutta koetta. Myöskään rahoitusta ei ole löytynyt tällaisen testin kehittämiseksi ja vahvistamiseksi. Niinpä Euroopan standardisointityöryhmä on lopettanut työn katteiden ulkopuolisen palovaaran parissa.

Esimerkkejä eri maiden lähestymistavoista TS 1187:ään		
Tilanne	Maa	Hyväksymissäännöt
1187-1	Saksa	test 1 - with burning brands
1187-2	Pohjola	test 2 -with burning brands and wind
1187-3	Ranska	test 3 - with burning brands, wind and supplementary radiant heat
1187-4	Englanti	test 4 - with two stages incorporating burning brands, wind and supplementary radiant heat

¹⁴Katso kappale 4, Eurooppalaiset palostandardit ja kansallinen lainsäädäntö: Johdanto

Taulukko 11. Standardin TS 1187:n kansallinen soveltaminen

Julkisivujen palonkestävyys

Lisääntyvien energiansäästövaatimusten takia yhä useammat talot eristetään käyttäen lämmöneristysjärjestelmiä rakennusten seinien ulkopuolella. Viime vuosien aikana näiden eristysjärjestelmien paloturvallisuutta koskevia asetuksia on otettu käyttöön useimmissa Euroopan maissa. Muun rakennuskäytön osalta nämä vaatimukset perustuvat pääasiassa laboratoriokokeiden tuloksiin, mutta julkisivuja varten on kehitetty täysimittaiset kokeet osoittamaan koko rakenteen käyttäytymistä todellisessa palossa.

Mitkä ovat olennaiset palon alkusyyt, ja miten palo leviää julkisivua pitkin?

Julkisivupalon voi sytyttää joko lähellä palava talo tai muu kohde (palava auto tai jätekontti). Yleisin ja monessa tapauksessa vakavin julkisivupalon alkusyy on palo, joka on seurausta lieskahdustilanteesta huoneessa. Tässä tapauksessa ikkuna särkyä jonkin ajan kuluttua, ja sitten liekit ovatkin jo pian niin korkeita, että ne ulottuvat alkuperäisen palokerroksen yläpuolisen kerroksen ikkunaan. Hetken kuluttua myös tämä ikkuna särkyä, ja palo sytyttää huoneessa olevat tavarat. Kun lieskahdus sitten saavuttaa huoneen seuraavassa kerroksessa, sama prosessi toistuu. Tällainen palo leviää aina ylöspäin, mutta se vie jonkin aikaa. Jos julkisivu on eristetty, on tärkeää välttää tämän prosessin kiihdyttämistä ja julkisivueristejärjestelmän myötävaikuttamista palon nopeaan leviämiseen ylöspäin.

Julkisivujen palokokeet

Aikaisemmin useimmissa maissa on asetettu vaatimuksia julkisivun ulkopuoliselle eristykselle tavallisista laboratoriokokeista saatujen luokitusten pohjalta. Kokemus on osoittanut, että joissakin tapauksissa nämä kokeet eivät anna riittävästi tietoa kokonaisen eristysjärjestelmän käyttäytymisestä todellisessa palotilanteessa. Niinpä useissa Euroopan maissa on kehitetty täysimittaisia kokeita. Useim-

mat niistä perustuvat palotilanteeseen huoneessa ja palon leviämiseen ikkunan kautta. Useimmissa tapauksissa mittausparametrit käsittävät tulen leviämisen havainnoimisen (näköhavainnointi ja lämpötilamittaukset), vaurioiden arvioimisen eristyksen ulkopuolella ja sen sisällä kokeen jälkeen, samoin kuin palavat pisarat ja alas putoavat osat.

Testien välillä on kuitenkin suuria eroja maasta riippuen. Tärkeimpiä parametreja, jotka ovat erilaisia, ovat:

- Palolähteen tyyppi (joissain testeissä käytetään puuhäkkejä, toisissa kaasupoltinta)
- Palolähteen koko
- Näytteen muoto (kulma vai tasainen seinä)
- Testilaitteen korkeus

Erilaisia testejä myös käytetään eri tavoin säädöksiä varten. Esimerkiksi Englannissa testissä käytetään valtavan korkeaa palokuormaa, mutta jos julkisivueristys läpäisee tämän kokeen, sitä voidaan käyttää rajoituksetta kaikissa rakennuksissa. Saksassa asiaa lähestytään eri tavalla. Siellä palokuorma kokeen aikana on matalampi, mutta palavien eristystarvikkeiden, kuten PU, käytölle julkisivun eristysjärjestelmissä on asetettu yleinen rajoitus: Yli 22 m:n korkeudessa (korkein lattiataso, jota ihmiset voivat käyttää) saa käyttää vain palamattomia eristystuotteita.

Tällä hetkellä EOTAssa (European Organisation for Technical Approvals) ollaan kehittelemässä eurooppalaista testimenetelmää. Tästä on tulossa kaksi-vaiheinen menetelmä (kaksi palokuorman kokoa ja kaksi testilaitteiston korkeutta). Tältä pohjalta kaikki Euroopan eri maiden säädösvaatimukset voidaan ottaa huomioon. Työ on alkanut, mutta kestää vielä ainakin kaksi vuotta, ennen kuin eurooppalainen koemenetelmä on käytettävissä.

PUR ja PIR julkisivueristykseen

Siellä missä saa käyttää palavia tuotteita, on mahdollista ohittaa julkisivueristyksen paloturvallisuusvaatimukset PU:n avulla. Käytetty eriste ei kuitenkaan ole ainoa tekijä paloturvallisuudesta päätettäessä. Jos tehdään ulkopuolinen lämmöneristysjärjestelmä (ETICS eli External thermal insulation system) myös ulkokatteen laatu ja kestävyys (vahvikekerrokset ja laasti) ovat tärkeitä eristysjärjestelmän palokäyttötymisen kannalta. Ei-kantavien ulkoseinien (seinäverhousjärjestelmät, joissa on tuuletusrako ulkopintaverhouksen ja eristyskerroksen tai seinän välissä) suhteen on aina ryhdyttävä erityistoimenpiteisiin, koska palo pystyy leviämään ylöspäin tuuletusraon kautta, ellei ole käytetty asianmukaisia palomuureja. Sama pätee myös, jos on käytetty palamattomia eristystuotteita.

Siispä paloturvallisuuden kannalta PUR- ja PIR-tuotteita voi käyttää kaikissa julkisivujärjestelmissä, kun vain ryhdytään tarpeellisiin varotoimenpiteisiin, elleivät kansalliset määräykset vaadi palamattomia eristystuotteita.



Vakuutusstandardien osuus

Kun kansallisen lainsäädännön ensisijainen tarkoitus on vähentää kuolemantapusriskiä, vakuutuslaitosten tarkoitus on toissijainen, eli omaisuuden suojeleminen. Tästä syystä on olemassa joukko vakuutusyhtiövetoisia palostandardeja, jotka tarkastelevat palokäyttämisen eri puolia. Kolme laajalti tunnettua esimerkiksi ovat englantilainen Loss Prevention Certification Board (LPCB), amerikkalainen FM Global (tunnetaan virallisesti nimellä Factory Mutual) ja saksalainen Insurance Association (GDV).

LPCB

LPC-kokeissa arvioidaan palokäyttämisen eri ta- soja, kuten paloreaktiota, paloreaktiota ja palonkestävyyttä ja pelkästään palonkestävyyden yksittäistä astetta. LPC:n LPS1181 sisältää suuren mittakaavan mukaisia, vakuutuslaitosten hyväksymiä ”soveltu- vuuskokeita”, joissa yhdistyvät paloreaktion ja palon- kestävyuden arvioinnit. Koska koe kuitenkin on jär- jestelmäperusteinen, sitä ei voi käyttää merkittömien tuotteiden toiminnan arvioimiseen.

FM Global

FM Global on suuri vakuutusyhtiö, jolla on omat koe- menetelmät rakennusjärjestelmille, mukaan lukien eristyspaneelit.

FM käyttää arvioinnin peruseriaatetta rakennus- ja/tai rakennusosien tasolla, mikä tukee CPD:n ”ai- otun käyttötarkoituksen” periaatetta. Tämä lähesty- mistapa ottaa huomioon ekstrapolaatiot arvioitaessa todellista riskiä rakennuksissa sellaisina kuin ne on rakennettu.

FM-hyväksyntä sisältää valikoiman hyväksymis- standardeissa FMRC 4880 / 4771 / 4450 määriteltyjä testejä. Kun FMRC 4880 tarkastelee pelkästään paloa, FMRC 4471 ja 4450 sisältävät tiettyjen osatekijöiden, kuten tuulen nosteen ja jalankulkuliikenteen, testaa- misen palo-ominaisuuksien lisäksi. Esimerkiksi luokan 1 eristetty teräskate täyttää FM 4450:n hyväksymis- säännöt sisätilojen palon, tuulen nosteen, muuttu- van kuorman kestävyuden, metalliosien syöpmisen ja muoviosien väsymisen osalta. Standardi pätee kaikkiin kattopäällysteen alapuolelle asennettuihin rakenneosiin, kun taas kattopäällyste itsessään testa- taan FM:n hyväksymisstandardin 4470:n mukaan.

GDV

Palonehkäisyinstituutti VdS Schadenverhütung GmbH tarjoaa puolueetonta testausta ja sertifiointia. VdS-hyväksynnässä käytetään saksalaista German Accreditation Body Controlia (DATech) tuotteiden testaukseen EN ISO / IEC 17025:n mukaan ja sertifi- ointiin DIN EN 45011:n mukaan. Myös nämä ovat suuren mittakaavan kokeita, mutta kun FM- ja LPC- prosesseissa kaikkien eristystuotteiden on käytävä läpi samat testit, VdS:n hyväksymiskriteereissä sellai- sia tuotteita, kuten esim. kivivilla, jotka on yleisesti luokiteltu ”palamattomiksi”, ei tarvitse testata.

Kuten tutkimuksesta siitä, mikä todella on ”pala- matonta” voi havaita, tämä voi johtaa vähemmän tarkkaan luokitukseen. Ellei ”palavalla” tuotteella ole asianmukaista sertifiointia, sen käyttö estetään auto- maattisesti riippumatta sen tunnetusta toiminnasta merkittömien tuotteena.

Eurooppalaiset toimielimet

Euroopassa on joukko toimielimiä, jotka toimivat vakuutusasioiden ja palokäyttötymisen parissa: The European Fire and Security Advisory Council (EFSAC) muodostuu eurooppalaisista organisaatioista, jotka edustavat valmistajien, toimittajien, asentajien, lopputuotekäyttäjien, viranomaisten ja vakuuttajien etuja. Sen jäseniä ovat:

- The CEA - the European insurance and reinsurance federation – eurooppalainen vakuutus- ja jälleenvakuutusliitto
- CFPA Europe - the Confederation of Fire Protection Associations Europe – Euroopan palonsuojeluyhdistysten liitto
- EUROFEU - the European Committee of the Manufacturers of Fire Protection and Safety Equipment and Fire Fighting Vehicles – eurooppalainen tulensuoja- ja turvalaitteiden sekä paloautojen valmistajien komissio
- EFSG - European certification bodies – eurooppalaiset sertifiointielimet

EFSAC määrittelee roolinsa seuraavasti¹⁵:

- Neuvoa ja vaikuttaa Euroopan lainsäädännön hallintoprosessiin kehittämällä tiiviitä yhteyksiä muiden asiaan kuuluvien eurooppalaisten organisaatioiden kanssa
- Edistää yhteisten standardien käyttöä Euroopassa
- Kehittää koemenetelmien läpinäkyvyyttä ja testaamisen yhteisen tunnustamisen periaatetta tavoitteenaan yksivaiheinen testaus ja sertifiointi
- Pyrkii yhteen tehdaslaadun arviointiin
- Pyrkii yhteen tuotelaadun arviointiin
- Kehittää sopivia käytännön tapoja ja neuvoa-

antavia asiakirjoja palo- ja turvatuotteiden ja järjestelmien käytöstä, sovelluksista, asennuksesta ja kunnossapidosta

- Julkaisee EFSAC-merkittyjä teknisiä asiakirjoja - Technical Documents (ETD), ellei muita eurooppalaisia tuotestandardeja ja -erittelyjä ole olemassa
- Kannustaa yhdenmukaistamaan kaikki CEN/CENELEC-standardit sekaannusten vähentämiseksi CE-merkinnän sekä toiminta- ja laatuakreditoinnin välillä.
- Edistää pätevyyden yhdenmukaisuutta asiaan kuuluvien toimielinten välillä

Tulevaisuuden suuntauksia:

Järjestelmäpohjaiset kokeet ovat tärkeitä, mutta ne voivat tulla erittäin kalliiksi, jos ne ovat riittävän laajoja ollakseen tarkoituksenmukaisia. On hyvin tärkeää, ettei tuotepolitiikkojen anneta vaikuttaa todellisten riskien havainnointiin. Yksi tapa ratkaista testauksen monet nykyiset eroavaisuudet saattaisi olla se, että etsitään palonkestävyyden "tydyttäväksi arvioituja" -rakenteita. Jos esimerkiksi betonikate tarjoaa paloturvallisuusteknisen ratkaisun, eristyksen voitaisiin määritellä täyttävän ensisijaisen toimintansa eli lämmöneristyksen vaatimukset ilman tarvetta "ylimääritellä" sitä muilla alueilla.

¹⁵<http://www.efsac.org/>

'Activities' -sivu.

Paloturvallisuustekniikan osuus

Mitä paloturvallisuustekniikka on?

Paloturvallisuustekniikkaa - Fire Safety Engineering (FSE) – on määritelty näin: "tieteellisten ja teknisten toimintaperiaatteiden soveltaminen ihmisten, omaisuuden ja ympäristön suojelemiseksi tulipalolta"¹⁶. Tärkeintä tässä on, että FSE lähestyy paloturvallisuutta kokonaisvaltaisesti, kun taas määrittelijät luottavat pelkästään ohjailevien sääntövaatimusten noudattamiseen tietyn paloturvallisuustason saavuttamiseksi. Se ottaa huomioon myös hyvin monimuotoisten rakennusten paloarvioinnin, missä standardimenetelmät eivät anna haluttuja vastauksia, ja simulaatiot voivat sisältää sprinklereitä, savun muodostusta tai kytemisen mahdollisia seurauksia ja jopa ihmisten käytöksen pakenemisen aikana. Se voi myös keskittyä omaisuuden suojelemiseen, mikä vaatii muidenkin tekijöiden kuin ihmishenkien huomioon ottamista.

Asumisella ja rakennuksen käyttötarkoituksella on merkittävä vaikutus paloriskiin. Sisältö vaikuttaa voimakkaasti tulen leviämismahdollisuuden arvioon ja palon intensiteettiin; vaikutus on yleensä suurempi kuin itse rakennuksen rakenteen. FSE-lähestyminen ottaa huomioon nämä asiat ja etsii tehokkainta ratkaisua riskien hallitsemiseksi, ei niinkään palokäyttäytymisen standardimääritelmää kaikille rakenteille, joka ei ehkä käsittele yksittäisten projektien tiettyjä alttiuksia tai johda parhaaseen vaihtoehtoon muiden rakennussuunnittelun näkökohtien suhteen.

FSE-mallin lähestymistapa käyttää todistettuja menetelmiä, mutta antaa silti tilaa innovaatioille ja ottaa huomioon budjetin ja muut suunnittelun rajoitteet vaarantamatta turvallisuuden tasoa.

FSE:a on käytetty yksittäisissä projekteissa, useimmi-

ten suurissa ja monimutkaisissa. Sitä voi kuitenkin soveltaa myös yleisemmältä pohjalta sääntöyhdydessä.

Määräysten FSE-vaihtoehdot

Monissa sovelluksissa EU:n jäsenmaiden viranomaiset tunnustavat toiminnan hyödyt ja tavoitepohjaiset säännöt. Tätä on tehostanut myös lisääntyvän joustavuuden tarve kustannustehokkaisten rakennusten ja kuljetuskaluston suunnittelumenetelmissä, jotka käyttävät innovatiivisia rakennusmateriaaleja ja silti ylläpitävät paloturvallisuutta. Suunnittelu pyrkii vastaamaan tähän tarpeeseen paloturvallisuustekniikan pohjalta.

Useissa maissa, kuten Englannissa ja Saksassa, eristystuotteen hyväksyntä on mahdollinen, kun riittävä toimintakyky on osoitettu suuren mittakaavan standarditestissä.

Ranska sallii FSE-toimintaperiaatteiden käytön sääntöoppaana julkisten rakennusten eristyssovelluksille. Kun riittävä toimintakyky on osoitettu, voidaan myöntää hyväksyntä ja määrittää käyttökohde-
kenttä julkisissa rakennuksissa.

Esimerkki, jossa viranomainen ottaa huomioon tilanteet, on uusi englantilainen Regulatory Reform Fire Safety Order 2005, voimassa lokakuusta 2006 lähtien, joka painottaa palontorjuntaa muissa kuin asuinrakennuksissa. Tämän lainkohdan johdosta 'vastuullisen henkilön' täytyy suorittaa tilojen riskiarviot. Tämä paloriskiarviointi auttaa vastuuhenkilöä tunnistamaan sellaiset riskit, jotka voidaan poistaa tai joita voidaan pienentää, ja päättämään niiden yleisten varokeinojen laajuudesta, joihin olisi ryhdyttävä ihmisten suojelemiseksi jäljelle jääviltä paloriskeiltä.



Varotoimenpiteitä rakennuksen vaipan paloriskin pienentämiseksi:

- "Älä säilytä syttymisherkkiä materiaaleja julkisivun ulkopintaa tai teräskomposiittilevyjä vasten äläkä päästä roskia kasaantumaan julkisivua tai paneeleita vasten.
- Korjauta vaurioituneet seinät tai tiiviste-tyt liitokset välittömästi ja varmista, että paneelien reunojen ympärillä käytetyt saumausaineet tai tiivisteet ovat hyvässä kunnossa.
- Tarkista oville, ikkunoille, putkille ja johdoille tehdyt aukot varmistaaksesi, että ne on tiivistetty tai suljettu suojapellein, ja ettei sisäosa ole tullut näkyviin.
- Tarkista, ettei ole sattunut esim. liikkuvan laitteen, kuten haarukkatrukkien, aiheuttamia mekaanisia vaurioita. Korjaa kaikki sattuneet vauriot."¹⁷

Kaupankäynnin mahdollisuus

Hyvässä rakennussuunnittelussa punnitaan kaikkia eri rakennusvaatimuksia, jotta löydettäisiin ihanteellinen tasapaino turvallisuuden ja tehokkuuden, toiminnallisuuden ja esteettisyyden, kustannusten ja pitkäikäisyyden välillä. Jos keskitytään liikaa yhteen näkökohtaan, on olemassa ylimäärittelyn vaara joillakin alueilla ja välinpitämättömyyden vaara toisilla. "Kaupankäynnin" mahdollisuus auttaa pienentämään tätä, esimerkiksi kun paloturvallisuustoimenpiteenä asennetaan sprinklerit, voidaan sallia suurempia avoimia sisätiloja tai määritelmä termisesti paremmin toimivasta eristyksestä seinissä ja katolla turvallisesti riskitasapainon rajoissa.

¹⁶BS 7974 *The Application of fire safety engineering principles to fire safety in buildings.* Tammikuu 2001. HMSO UK

¹⁷ p14, "Insulated Panels, The Fire Safety Order (2005): Advice and guidance on insulated panels for responsible persons and enforcers implementing the Regulatory Reform (Fire Safety) Order 2005." Feb 2007. EPIC.

N.B. EPIC on englantilainen tehdasrakenteisten teräspäällysteisten komposiittilevyvalmistajien yhdistys. Esite ladattavissa: www.epic.uk.com

Eristystarvikkeiden palonkestävyys

Palonkestoluokitus

- Eri eristysmateriaaliryhmien erot
- PUR:n ja PIR:n väliset erot

Palokuorma

Näytteet	Keskiarvo		Av. integral		
	q" max (kW/m ²)	t max (s)	q" 60s (kW/m ²)	q" 180s (kW/m ²)	q" 300s (kW/m ²)
1 PUR/teräs-kerroslevy	80	131	35	11	0
2 PUR/teräs-kerroslevy	305	65	154	76	50
Päällystämätön PUR – vaahdo	153	11	122	0	0

Taulukko 12. Päällystämättömän PUR-vaahdon ja laminaattilevyjen lämmönluovutusnopeus [48], katso Taulukko 6, näytteen yksityiskohdat.

Kyteminen ja jatkuva hehkuminen

Kyteminen ja jatkuva hehkuminen ovat hitaita sisäisiä paloprosesseja, jotka voivat johtaa palon puhkeamiseen jonkin matkan päässä ja jonkin ajan kuluttua sen alkuperäisestä syttymisestä.

Ei ole todisteita siitä, että PU-eristys kytee tai osoittaa jatkuvan hehkumisen merkkejä. Jotta näin tapahtuisi, tarvitaan avonainen, huokoinen materiaali, ja sitä ei PU-eristys ole, mutta monet luonnon- ja synteettiset materiaalit ovat, kuten esim. puulastut, puuvilla, villa jne. tai joukko mineraalivillatuotteita.

Tähän mennessä euroluokitusjärjestelmä ei ole ottanut huomioon tuotteen kytemisen tai jatkuvan hehkumisen mahdollisuutta, mutta kehittäminen on työn alla. Niistä tulee kriteeri paloteknisen käyttäytymisen luokittelussa joidenkin maiden erityisestä pyynnöstä. Kehitteillä on uusi testi. Jotkut maat, esim. Saksa ja Itävalta, pitävät tätä kriteeriä paloturvallisuuden kannalta oleellisena. EU:n jäsenmailla on oikeus vaatia kansallisia lisäkokeita ja sääntöjä CE-merkityille tuotteille niin kauan kuin EU:n yhdenmukaistettua ratkaisua ei ole. PU-eristystuotteita ei tarvitse testata nykyisissä kansallisissa kokeissa, sillä niiden katsotaan olevan "tyydyttäväksi arvioituja". Tosiasia ei ole havaittu yhtään tapausta, joissa PU olisi ollut mukana.

Savu ja sen myrkyllisyys

Savu on lisäluokka kuhunkin paloluokkaan A2...D paloteknisen käyttäytymisen euroluokitusjärjestelmässä. CE-merkityillä PU-eristystuotteilla on palo- ja savuluokitus (katso paloteknisen käyttäytymisen luokitus tässä kappaleessa). PU-eristystuotteet täyttävät savuvaatimukset niissä käyttökohteissa, joissa niitä käytetään.

Lisäksi on ollut mahdollista saada laajempi hyväksyntä FSE:n perusteella. Joitakin esimerkkejä on julkaistu¹⁸, mutta sen jälkeen on kuitenkin saatu lisää hyväksymisiä.

Savun myrkyllisyys ei ole osa euroluokitusjärjestelmää, mutta se oli kuitenkin osana FSE-arviointeja erityishyväksymisiä varten, jotka mainitaan yllä olevassa kappaleessa.

Joitakin kansallisia rajoitettuja savun myrkyllisyysvaatimuksia saattaa esiintyä. Saksassa pakenemisreittien palamattomat tuotteet ovat savun myrkyllisyyskokeen alaisia käyttökohteen luonteen takia. Vaatimukset eivät ole sovellettavissa PU-eristystuotteisiin. Ranskassa on savun myrkyllisyysvaatimus palavalle eristykselle, jota käytetään julkisten rakennusten sisäseinässä tai katossa ilman lämpösulkuverhoilua. PIR-eristys teräsverhouksen takana on hyväksytty seinissä ja katoissa.

¹⁸ISOPA:n tekninen tiedote. "Risk Assessment of Smoke in Buildings: Fire Safety Engineering and PU Insulation Products." January 2008 <http://www.isopa.org/isopa/uploads/Documents/documents/smoke%20fact%20sheet.pdf>

Toiminta käyttötarkoituksen mukaisissa kokeissa

PUR- ja PIR-eristyksen palamiskäyttäytyminen:

PUR/PIR-tuotteilla eristettyjen rakenteiden palo-ominaisuudet ovat erinomaiset todellisissa palotilanteissa johtuen siitä, että ne kovettuvat kuumassa ja kestävät suurta kuumuutta. PUR/PIR-eristys ei sula eikä valu kuumetessaan. Eristeen pinnalle ilmestyvä hiili suojelee ydintä hajoamiselta, joten rakenteen tiiviys säilyy pitkään, vaikka tuli hyökkää voimakkaasti. PUR/PIR-eristetyt rakenteet voivat toimia paremmin kuin tai samalla tavoin kuin muilla paljon käytetyillä materiaaleilla eristetyt rakenteet.

Vaikka PUR voi toimia hyvin palossa, PIR-eristystuotteet tarjoavat vähemmän palamisen, suuremmat työskentelylämpötilarajat ja lisääntyneen kuumenkestävyyden ja ovat siksi yleisesti sopivampia korkean riskin käyttötarkoituksiin.

Toiminta käyttötarkoituksen mukaisissa kokeissa:

Esimerkki 1:

Julkisivupalotesti ulkopuoliselle PUR-lämpöeristetyille komposiittijärjestelmälle (ETICS)¹⁹.

ETICS-järjestelmää testattiin saksalaisen standardin, prDIN 4102-20 'Besonderer Nachweis für das Brandverhalten von Außenwandbekleidungen' mukaisesti. Standardi prDIN 4102-20 muodostaa perustan ehdotetulle yhdenmukaistetulle CEN-menettelylle.

Koejulkisivu järjestettiin kulmakokoonpanoon, jonka alaosaan oli aukko (simuloi ikkunaa). Liekit alkoivat aukkoon sijoitetusta puuhäkistä ja hyökkäsivät julkisivuverhoilun kimppuun. Palokuormana käytettiin 25 kg:n laatikkoa.

Lämpötilamittaukset tehtiin pinnalta ja rappauseroksen takaa sekä PUR-levyjen sisäpuolelta julkisivun eri korkeuksilla. Testi- ja havainnointiaika oli yhteensä 60 minuuttia.

Puisen häkin syttymisen jälkeen liekit tunkeutuivat PUR ETICS –järjestelmän pinnalle. Puinen häkki oli lähes kokonaan palanut 14 minuutin kuluttua. Palava puinen ikkunan karmi ja palava liikkuva kaihdin synnyttivät

kuitenkin lisää paloaltistusta. Palo oli kokonaan tukahnutun 50 minuutin kuluttua, ja kaikki liekit sammuneet itsestään.

Lämpötila nousi 1000°C:een aukossa ja 800...600°C:een 1...3 m aukon yläpuolella. Lämpötila laski 200°C:een 4...5 metrin tasolla, mikä vastasi suurinta havaittua liekkiä korkeutta, joka ylitti melkein julkisivun huipulle asti viiden metrin tasossa. Mitatut lämpötilat PUR-vaahdon sisällä (75...150 mm ulkopinnasta) pysyivät kuitenkin melko alhaisina eivätkä ylittäneet 25°C...60°C:ä verrattuna ulkopinnan 600°C...800°C:n lämpötiloihin.

Kokeen jälkeen PUR:sta poistettiin rappaus. Rappauseroksen murtumista ei ollut tapahtunut. Vaahto oli vain haalistunut ja osittain tuhoutunut pintakerroksen sisä- ja rajoitetulla alueella, missä paloaltistumislämpötila ylitti 200°C. PUR:ssa itsessään tai suoran paloaltistumisalueen ulkopuolella ei palon leviämistä esiintynyt.

Johtopäätös:

Paloaltistusta lisäsi puisen ikkunakarmin asentaminen ja palava liikkuva kaihdin (shutter box). Tästä lisääntyneestä palokuormituksesta huolimatta PUR ETICS –julkisivu reagoi hyvin rajoitetusti paloaltistukseen ja silloinkin vain siellä, missä esiintyi riittävän korkeita leimahduslämpötiloja. Jäykkä PUR-vaaho ei sinällään aiheuttanut liekkien leviämistä edelleen. Kaikki leimahdus loppui itsestään sammumiseen.

Esimerkki 2:

Eristettyjen teräskatettujen tasakattojen palokäyttäytymisen arviointi:²⁰

Euroopassa ei ole tällä hetkellä sen enempää säätelevään käyttöön kuin vakuutusarkoituksiinkaan testistandardia, joka olisi suunniteltu simuloimaan eristetyn teräskatteen tasakaton toimintaa sisällä kehittyvän palon yläpuolella.

Ulkopuolinen palokäyttäytyminen ja pienen mittakaavan palotestit katon rakennesosissa näyttävät olevan ainoa huolenaihe Euroopassa. Usein sääntö- tai vakuutusrajoitteet tehdään lämpöarvon eikä palokäyt-

täytymisen perusteella. Tästä syystä käynnistettiin testiohjelma, jonka tarkoituksena oli kehittää pienen tilan testimenetelmä. Koemenetelmän piti kyetä arvioimaan eristetyn teräskatteisen tasakaton rakenteiden toimintaa sisällä kehittyvän palon yläpuolella.

Testimenetelmän käyttämiseksi erilaisilla eristysmateriaaleilla eristettyjen teräskatteisten tasakattorakenteiden luokitusjärjestelmän perustana sille kehitettiin selvät hyväksymis- ja hylkäyskriteerit.

Esimerkki 3:

Eri eristysmateriaaleilla eristettyjen tasakattojen testien vertailu²¹

Joukko tasakattoja, jotka sisälsivät erilaisia eristysmateriaaleja, testattiin lopullisissa testiolosuhteissa. Kun sovellettiin ehdotettuja hyväksymis/hylkäyskriteereitä eri eristysmateriaalien dataan, kivimineraalikuitu ja jäykkä polyisosyanuraatti (PIR) läpäisivät kokeen, kun taas jotkut eristysmateriaalit eivät läpäisseet.

Kivimineraalikuidulla ja PIR:lla eristetyt tasakatot eivät aiheuttaneet lieskahdusta, ja lämmönluovutus oli rajallista. Lämpötila eristyksen ulkopuolella pysyi hyvin 200°C:a alapuolella, eikä ilmanvaihtoa ollut. Eristys pysyi paikoillaan koko katolla. Eristyksen ja vedenpitävän kalvon välistä mitatut lämpötilat pysyivät alhaisina koko testin ajan.

PIR-eristetyn katon eristys hiiltyi koko pinnaltaan, polttimen yläpuolella noin 75 %:iin paksuudestaan, mutta hiilen määrä väheni, kun etäisyys polttimeen kasvoi. Liekit sammuiivat itsestään pian sen jälkeen, kun poltin sammui.

Kivimineraalikuitueristys oli näkyvästi kuumuuden vahingoittama noin 30 %:iin paksuudestaan.

Kokeiden loppua kohti mentäessä otettiin termograafisia kuvia. Sekä kivimineraalikuidulla että PIR:lla katon yläpinnan lämpötila oli alhainen vielä kokeen lopussa.

Kokeissa käytetty PIR-eristysmateriaali pääsee myös FM 4450 luokkaan I. Lupaavasta vastaavuussuhteesta tämän koemenetelmän ja FM4450:n välillä oli merkkejä.

¹⁹ Lainattu Isopa:n teknisestä esitteestä "Facade Fire Test on PUR External Thermal Insulation Composite System (ETICS)

²⁰ Taken from PU Europe Factsheet no2 "Assessment of the Fire Behaviour of Insulated Steel Deck Flat Roofs"

²¹ Taken from PU Europe Factsheet no2 "Assessment of the Fire Behaviour of Insulated Steel Deck Flat Roofs"

Esimerkki 4:

PU-laattaeristetyn pulpettikaton palonkestävyydesti EN1365-2:n mukaan

PU-eristetty pulpettikattorakenne testattiin eurooppalaisen standardin EN 1365-2:1999 (palonkestävyysskoheet kantaville elementeille, osa 2: lattiat, katot) mukaan. Testauksen suoritti FMPA Leipzig, kansainvälisesti tunnustettu koeinstituutti, joka on erikoistunut palotesteihin.

Testattu kokonaisuus koostui kattoparruista, 19 mm paksuista uros- ja naarasponnttilaudoista parrujen yläpuolella, bitumihuovasta ja 100 mm:n PU-eristyslevyistä, jotka oli katettu 22 mm:n OSB-rakennuslevyillä. Kokeen aikana tehtyjä havaintoja:

- 21 minuuttia kokeen aloittamisen jälkeen laudat paloivat puhki, ja PU-eristyslevyt altistuivat tulelle.
- Vain 37 minuutin jälkeen havaittiin koeharjan yläpinnalla hienoista lämpötilan nousua, mutta 180 K:n rajalämpötilan nousua ei kokeen keston aikana saavutettu.
- 41 minuutin kuluttua liitoksen läpi tuli jonkin verran savua, mutta rakenne ei ollut vielä näkyvästi vaurioitunut.
- Testi oli lopetettava 46. minuutilla rakenteen romahtamisen estämiseksi, sillä tuli oli heikentänyt parruja.
- Kokeen lopussa PU-eristyslevyt olivat osittain hiiltyneet, mutta ne olivat estäneet paloa pääsemästä koeharjan ylimpiin kerroksiin.

Kattorakenteen luokitukseksi tuli REI 45. Se tarkoittaa, että kolme tärkeää kriteeriä täytyivät vähintään 45 minuutin ajan: kantavuus tai mekaaninen lujuus (R), tilan tiiviys (E) ja eristävyys (I). Pulpettikattorakenteilla, joissa on palamattomia, ei-huokoisia eristysmateriaaleja, on REI 30 ja REI 45 luokitus. Pulpettikattorakenteet, joissa on PU-eristyslevyjä, voivat sen tähden toimia vastaavasti tai paremmin kuin samankaltaiset rakenteet, jotka sisältävät palamattomia, ei-huokoisia eristysmateriaaleja.

Esimerkki 5:

Puurunkoisten suljettujen uretaani- ja mineraalivilla-paneelijärjestelmien palonkestävyys

EN 1365-1:n mukaisesti

Tämä testi suoritettiin tarkoituksena verrata tyypillisiä puurunkoisia suljettuja paneelijärjestelmiä, joissa käytetään PU:ta ja mineraalivillaa standardiin BS EN 1365-1 (Palonkestävyysskoheet kantaville elementeille (seinät)). Rakenteet sovittiin UKTFA:n (UK Timber Frame Association) ja Exovan (Warrington Fire UK) kanssa ja niissä käytettiin tarkalleen samoja materiaaleja ja varusteita. Sisäpuolinen palolle altistuva etupinta peitettiin 12,5 mm:n standardikipsiseinälevyllä. Ei-altistuva pinta verhoiltiin 11 mm:n OSB-rakennuslevyillä. Molemmissa rakenteissa käytettiin C16-luokan havupuisia 140 x 38 mm:n tukia (600 mm:n jaolla), pääsidepalkkeja ja aluslevyä. Eristys sovitettiin juoksujen väliin.

- (Koe 1) 140 FrameTherm -laatta 35 (mineraalivilla),
- (Koe 2) 80 mm:n metallipäällysteinen PIR

Molempien kokeiden kuorma oli 11 kN metriä kohti.

Testi 1 (140 mm:n FrameTherm 35 Mineraalivilla):

Kantavuus säilyi 32 minuuttia (koe päättyi 32 minuutissa). Eristys menetti integriteettinsä 31 minuutin jälkeen.

Testi 2 (80 mm:n metallipäällysteinen PIR)

Kantavuus säilyi 39 minuuttia (koe päättyi 39 minuutissa). Eristys menetti integriteettinsä 38 minuutin jälkeen.

Keskustelu tuloksista:

Englannissa kaikki puurunkoiset ulkoseinät vaativat vähintään 30 minuutin palonkestävyyden. Mineraalivillarakenne (T1) pääsi 32 minuuttiin ja täytti tämän vaatimuksen. Testissä 2 (PIR-rakenne) käytettiin samoja materiaaleja, samoja varusteita, samaa U-arvoa (0,27) 60 %:n eristyspaksuudella alhaisemman lämmönjohdotyvyn ansiosta. 39 minuutissa palonkestävyytaso oli suunnilleen sama ja sääntövaatimukset täyttyivät selvästi.

Vastaava toimittaja
PU Europe

Osoite
Avenue E. Van Nieuwenhuysse 6
B-1160 Brussels

© 2014, PU Europe.

Saadaksesi lisätietoa polyuretaanieristyksestä ja jätehallinnasta, katso www.excellence-in-insulation.eu

Av. E. Van Nieuwenhuysse 6
B - 1160 Brussels - Belgium

Phone: + 32 - 2 - 676 72 71
Fax: + 32 - 2 - 676 74 79

secretariat@pu-europe.eu
www.pu-europe.eu