

EPS-ERISTETTYJEN RAKENTEIDEN PALOTURVALLISUUS

Hanna Aho, Timo Inha ja Matti Pentti
Tampereen teknillinen yliopisto, Talonrakennustekniikka
PL600, 33101 Tampere

Tiivistelmä

TTY:ssa aloitettiin syksyllä 2003 EPS-eristettyjen rakenteiden paloturvallisuutta käsittelevä tutkimushanke. Tutkimusta on päätetty jatkaa vuoden 2005 loppuun saakka ja tutkimuksen aikana tehdään yhteistyötä muun muassa VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan kanssa. Pääasiallisena tutkimuskohteena on kolme rakennetta: EPS-ohutrappausrakenteet ulkoseinissä, EPS-sandwich-elementit sekä EPS bitumikatteiden alustana loivissa yläpohjarakenteissa. Tietoa rakenteiden palokäyttäytymisestä kootaan muun muassa aiemmin tehtyjen polttokokeiden raporteista, kirjallisuudesta ja tutkimuksen aikana tehdyistä polttokokeista. EPS-eristettyjen rakenteiden paloturvallisuutta arvioidaan usein vain eristemateriaalin ominaisuuksien perusteella eikä tarkastella rakenteita kokonaisuuksina. Tässä artikkelissa esitellään sekä tutkimuksessa tähän mennessä saavutettuja tuloksia että kysymyksiä ja ongelmakohtia, joihin vielä etsitään vastauksia.

TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TAVOITTEET

Paisutettua polystyreeniä (EPS, expanded polystyrene) käytetään muun muassa rakennusten lämmöneristeinä. Suomessa EPS-eristelevyjen käyttö on yleistä routaeristeinä ja rakennusten alapohjissa. Seinä- ja kattorakenteissa EPS:ä käytetään muualla Euroopassa merkittävästi enemmän kuin meillä Suomessa. EPS luokitellaan palavaksi materiaaliksi, jonka käyttöä palomääräykset (Suomen rakentamismääräyskokoelman osa E1) rajoittavat P1- ja P2-luokan rakennuksissa. Suomessa ei ole ollut yhtenäistä linjaa EPS-eristettyjen rakenteiden hyväksyntään.

Palomääräysten uudistuksen myötä vuonna 2002 siirryttiin myös Suomessa eurooppalaisten paloluokitusten käyttöön. Tuotestandardien mukaan rakennusmateriaalien paloluokitus tulee tehdä sekä suojaamattomalle materiaalille että materiaalille sen loppukäyttöolosuhteissa. EPS-eristettyjen rakenteiden osalta luokitus loppukäyttöolosuhteissa on yleensä huomattavasti parempi kuin suojaamattoman eristeen luokitus. Palomääräyksissä lämmöneristeiden käyttömahdollisuudet määritellään kuitenkin vain suojaamattoman eristeen paloluokan mukaan.

Tutkimushankkeen tavoitteena on koota yhteen luotettavaa tietoa EPS-eristettyjen rakenteiden käyttäytymisestä tulipaloissa, ideoida toimivia suojaustapoja ja hälventää muovieristeiden käyttöön liittyviä ennakkoluuloja. Tarkimmin käsiteltäviksi rakenteiksi valittiin EPS-ohutrappausrakenteet, EPS-sandwich-elementit sekä EPS bitumikatteiden alustana loivissa kattorakenteissa.

EPS-ohutrappausrakennetta käytetään pääasiassa kerrostalojen lisälämmöneristämiseen korjauskohteissa, mutta se soveltuu myös uudisrakentamiseen. EPS-eriste on rakenteessa suojattu verkolla lujitetulla rappauskerroksella. Rakenne kiinnitetään sekä mekaanisilla kiinnikkeillä että liimaamalla ulkoseinän ulkopintaan. Sandwich-rakenteen muodostavat

puolestaan kaksi pintakerrosta ja niiden väliin jäävä EPS-ydin. Kerrokset on kiinnitetty toisiinsa ja ne muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden. Tutkimuksessa tarkastellaan teräsohutlevy- ja betonisandwich-elementtejä. Yläpohjissa kantavan rakenteen ja höyrinsulun päälle tehdyn EPS-eristekerroksen ja bitumikatteen välissä käytetään yleensä ohutta laakerivillakerrosta. Näin suojataan EPS-eristelevyjä kattamistyön aikaisilta vaurioilta sekä parannetaan katon paloturvallisuutta ja mekaanista toimivuutta.

TOIMENPITEET

Tutkimus aloitettiin kirjallisuustutkimuksella, johon tietoa kerättiin muun muassa aiemmin tehtyjen polttokokeiden raporteista, koti- ja ulkomaisesta kirjallisuudesta sekä eurooppalaisista ohjeista. Tutkimuksen tämän vaiheen Hanna Aho kokosi diplomityöksi *EPS-eristettyjen rakenteiden paloturvallisuus, TTY 2004* [1]. Diplomityössä esiteltiin myös uudet eurooppalaiset paloluokat sekä käsitellyjä rakenteita koskevat palomääräykset ja rakenteiden testaamiseen soveltuvia polttokoemenetelmiä. Kaikki tutkimuksessa koottu tieto julkaistaan TTY:n julkaisuna vuoden 2005 lopussa.

Polttokokeita eri rakenteille on tehty tutkimuksen aikana sekä VTT:n palolaboratoriossa että TTY:lla. Lisää polttokokeita on suunniteltu kesäksi 2005. Näiden erikseen suunniteltavien demonstraatiokokeiden tavoitteena on tarkastella erityisesti eristeen kutistumista ja sulamista palossa. Keväällä 2005 tehtiin myös kyselytutkimus rakennusvalvontaviranomaisten, pelastuslaitosten päällystön ja muiden asiantuntijoiden näkemyksistä EPS-eristettyjen rakenteiden paloturvallisuudesta. Kyselyllä pyrittiin selvittämään rakenteiden käyttöön kohdistuvia ennakkoluuloja ja asiantuntijoita erityisesti huolestuttavia näkökohtia. Tutkimushankkeeseen liittyen VTT on lisäksi tehnyt toiminnallisen paloturvallisuustarkastelun koskien EPS-ohutrappausrakenteita P1-luokan kerrostalojen ulkoseinissä. Tässä tarkastelussa käsiteltiin sekä uudis- että korjausrakennuskohdetta.

TUTKIMUKSEN TULOKSET

Suojaamattoman eristeen palokäyttäytyminen

EPS alkaa pehmentyä, kutistua ja sulaa yli 100 °C:een lämpötilassa. Sulanut materiaali alkaa korkeammissa lämpötiloissa hajota muodostaen palamiskelpoisia kaasuja, joiden syttymisherkyys riippuu lämpötilasta, lämpöaltistuksen kestosta ja hapen saannista. Suojaamaton tavallinen EPS syttyy suhteellisen pienestä liekistä ja se kuuluukin paloluokkaan F. Seinä- ja kattorakenteissa käytetyt EPS-levyt ovat Suomessa yleensä syttymistä hidastavilla lisäaineilla käsitellyjä eristeitä, jotka merkitään lisätunnuksella S. Näiden eristeiden paloluokka suojaamattomana on E. Lisäaineena käytetään HBCD-bromiyhdistettä, joka jäädyttää liekkiä ja estää syttymistä samalla kun S-laadun eriste kutistuu pois liekin tieltä. [2]

Runsas savunmuodostus on ominaista palavalle EPS-eristeelle. Mikäli savua joutuu rakennuksen sisätiloihin, se voi haitata poistumista ja pelastustöitä. Yleensä ulkoseinissä ja katoilla käytetyistä EPS-eristeistä syntyvä savu pääsee kuitenkin poistumaan ulkoilmaan. Rakenteiden suojaukset myös rajoittavat EPS:n osallistumista paloon, joten eriste kutistuu ja sulaa suojauksen takana eikä savua synny.

Syntyvän savun haitallisin ainesosa on hiilimonoksidi eli häkä. Lisäksi vapautuu styreeniä, joka lämpötilan noustessa palossa yleensä hajoaa edelleen muodostaen hiilimonoksidia, hiilidioksidia sekä vettä. Hiilimonoksidin myrkyllisyys suorassa hengitysaltistuksessa on suurempi kuin styreenin. [2]

EPS:n lämpöarvo on 42 MJ/kg. Eristeen alhainen massa kuitenkin rajoittaa palossa vapautuvaa kokonaisenergiämäärää. Taulukossa 1 on esitetty tavallisessa yläpohjarakenteessa esiintyvien rakennusmateriaalien palossa luovuttama energia. Taulukosta nähdään, että palokuorma on käytännössä yhtä suuri 200 mm paksulla EPS-kerroksella ja 21 mm paksulla lautakerroksella.

Taulukko 1. EPS:n ja muiden rakennusmateriaalien palossa luovuttaman energian likiarvoja.

Materiaali	Paksuus	Materiaalin tiheys	Lämpöarvo	Paino	Palossa luovuttama energia
EPS	200 mm	20 kg/m ³	42 MJ/kg	4 kg/m ²	168 MJ/m ²
Mäntylauta	21 mm	400 kg/m ³	19 MJ/kg	8,4 kg/m ²	160 MJ/m ²
Bitumikermieristys	-	-	40 MJ/kg	10 kg/m ²	400 MJ/m ²

Myös hapensaanti rajoittaa EPS:n palamista. Täydelliseen palamiseen tarvittava ilmamäärä on noin 150-kertainen eristeen tilavuuteen nähden. Yleensä rakenteiden sisällä ilmaisaanti on rajoitettua, joten paloissa EPS:n sisältämä kokonaislämpömäärä vapautuu harvoin. [2]

Valmiissa rakenteissa EPS on yleensä hyvin suojattu, mutta työmaa-aikana, etenkin tulitöitä tehtäessä, suojaamattoman eristeen käsittelyssä tulee olla huolellinen. S-laadun seinä- ja kattoeristeet eivät syty helposti, mutta routa- ja alapohjaeristeinä käytettävissä normaalilaadun EPS-levyissä ei ole syttymistä hidastavia lisäaineita.

EPS-ohutrappausrakenne palossa

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1, Rakennusten paloturvallisuus [3], kohdan 8.3.1 määräysten mukaan P1-luokan rakennusten ulkoseinässä tulee pääosin käyttää vähintään luokan B-s1, d0 rakennustarvikkeita. Saman kohdan ohjeissa on lisäksi määritelty, että tätä luokkaa heikompia lämmöneristeitä tulee suojata ja sijoittaa niin, että palon leviäminen siihen, palo-osastosta toiseen ja rakennuksesta toiseen on estetty. Kuitenkaan ei ole tarkemmin esitetty, millaisin kokein tai laskelmin riittävä suojaus voidaan osoittaa.

Käytettäessä EPS-ohutrappausrakennetta P1-luokan kerrostalojen ulkoseinissä yksittäisen rakennuksen paloturvallisuus uudisrakentamisessa voidaan tällä hetkellä määräysten mukaan osoittaa toiminnallisen paloturvallisuusarvioinnin avulla. Tämä menetelmä on kuitenkin melko raskas suoritettavaksi jokaiseen kohteeseen erikseen. Koko rakenteen paloluokitus voidaan testata SBI- ja pienen liekin kokeilla. SBI-koetta voidaan pitää keskisuuren mittakaavan kokeena. Siinä koekappale on kahdesta siivestä (1,0 m x 1,5 m ja 0,5 m x 1,5 m) muodostuva kulma. Korjausrakentamiskohteita varten SPEK on lisäksi laatinut ohjeen suuren mittakaavan polttokokeesta, jolla rakenteen paloturvallisuus voidaan todeta. Lisäksi eri puolilla Eurooppaa on käytössä erilaisia suuren mittakaavan polttokoevaihtoehtoja ulkoseinärakenteiden paloturvallisuuden testaamiseen. Yhtenäisten hyväksyntäohjeiden

puuttuessa rakenteiden paloturvallisuuden arviointi polttokoe tulosten perusteella on pitkälti kiinni paikallisista viranomaisista.

Tutkimushankkeen aikana suoritetuissa standardin SFS-EN 13823 mukaisissa SBI-kokeissa EPS-ohutrappausrakenteen saavutti paloluokan B-s1, d0 [4]. Tämä on paras mahdollinen luokitus rakenteelle, jossa käytetään palavia materiaaleja. Kokeet tehtiin VTT:n palolaboratoriossa ja koekappaleiden jälkitarkastelussa todettiin, että rappaus ja verkko suojasivat EPS:ä tehokkaasti liekiltä. Poltto aika kokeessa on 20 minuuttia ja rakenteen sisänurkkaan kohdistetun polttimen teho 30 kW. Eriste kutistui ja sulii rappausten takana, mutta ei osallistunut palamiseen. Kuvassa 1 on esitetty koekappale kokeen jälkeen.



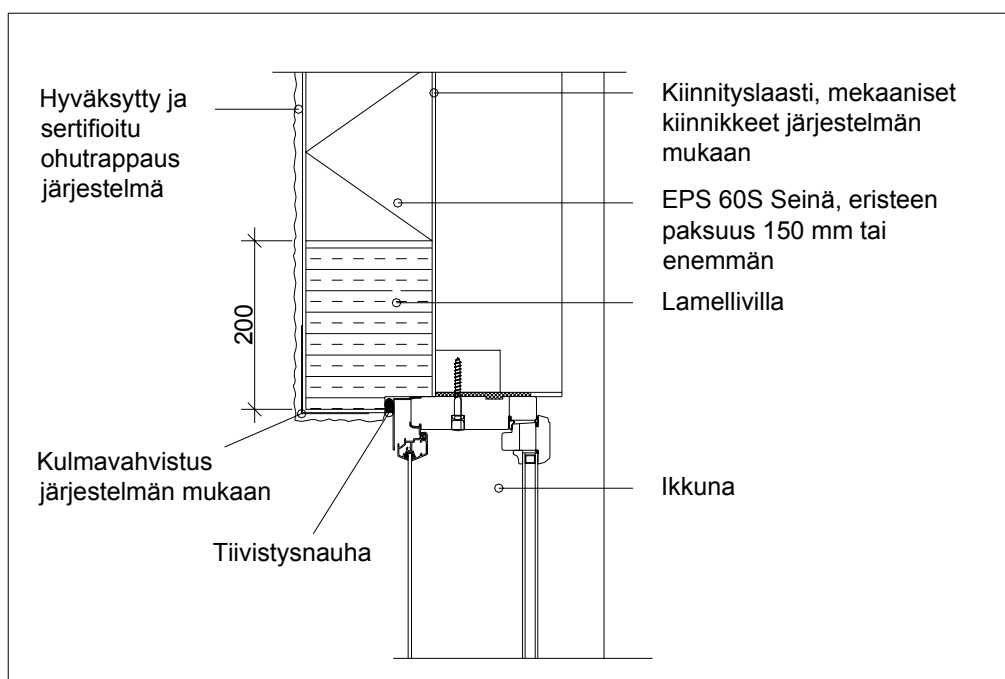
Kuva 1. EPS-ohutrappausrakenteen SBI-kokeen jälkeen. Vasemmalla koekappale edestä: pintarappaus on irronnut, pohjarappaus on edelleen yhtenäinen. Keskellä ja oikealla koekappale takaa: taustalevy on irrotettu kokeen jälkeen.

Kyselytutkimuksen vastauksista ilmeni, että monet vastaajat ajattelivat palon leviävän joko rakenteesta irtoavien palavien pisaroiden välityksellä tai piilossa rappausten taakse syntyneissä onteloissa. Palavia pisaroita ei SBI-kokeissa kuitenkaan esiintynyt ja näin rakenteen luokituksen loppuosaksi määritettiin d0. Aiemmin tehdyissä suuren mittakaavan seinäpolttokokeissa, joiden tutkimusraportteja käytettiin diplomityön lähdeaineistona, ei myöskään ole esiintynyt palon leviämistä onteloissa. Rappaus on pysynyt verkon avulla paikoillaan ja EPS on kutistunut ja sulanut rappausten alta pois. Koska palon leviämistapojen huomattiin kuitenkin aiheuttavan kysymyksiä, päätettiin tutkimushankkeeseen lisätä kesäksi 2005 polttokokeita, joilla selvitetään erityisesti palavien pisaroiden ja sulavan eristeen sekä syntyvien onteloiden mahdollisuutta levittää paloa.

EPS-ohutrappausrakenteeseen suurin mahdollinen käytännössä kohdistuva palorasitus on lieskahtanut huoneistopalo tai esimerkiksi roskakatoksen palo seinän vieressä. Molemmissa tapauksissa palokuorma on yleensä niin suuri, että palo voi levitä sisälle yläpuoliseen asuntoon ikkunan rikkouduttua. VTT:n toiminnallisessa paloturvallisuustarkastelussa selvitetään, mikä suhteellinen vaikutus julkisivurakenteella on palon leviämistodennäköisyyteen lieskahtaneen huoneistopalon tapauksessa. EPS-ohutrappausjulkisivun paloturvallisuustasoa verrattiin tarkastelussa E1:n paloluokkiin ja numeroarvoihin perustuvaan ratkaisuun. Selvityksessä todettiin, että todennäköisyys palon leviämiselle yhtä

kerrosta ylempänä olevaan asuntoon ikkunan kautta on riippumaton julkisivun materiaalista. Tarkasteltaessa leviämistä suoraan kaksi kerrosta ylöspäin, suhteellinen todennäköisyys kasvoi jonkin verran, mutta absoluuttinen todennäköisyys tälle tapaukselle on hyvin pieni. Tuloksia arvioitaessa tulee ottaa huomioon, että laskennassa oletettiin rappaussuojauksen osittain tai kokonaan pettävän ja EPS:n osallistuvan paloon. Laskennassa ei myöskään otettu huomioon mahdollisia villakaistasuojauksia ikkuna-aukkojen ympärillä. Rakenteen toimiessa suunnitellusti ehjä rappauserkerros suojaa eristettä, joka ei tällöin osallistu paloon.

Uudisrakentamisessa EPS-ohutrappausrakenteen palosuojaus on tavallisesti toteutettu ikkuna-aukkojen yläpuolelle palamattomasta mineraalivillasta tehdyillä kaistoilla. Tämä villakaista hidastaa lämpötilan nousua EPS-eristeessä. Lisäksi se antaa lisäsuojaa EPS-eristeelle, mikäli ikkunan yläpuoliseen rappaukseen on käytön tai palon aikana tullut vaurioita. Kuvassa 2 on esitetty mahdollinen villakaistasuojaus ikkunan yläpuolella.



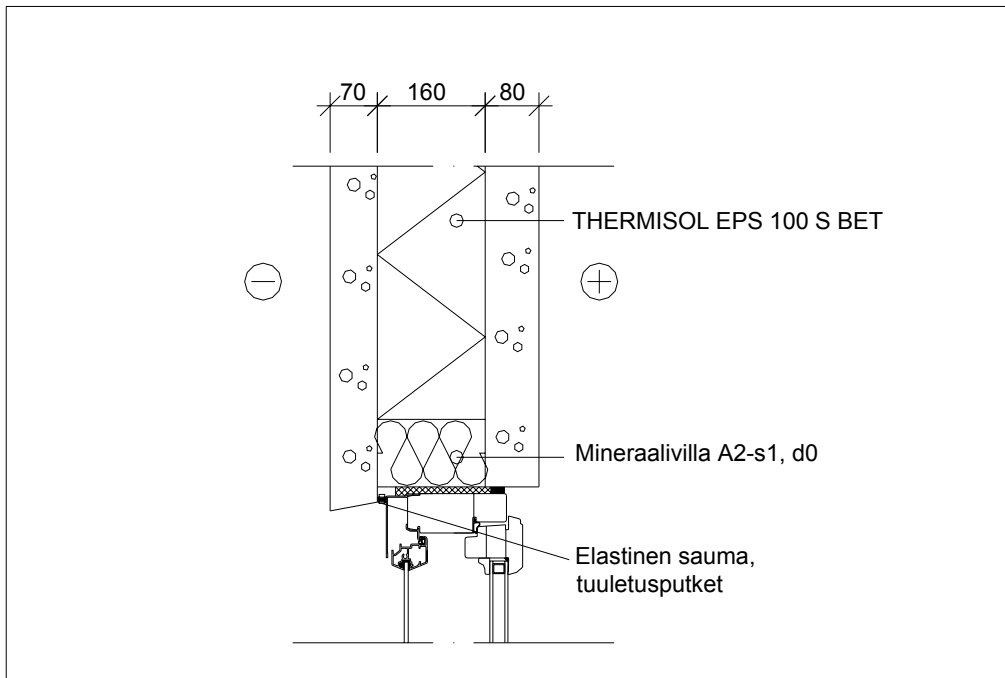
Kuva 2. EPS-ohutrappausrakenteen mahdollinen palosuojaus ikkuna-aukkojen yläpuolella.

Kyselytutkimuksen vastausten perusteella villakaistasuojausta pidettiin useimmiten hyväksyttävänä ratkaisuna, mikäli rakenteen toimivuus voidaan osoittaa esimerkiksi polttokokein. Kuten aiemmin on mainittu, polttokoejärjestelyjä on kuitenkin useita erilaisia, eikä tällä hetkellä ole selvää, minkä kokeen tuloksia voidaan pitää riittävänä osoituksena rakenteen paloturvallisuudesta uudisrakentamisessa.

Sandwich-elementit

Betonisandwich-elementeissä EPS on palolta hyvin suojattuna kahden betonikuoren välissä. Ikkunoiden yläpuolelle elementtiin voidaan asentaa kaista palamatonta mineraalivillaa, jolla varmistetaan ettei mahdollinen lieskahtanut huoneistopalo pääse leviämään elementin eristetilaan. Palosuojauksen yhtenäisyysvaatimuksen vuoksi elementtiin ei tällöin voida tehdä tuuletusuritusta. TTY:n lausunnon [5] mukaan rakenne on kuitenkin kosteusteknisesti toimiva

ja sen ilmatiiviys on hyvä. Kuvassa 3 on esitetty elementin mahdollinen palosuojaus ikkuna-aukon yläpuolella.



Kuva 3. EPS-eristetyin betonisandwich-elementin palosuojaus ikkuna-aukon yläpuolella.

Kevyissä EPS-elementeissä ulko- ja sisäkuori ovat tavallisesti pinnoitettuja teräsohutlevyjä. Näitä elementtejä voidaan käyttää sekä seinä- että kattoelementteinä ja niiden käyttökohteita ovat esimerkiksi pakkasvarastot ja maatalouden tuotantorakennukset. Paloturvallisuuden parantamiseksi elementtiin voidaan lisätä kipsilevy suojaverhoukseksi oletetun palon puolelle teräsohutlevyn ja EPS:n väliin. Suojaverhouksen määritelmän mukaisesti kipsilevy suojaa määrätyn ajan takana olevaa rakennetta syttymiseltä, hiiltymiseltä ja muilta vaurioilta [3].

Elementtien välisten saumojen tiiviys on paloturvallisuuden kannalta olennaista. Kun saumat pysyvät palon aikana tiiviinä, ei EPS-eriste pääse osallistumaan paloon, vaan kutistuu teräsohutlevyjen välissä. Tutkimuksen aikana testatut elementit, joissa ei ollut kipsilevyä suojaverhouksena, saavuttivat SBI-kokeessa luokitusarvion B-s2, d0 [6]. Kuvassa 4 on esitetty koekappale kokeen jälkeen.

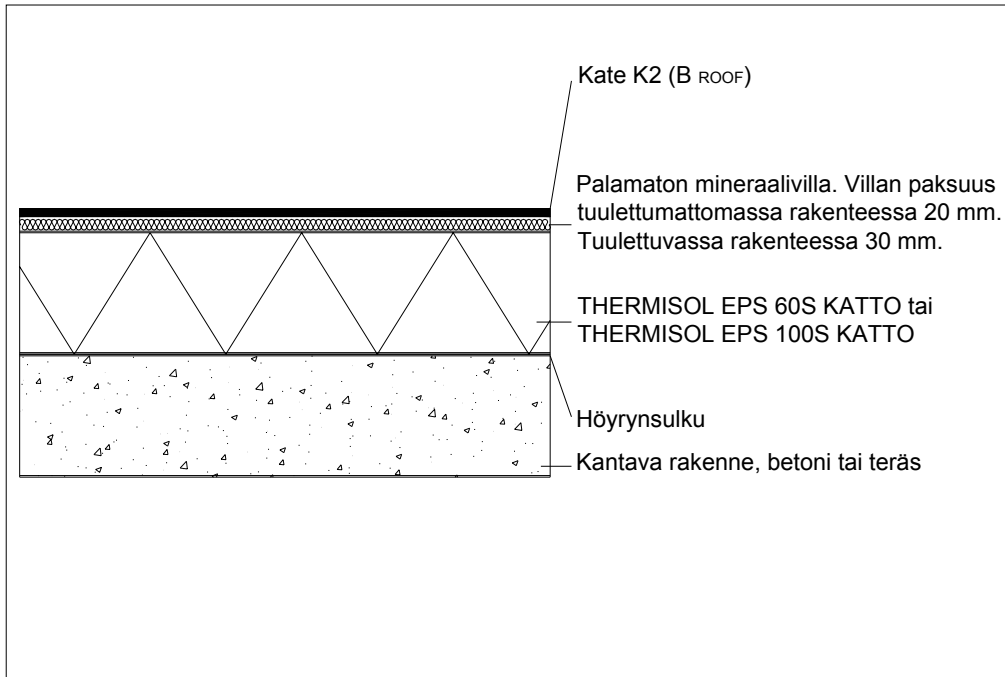


Kuva 4. Sandwich-elementti SBI-kokeen jälkeen. Vasemmalla: elementti edestä. Keskellä: elementti takaa, taustapelti on hieman tummunut. Oikealla: elementti ylhäältä, EPS-eriste on kutistunut ja sulanut.

Kyselytutkimuksen vastauksissa epäiltiin elementtirakenteiden kantavuutta, kun eristeen tartunta teräsohutelvyyn kutistumisen myötä pettää. Saumarakenteet ja elementtien kiinnitykset runkoon ovat kuitenkin paljon merkittävämmässä osassa koko rakenteen kantavuutta ajatellen. Myös sellaisilla elementeillä, joiden ytimenä on mineraalivillaa, liimatartunta teräsohutelvyyn pettää jo palon alkuvaiheessa. Samoin vastauksissa pelättiin sulavan eristeen syttyvän elementin sisällä tai levittävän paloa syntyvissä onteloissa. Aiempien polttokokeiden selostuksissa näin ei ole raportoitu tapahtuneen ja asiaa tarkastellaan vielä lähemmin kesällä 2005 suoritettavissa polttokokeissa.

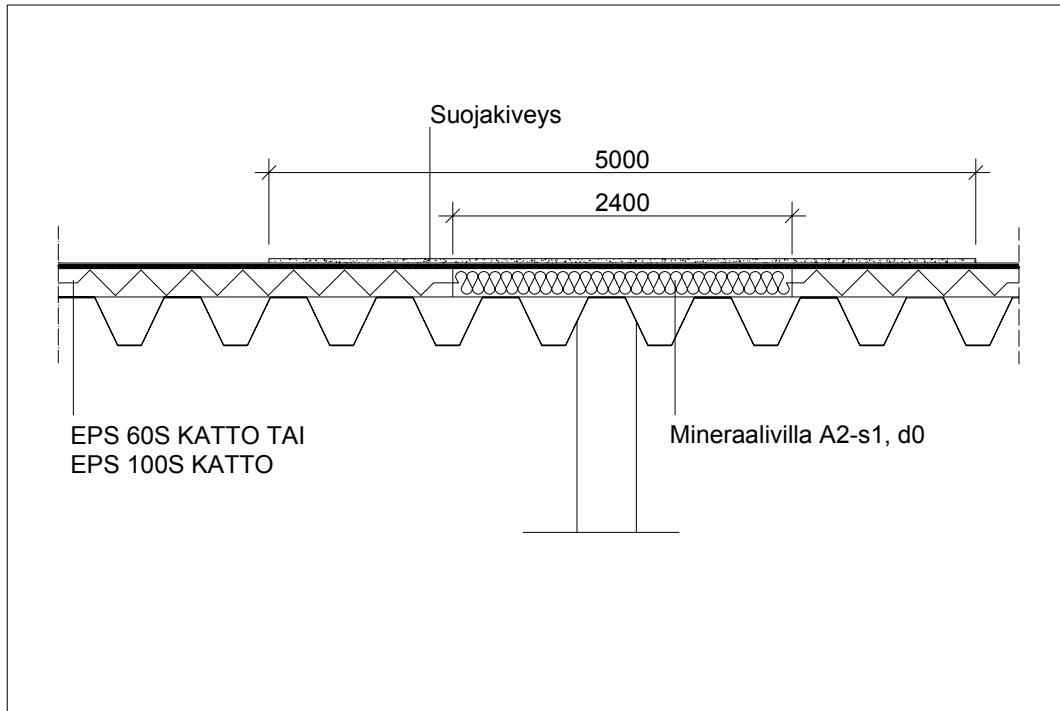
EPS-eristettyjen loivien kattorakenteiden paloturvallisuus

Yläpohjarakenteissa EPS-eriste erotetaan yleensä vesikatteesta laakerikerroksella. Suomessa laakerikerroksena käytetään useimmiten palamatonta mineraalivillaa. Laakerikerros suojaa EPS-levyjä kattamistyön aikaisilta vaurioilta sekä mahdollistaa katteen vaakasuuntaiset liikkeet. Kerroksen paksuus on katealustan tyyppihyväksynnän mukaan 30 mm tuulettuvissa katoissa [7]. EPS-eristeet on hyväksytty tyyppihyväksynnässä K2-luokan katteen alustaksi. K2-luokkaa vastaa nykyisin luokka B_{ROOF}. Katealustan tyyppihyväksyntää ei ole kuitenkaan enää jatkettu, koska katteiden osalta ollaan siirtymässä CE-merkintöihin, joissa katteelle sopivat alustat jatkossa ilmoitetaan. Kyselytutkimuksen perusteella vastaajat kuitenkin pitivät aiemmin tyyppihyväksyttyä rakennetta edelleenkin hyväksyttävänä. Tämä rakenne on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Vanhan tyyppihyväksyntäpäätöksen mukainen EPS-katealusta.

Suurissa katoissa eriste ja kate jaetaan tavallisesti vielä osiin palokatkoilla. Ympäristöoppaassa 39 [8] on esitetty, että kattopinnat tulisi jakaa 2400 m²:n osiin pysty- tai vaakasuorilla palokatkoilla silloin, kun B_{ROOF}-luokan katteen alusta ei ole vähintään luokkaa A2-s1, d0. Myös yläpohjan ontelo katkaistaan. Palokatkot tulee mahdollisuuksien mukaan sijoittaa osastoivien seinien kohdalle. Kuvan 6 mukaisen vaakasuoran palokatkon toimintaa on tarkoitus testata vielä tutkimusprojektin aikana suuren mittakaavan polttokokeella. Ympäristöoppaassa vaakasuora palokatko on esitetty tehtäväksi 5000 mm leveällä kiveyskerroksella.



Kuva 6. Suurten kattopintojen vaakasuora palokatko.

Käsiteltäessä yläpohjien paloturvallisuutta alapuolisen palon kannalta on kantavan rakenteen palonkestävyydellä olennainen merkitys. Yläpohjan eristemateriaalin vaikutus paloriskeihin on suhteellisen pieni, jos koko rakenne menettää kantavuutensa palossa.

YHTEENVETO

Tutkimus EPS-eristettyjen rakenteiden paloturvallisuudesta jatkuu vuoden 2005 loppuun ja tutkimuksen tulokset kokonaisuudessaan julkaistaan TTY:n julkaisuna. Tutkimuksen aikana on käynyt ilmi, että EPS-eristettyjen rakenteiden hyväksynyt P1- ja P2-luokan rakennuksiin ovat pitkälti riippuvaisia paikallisten viranomaisten näkemyksistä ja vaihtelevat eri paikkakunnilla, koska yhtenäistä selkeää ohjeistusta näiden rakenteiden paloturvallisuuden arviointiin ei ole. Nykyisissä ohjeissa seinä- ja kattorakenteiden paloturvallisuuden arviointi perustuu pitkälti suojaamattoman lämmöneristeen paloluokitukseen.

EPS-ohutrappausrakenteissa ja sandwich-elementeissä sekä yläpohjarakenteissa EPS-eriste on suojassa rakenteen sisällä ja sen osallistuminen paloon on rajoitettua. Seinä- ja kattorakenteissa käytettävä S-laadun eriste on lisäksi syttymistä hidastavilla lisäaineilla käsiteltyä, joten sen palo-ominaisuudet ovat paremmat kuin normaalilaadun EPS:n. Rakennekokonaisuuksina edellä mainitut seinärakenteet saavuttavat huomattavasti paremman paloluokan kuin suojaamaton eriste. Yläpohjarakenteissa aiemmin K2-luokan katteelle hyväksytyä alustaa voidaan pitää sopivana myös B_{ROOF}-luokan katteelle, koska nämä kateluokitukset vastaavat toisiaan.

Tulipalon jälkeen rakenteita joudutaan aina uusimaan eivätkä palamattomakkaan rakenteet selviä tulipaloista vaurioitta tai useinkaan käyttökelpoisina. Suuressa rakennuspalossa EPS palaa yhdessä muiden rakennusmateriaalien kanssa ja sen yksittäisenä materiaalina

aiheuttamat riskit ovatkin jossain määrin liioiteltuja. Paloturvallisuutta arvioitaessa tulisi ottaa huomioon koko rakenteen toiminta suojauksineen ja yleisesti turvallisia rakenteita etsittäessä tulisi huomioida myös muut kuin tulipaloista aiheutuvat riskit.

KIITOKSET

Haluamme kiittää kaikkia yhteistyökumppaneita. Tutkimuksen rahoittajia ovat ThermiSol Oy, Tekes sekä EPS-rakennuseristeteollisuuden toimintayksikkö ja sen jäsenyritykset. Tutkimuksessa on tehty yhteistyötä VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan palotutkimusryhmän kanssa.

LÄHDELUETTELO

1. Aho, Hanna. EPS-eristettyjen rakenteiden paloturvallisuus. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto 2004. 99 s.
2. EUMEPS (European Manufacturers of Expanded Polystyrene), Behaviour of EPS in case of fire, Saatavissa PDF-dokumenttina: <http://www.eumeps.org/pdfs/behaviour.pdf>, Viitattu: 18.5.2005.
3. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa E1. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2002.
4. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Testauseloste nro. RTE 3175/04. Tuotteen THERMODEK® järjestelmä palotekniseen käyttäytymiseen perustuva luokitusraportti. Luokitusstandardi: SFS-EN 13501-1:2002. Tilaaja: Tikkurila Oy. Raportin päivämäärä 26.11.2004. 3 s. [ei julkinen]
5. TTY Talonrakennustekniikka. Lausunto nro. 1394. EPS-eristetyn betonisandwich-ulkoseinärakenteen kosteustekninen toimivuus. Tilaaja: ThermiSol Oy. Lausunnon päivämäärä 11.5.2005. 7 s + 1 liites.
6. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Testauseloste nro. RTE28/05. THERMISOL-elementin palokäyttäytymisen määrittäminen SBI-kokeella. Koemenetelmä: SFS-EN 13823:2002. Tilaaja: ThermiSol Oy. Raportin päivämäärä: 14.2.2005. 3 s + 12 liites. [ei julkinen]
7. Ympäristöministeriö. Tyyppihyväksyntäpäätös 11/6221/2000. Voimassa 30.9.2003 (jatkettu 31.10.2004 YM190/6221/2003).
8. Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa. Ympäristöministeriö, Edita, Helsinki. 165 s. ISBN 952-11-1375-8. ISSN 1238-8602.