

Raportin nimi Paloturvalliset PU-eristeiset liikuntahallirakenteet	
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot Opetus- ja kulttuuriministeriö Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto Erja Metsäranta Uimalankatu 1, PL 272, 33101 TAMPERE	Asiakkaan viite OKM/120/626/2014
Projektin nimi Uimahallien yläpohjarakenteiden kosteustekniikka ja paloturvalliset PU-lämmöneristeiset hallirakenteet	Projektin numero/lyhytnimi 101737 / OKM_Palo_Kosteus_2016-2017
Raportin laatija(t) Tuula Hakkarainen	Sivujen/liitesivujen lukumäärä 20/6
Avainsanat liikuntahallit, paloturvallisuus, polyuretaani, lämmöneristys	Raportin numero VTT-R-06333-17
Tiivistelmä <p>Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset ovat osa 'Uimahallien yläpohjarakenteiden kosteustekniikka ja paloturvalliset PU-lämmöneristeiset hallirakenteet' –projektia. Raportti keskittyy PU-lämmöneristeisten liikuntahallien rakenteellisiin paloturvallisuuskysymyksiin. Tarkastelun kohteena ovat enintään kaksikerroksiset liikuntahallirakennukset.</p> <p>PU-lämmöneristetuotteiden tyypillisiä käyttökohteita liikuntahallirakennuksissa ovat ulkoseinät ja kantava yläpohja. Arvioitaessa näiden rakennusosien palokäyttäytymistä on otettava huomioon mahdollinen palorasitus sekä rakennuksen ulko- että sisäpuolelta. Sekä ulkoseiniä että kantavia yläpohjia suunniteltaessa ja rakennettaessa on täytettävä voimassa olevat paloturvallisuusvaatimukset. On myös varmistettava, että aiottu tuotteet ja rakenteet soveltuvat käyttökohteeseen myös muilta ominaisuuksiltaan.</p> <p>Suomen rakentamismääräyskokoelman uudistuksessa RakMK:n osan E1 korvaa 1.1.2018 voimaan tullut ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Liikuntahalleissa käytettävien PU-lämmöneristetuotteiden kannalta keskeisin muutos on yläpohjan eristeiden suojausaikavaatimuksen lieveneminen.</p> <p>PU-lämmöneristetuotteita voidaan käyttää liikuntahallikohteissa paloturvallisuutta vaarantamatta. Ulkoseinien osalta tulee huomioida sekä ulko- että sisäpuolinen palo ja yläpohjien osalta sekä ylä- että alapuolinen palo. Markkinoilla on saatavilla PU-lämmöneristetuotteita ja rakenneratkaisuja, jotka täyttävät rakennusten paloturvallisuutta koskevat määräykset.</p>	
Luottamuksellisuus	julkinen
Espoo 7.2.2018 Laatija	Hyväksyjä
 Tuula Hakkarainen johtava tutkija	 Eila Lehmus tutkimustiimin päällikkö
VTT:n yhteystiedot erikoistutkija Tuomo Ojanen, VTT, PL 1000, 02044 VTT	
Jakelu (asiakkaat ja VTT) Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto, Erja Metsäranta, 1 kpl Kingspan Insulation Oy, Pasi Käkelä, 1 kpl VTT, Arkisto, 1 kpl	
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.	

Alkusanat

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset ovat osa *'Uimahallien yläpohjarakenteiden kosteustekniikka ja paloturvalliset PU-lämmöneristeiset hallirakenteet'* -projektia. Projekti toteutettiin ajanjaksolla 21.9.2015 – 31.12.2017. Sen rahoittajia olivat Opetus- ja kulttuuri-ministeriö sekä Kingspan Insulation Oy. Työ tehtiin Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ssä.

Projektin ohjausryhmään kuuluivat Erja Metsäranta Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirastosta ja Pasi Käkelä Kingspan Insulation Oy:stä. Kiitän heitä toimivasta yhteistyöstä ja tuesta tutkimuksen toteuttamisessa. Suuret kiitokset kuuluvat myös Antti Viitaselle Kingspan Insulation Oy:stä liikuntahallikohteiden käytännön toteutukseen ja paloturvallisuuden varmistamiseen liittyvistä tiedoista sekä TKT Esko Mikkolalle raporttikäsikirjoituksen tarkastuksesta.

Espoo 7.2.2018

Tekijä

Sisällysluettelo

Alkusanat	2
Sisällysluettelo	3
Lyhenneluettelo	4
1. Johdanto	5
2. PU-lämmöneristetuotteiden palo-ominaisuudet	6
2.1 Rakennustuotteiden eurooppalainen paloluokitusjärjestelmä	6
2.1.1 Paloluokat	6
2.1.2 Kattojen ja katteiden paloluokitus	7
2.1.3 Muiden rakennustuotteiden kuin lattianpäällysteiden ja lineaaristen putkien lämmöneristetuotteiden paloluokitus	7
2.2 PU-lämmöneristetuotteiden paloluokitus	8
2.3 Fenolivaahdotuotteet	9
3. Paloturvallisuusmääräykset	9
3.1 Liikuntahallirakenteita koskevat paloturvallisuusmääräykset	9
3.1.1 Seinät	10
3.1.2 Yläpohjat ja katteet	11
3.2 Paloturvallisuusmääräysten täyttäminen käytännössä	12
3.2.1 Seinät	12
3.2.2 Yläpohjat ja katteet	13
3.3 Rakennusten paloturvallisuusmääräysten uudistustyö	13
3.3.1 Hankeryhmän työ ja konsulttiselvitykset	14
3.4 Uudistusten merkitys liikuntahalleissa käytettävien PU-lämmöneristetuotteiden kannalta	14
3.4.1 Rakenteiden kantavuuden säilyttäminen	14
3.4.2 Seinät	15
3.4.3 Yläpohjat ja katteet	16
3.4.4 Lämmöneristeen suojaaminen	17
4. Johtopäätökset ja yhteenveto	18
Lähdeviitteet	19
Liite A: Esimerkkejä PU-eristeisistä yläpohjarakenteista	21
A1. Loiva yläpohjarakenne, kantava rakenne ontelo- tai TT-laatta	21
A2. Loiva yläpohjarakenne paloluokan P2 rakennuksessa, kantava rakenne teraspoimulevy	22
A3. Loiva yläpohjarakenne, puurunko, palkkikattorakenne	23
A4. Jyrkkä yläpohjarakenne, puurunko, palkkikattorakenne	25

Lyhenneluettelo

E	tiiviyys
EPS	paisutettu polystyreeni
I	eristävyys
K	suojavaerhous
PIR	polyisosyanuraatti
PU	PIR:n ja PUR:n yhteisnimitys
PUR	polyuretaani
R	kantavuus
RakMK	Suomen rakentamismääräyskokoelma
RTT	Rakennustuoteteollisuus ry

1. Johdanto

Uusien ja korjattavien hallirakennusten energiatehokkuuden ja sisäilman laadun sekä viihtyisyyden parantaminen edellyttää rakenteiden hyvää lämmöneristyskykyä. Rakenteiden paksuuden säilyminen kohtuullisena edellyttää lämmöneristeeltä mahdollisimman pientä lämmönjohtavuutta. Markkinoilla olevista, rakentamiseen yleisesti sovellettavista lämmöneristeistä ovat polyuretaani- ja polyisosyanuraattituotteiden (PUR ja PIR) lämmönjohtavuudet pienimpiä.

Rakennusten paloturvallisuusmääräykset asettavat vaatimuksia lämmöneristemateriaaleille ja niiden palo-ominaisuuksille erityisesti suurissa hallirakenteissa. Käytäntöjen yhdenmukaistamiseksi tarvitaan yksiselitteinen ohjeistus PU-eristeen paloturvallisesta ja määräykset täyttävästä käytöstä eri käyttökohteissa.

Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMK) osassa E1 [1] ja vuoden 2018 alusta voimassa olevassa ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten paloturvallisuudesta [2] asetetaan vaatimuksia rakennuksissa käytettäville rakennustarvikkeille palon kehittymisen rajoittamiseksi. Nämä vaatimukset riippuvat rakennuksen käyttötavasta ja paloluokasta sekä rakennustarvikkeen käyttökohteesta. Liikuntahallit kuuluvat E1:n käyttötaparyhmään (uudessa asetuksessa käyttötarkoituseri) kokoontumis- ja liiketilat. Hallin paloluokka valitaan suunnitteluvaiheessa.

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset ovat osa *'Uimahallien yläpohjarakenteiden kosteustekniikka ja paloturvalliset PU-lämmöneristeiset hallirakenteet'* –projektia. Raportti keskittyy PU-lämmöneristeisten liikuntahallien rakenteellisiin paloturvallisuuskysymyksiin. Tarkastelun kohteena ovat enintään kaksikerroksiset liikuntahallirakennukset.

Luvussa 2 esitetään PU-lämmöneristetuotteiden paloluokitusta rakennustuotteiden eurooppalaisessa paloluokitusjärjestelmässä. Luvussa 3 tarkastellaan hallirakenteiden paloturvallisuusmääräyksiä keskittyen enintään kaksikerroksisiin PU-eristeisiin liikuntahalleihin ja niitä koskevien määräysten täyttämiseen käytännön rakennuskohteissa. Lisäksi käsitellään Suomen rakentamismääräyskokoelman rakennusten paloturvallisuutta koskevien määräysten uudistusta ja sen merkitystä PU-lämmöneristetuotteiden kannalta. Luvussa 4 esitetään tutkimuksen johtopäätökset ja yhteenveto.

2. PU-lämmöneristetuotteiden palo-ominaisuudet

Polyuretaanin valmistus perustuu polyolin ja isosyanaatin väliseen kemialliseen reaktioon. Tätä reaktiota on tarkkaan kontrolloitava, jotta saadaan valmistettua määritellyn tyyppinen tuote. Polyuretaanituotteiden reseptit sisältävät polyolia, isosyanaattia, paisutusainetta, katalyytteja ja pinta-aktiivisia aineita [3]. Polyolin ja isosyanaatin määrä sovitetaan kemiallisen ekvivalenttipainon mukaan. Tavanomaisessa PUR-tuotteessa isosyanaatin määrä on tavallisesti noin 105 % määrästä, joka tarvitaan täsmälleen vastaamaan polyolin kemiallinen ekvivalentti. Tällaisella reseptillä valmistetulla vaahdolla sanotaan olevan indeksi 105, joka kuvaa isosyanaatti/polyolisuhdetta. PIR-tuotteiden indeksi on tyypillisesti suurempi kuin 180.

2.1 Rakennustuotteiden eurooppalainen paloluokitusjärjestelmä

Euroopan unionin jäsenmaissa on käytössä rakennustuotteiden paloluokitusjärjestelmä, jossa käytetään yhteisesti sovittuja palotestimenetelmiä ja luokkia. Kukin maa voi kuitenkin määrätä oman paloturvallisuustasonsa kansallisissa määräyksissään, ts. rakennustuotteelta vaadittava paloluokka tietyssä käyttökohteessa määritellään kansallisesti.

Rakennustuotteiden eurooppalainen paloluokitusjärjestelmä määritellään standardissa EN 13501, joka koostuu viidestä osasta, jotka ovat Osa 1: Palokäyttäytymiskokeiden tuloksiin perustuva luokitus [4], Osa 2: Palonkestävyysskokeiden tuloksiin perustuva luokitus lukuun ottamatta ilmanvaihtolaitteita [5], Osa 3: Taloteknisiin asennuksiin sisältyvien tuotteiden ja osien palonkestävyysskokeiden tuloksiin perustuva luokitus: Palonkestävät ilmakehät ja palonrajoittimet [6], Osa 4: Savunhallintajärjestelmien komponenttien palonkestävyysskokeiden tuloksiin perustuva luokitus [7] ja Osa 5: Ulkoiselle palolle altistettujen kattojen koetuloksiin perustuva luokitus [8].

Tässä luvussa esitellään rakennustuotteiden eurooppalaiset paloluokat ja luokituksen perusteena olevat palotestit katteille sekä muille rakennustuotteille kuin lattianpäällysteille ja lineaaristen putkien lämmöneristetuotteille. Nämä luokitukset ja testit ovat olennaisia tarkasteltaessa PU-lämmöneristeiden käyttöä liikuntahallisovelluksissa.

2.1.1 Paloluokat

Rakennustuotteiden eurooppalaisessa paloluokitusjärjestelmässä muut rakennustuotteet kuin lattianpäällysteet, lineaaristen putkien lämmöneristetuotteet ja kaapelit luokitellaan palokäyttäytymisensä perusteella seitsemään luokkaan. Nämä luokat parhaasta huonoimpaan ovat A1, A2, B, C, D, E ja F. Lisäluokitukset on määritelty savuntuotolle (luokat s1, s2 ja s3) sekä palaville pisaroille ja osille (luokat d0, d1 ja d2). Luokitusmenettely kuvataan standardissa EN 13501-1 [4].

Standardissa EN 13501-2 [5] esitetään rakennustuotteiden ja -osien luokitusmenettely käyttäen palonkestävyys- ja savutiiviyskokeiden tuloksia, jotka kuuluvat asiaankuuluvan koemenetelmän (koetulosten) välittömään sovellusalueeseen. Palonkestävyysominaisuudet, jotka ovat keskeisiä PU-eristetuotteiden käytön kannalta liikuntahallirakennuksissa, ovat kantavuus R, tiiviys E, eristävyys I ja suojaverhous K. Näitä ominaisuuksia arvioidaan käyttäen määritellyn palokäyrän mukaista lämpörasitusta ja luokitusajat ilmoitetaan minuutteina.

2.1.2 Kattojen ja katteiden paloluokitus

Ulkoiselle palolle altistettujen kattojen luokitus perustuu standardiin EN 13501-5 [8], joka sisältää viittaukset käytettäviin koemenetelmiin ja koetulosten laajennettua käyttöä koskeviin ohjeisiin. Kattojen ja katteiden luokitukseen käytetään Euroopassa kaikkiaan neljää eri koemenetelmää, jotka kuvataan teknisessä spesifikaatiossa CEN/TS 1187:2012 [9]. Näiden neljän koemenetelmän välillä ei ole suoraa korrelaatiota.

Testattavien koekappaleiden tulee olla edustavia tuotteen loppukäyttö huomioiden. Tämän vuoksi kattopinnoitetta ei testata erillisenä vaan koekappale sisältää myös muut katerakenteen materiaalit kuten lämmöneristeen. Testien perusteella saavutettu luokitus koskee testattua katerakennetta kokonaisuutena.

Suomessa on kattojen ja katteiden paloluokituksessa käytössä E1:n kohdan 8.4.2 mukaisesti koemenetelmä 2, joka tarkastelee palon leviämistä katteen pinnalla ja alustassa, kun siihen kohdistuu palavasta tuotteesta tuleva lämpörasitus sekä lisätyn tuulen vaikutus. Tarkasteltaviin ominaisuuksiin kuuluu vaurioituneen alueen pituus sekä katteessa että alustassa.

Koemenetelmässä 2 käytetään katteen alustana sekä palamattomia että palavia tuotteita. Standardialustat ovat seuraavat:

- a) lastulevy (ei palosuojakäsitelty), jonka tiheys on $(680 \pm 50) \text{ kg/m}^3$ ja paksuus $(19 \pm 2) \text{ mm}$
- b) paisutettu polystyreeni (EPS) (ei palosuojakäsitelty), jonka tiheys on $(20 \pm 5) \text{ kg/m}^3$ ja paksuus $(50 \pm 10) \text{ mm}$
- c) kuituvahvisteinen kalsiumsilikaattilevy, jonka tiheys on $(680 \pm 50) \text{ kg/m}^3$ ja paksuus $(10 \pm 2) \text{ mm}$
- d) mineraalivilla, jonka tiheys on $(150 \pm 20) \text{ kg/m}^3$ ja paksuus $(50 \pm 10) \text{ mm}$.

Kokeet voidaan myös tehdä lopullista käyttötarkoitusta vastaavalla alustalla, mutta tässä tapauksessa saatu koetulos pätee vain kyseiseen lopulliseen käyttötarkoitukseen.

Koetulosten välitöntä sovellusaluetta koskevat seuraavat säännöt:

- a) Koetulokset, jotka on saatu kaltevuudella 30° , soveltuvat kaikille kaltevuuksille.
- b) Koetulokset, jotka on saatu tiettyyn alustaan kiinnitetyllä katteella, soveltuvat vain katteelle, joka on kiinnitetty alustaan, jonka tiheys on vähintään 0,75 kertaa kokeessa käytetyn alustan tiheys.
- c) Koetulokset, jotka on saatu palamattomalla standardialustalla, soveltuvat vain palamattomille alustoille, jotka myös täyttävät kohdan b) vaatimukset.
- d) Koetulokset, jotka on saatu palavalla standardialustalla, pätevät palaviin ja palamattomiin alustoihin, jotka myös täyttävät kohdan b) vaatimukset.
- e) Koetulokset, jotka on saatu muulla kuin standardialustalla, soveltuvat vain kyseiselle alustalle, joka myös täyttää kohdan b) vaatimukset.

Näin ollen EPS-standardialustalla tehtyjen kokeiden tulokset pätevät myös silloin, kun katteen alustana on PU-eriste edellyttäen, että kohdan b) tiheysehto täyttyy.

Kun kate on testattu käyttäen alustana jotain tiettyä tuotetta, joka ei ole ns. standardialusta, tulokset pätevät vain tälle yhdelle alustalle. Tuoteyhdistelmän käyttö edellyttää testauksen lisäksi luokitusta, josta selviävät tuoteparametreja ja käyttötarkoituksia koskevat rajoitukset.

2.1.3 Muiden rakennustuotteiden kuin lattianpäällysteiden ja lineaaristen putkien lämmöneristetuotteiden paloluokitus

Muiden rakennustuotteiden kuin lattianpäällysteiden ja lineaaristen putkien lämmöneristetuotteiden paloluokituksessa käytetään neljää eri testimenetelmää. Nämä menetelmät ovat seuraavat:

- EN ISO 1182:2010. Reaction to fire tests for products. Non-combustibility test (ISO 1182:2010) [10]
- EN ISO 1716:2010. Reaction to fire tests for products. Determination of the gross heat of combustion (calorific value) (ISO 1716:2010) [11]
- EN 13823:2010+A1:2014. Reaction to fire tests for building products. Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item [12]
- EN ISO 11925-2:2010. Reaction to fire tests. Ignitability of products subjected to direct impingement of flame. Part 2: Single-flame source test (ISO 11925-2:2010) [13]

EN ISO 1182 -testillä määritetään tuotteen palamattomuusominaisuudet ja EN ISO 1716 -testillä tuotteen lämpöarvo. EN 13823 -testi on ns. yksittäisen palavan esineen testi (engl. single burning item, lyhenne SBI), jossa mitataan rakennustuotteen palonlevittämisen ja savunmuodostusominaisuuksia. EN ISO 11925-2 -testissä määritetään tuotteen syttyvyysominaisuuksia pienen liekin vaikutuksesta.

Kuhunkin luokkaan vaadittavat testit esitetään taulukossa 1. Luokitusperusteet esitetään standardissa EN 13501-1 [4].

Taulukko 1. Muiden rakennustuotteiden kuin lattianpäällysteiden ja lineaaristen putkien lämmöneristetuotteiden paloluokituksessa käytettävät testimenetelmät.

Luokka	Testimenetelmät
A1	EN ISO 1182 ja EN ISO 1716
A2	EN ISO 1182 tai EN ISO 1716 ja EN 13823
B	EN 13823 ja EN ISO 11925-2 (altistusaika 30 s)
C	EN 13823 ja EN ISO 11925-2 (altistusaika 30 s)
D	EN 13823 ja EN ISO 11925-2 (altistusaika 30 s)
E	EN ISO 11925-2 (altistusaika 15 s)
F	Ei täytä luokan E vaatimuksia

2.2 PU-lämmöneristetuotteiden paloluokitus

PU-lämmöneristetuotteen paloluokkaan voidaan vaikuttaa valmistusreseptillä, valmistusprosessilla, palonsuoja-aineilla ja pinnoitteilla. PIR-tuotteilla on luontaisesti parempi lämmön- ja palonkestävyys kuin PUR-tuotteilla, koska isosyanuraattirakenteet ovat yleensä termodynaamisesti stabiilimpia kuin uretaanilinkit [14].

Rakennustuotteiden eurooppalaisessa paloluokitusjärjestelmässä (muille rakennustuotteille kuin lattianpäällysteille ja lineaaristen putkien lämmöneristetuotteille) pinnoittamattomat PIR-tuotteet täyttävät yleensä luokan D tai E vaatimukset, kun taas PUR-tuotteet sijoittuvat luokkaan E tai F. Sekä PUR- että PIR-tuotteiden palo-ominaisuuksia voidaan parantaa lisäämällä palonsuoja-aineita, jotka muokkaavat PU:n lämpöhajoamismekanismia, vapauttavat palamattomia kaasuja tai reagoivat lämpöön muodostaen hiilikerroksen, joka rajoittaa pyrolyysikaasujen haihtumista ja hapen pääsyä pinnalle sekä hidastaa lämpötilan nousua. Palonsuoja-ainetta valittaessa on kuitenkin otettava huomioon sen mahdolliset vaikutukset PU-eristeen muihin ominaisuuksiin. Esimerkiksi mekaanisten ominaisuuksien tulee säilyä riittävän hyvinä. PU-tuotteiden paloluokitusta voidaan parantaa myös erilaisilla pinnoitteilla (esim. alumiinilaminaatit) tai suojaavilla rakennustuotteilla (esim. kipsilevyt). Myös erikoispinnoitteita kuten paisuvaa grafiittia [15] voidaan käyttää. Näillä keinoin PU-

eristetuotteiden paloluokitusta voidaan parantaa esimerkiksi C-s2, d0 –luokkaan tai jopa B-s1, d0 –luokkaan.

2.3 Fenolivaahdotuotteet

Mahdollinen vaihtoehto PU-eristeille ovat fenolivaahdotuotteet, joiden lämmönjohtavuus on tyypillisesti noin 0,020 W/(mK) tai pienimmillään jopa 0,018 W/(mK). Palotekniseltä käyttäytymiseltään fenolivaahdotuotteet voivat täyttää luokan C-s1, d0 vaatimukset tai pinnoitettuna jopa luokan B-s1, d0 vaatimukset.

Fenolivaahdon lämmöntuottoa voidaan merkittävästi alentaa palonsuoja-aineilla [16]. Tällöin kuitenkin materiaalin savuntuotto saattaa kasvaa, millä on osaltaan vaikutusta tuotteen käytettävyyteen eri kohteissa.

Fenolivaahdoteristeillä on siis alhainen lämmönjohtavuus, ts. hyvä lämmöneristyskyky, ja suhteellisen hyvät palo-ominaisuudet, mutta ne eivät kuitenkaan sovellu kaikkiin käyttökohteisiin muiden ominaisuuksiensa vuoksi.

Fenolivaahdoteristeiden käyttöä yläpohjissa rajoittaa niiden hauraus: ne eivät kestä kovin hyvin esimerkiksi katon päällä kävelemistä, mikä voi olla tarpeen mm. huoltotoimenpiteiden vuoksi. Materiaalin sitkeyttä voidaan parantaa kemiallisella modifioinnilla, inerteillä täyteaineilla tai kuituvahvistuksella [17]. Tällöin on kuitenkin tutkittava materiaalin muokkauksen vaikutus palotekniseen käyttäytymiseen.

Fenolivaahdoteristeitä käytettäessä on otettava huomioon, että materiaali läpäisee vesihöyryn diffuusiota ja on hygroskooppista. Erityisesti uimahalleissa ja muissa märkätiloissa rakenteen kosteusteknisen toimivuuden varmistamiseksi eriste on suojattava yhtenäisellä, käyttötarkoituksen mukaan riittävän höyrytiivillä ja riittävän ilmatiiviuden pysyvästi varmistavalla kerroksella. Tämä pätee myös muille lämmöneristeille. Liikuntahallien kosteustekniikkaa erityisesti uimahalleihin liittyen käsitellään tämän projektin toisessa raportissa [18].

3. Paloturvallisuusmääräykset

3.1 Liikuntahallirakenteita koskevat paloturvallisuusmääräykset

PU-lämmöneristetuotteiden tyypillisiä käyttökohteita liikuntahallirakennuksissa ovat ulkoseinät ja kantava yläpohja. Tässä luvussa käsitellään näitä käyttökohteita koskevia paloturvallisuusmääräyksiä kokoontumis- ja liiketiloissa, joita liikuntahallit ovat paloturvallisuusmääräysten käyttötaparyhmittelyssä. E1:n kohtaan 2.2.1 liittyvässä ohjeessa esitetään periaatteet eri käyttötapojen sijoittamisesta palokuormaryhmiin. Tämän ohjeen mukaan osa kokoontumis- ja liiketiloista, mm. urheiluhallit, kuuluvat palokuormaryhmään alle 600 MJ/m².

Eri paloluokkien rakennusten ja käyttökohteiden luokkavaatimuksia ja PIR-eristeiden seinä- ja kattoelementtien soveltuvuutta tarkasteltuihin kohteisiin on käsitelty tutkimusraportissa VTT-R-01280-13 [19], johon kappaleissa 3.1.1 ja 3.1.2 esitetyt luokkavaatimustaulukot pääosin perustuvat. Samat vaatimukset koskevat luonnollisesti myös muita rakenteita kuin tehdasvalmisteisia elementtejä. PU-eristetuotteiden paloturvallista käyttöä kattorakenteissa on käsitelty myös tutkimusraportissa VTT-R-08652-12 [20].

3.1.1 Seinät

Enintään kaksikerroksisten kokoontumis- ja liiketilojen seinää koskevat luokkavaatimukset on koottu taulukkoon 2. Vaatimukset liittyvät sisäpuolisiin pintoihin ja niiden suojaverhoukseen, ulkopintoihin, tuuletusraon pintoihin, ulkoseinän lämmöneristykseen sekä osastointiin.

Taulukko 2. Enintään kaksikerroksisten kokoontumis- ja liiketilojen seinien luokkavaatimukset E1:n mukaan, palokuormaryhmä alle 600 MJ/m². Korostusväri: vaatimustaso muuttui 1.1.2018, ks. kappale 3.4.2.

Rakennuksen paloluokka	P1	P2	P3
Sisäpuoliset pinnat: Palokuorma < 600 MJ/m ² pinta-ala ≤ 300 m ² pinta-ala > 300 m ²	D-s2, d2 ^a C-s2, d1 ^a	D-s2, d2 ^a C-s2, d1 ^a	D-s2, d2 ^b D-s2, d2 ^b
Sisäpuolisten pintojen suojaverhous	–	K ₂ 10 ^c	–
Ulkopinnat	B-s1, d0 ^d	D-s2, d2	D-s2, d2
Tuuletusrako: ulkopinta sisäpinta	B-s1, d0 ^d B-s1, d0	D-s2, d2 D-s2, d2	D-s2, d2 –
Ulkoseinän lämmöneristys	B-s1, d0 tai riittävä suojaus	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Ulkoseinän osastointi	Yleensä ei vaatimusta	Yleensä ei vaatimusta	Yleensä ei vaatimusta
Kerros-, käyttötapa- ja pinta-alaosastointi	EI 60	Vähintään EI 30 ^e	EI 30

^a Uloskäytävien seinät: A2-s1, d0

^b Uloskäytävien seinät: B-s1, d0

^c Suojaverhousvaatimus ei koske vähintään B-s1, d0 –luokan tarvikkeita. Suojaverhouksen tarvikeluokkavaatimus määräytyy sisäpuolisten pintojen luokkavaatimuksen mukaan. 1.1.2018 voimaan tullut muutos tähän on seuraava: Suojaverhousta ei edellytetä, jos lämmöneristeet ovat eristävältä osaltaan vähintään B-s1, d0 -luokkaa, tai seinältä, jonka sisä- ja ulkopinnan muodostava rakennustuote liitoksineen täyttää sisäpinnan osalta B-s1, d0 -luokkavaatimuksen ja rakennusosana EI 15 -luokkavaatimuksen. Suojaverhous tehdään vähintään B-s1, d0 –luokan tarvikkeista.

^d D-s2, d2, kun:

- rakennuksen korkeus on enintään 20 metriä,
- ulkoseinä ikkunoineen ja muine aukkoineen täyttää EI 30 vaatimuksen,
- ulkoisen syttymisen aiheuttaman palon leviäminen seinässä on estetty riittävän tehokkaasti ja
- palon leviäminen julkisivulta ullakkoon ja yläpohjaan on estetty EI 30-rakenteella.

1.1.2018 yllä olevat ehdot muuttuivat muotoon:

- Palon leviämisen tuuletusväliässä on oltava rajoitettu kerroksittain ja palon leviäminen vaakasuunnassa osastoidun porrashuoneen ulkoseinän tuuletusväliin on oltava estetty.
- Palon leviämistä julkisivusta ullakkoon ja yläpohjaan on rajoitettava niin, että se vastaa EI 30-rakennusosaa.
- Julkisivurakenteen laajojen osien putoamista palon sattuessa on rajoitettava.
- Jos lämmöneriste ei eristävältä osaltaan täytä B-s1, d0-vaatimusta, ulkopinnan pintarakenteiden on suojattava eristettä palolta niin, että suojaus vastaa EI 15 rakennusosaa tai tuuletusvälin sisäpinta on varustettava K₂10, A2-s1, d0 suojaverhouksella.
- Ulkoseinän ikkunoineen ja muine aukkoineen on täytettävä EI 30 vaatimus.

^e Osastoivat rakennusosat: kerroksissa EI 30, kellareissa EI 60

3.1.2 Yläpohjat ja katteet

Arvioitaessa yläpohjien ja katteiden paloturvallisuutta on otettava huomioon mahdollinen palorasitus sekä rakennuksen ulko- että sisäpuolelta.

E1:n mukaan kate on tehtävä siten, ettei palo leviä vaaraa aiheuttavalla tavalla katteessa eikä sen alustassa. Katteen on yleensä oltava luokkaa $B_{ROOF}(t2)$. Suuret kattopinnat on jaettava enintään 2400 m² osiin, paitsi jos katteen alusta on vähintään luokkaa A2-s1, d0.¹

Useiden tuoteyhdistelmien, jotka koostuvat katteesta ja PU-lämmöneristetuotteesta, on osoitettu täyttävän luokan $B_{ROOF}(t2)$ vaatimukset. Niitä voidaan näin ollen käyttää kattorakentamisessa. Käytettäessä palavaa eristettä kuten PU-eriste on kuitenkin huomioitava edellä mainittu vaatimus suurten kattopintojen jakamisesta osiin. E1:n ohjeen mukaan kattopinta jaetaan osiin pysty- tai vaakasuorilla palokatkoilla, jotka sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan alla olevien osastoivien seinien kohdalle.

Bitumikatteiden kanssa käytetään usein laakerivillaa eristeen ja katteen välillä. Tällöin alusta on vähintään luokkaa A2- s1, d0 eikä enintään 2400 m² osiin jakamista tarvita.

Enintään kaksikerroksisten kokoontumis- ja liiketilojen yläpohjia ja katteita koskevat luokkavaatimukset on koottu taulukkoon 3. Vaatimukset liittyvät sisäpuolisiin pintoihin, yläpohjan yläpintaan, osastointiin ja katteisiin.

Taulukko 3. Enintään kaksikerroksisten kokoontumis- ja liiketilojen yläpohjien ja katteiden luokkavaatimukset, palokuormaryhmä alle 600 MJ/m². Korostusväri: vaatimustaso muuttui 1.1.2018, ks. kappale 3.4.3.

Rakennuksen paloluokka	P1	P2	P3
Sisäpuoliset pinnat: Palokuorma < 600 MJ/m ² pinta-ala ≤ 300 m ² pinta-ala > 300 m ²	D-s2, d2 ^a C-s2, d1 ^a	D-s2, d2 ^a C-s2, d1 ^a	D-s2, d2 ^b D-s2, d2 ^b
Yläpohjan sisäpuolinen suojaverhous	-	K ₂ 10 ^c	-
Yläpohjan yläpinta (kun ontelo vesikatton ja yläpohjan välissä)	B-s1, d0 ^d	B-s1, d0 ^d	Ei vaatimusta
Osastoivuus	Yleensä ei vaatimusta	Yleensä ei vaatimusta	Yleensä ei vaatimusta
Kate	$B_{ROOF}(t2)$	$B_{ROOF}(t2)$	$B_{ROOF}(t2)$

^a Uloskäytävien katot: A2-s1, d0

^b Uloskäytävien katot: B-s1, d0

^c Suojaverhousvaatimus ei koske vähintään B-s1, d0 –luokan tarvikkeita. Suojaverhouksen tarvikeluokkavaatimus määräytyy sisäpuolisten pintojen luokkavaatimuksen mukaan. 1.1.2018 voimaan tullut muutos tähän on seuraava: Suojaverhousta ei edellytetä, jos lämmöneristeet ovat eristävältä osaltaan vähintään B-s1, d0 –luokkaa. Suojaverhous tehdään vähintään B-s1, d0 –luokan tarvikkeista.

^d 1.1.2018 alkaen: Tämä vaatimustaso koskee yläpohjan onteloita, joita ei ole osastoitu alapuolisesta tilasta ja ontelon kaikkia sisäpintoja. Yläpohjan onteloille, jotka on osastoitu alapuolisesta tilasta, vaatimus on D-s2, d2.

¹ EU:n komission päätöksen 2000/553/EY nojalla eräiden katteiden voidaan katsoa kuuluvan luokkaan B_{ROOF} ilman testausta ja erillistä luokitusta.

Liikuntahallien yläpohjien osalta tulee huomata myös kantavien rakenteiden R-luokka-vaatimukset (E1:n taulukko 6.2.1). Yläpohjan kantavien rakenteiden vaatimuksia voidaan lieventää enintään kaksikerroksisessa rakennuksessa, jossa ei ole ullakkoa, mikäli yläpohjan eristeet ovat vähintään A2-s1, d0 -luokkaa tai mikäli ne on suojattu syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta vaurioitumiselta.

Jos yläpohjan eristeet ovat luokkaa B–F, P1-paloluokan rakennuksissa suojaukseksi vaaditaan K₂ 60 -luokan suojaverhous tai EI 60 -luokan rakenne. Vaatimus rakenteille, jotka ovat rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa, on tällöin R60 kaikissa palokuormaryhmissä. Lisäksi rakenteille, jotka eivät ole rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa, riittää R15-vaatimuksen täyttyminen. Ilman yläpohjan eristeiden suojausta vaatimus on palokuormaryhmästä riippuen R120 (palokuorma yli 1200 MJ/m²), R90 (palokuorma 600–1200 MJ/m²) tai R60 (palokuorma alle 600 MJ/m²), missä R_{xx} tarkoittaa, että kantavat rakenteet on tehtävä vähintään luokan A2-s1, d0 tarvikkeista.

Jos yläpohjan eristeet ovat luokkaa B–F, P2-paloluokan rakennuksissa suojaukseksi vaaditaan K₂ 30 -luokan suojaverhous tai EI 30 -luokan rakenne. Vaatimus rakenteille, jotka eivät ole rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa, on tällöin R15 kaikissa palokuormaryhmissä. Ilman yläpohjan eristeiden suojausta vaatimus on R30.

3.2 Paloturvallisuusmääräysten täyttäminen käytännössä

Sekä ulkoseiniä että kantavia yläpohjia suunniteltaessa ja rakennettaessa on täytettävä edellä esitetyt paloturvallisuusvaatimukset. On myös varmistettava, että aiotut tuotteet ja rakenteet soveltuvat käyttökohteeseen myös muilta ominaisuuksiltaan. Esimerkiksi yläpohjarakenne suojataan alapuolista paloa vastaan levytyksellä, joka tulee valita liikuntahallin käyttö-tarkoituksen mukaan (uimahalli, jäähalli, muu liikuntahalli).

3.2.1 Seinät

Seinien sisä- ja ulkopintojen vaatimusten täyttymisen osoittaminen on periaatteessa yksinkertaista. PU-eristeinen seinäpaneeli testataan loppukäytön mukaisessa olosuhteessa ja luokitellaan koetulosten perusteella. Luokitus määrää mahdolliset käyttökohteet. Vaatimukset täyttäviä tuoteratkaisuja on markkinoilla saatavilla. P2-paloluokan rakennuksissa sisäpuolisille pinnoille on asennettava suojaverhous, jos paneeli ei täytä luokan B-s1, d0 vaatimuksia. On myös huomattava, että uloskäytävien seinien vaatimukset ovat usein tiukemmat kuin muiden seinien vaatimukset samassa rakennuksessa.

Ulkoseinältä ei yleensä vaadita osastoivuutta. Rakennuksen paloluokan mukaan määräytyvät kerros-, käyttötapa- ja pinta-alaosastoinnin vaatimukset on kuitenkin täytettävä. PU-eristeisten rakenteiden osalta vaatimuksen täyttyminen riippuu käytännössä lähinnä rakenteen paksuudesta.

E1:n mukaan P1-paloluokan rakennusten ulkoseinissä käytettävien rakennustarvikkeiden tulee pääosin olla vähintään B-s1, d0 -luokkaa. Määräykseen liittyy ohje: ”Lämmöneristys, joka on B-s1, d0 -luokkaista huonompaa, tulee suojata ja sijoittaa niin, että palon leviäminen eristykseen, palo-osastosta toiseen ja rakennuksesta toiseen on estetty. Tällöin rappaus tai metallilevy ei yleensä ole riittävä suojaus.” Tämä ohje ei kuitenkaan määrittele tai anna esimerkkejä riittävänä pidettävästä suojauksesta, mikä voi johtaa rakennusvalvontaviranomaisten erilaisiin tulkintoihin ja vaatimuksiin eri paikkakunnilla. Ympäristöopas 39:n mukaan [21] ”Suojausta voidaan pitää riittävän tehokkaana, jos sisäverhous, palokatko aukkojen ympärillä sekä ulkoverhous täyttävät puolet kyseisessä tapauksessa osastoivalta rakenteelta vaaditusta palonkestävyyssajasta. Rakenteet on kiinnitettävä niin, että palokatkot pysyvät paikoillaan vaadittavan palonkestävyyssajan.” Ulkopuolisen palon osalta suojauksen riittävyys voidaan osoittaa suuren mittakaavan kokeen perusteella, esimerkiksi SP Fire 105 -

testillä [22]. Kehitteillä on myös eurooppalainen suuren mittakaavan testi rakennusten julkisivuille.

Esimerkkeinä liikuntahalleissa käytettävistä PU-eristeisistä ulkoseinärakenteista mainittakoon betonielementti, jota käytetään tyypillisesti uimahalleissa, ja peltielementti, joka on yleinen jäähalleissa. Elementtiä valittaessa on varmistuttava siitä, että paloturvallisuusmääräykset täyttyvät.

3.2.2 Yläpohjat ja katteet

Samoin kuin seinille, sisäpuolisten kattopintojen ja yläpohjan yläpintaa koskevien vaatimusten täyttymisen osoittaminen on periaatteessa yksinkertaista. PU-eristeinen kattopaneeli testataan loppukäytön mukaisessa olosuhteessa ja luokitellaan koetulosten perusteella. Luokitus määrää mahdolliset käyttökohteet.

Yläpohjan altistuessa sisäpuoliselle palolle on tärkeätä, että syttymisen sekä palon ja savun leviämisen riskit eivät olennaisesti kasva eristetyypin vuoksi. Tästä syystä palava-aineinen eriste (so. eriste, joka ei täytä vähintään luokan A2-s1, d0 vaatimuksia) tulee suojata syttymistä, hiiltymistä ja muita palon aiheuttamia vaurioita vastaan. E1:n mukaan P1-paloluokan rakennuksissa suojaukseksi vaaditaan K₂ 60 -luokan suojaverhous tai EI 60 -luokan rakenne. P2-paloluokan rakennuksille E1:n mukainen vaatimus on K₂ 30 tai EI 30. (1.1.2018 voimaan tulleen asetuksen vaatimukset ovat näitä lievemmiä, ks. kappale 3.4.4.) Suojauksen toteutus riippuu kantavan rakenteen tyypistä. Esimerkiksi ontelolaatat voidaan mitoittaa suojaamaan eristettä alapuolista paloa vastaan määritellyn ajan. Jos kantava rakenne on teräspoimulevy, eriste voidaan suojata teräspoimulevyn ala- ja/tai yläpuolelle sijoitettavalla suojaavalla kerroksella (esim. kova mineraalivilla) siten, että suojaus täyttää määritellyn aikavaatimuksen.

Läpiviennit ovat olennaisia palon rajoittamisessa palo-osastoon. Kun kattorakenteessa käytetään palavaa eristettä, palon leviäminen eristeeseen läpivientien tai muiden asennusten kautta on estettävä tehokkaasti, jotta vaadittu palo-osastoivuus ei olennaisesti heikkene. Läpiviennit ja muut asennukset tulee siis toteuttaa siten, että eristeiden suojaus ei niiden johdosta heikkene. Palava eriste läpiviennin läheisyydessä pitää suojata käyttäen tuotteita, joiden valinnassa on otettava huomioon vaadittu palo-osastoivuus. Käytännössä suojaukseen käytetään tyypillisesti mineraalivillaa, läpivientitiivisteitä ja tiivistysmassoja.

Liitteessä A esitellään muutamia liikuntahalleissa yleisesti käytettäviä PU-eristeisiä yläpohjarakenteita [23].

3.3 Rakennusten paloturvallisuusmääräysten uudistustyö

Suomen rakentamismääräyskokoelma (RakMK) on uudistumassa. Uudistustyö koskee RakMK:n kaikkia osia ja sen tarkoituksena on aiempaa selkeämmin erottaa toisistaan määräykset, ohjeet ja käytännön opastus. Uudistuksen pääasiallinen tavoite on selkeyttää vaatimuksia, vähentää määräysten tulkinnanvaraisuutta ja yhtenäistää käytäntöjä.

Tätä projektia toteutettaessa voimassa olleet rakennusten paloturvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet esitetään RakMK:n osassa E1 [1]. Uudistuksen myötä E1:n korvaa ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Luonnos tästä asetuksesta perustelumistioineen julkaistiin joulukuussa 2016 ja siihen pyydettiin lausuntoja ajanjaksolla 13.12.2016–10.2.2017. Asetusluonnos oli notifiointissa 2.6.–4.9.2017. Tällä ajanjaksolla EU:n komissiolla ja jäsenvaltioilla oli mahdollisuus esittää huomionsa luonnoksen sisällöstä. Notifiointimenettelyn tavoitteena on taata kansallisen säädösvalmistelun avoimuus sekä estää tavaroiden ja palveluiden vapaan liikkuvuuden esteiden syntyminen etukäteen. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta [2] annettiin 28.11.2017 ja se

tuli voimaan 1.1.2018. Asetuksen antamisen yhteydessä julkaistiin perustelumuuisto [24], jossa esitetään säännöksiä koskevaa selventävää tekstiä.

3.3.1 Hankeryhmän työ ja konsulttiselvitykset

Rakennusten paloturvallisuusmääräysten uudistusta valmisteltiin hankeryhmässä, jossa olivat edustettuina ympäristöministeriö, Rakennustuoteteollisuus ry:n (RTT) eri tuotealueet, viranomaiset sekä alan tutkimuslaitokset ja järjestöt. Hankkeen ensimmäisessä vaiheessa muodostettiin hankeryhmässä esiin tulleiden muutosehdotusten ja niiden perustelujen pohjalta kokonaisesitys.

Hankkeen toisessa vaiheessa rahoittajatahojen (RTT:n teollisuusryhmät ja ympäristöministeriö) edustajat valitsivat ne muutosehdotukset, joiden konkretisoimiseksi ja perustelemiseksi katsottiin tarvittavan selvitykset ulkopuolisilta palokonsulteilta. Konsulttiselvitykset tilattiin seitsemästä aiheesta, jotka olivat seuraavat:

- Muutokset rakennuksen koon rajoituksiin (E1:n taulukko 3.2.1)
- Laitteistojen tasovaatimusten määrittäminen (täsmennys E1:n kohtaan 5.2.3)
- Rakenteiden kantavuuden säilyttäminen (E1:n luku 6)
- Rakenteiden kantavuuden säilyttäminen / luokitukseen perustuva mitoitus (E1:n kohta 6.2)
- Palon leviämisen estäminen osastosta (E1:n luku 7)
- Palon kehittymisen rajoittaminen (E1:n luku 8)
- Ulkoseinien lämmöneristys (E1:n kohta 8.3)

Lisäksi puutuoteteollisuus teetti selvityksen ”Massiivisten puurakenteiden laajennettu käyttö – perustelut ehdotuksille palomääräyksiin”.

Hankkeen kolmannessa vaiheessa konsulttiselvityksistä ja hankkeessa tehdyistä muista perustelluista ehdotuksista muodostettiin lopullinen kokonaisesitys ympäristöministeriölle.

3.4 Uudistusten merkitys liikuntahalleissa käytettävien PU-lämmöneristetuotteiden kannalta

Rakennusten paloturvallisuusmääräysten uudistuksen lähtökohtana oli, että rakenteellisen paloturvallisuuden nykyinen taso katsotaan edelleen riittäväksi. Näin ollen vaatimustasoihin ei ollut tarpeen tehdä suuria muutoksia. Uudistuksessa pyrittiin löytämään keinoja vähentää määräysten tulkinnanvaraisuutta, alentaa rakentamisen kustannuksia sekä mahdollistaa määräysten taulukkomitoitukseen perustuvaa suunnittelua nykyistä laajemmin.

Liikuntahalleissa käytettävien PU-lämmöneristetuotteiden kannalta on olennaista tarkastella rakenteiden kantavuuteen, seinien ja kattojen ominaisuuksiin sekä lämmöneristeiden suojaamiseen liittyviä paloturvallisuusvaatimuksia.

3.4.1 Rakenteiden kantavuuden säilyttäminen

Rakenteiden kantavuuden säilyttämiseen liittyvät määräykset esitetään uuden asetuksen luvussa 2. 11 § käsittelee rakenteiden kantavuutta palotilanteessa, 12 § luokitukseen perustuvaa mitoitusta ja 13 § oletettuun palonkehitykseen perustuvaa kantavien rakenteiden mitoitusta. Kantavien ja jäykistävien rakenteiden luokkavaatimukset P1- ja P2-paloluokan rakennuksissa esitetään uuden asetuksen taulukossa 3. Enintään kaksikerroksisten PU-eristeisten liikuntahallien kannalta olennaiset kohdat tässä taulukossa ovat 1–2-kerroksisen rakennuksen yleiset ja yläpohjaa koskevat vaatimukset, jotka ovat seuraavat:

- P1-paloluokan rakennus palokuormaryhmässä alle 600 MJ/m²:
 - yleensä: R60
 - yläpohja rakennuksessa, jossa ei ole ullakkoa ja rakenne on kantavan rungon olennainen osa: R60
 - yläpohja rakennuksessa, jossa ei ole ullakkoa ja rakenne ei ole kantavan rungon olennainen osa: R15
- P2-paloluokan rakennus:
 - yleensä: R30
 - yläpohja rakennuksessa, jossa ei ole ullakkoa ja rakenne on kantavan rungon olennainen osa: R30
 - yläpohja rakennuksessa, jossa ei ole ullakkoa ja rakenne ei ole kantavan rungon olennainen osa: R15

Näissä vaatimustasoissa ei ole muutoksia verrattuna E1:n taulukossa 6.2.1 esitettyihin vaatimuksiin lukuun ottamatta yhtä lievennystä: uudessa asetuksessa 1-2 –kerroksisen P1-paloluokan rakennuksen kantaville rakenteille ei aseteta A2-s1, d0 -vaatimusta (pois lukien hoitolaitokset ja majoitustilat) vaikka lämmöneristeet eivät täytä A2-s1, d0 -vaatimusta.

3.4.2 Seinät

E1:n mukaiset enintään kaksikerroksisten kokoontumis- ja liiketilojen seiniä koskevat luokkavaatimukset esitetään edellä tämän raportin taulukossa 2. Uudessa asetuksessa vastaavat vaatimukset löytyvät seuraavista kohdista:

- sisäpuoliset pinnat: 23 §, taulukko 7
- sisäpintojen suojaverhokset: 24 §
- ulkoseinän ulkopinta ja tuuletusvälin pinnat: 26 §, taulukko 8
- ulkoseinän lämmöneristys: 25 §, 26 §, taulukko 8
- osastointi: 16 §, taulukko 6

Tämän raportin taulukossa 2 esitetyt seinien luokkavaatimukset pysyvät ennallaan lukuun ottamatta P1-paloluokan rakennusten ulkoseinän ulkopintaa ja tuuletusvälin ulkopintaa sekä P2-paloluokan rakennusten sisäpuolisten pintojen suojaverhousta koskevia vaatimuksia.

E1:n mukainen luokkavaatimus ulkoseinän ulkopinnalle ja tuuletusraon ulkopinnalle P1-paloluokan rakennuksissa yleensä on B-s1, d0. Enintään kaksikerroksisessa P1-paloluokan tuotanto- ja varastorakennuksessa sekä kokoontumis- ja liikerakennuksessa E1:n luokkavaatimus on kuitenkin D-s2, d2, kun

- rakennuksen korkeus on enintään 20 metriä,
- ulkoseinä ikkunoineen ja muine aukkoineen täyttää EI 30 vaatimuksen,
- ulkoisen syttymisen aiheuttaman palon leviäminen seinässä on estetty riittävän tehokkaasti ja
- palon leviäminen julkisivulta ullakkoon ja yläpohjaan on estetty EI 30-rakenteella.

Uuden asetuksen mukaan P1-paloluokan 1–2-kerroksisen ja enintään 28 m korkean tuotanto- tai varastorakennuksen sekä kokoontumis- ja liikerakennuksen ulkoseinän ulkopinnan ja tuuletusvälin ulkopinnan luokkavaatimus on D-s2, d2. Ehdot tämän luokan käytölle määritellään uuden asetuksen taulukossa 8 seuraavasti:

- 3) Palon leviämisen tuuletusvälissä on oltava rajoitettu kerroksittain ja palon leviäminen vaakasuunnassa osastoidun porrashuoneen ulkoseinän tuuletusväliin on oltava estetty.
- 4) Palon leviämistä julkisivusta ullakkoon ja yläpohjaan on rajoitettava niin, että se vastaa EI 30-rakennusosaa.

- 5) Julkisivurakenteen laajojen osien putoamista palon sattuessa on rajoitettava.
- 6) Jos lämmöneriste ei eristävältä osaltaan täytä B-s1, d0-vaatimusta, ulkopinnan pintarakenteiden on suojattava eristettä palolta niin, että suojaus vastaa EI 15 rakennusosaa tai tuuletusvälin sisäpinta on varustettava K₂10, A2-s1, d0 suojaverhouksella.
- 8) Ulkoseinän ikkunoineen ja muine aukkoineen on täytettävä EI 30 vaatimus.

Em. ehdot koskevat myös tuuletusvälin sisäpintaa (luokkavaatimus B-s1, d0) näissä rakennuksissa.

P2-paloluokan 1–2-kerroksisen rakennuksen sisäpuolisten pintojen suojaverhouksen luokkavaatimus on K₂ 10. Uuden asetuksen mukaan (24 §, 1. momentin kohdat 1 ja 2) suojaverhousta ei kuitenkaan edellytetä, jos lämmöneristeet ovat eristävältä osaltaan vähintään B-s1, d0 -luokkaa, tai seinältä, jonka sisä- ja ulkopinnan muodostava rakennustuote liitoksineen täyttää sisäpinnan osalta B-s1, d0 -luokkavaatimuksen ja rakennusosana EI 15 -luokkavaatimuksen. Asetuksessa määrätään, että suojaverhous tehdään vähintään B-s1, d0 -luokan tarvikkeista.

Uuden asetuksen 25 §:ssä esitetään vaatimus: ”P1-paloluokan rakennuksen ulkoseinän on oltava pääosin rakennettu vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista. (...) Enintään 56 metriä korkeassa P1-paloluokan rakennuksessa voidaan käyttää lämmöneristettä, joka eristävältä osaltaan täyttää B-s1, d0 -luokan vaatimukset tai lämmöneriste on suojattu ja sijoitettu niin, että palon leviäminen eristeeseen on rajoitettu ajan, joka on rakennuksen sisäpuolelta ja aukkojen piilien osalta vähintään puolet tilan osastoivien rakennusosien palonkestävyysoikeuksista. (...) Enintään 56 metriä korkean rakennuksen ulkoseinärakenteen toimivuus palotilanteessa voidaan osoittaa myös täyden mittakaavan kokeella.” Vaatimusta on tiukennettu E1:stä, jonka mukaan P1-paloluokan rakennuksessa tulee ulkoseinässä pääosin käyttää vähintään B-s1, d0 -luokan rakennustarvikkeita. Tämän tarkistetun vaatimuksen perusteena on palava-aineisten lämmöneristeiden palon levittämisen riskit sekä ulkoapäin sammuttamisen rajallisuus [24]. Vaatimusta B-s1, d0 -luokkaa palo-ominaisuuksiltaan huonomman lämmöneristeiden suojaamisesta ja sijoittamisesta on tarkennettu verrattuna E1:een. Tämä vaatimus tulee ottaa huomioon PU-lämmöneristetuotteita käytettäessä. Täyden mittakaavan kokeen käyttö enintään 56 metriä korkean rakennuksen ulkoseinärakenteen toimivuuden osoittamisessa on kirjattu uuteen asetukseen.

3.4.3 Yläpohjat ja katteet

E1:n mukaiset enintään kaksikerroksisten kokoontumis- ja liiketilojen yläpohjia ja katteita koskevat luokkavaatimukset esitetään edellä tämän raportin taulukossa 3. Uudessa asetuksessa vastaavat vaatimukset löytyvät seuraavista kohdista:

- sisäpuoliset pinnat ja yläpohjan yläpinta: 23 §, taulukko 7
- sisäpintojen suojaverhoukset: 24 §
- osastoivuus: 16 §, taulukko 6
- yläpohjan vaatimukset: 27 §
- kate: 28 §

Tämän raportin taulukossa 3 esitetyt yläpohjien ja katteiden luokkavaatimukset pysyvät pääosin ennallaan. Muutoksia on tullut P2-paloluokan rakennuksen yläpohjan sisäpuolista suojaverhousta sekä P1- ja P2-paloluokkien rakennusten yläpohjan ontelon sisäpintoja koskeviin vaatimuksiin.

P2-paloluokan 1–2-kerroksisen rakennuksen sisäpuolisten pintojen suojaverhouksen luokkavaatimus on K₂ 10. Uuden asetuksen mukaan (24 §, 1. momentin kohdat 1 ja 2) suojaverhousta ei kuitenkaan edellytetä, jos lämmöneristeet ovat eristävältä osaltaan vähintään B-s1, d0 -luokkaa, tai seinältä, jonka sisä- ja ulkopinnan muodostava rakennustuote liitoksineen täyttää sisäpinnan osalta B-s1, d0 -luokkavaatimuksen ja rakennusosana EI 15 -

luokkavaatimuksen. Asetuksessa määrätään, että suojaverhous tehdään vähintään B-s1, d0 -luokan tarvikkeista.

E1:n mukainen luokkavaatimus P1- ja P2-paloluokkien rakennusten yläpohjan yläpinnalle (kun ontelo on vesikaton ja yläpohjan välissä) on B-s1, d0. Uuden asetuksen mukaan vaatimustaso B-s1, d0 koskee yläpohjan onteloita, joita ei ole osastoitu alapuolisesta tilasta ja ontelon kaikkia sisäpintoja. Yläpohjan onteloille, jotka on osastoitu alapuolisesta tilasta, vaatimus on D-s2, d2.

3.4.4 Lämmöneristeen suojaaminen

Uuden asetuksen 27 §:ssä esitetään yläpohjan vaatimukset seuraavasti:

<p>27 §</p> <p><i>Yläpohjan vaatimukset</i></p> <p>Yli 2-kerroksisen P2-paloluokan rakennuksen ja yli 56 metriä korkean P1-paloluokan rakennuksen lämmöneristeen ja muun täytteen on oltava vähintään A2-s1, d0 -luokkaa.</p> <p>Enintään 56 metriä korkeassa P1-paloluokan rakennuksessa voidaan käyttää lämmöneristettä, joka eristävältä osaltaan täyttää B-s1, d0 -luokan vaatimukset tai lämmöneriste on suojattu ja sijoitettu niin, että palon leviäminen eristeeseen on rajoitettu ajan, joka on rakennuksen sisäpuolelta ja aukkojen pielen osalta vähintään tilan osastoivien rakennusosien palonkestävyysaika-vaatimus. Edellä mainitusta poiketen kuitenkin riittää, että palon leviäminen eristeeseen on rajoitettu ajan, joka on vähintään puolet tilan osastoivien rakennusosien palonkestävyysaika-vaatimuksesta:</p> <ol style="list-style-type: none">1) 1–2-kerroksisessa ullakottomassa rakennuksessa;2) enintään 28 metriä korkeassa rakennuksessa, jos lämmöneriste eristävältä osaltaan täyttää D-s2, d2 -luokan vaatimuksen. <p>Läpiviennit ja muut asennukset on toteutettava siten, ettei lämmöneristeiden suojaus niiden johdosta olennaisesti heikkene.</p>
--

PU-lämmöneristetutotteet eivät eristävältä osaltaan täytä B-s1, d0 -luokan vaatimuksia, joten ne tulee suojata. Jos rakennus on 1–2-kerroksinen P1-paloluokan ullakoton rakennus, kuten liikuntahallit usein ovat, palon leviämisen eristeeseen on oltava rajoitettu ajan, joka on vähintään puolet tilan osastoivien rakennusosien palonkestävyysaika-vaatimuksesta. Sama pätee myös enintään 28 metriä korkealle P1-paloluokan rakennukselle, jos lämmöneriste eristävältä osaltaan täyttää D-s2, d2 -luokan vaatimuksen.

Osastoivien rakennusosien palonkestävyysaika-vaatimus on palokuormaryhmään alle 600 MJ/m² kuuluvassa P1-paloluokan rakennuksessa EI 60, joten tässä tapauksessa vaaditaan vähintään 30 minuutin suojaus.

Kuten edellä kappaleessa 3.2.2 mainittiin, E1:n mukainen suojausaika-vaatimus yläpohjan eristeille on 1–2-kerroksisissa P1-paloluokan ullakottomissa rakennuksissa 60 minuuttia. Uuden asetuksen myötä tämä suojausaika-vaatimus siis puolittuu.

1–2-kerroksisissa P2-paloluokan ullakottomissa rakennuksissa E1:n mukainen suojausaika-vaatimus on 30 minuuttia. Uuden asetuksen määräysten mukaan näille rakennuksille riittävät suojaverhousvaatimukset, jotka on määritelty 24 §:n ensimmäisessä momentissa. Vaatimuksena on K₂ 10 -luokan suojaverhous, joten suojausaika-vaatimus muuttuu 30 minuutista 10 minuuttiin.

4. Johtopäätökset ja yhteenveto

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset ovat osa *'Uimahallien yläpohjarakenteiden kosteustekniikka ja paloturvalliset PU-lämmöneristeiset hallirakenteet'* –projektia. Raportti keskittyy PU-lämmöneristeisten liikuntahallien rakenteellisiin paloturvallisuuskysymyksiin. Tarkastelun kohteena ovat enintään kaksikerroksiset liikuntahallirakennukset.

PU-lämmöneristetutteen palo-ominaisuuksiin ja paloluokkaan voidaan vaikuttaa valmistusreseptillä, valmistusprosessilla, palonsuoja-aineilla ja pinnoitteilla. Rakennustuotteiden eurooppalaisessa paloluokitusjärjestelmässä pinnoittamattomat PIR-tuotteet täyttävät yleensä luokan D tai E vaatimukset, kun taas PUR-tuotteet sijoittuvat luokkaan E tai F. Sekä PUR- että PIR-tuotteiden palo-ominaisuuksia voidaan parantaa lisäämällä palonsuoja-aineita. Palonsuoja-ainetta valittaessa on kuitenkin otettava huomioon sen mahdolliset vaikutukset PU-eristeen muihin ominaisuuksiin (esim. mekaaniset ominaisuudet). Myös erilaisilla pinnoitteilla tai suojaavilla rakennustuotteilla voidaan parantaa PU-eristetutteen paloluokitusta. Näillä keinoin PU-eristetutteen paloluokitusta voidaan parantaa esimerkiksi C-s2, d0 –luokkaan tai jopa B-s1, d0 –luokkaan.

PU-lämmöneristetutteen tyypillisiä käyttökohteita liikuntahallirakennuksissa ovat ulkoseinät ja kantava yläpohja. Arvioitaessa näiden rakennusosien palokäyttäytymistä on otettava huomioon mahdollinen palorasitus sekä rakennuksen ulko- että sisäpuolelta. Sekä ulkoseiniä että kantavia yläpohjia suunniteltaessa ja rakennettaessa on täytettävä voimassa olevat paloturvallisuusvaatimukset. On myös varmistettava, että aiottu tuote ja rakenteet soveltuvat käyttökohteeseen myös muilta ominaisuuksiltaan.

Sekä seinien että yläpohjien paloturvallisuusvaatimusten täyttymisen osoittaminen on periaatteessa yksinkertaista. PU-eristeinen tuote testataan loppukäytön mukaisessa olosuhteessa ja luokitellaan koetulosten perusteella. Luokitus määrää mahdolliset käyttökohteet. Vaatimukset täyttäviä tuoteratkaisuja on markkinoilla saatavilla.

Suomen rakentamismääräyskokoelma on uudistumassa. Uudistustyön tarkoituksena on aiempaa selkeämmin erottaa toisistaan määräykset, ohjeet ja käytännön opastus. Pääasiallinen tavoite on selkeyttää vaatimuksia, vähentää määräysten tulkinnanvaraisuutta ja yhtenäistää käytäntöjä. Uudistuksen myötä RakMK:n osan E1 korvaa ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, joka tuli voimaan 1.1.2018.

Rakennusten paloturvallisuusmääräysten uudistuksen lähtökohtana oli, että rakenteellisen paloturvallisuuden nykyinen taso katsotaan edelleen riittäväksi. Näin ollen vaatimustasoihin ei ollut tarpeen tehdä suuria muutoksia. Liikuntahalleissa käytettävien PU-lämmöneristetutteen kannalta keskeisin muutos on yläpohjan eristeiden suojausaikavaatimuksen muuttuminen, 1–2-kerroksisissa P1-paloluokan ullaakottomissa rakennuksissa 60 minuutista 30 minuuttiin ja 1–2-kerroksisissa P2-paloluokan rakennuksissa 30 minuutista 10 minuuttiin.

PU-lämmöneristetutteen voidaan käyttää liikuntahallikohteissa paloturvallisuutta vaarantamatta. Ulkoseinien osalta tulee huomioida sekä ulko- että sisäpuolinen palo ja yläpohjien osalta sekä ylä- että alapuolinen palo. Markkinoilla on saatavilla PU-lämmöneristetutteen ja rakenneratkaisuja, jotka täyttävät sekä RakMK:n osan E1 että 1.1.2018 voimaan tulleen asetuksen mukaiset paloturvallisuusmääräykset.

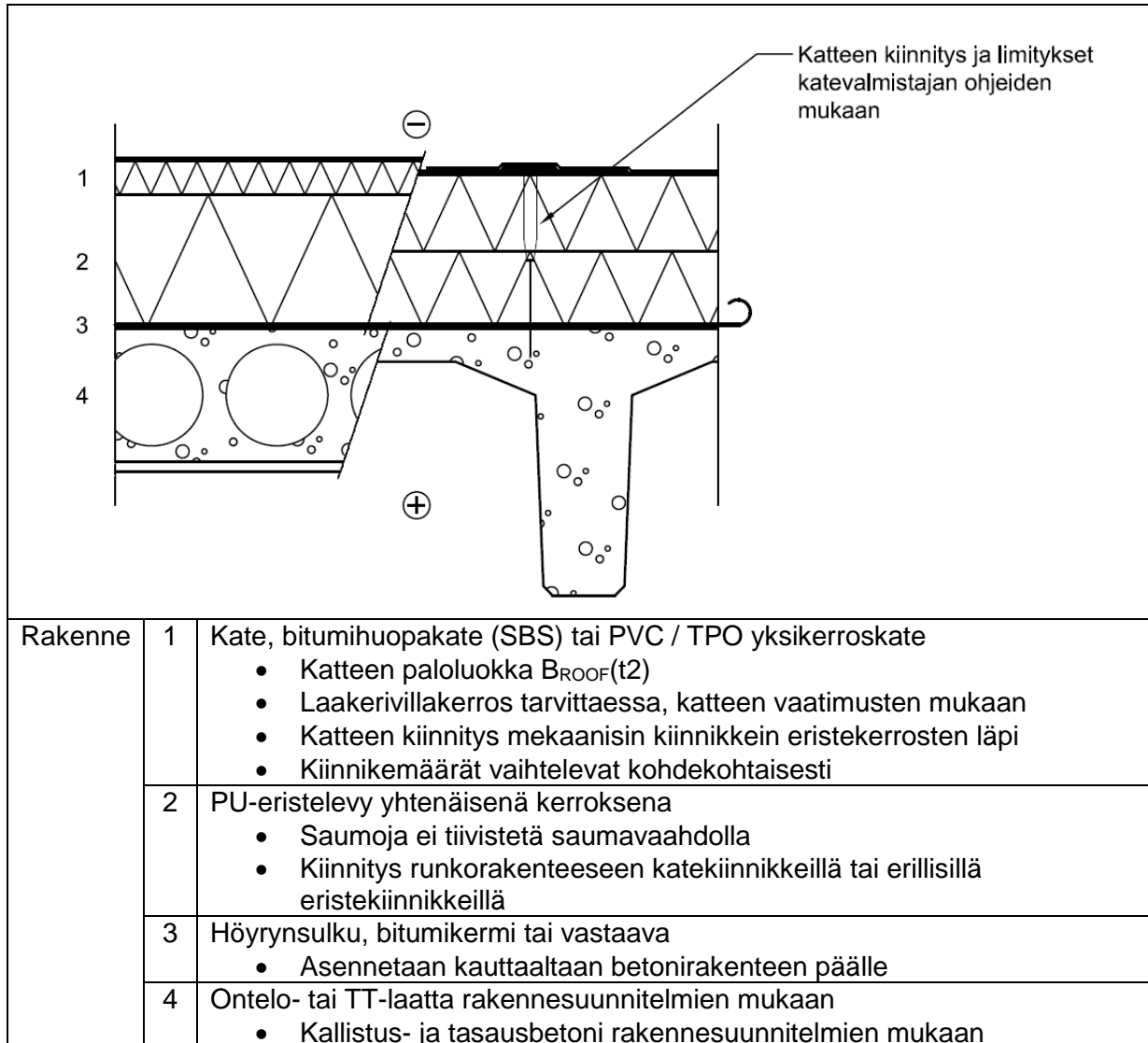
Lähdeviitteet

1. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. Helsinki. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. 43 s.
2. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Helsinki, 28.11.2017. 24 s. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BB71FCDF7-A565-4EEB-8F94-BAEA601533CA%7D/132664>. Viitattu 28.11.2017.
3. Polyurethane and Polyiso: What is the Difference? PIMA Technical Bulletin #202. https://c.ymcdn.com/sites/www.polyiso.org/resource/resmgr/Tech_Bulletins_2016/tb202_jan2016.pdf . Viitattu 28.4.2017.
4. EN 13501-1:2007+A1:2009. Fire classification of construction products and building elements – Part 1: Classification using data from reaction to fire tests. Brussels: European Committee for Standardization, September 2009. 53 p.
5. EN 13501-2:2007+A1:2009. Fire classification of construction products and building elements – Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services. Brussels: European Committee for Standardization, September 2009. 80 p.
6. EN 13501-3:2005+A1:2009. Fire classification of construction products and building elements – Part 3: Classification using data from fire resistance tests on products and elements used in building service installations: fire resisting ducts and fire dampers. Brussels: European Committee for Standardization, September 2009. 20 p.
7. EN 13501-4:2007+A1:2009. Fire classification of construction products and building elements – Part 4: Classification using data from fire resistance tests on components of smoke control systems. Brussels: European Committee for Standardization, September 2009. 30 p.
8. EN 13501-5:2005+A1:2009. Fire classification of construction products and building elements – Part 5: Classification using data from external fire exposure to roofs tests. Brussels: European Committee for Standardization, September 2009. 34 p.
9. CEN/TS 1187. Test methods for external fire exposure to roofs. Brussels: European Committee for Standardization, January 2012. 60 p.
10. EN ISO 1182:2010. Reaction to fire tests for products – Non-combustibility test (ISO 1182:2010). Brussels: European Committee for Standardization, May 2010. 32 p.
11. EN ISO 1716:2010. Reaction to fire tests for products – Determination of the gross heat of combustion (calorific value) (ISO 1716:2010). Brussels: European Committee for Standardization, June 2010. 26 p.
12. EN 13823:2010+A1:2014. Reaction to fire tests for products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item. Brussels: European Committee for Standardization, November 2014. 99 p.
13. EN ISO 11925-2:2010. Reaction to fire tests – Ignitability of products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single-flame source test (ISO 11925-2:2010). Brussels: European Committee for Standardization, November 2010. 26 p.
14. Modesti, M., Lorenzetti, A., Simioni, F. & Checchin, M. 2001. Influence of different flame retardants on fire behaviour of modified PIR/PUR polymers. Polymer Degradation and Stability 74, 475–479.

15. Modesti, M., Lorenzetti, A., Simioni, F. & Camino, G. 2002. Expandable graphite as an intumescent flame retardant in polyisocyanurate–polyurethane foams. *Polymer Degradation and Stability* 77, 195–202.
16. Ma, Y., Wang, J., Xu, Y., Wang, C. & Chu, F. 2013. Preparation and characterization of phenolic foams with eco-friendly halogen-free flame retardant. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 114, 1143–1151.
17. Auad, M. L., Zhao, L., Shen, H., Nutt, S. R. & Sorathia, U. 2007. Flammability properties and mechanical performance of epoxy modified phenolic foams. *Journal of Applied Polymer Science* 104, 1399–1407.
18. Ojanen, T. 2017. Uimahallien rakenteiden kosteustekniikka. Asiakasraportti VTT-CR-06833-17. 43 s. <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2017/VTT-CR-06833-17.pdf>. Viitattu 16.1.2018.
19. Mikkola, E. 2013. Kingspan seinä- ja kattoelementtien soveltuvuus eri paloluokkien rakennuksiin ja käyttökohteisiin. Tutkimusraportti VTT-R-01280-13. 12 s. <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2013/VTT-R-01280-13.pdf>. Viitattu 25.4.2017.
20. Mikkola, E. 2012. SPU Eristeen paloturvallinen käyttö kattorakenteissa. Tutkimusraportti VTT-R-08652-12. 6 s. <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2012/VTT-R-08652-12.pdf>. Viitattu 25.4.2017.
21. Ympäristöopas 39. 2003. Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Helsinki: Edita Publishing Oy. 166 s. ISBN 952-11-1375-8.
22. SP FIRE 105. Issue No: 5. Rev: 1994-09-09. External wall assemblies and facade claddings. Reaction to fire. Borås: SP Technical Research Institute of Sweden. 16 p. <https://www.sp.se/sv/units/risesafe/safety/fire/Documents/Konstruktion/SP%20FIRE%20105%20Fasader.pdf>. Viitattu 3.1.2018.
23. Kingspan Insulation Oy. Ammattirakentamisen detaljit. <http://www.kingspaneristeet.fi/suunnittelu/ammattirakentaminen/ammattirakentamisen-detaljit/>. Viitattu 28.4.2017.
24. Jantunen, J. Ympäristöministeriö. Muistio. 28.11.2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 50 s. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BDF1818E5-3C25-41CF-A439-24AC6C5ED57B%7D/132666>. Viitattu 28.11.2017.

Liite A: Esimerkkejä PU-eristeisistä yläpohjarakenteista

A1. Loiva yläpohjarakenne, kantava rakenne ontelo- tai TT-laatta



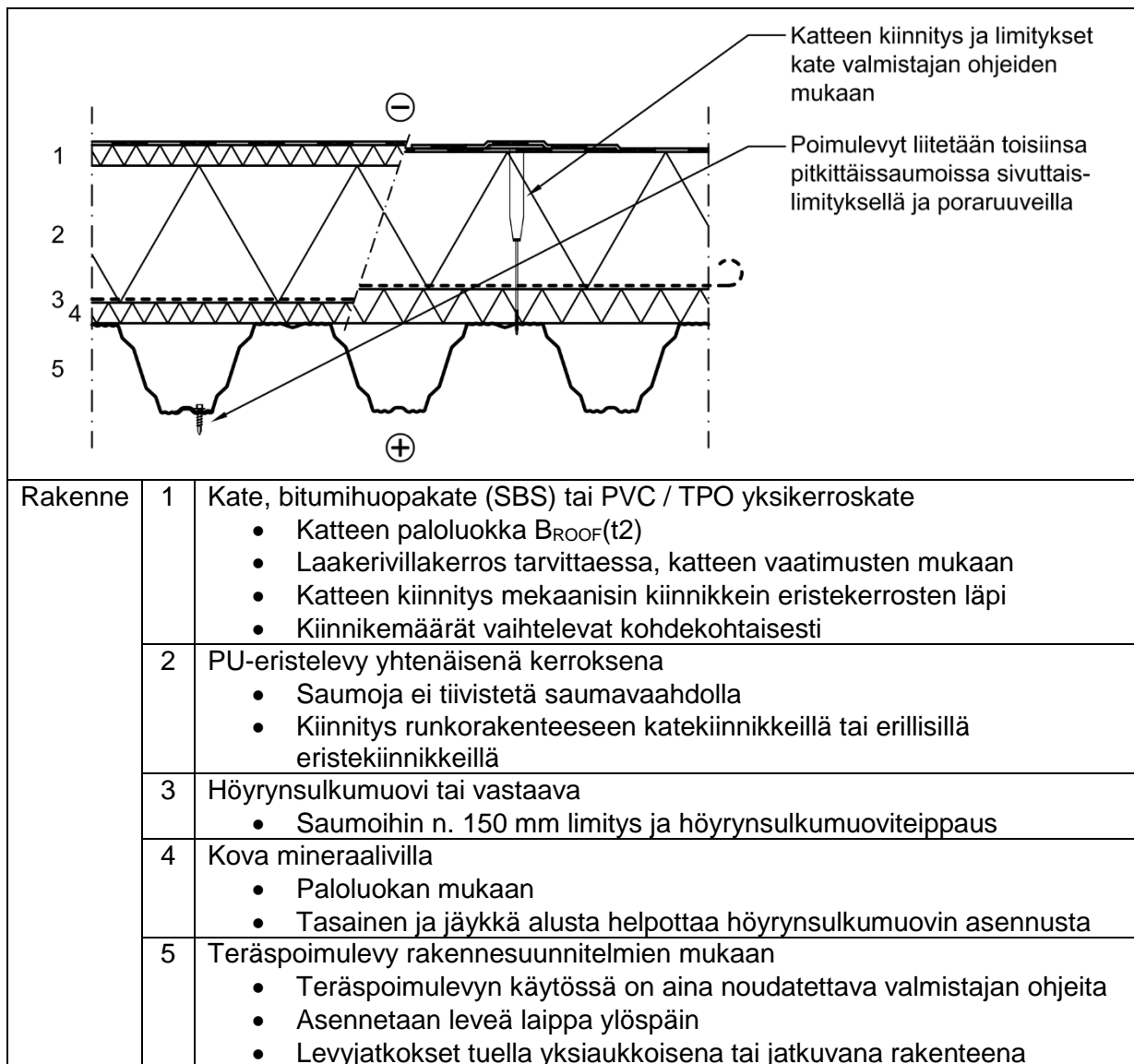
Kuva A1. Esimerkki loivasta yläpohjarakenteesta, jossa kantavana rakenteena on ontelo- tai TT-laatta. Lähde: Kingspan Insulation Oy [23, T-YP-1.0].

Paloturvallisuusvaatimukset yläpuolisen ja alapuolisen palon suhteen täytetään seuraavasti:

Yläpuolinen palo: Katteen ja sen alustan tulee täyttää luokkavaatimus B_{ROOF}(t2).

Alapuolinen palo: Ontelolaatta mitoitetaan suojaamaan eristettä alapuoliselta palolta esimerkiksi 30–60 minuuttia. TT-laatan suojaava vaikutus voi olla noin 30 minuuttia (laatan paksuus 60 mm).

A2. Loiva yläpohjarakenne paloluokan P2 rakennuksessa, kantava rakenne teräspoimulevy



Kuva A2. Esimerkki loivasta yläpohjarakenteesta, jossa kantavana rakenteena on teräspoimulevy. Lähde: Kingspan Insulation Oy [23, T-YP-2.0].

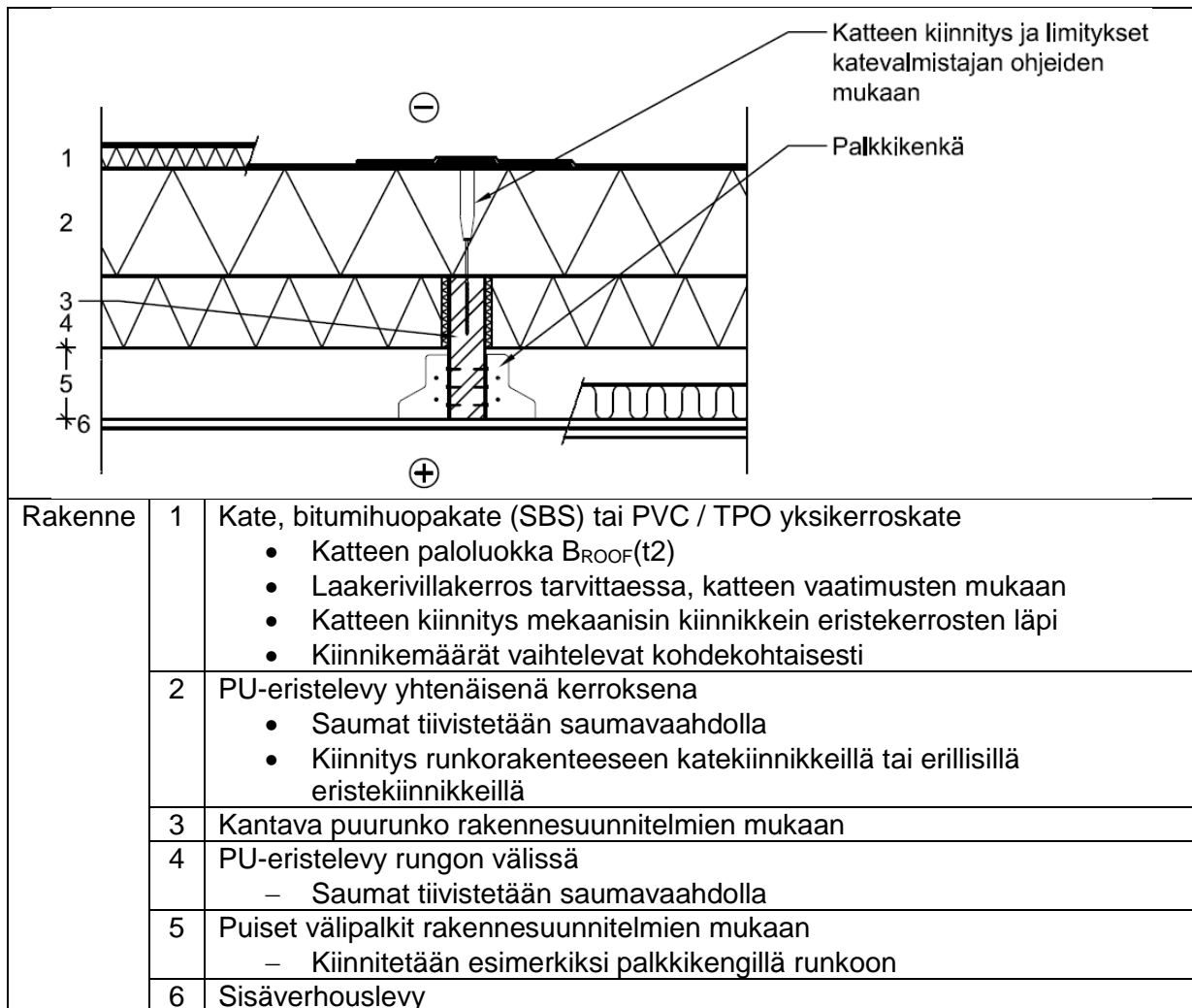
Paloturvallisuusvaatimukset yläpuolisen ja alapuolisen palon suhteen täytetään seuraavasti:

Yläpuolinen palo: Katteen ja sen alustan tulee täyttää luokkavaatimus B_{ROOF}(t2).

Alapuolinen palo: Teräspoimulevyn yläpuolella olevan mineraalivillakerroksen tulee olla riittävän paksu, jotta se suojaa eristettä vaaditun ajan riippuen rakennuksen paloluokasta. RakMK:n osan E1 mukaisesti P2-paloluokan rakennukseen vaadittava 30 minuutin suojaus voidaan saavuttaa 30 mm:n paksuisella kerroksella kovaa mineraalivillaa (edellyttää luokitettua tuotetta) teräspoimulevyn yläpuolella. P1-paloluokan rakennuksessa, jossa vaaditaan 60 minuutin suojaus, tarvitaan lisäksi 30 mm:n paksuinen kerros kovaa mineraalivillaa myös teräspoimulevyn alapintaan.

Huom. 1.1.2018 voimaan tulleessa ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten paloturvallisuudesta suojausaikavaatimukset ovat E1:n vaatimuksia lievemmät: P1-paloluokan rakennuksessa 30 minuuttia ja P2-paloluokan rakennuksessa 10 minuuttia.

A3. Loiva yläpohjarakenne, puurunko, palkkikattorakenne



Kuva A3. Esimerkki loivasta yläpohjarakenteesta, jossa on kantava puurunko; palkkikattorakenne. Lähde: Kingspan Insulation Oy [23, T-YP-3.0].

Paloturvallisuusvaatimukset yläpuolisen ja alapuolisen palon suhteen täytetään seuraavasti:

Yläpuolinen palo: Katteen ja sen alustan tulee täyttää luokkavaatimus $B_{ROOF}(t2)$.

Alapuolinen palo: Yläpohjarakenne suojataan alapuolista paloa vastaan levytyksellä, esimerkiksi kipsilevyllä tai kuitusementtilevyllä. Levytykset valitaan hallin käyttötarkoituksen mukaan. RakMK:n osan E1 mukaisesti P1-paloluokan rakennukseen vaaditaan 60 minuutin suojaus ja P2-paloluokan rakennukseen 30 minuutin suojaus.

Huom. 1: 1.1.2018 voimaan tulleessa ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten paloturvallisuudesta suojausvaatimukset ovat E1:n vaatimuksia lievemmat: P1-paloluokan rakennuksessa 30 minuuttia ja P2-paloluokan rakennuksessa 10 minuuttia.

Huom. 2: Tämä yläpohjarakenne ei sovellu uimahalliin.

60 minuutin suojaus voidaan saavuttaa esimerkiksi

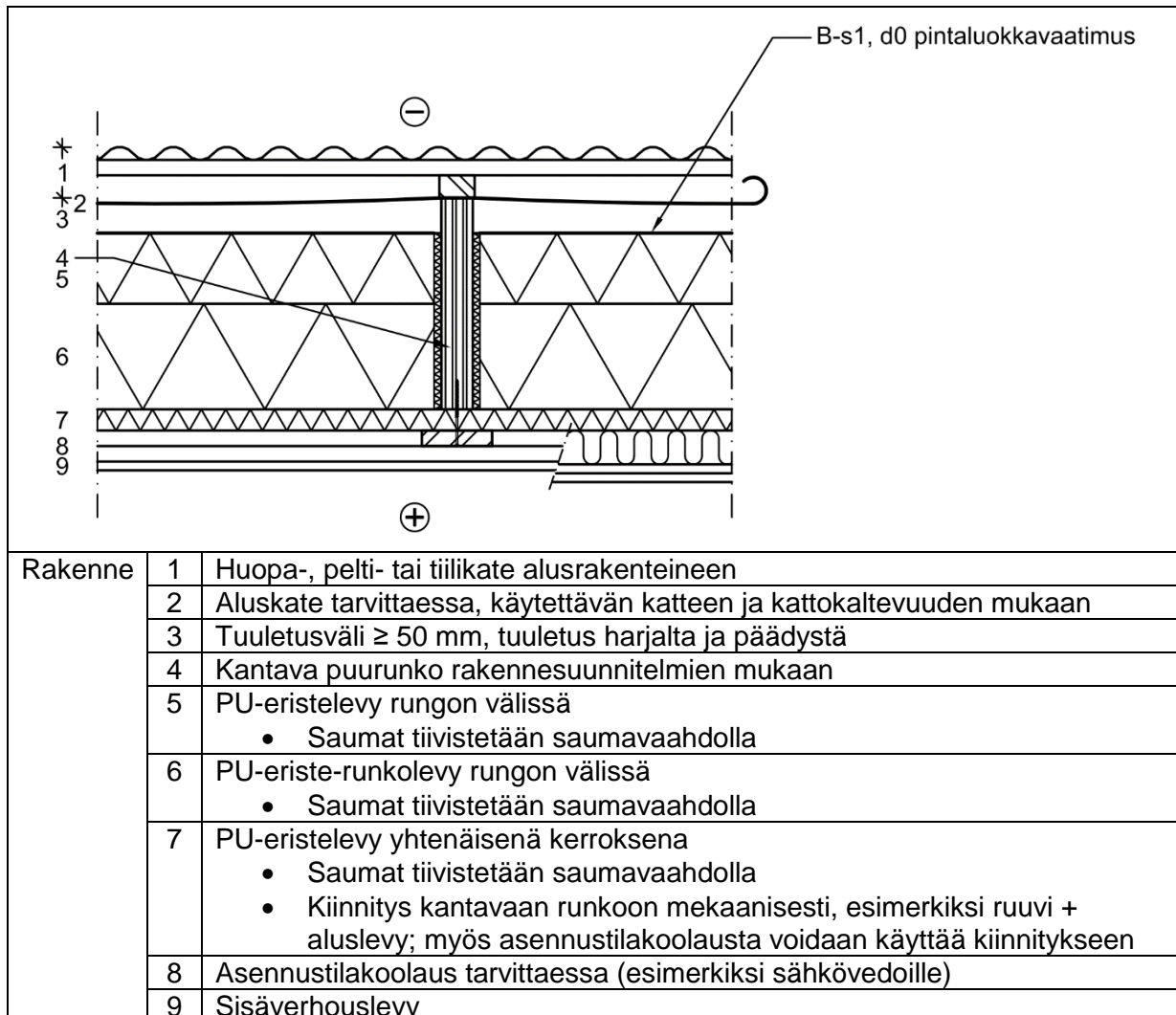
- kahdella 15 mm paksuisella palonsuojakipsilevyllä
- kahdella 12 mm paksuisella kuitusementtilevyllä

30 minuutin suojaus voidaan saavuttaa esimerkiksi

- kahdella 13 mm paksuisella normaalilla kipsilevyllä

- yhdellä 15 mm paksuisella palonsuojakipsilevyllä
 - yhdellä 12 mm paksuisella kuitusementtilevyllä
- 10 minuutin suojaus voidaan saavuttaa esimerkiksi
- yhdellä 13 mm paksuisella normaalilla kipsilevyllä
- Suojauksessa edellytetään käytettävän vaatimukset täyttäviä luokiteltuja tuotteita.

A4. Jyrkkä yläpohjarakenne, puurunko, palkkikattorakenne



Kuva A4. Esimerkki jyrkästä yläpohjarakenteesta, jossa on kantava puurunko; palkkikattorakenne. Lähde: Kingspan Insulation Oy [23, T-YP-4.0].

Paloturvallisuusvaatimukset yläpuolisen ja alapuolisen palon suhteen täytetään seuraavasti:

Yläpuolinen palo: Katteen ja sen alustan tulee täyttää luokkavaatimus $B_{ROOF}(t2)$.

Huom. 1: 1.1.2018 voimaan tulleen asetuksen perustelumuiiston mukaan yläpohjan kantaviin rakenteisiin sovelletaan seuraavaa: Katteen alapuolella oleva yläpohjarakenne mitoitetaan myös yläpuolista paloa vastaan saman luokkavaatimuksen mukaan kuin alapuolista paloa vastaan.

Huom. 2: PU-eristelevy ei tässä rakenteessa ole katteen alusta. PU-eristelevyn tuuletusvälin puoleisen pinnan tulee RakMK:n osan E1 mukaan täyttää luokkavaatimus B-s1, d0. 1.1.2018 voimaan tulleen asetuksen ja sen perustelumuiiston mukaan P1- ja P2-paloluokan rakennuksissa yläpohjan ontelon sisäpintojen tulee olla

- vähintään D-s2, d2 -luokkaa (ja vähäisessä määrin (palo-kuormaltaan) voidaan käyttää E-luokan tarvikkeita (kuten aluskate)), jos yläpohjan ontelot on osastoitu alapuolisesta tilasta;

- vähintään B-s1, d0 -luokkaa (ja vähäisessä määrin (korkeintaan 20 % pinnoista) voidaan kuitenkin käyttää myös D-s2, d2 -luokan tarvikkeita), jos yläpohjan onteloita ei ole osastoitu alapuolisesta tilasta.

Alapuolinen palo: Yläpohjarakenne suojataan alapuolista paloa vastaan levytyksellä, esimerkiksi kipsilevyllä tai kuitusementtilevyllä. Levytykset valitaan hallin käyttötarkoituksen mukaan. RakMK:n osan E1 mukaisesti P1-paloluokan rakennukseen vaaditaan 60 minuutin suojaus ja P2-paloluokan rakennukseen 30 minuutin suojaus.

Huom. 3: 1.1.2018 voimaan tulleessa ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten paloturvallisuudesta suojausaikavaatimukset ovat E1:n vaatimuksia lievemmat: P1-paloluokan rakennuksessa 30 minuuttia ja P2-paloluokan rakennuksessa 10 minuuttia.

60 minuutin suojaus voidaan saavuttaa esimerkiksi

- kahdella 15 mm paksuisella palonsuojakipsilevyllä
- kahdella 12 mm paksuisella kuitusementtilevyllä

30 minuutin suojaus voidaan saavuttaa esimerkiksi

- kahdella 13 mm paksuisella normaalilla kipsilevyllä
- yhdellä 15 mm paksuisella palonsuojakipsilevyllä
- yhdellä 12 mm paksuisella kuitusementtilevyllä

10 minuutin suojaus voidaan saavuttaa esimerkiksi

- yhdellä 13 mm paksuisella normaalilla kipsilevyllä

Suojauksessa edellytetään käytettävän vaatimukset täyttäviä luokiteltuja tuotteita.