

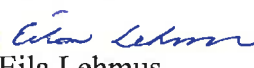




Palon leviämistä estävät räystät

Kirjoittaja: Esko Mikkola

Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi Palon leviämistä estävät räystäät		
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot Finnish Wood Research Oy Kimmo Järvinen Unioninkatu 14 00130 Helsinki	Asiakkaan viite Sähköposti 18.5.2012, Kimmo Järvinen	
Projektin nimi Palon leviämistä estävät räystäsrakenteet	Projektin numero/lyhytnimi 79662/Paloräystäät	
Raportin laatija(t) Esko Mikkola	Sivujen/liitesivujen lukumäärä 12/-	
Avainsanat	Raportin numero VTT-R-06706-12	
Tiivistelmä <p>Tämä raportti sisältää arvioinnin räystäiden vaikutuksesta palon leviämiseen ja seurausvaikutuksiin silloin kun julkisivussa käytetään D-s2, d2 -luokan puutuotteita tai B-s1/s2, d0 -luokan tuotteita enintään 8-kerroksisissa P1- ja P2-luokan rakennuksissa. Arvioinnissa otetaan huomioon palorasitukset eri julkisivuverhouksille pintakerrosluokan mukaan ja vaatimusten mukainen automaattisten sammutuslaitteiden käyttö eri rakennustyypeille.</p> <p>Palorasituksista seuraavien räystään suojaustarpeiden pohjalta esitetään täysin suljetun räystään sijasta käytettäviä ratkaisuja suojaukseen sekä suojauksen kompensoinnin ehtoja seuraavasti: Tuulettuva räystäs, tuuletus julkisivun tuuletusraosta, palopeltien ja sulkeutuvien venttiilien käyttö ja räystään vaatimuksen kompensointi yläpohjan vaatimuksilla (tapauskohtainen soveltaminen).</p>		
Luottamuksellisuus	Julkinen	
Espoo 8.10.2012 Laatija  Esko Mikkola Johtava tutkija	Tarkastaja  Tuula Hakkarainen Erikoistutkija	Hyväksyjä  Eila Lehmus Teknologiapäällikkö
VTT:n yhteystiedot Johtava tutkija Esko Mikkola, PL 1000, 02044 VTT, esko.mikkola@vtt.fi		
Jakelu (asiakkaat ja VTT) Finnish Wood Research Oy VTT, Arkisto		
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.		

Sisällysluettelo

1	Tehtävä	3
2	Julkisivumateriaalien ja räystäiden vaikutus palon leviämiseen.....	3
2.1	Puujulkisivun vaikutus palorasitukseen.....	3
2.1.1	Ulkopuolisen palon puujulkisivukokeet.....	3
2.1.2	Lieskahtaneen palon puujulkisivukokeet.....	5
2.1.3	Puujulkisivun merkitys palon leviämiselle P1-luokan rakennuksessa ..	6
2.1.4	Yhteenveto puujulkisivun vaikutuksesta palorasitukseen.....	7
2.2	Räystäiden vaikutus palon leviämiseen	7
3	Räystään ja yläpohjan suojauksen menetelmiä.....	8
3.1	Tuulettuva räystääs.....	8
3.2	Räystääs suljettu - tuuletus julkisivun tuuletusraosta	10
3.3	Palopeltien ja sulkeutuvien venttiilien käyttö räystäällä.....	10
3.4	Räystään vaatimuksen kompensointi yläpohjan vaatimuksilla	10
4	Yhteenveto	11
	Lähdeluettelo	12

1 Tehtävä

Tehtävänä on arvioida räystäiden vaikutusta palon leviämiseen ja seurausvaikutuksiin silloin kun julkisivussa käytetään D-s2, d2 -luokan puutuotteita tai B-s1/s2, d0 -luokan tuotteita enintään 8-kerroksisissa P1- ja P2-luokan rakennuksissa. Arvioinnissa otetaan huomioon palorasitukset eri julkisivuverhouksille pintakerrosluokan mukaan ja vaatimusten mukainen automaattisten sammutuslaitteiden käyttö eri rakennustyypeille.

Palorasituksista seuraavien räystään suojaustarpeiden pohjalta esitetään mahdollisuuksia suojaukseen ja suojauksen kompensointiin seuraavien ratkaisujen osalta:

- Tuulettuva räystäs
- Tuuletus julkisivun tuuletusraosta
- Palopeltien ja sulkeutuvien venttiilien käyttö
- Räystään vaatimuksen kompensointi yläpohjan vaatimuksilla (tapauskohtainen soveltaminen).

2 Julkisivumateriaalien ja räystäiden vaikutus palon leviämiseen

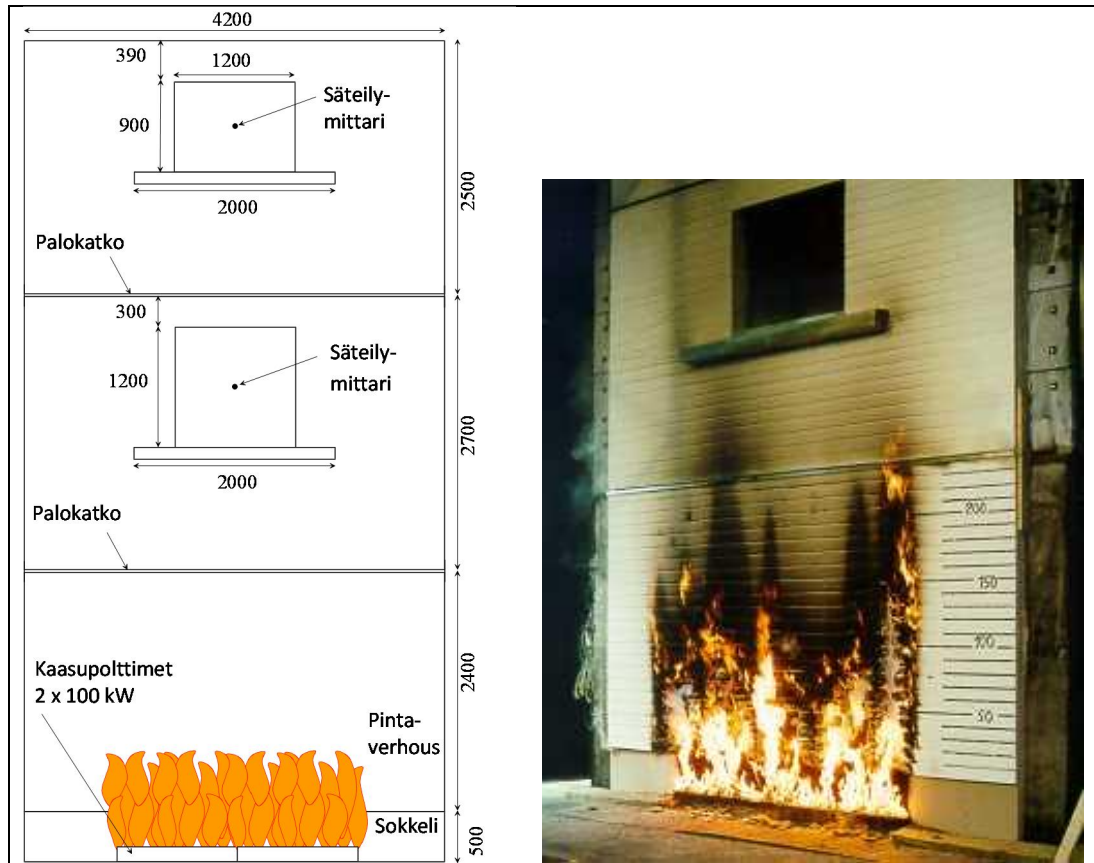
2.1 Puujulkisivun vaikutus palorasitukseen

Puujulkisivun vaikutusta palorasitukseen voidaan arvioida VTT:llä suoritettujen puujulkisivukoesarjojen perusteella, joiden koejärjestelyt ja tulokset esitellään lyhyesti alla. Tarkemmat tiedot koesarjoista löytyvät lähdeviitteistä [1,2,3] ja puujulkisivujen toiminnallisen tarkastelun osalta lähdeviitteestä [4].

2.1.1 Ulkopuolisen palon puujulkisivukokeet

Koejärjestelyjen suunnitteluperusteena oli tilanne, jossa puujulkisivun pinta syttyy rakennuksen ulkopuolella olevan suhteellisen pienen sytytyslähteen (esim. roskakasan tai rakennusjätteen) vaikutuksesta. Rakennuksen huoneistojen oletettiin olevan sprinklattuja, jolloin huonepalo sammuu alkuvaiheessa. Huonepalon lieskahduksen aiheuttamaa suurta palorasitusta ei julkisivuun siis kohdistu.

Koesarjassa testattiin kuusi erilaista julkisivurakennetta. Koekappaleista viisi oli kaksikerroksisia ja yksi kolmikerroksinen. Koejärjestelyt ja koekappaleet esitellään kuvassa 1 ja taulukossa 1.



Kuva 1. Koejärjestelyt ulkopuolisen palon puujulkisivukokeissa.

Kokeiden aikana mitattiin ikkunoiden keskipisteeseen kohdistuvaa lämpösäteilyn intensiteettiä sekä lämpötiloja koekappaleen pinnalla ja tuuletusraossa. Lisäksi havainnointiin koekappaleen syttymisaika ja liekkirintaman eteneminen julkisivun etupinnalla.

Taulukkoon 2 on koottu liekinleviämishavainnot ja lämpösäteilyn intensiteetin maksimiarvot esiintymisaikoinen. Säteilymittarit sijaitsivat ikkuna-aukon keskellä toisessa kerroksessa 4,2 metrin ja kolmannessa kerroksessa 6,8 metrin korkeudella pintaverhouksen alareunasta.

Taulukko 1. Koekappaleet ulkopuolisen palon puujulkisivukokeissa.

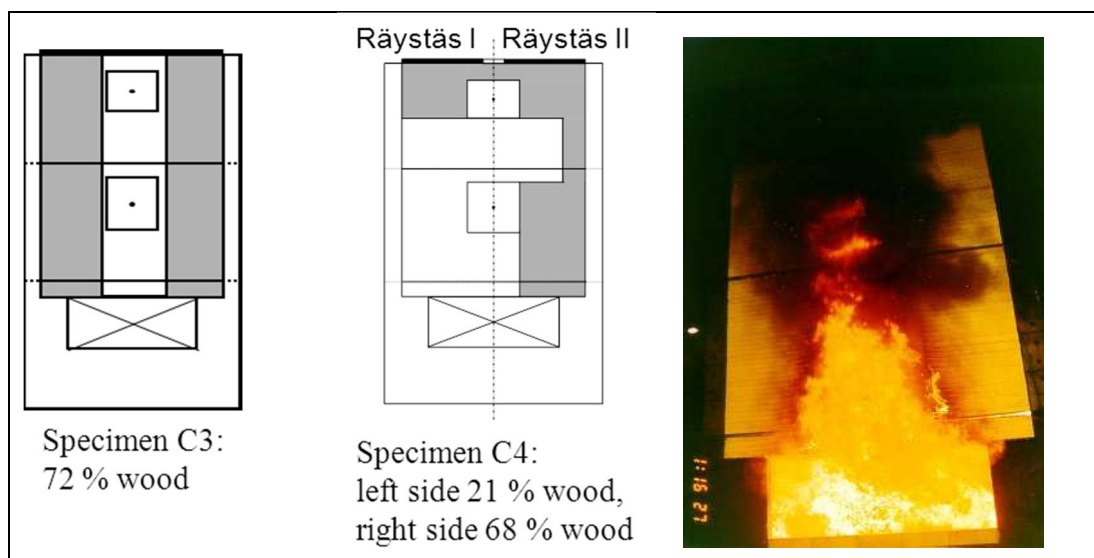
Nro	Pinta- materiaali	Paksuus (mm)	Pinta- käsittely	Profiili	Kerros- luku
L1	kuusipaneeli	18	maalattu	tasainen	2
L2	kuusipaneeli	18	palosuojattu ja maalattu	tasainen	2
L3	kuusipaneeli	18	maalattu	200 mm uloke kerrosrajalla	2
L4	kuusipaneeli	18	maalattu	200 mm ulokkeet ikkunoiden alla, pituus 2000 mm	3
L5	kuusipaneeli	18	maalattu	200 mm uloke kerros- rajalla, sisänurkka (seinien leveydet 4,2 m ja 2,4 m)	2
L6	vaneri	12	maalattu	tasainen	2

Taulukko 2. Liekinleviämishavaintoja (ajat min:sek) ja lämpösäteilymaksimit (ikkuna-aukon keskellä) ulkopuolisen palon puujulkisivukokeissa.

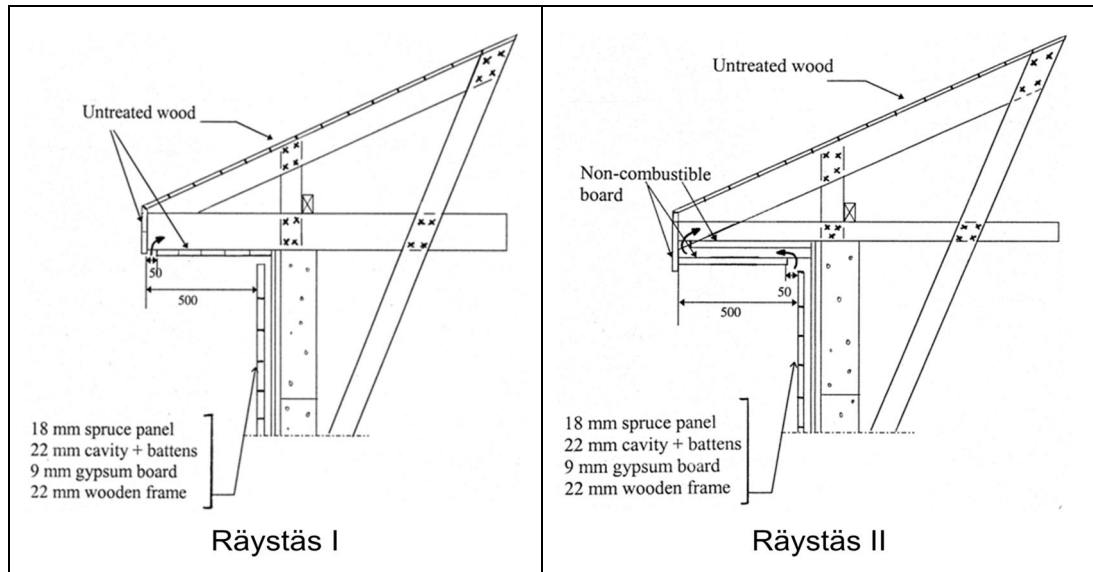
Nro	Liekinleviäminen					Lämpösäteily		Sammutus
	2. krs, alareuna	2. krs, ikkunan alareuna	3. krs	3. krs, ikkunan alareuna	Koe-kappaleen yläreuna	Maksimi (kW/m ²)	Ajankohta	
L1	11:15	14:55	–	–	40:00	7	35	46:00
L2	34:10	ei	–	–	ei	3	29	47:00
L3	ei	ei	–	–	ei	4	17	35:45
L4	20:20	32:00	45:20	52:30	63:10	2. krs: 4 3. krs: 8	65	65:00
L5	ei	ei	–	–	ei	4	32	40:00
L6	9:50	11:40	–	–	51:50	5	47	60:00

2.1.2 Lieskahtaneen palon puujulkisivukokeet

Lieskahtanutta huoneistopaloa kuvaavaan koesarjaan kuului 5 koetta, joissa julkisivun pinta-alasta oli 21 - 76 % kuusipaneelia (ks. Kuva 2). Yhdessä kokeessa oli kaksi erilaista puuräystäsratkaisua (Kuva 3) ja yhdessä kokeessa oli asennettu 400 mm uloke palotilan aukon yläpuolelle. Palokatkoja oli sijoitettu kerrosrajoille ja palotilan aukon koko oli 1200 mm x 3000 mm (4 koetta) tai 1200 mm x 1200 mm (1 koe).



Kuva 2. Koejärjestelyt lieskahtaneen palon puujulkisivukokeissa.



Kuva 3. Räystäästyypit kuvan 2 kokeissa.

Lieskahtaneen huoneistopalon julkisivukokeista saatiin seuraavia tuloksia:

- 400 mm uloke palotilan yläpuolella viivästi puujulkisivun syttymistä vain n. 3 minuutilla.
- Lämpösäteilymaksimit ylempien kerrosten ikkunoiden kohdalla:
 - 1. krs palotilan yläpuolella: 100 - 110 kW/m² (vrt. 70 kW/m² palamattomalla julkisivulla).
 - 2. krs palotilan yläpuolella: 37 kW/m² kun julkisivussa puuta 72 %, muissa kokeissa n. 15 kW/m².
- Palotilan aukon vaikutus: kapealla aukolla lieskahdus viivästyi ja lämpötila- ja lämpösäteilyarvot olivat alempia.
- Räystäät:
 - Julkisivun pinta syttyi räystäiden alapuolella n. 4 min kuluttua lieskahduksesta. Liekit levisivät tuuletusraossa räystäiden tasolle ja sitä kautta julkisivun yläosaan.
 - ”Ullakko” räystään I yläpuolella syttyi n. 4 min myöhemmin.
 - Räystään II (Kuva 3) palamattomat levyt viivästyivät palon leviämistä ”ullakolle” n. 2,5 min verrattuna räystääseen I.

2.1.3 Puujulkisivun merkitys palon leviämiselle P1-luokan rakennuksessa

Puujulkisivun vaikutusta P1-luokan betonirunkoisen asuinkerrostalon paloturvallisuuteen on tutkittu Puun käyttö korjausrakentamisessa -projektissa ja tulokset on julkaistu VTT Tiedotteita -sarjassa [4]. Tutkimuksessa tarkasteltiin puujulkisivujen käyttöä korjausrakentamisessa perustuen riskien suuruuden arviointiin. Riskianalyysi tehtiin palotilanteille, joissa palo pääsee julkisivulle. Näitä ovat lieskahtaneet huoneistopalot, jotka rikkovat palotilan ikkunat, parvekepalot sekä ulkoiset syttymät rakennuksen seinustalla. Palokunnan sammutus- ja pelastustoiminta otettiin huomioon käyttämällä ajasta riippuvaa tapahtumapuumallia. Esimerkkikohteena oli Helsingissä sijaitseva betonirunkoinen sprinklaamaton 3–4-kerroksinen P1-luokan lähiökerrostalo, johon asennettiin korjausrakentamisen yhteydessä puinen julkisivuverhous vanhan

julkisivun päälle. Tulosten yleistyksessä tarkasteltiin esimerkkikohteen erityispiirteiden vaikutusta riskitarkasteluun ja sen johtopäätöksiin. Johtopäätöksenä oli, että esimerkkikohteen tulokset ovat yleistettävissä vastaavan tyyppisiin 1960- ja 1970-luvuilla rakennettuihin betonirunkoisiin P1-paloluokan lähiökerrostaloihin, joiden kerrosluku ei poikkea merkittävästi tarkastellusta kohteesta.

Palotilanteista, joissa palo pääsee julkisivulle, suurimman palorasituksen julkisivuun aiheuttaa lieskahtanut huoneistopalo. Tutkimuksen tuloksena todettiin seuraavaa palon leviämisestä räystäälle ja yläpohjan onteloon:

- Ulkoisen syttymän tai pari kerrosta räystästä alempana olevan huonepalon aiheuttama palon leviäminen julkisivua pitkin yläpohjan onteloon hidastuu julkisivun tuuletusraon palokatkoja käyttämällä.
- Ylimpien kerrosten lieskahtaneen huonepalon liekit yltävät räystäälle riippumatta julkisivun materiaalista. Eteneminen yläpohjan onteloon voidaan estää tiiviillä räystäällä ja yläpohjan ontelon osastointi vähentää vaurioiden laajuutta ja helpottaa palokunnan sammutustoimenpiteitä.

2.1.4 Yhteenveto puujulkisivun vaikutuksesta palorasitukseen

Käytettäessä D-s2, d2 -luokan puutuotteita tai B-s1/s2, d0 -luokan tuotteita enintään 8-kerroksisen P1- tai P2-luokan rakennuksen julkisivussa voidaan räystäälle aiheutuvaa palorasitusta arvioida seuraavasti:

Sprinklattu rakennus

Tässä tapauksessa palo alkaa ulkopuolisesta sytytyslähteestä (ei lieskahtavaa huonepaloa). Palorasitus julkisivulla on oleellisesti pienempi kuin lieskahtaneen palon tapauksessa. Kun käytetään D-s2, d2 -luokan puutuotteita julkisivun pintana palo leviää lähinnä liekkikontaktin kautta, koska lämpösäteily on varsin pieni (alle 10 kW/m^2 yli 0,5 metrin etäisyydellä palavasta alueesta ja arviolta korkeintaan 20 kW/m^2 liekin juuressa). Palon leviäminen julkisivun pinnalla yhden kerroskorkeuden verran kestää 10 – 15 minuuttia.

Käytettäessä B-s1/s2, d0 -luokan tuotteita julkisivun pintana ulkopuolinen palo ei käytännössä leviä juuri lainkaan.

Sprinklaamaton rakennus

Lieskahtanut huoneistopalo voi aiheuttaa seuraavat palorasitukset julkisivulle ja räystäälle (jos palo ylimmissä kerroksissa):

- D-s2, d2 -luokan julkisivu: Palorasitus maksimissaan noin 100 kW/m^2
- B-s1/s2, d0 -luokan julkisivu: Palorasitus maksimissaan noin 70 kW/m^2 .

2.2 Räystäiden vaikutus palon leviämiseen

Räystäiden vastetta ja seurausvaikutuksia erilaisiin julkisivupaloihin voidaan kuvata seuraavasti P1- ja P2-luokan rakennuksissa:

Sprinklattu rakennus (ei lieskahtanutta huonepaloa), palo alkanut ulkopuolisesta sytytyslähteestä

- D-s2, d2 -luokan julkisivu (leviää liekkikontaktilla, lämpösäteily $< 20 \text{ kW/m}^2$)

- Suljettu räystäs (EI 30 tai vastaava): Palo ei leviä ullakon onteloon alle 30 minuutissa. Tämän jälkeen vesikattorakenteet voivat syttyä ja yläpohja sortua/osastoivuus pettää (aika riippuu rakenteesta).
- Avoin räystäs: Räystään rakenne (esim. avoin ala- vai yläpuolelta) vaikuttaa palon leviämiseen ullakon onteloon ja siten aikaan, jolloin vesikattorakenteet voivat syttyä ja yläpohja sortua/osastoivuus pettää.
- B-s1/s2, d0 -luokan julkisivu - avoin räystäs: Palon leviämisen todennäköisyys ullakon onteloon on hyvin pieni.

Sprinklaamaton rakennus - lieskahtanut huonepalo

- D-s2, d2 -luokan julkisivu - maksimipalorasitus noin 100 kW/m²
 - Suljettu räystäs (EI 30 tai vastaava): Palo ei leviä ullakon onteloon alle 30 minuutissa. Tämän jälkeen vesikattorakenteet voivat syttyä ja yläpohja sortua/osastoivuus pettää (aika riippuu rakenteesta).
 - Avoin räystäs: Palo voi levitä ullakon onteloon välittömästi (räystään rakenne vaikuttaa leviämisen viiveeseen). Tämän jälkeen vesikattorakenteet voivat syttyä ja yläpohja sortua/osastoivuus pettää (aika riippuu rakenteesta).
- B-s1/s2, d0 -luokan julkisivu – räystäs avoin: Palo voi levitä ullakon onteloon välittömästi, koska palorasitus noin 70 kW/m² (räystään rakenne vaikuttaa leviämisen viiveeseen). Tämän jälkeen vesikattorakenteet voivat syttyä ja yläpohja sortua/osastoivuus pettää (aika riippuu rakenteesta).

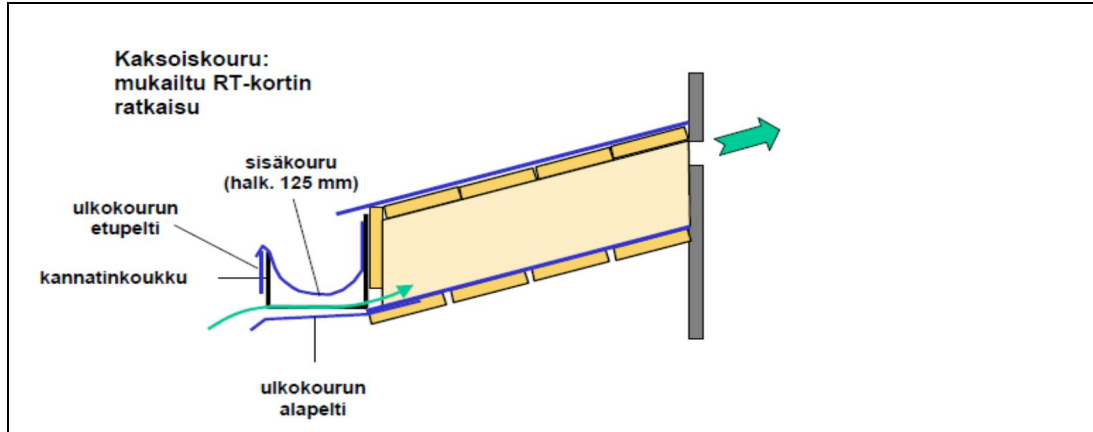
3 Räystään ja yläpohjan suojauksen menetelmiä

Räystään suojaustarpeet riippuvat siitä millainen palorasitus räystääseen kohdistuu, eli onko rakennus sprinklattu vai ei. Seuraavassa esitetään ratkaisuja ja perusteita räystäiden ja niihin liittyvän tuuletuksen sekä kompensoivien tekijöiden käytölle enintään 8-kerroksisissa P1- ja P2-luokan rakennuksissa.

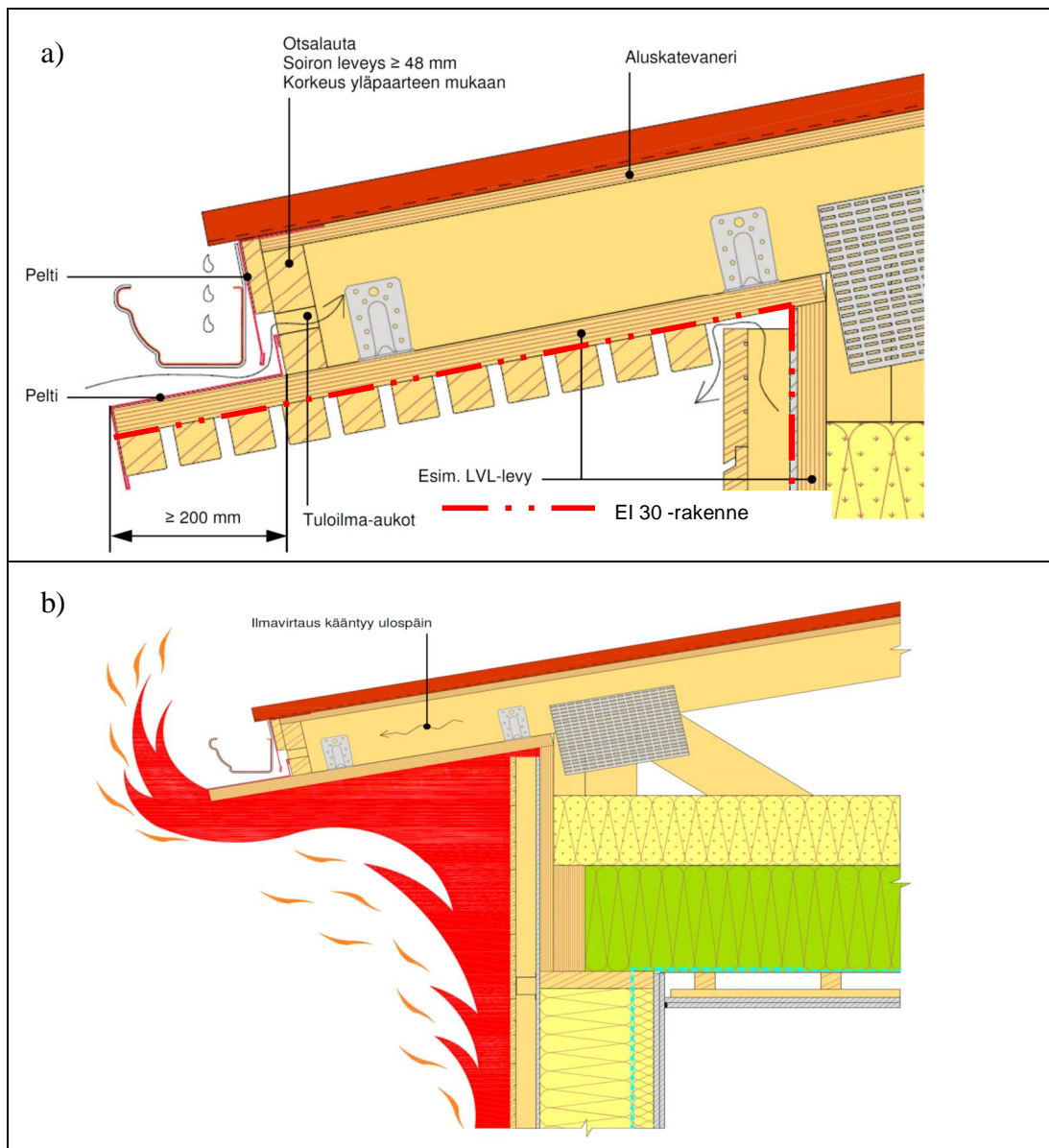
3.1 Tuulettuva räystäs

Aiemman on tutkittu mahdollisuuksia hidastaa palon leviämistä tuulettuvan räystään kautta ullakon onteloon [5]. Tuloksena päädyttiin ratkaisuun (Kuva 4), jonka todettiin hidastavan palon leviämistä onteloon noin 10 minuutilla. Kuumat kaasut eivät kulkeutuneet räystään läpi, vaan savu- ja palokaasut ohjautuivat tuuletusraosta ulos virtauksen kehittämän ulospäin suuntautuvan imun vuoksi. Tuossa tutkimuksessa käytetty palorasitus räystään alapinnalla oli puun syttymisaikojen perusteella noin 30 kW/m², eli selvästi ankarampi kuin edellä todettu sprinklatun rakennuksen puujulkisivun aiheuttama palorasitus (lämpösäteily < 20 kW/m²). On myös huomattava, että kokeissa käytetty peltisuojaus räystään alapinnan puuverhouksen yläpuolella (Kuva 4) ei juurikaan hidasta lämmönsiirtoa (estää vain kaasuvirtauksen).

Edellä kuvatun paloa hidastan räystäsratkaisun pohjalta on kehitetty eräs tuulettuva räystäsratkaisu (Kuva 5), jossa räystään alapintana on EI 30-vaatimuksen täyttävä suojaava rakenne. Tämän tyyppisellä ratkaisulla palon leviämisen julkisivusta ullakon onteloon voidaan olettaa estyvän vähintään 30 minuutin ajan sprinklatun rakennuksen puujulkisivun aiheuttaman palon olosuhteissa.



Kuva 4. Palon leviämistä hidastavan ja normaaliolosuhteissa tuulettuvan räystäään periaate [5].



Kuva 5. Eräs ratkaisumalli tuulettuvasta räystäästä: a) periaate ilman sisäänotosta alapuolelta EI 30 suojatulla räystäällä ja b) ilmavirtauksen kääntymisen ulospäin palotilanteessa. Lähde: Puiinfo, Tekninen tiedote 14.6.2012, Paloräystä.

3.2 Räystäs suljettu - tuuletus julkisivun tuuletusraosta

Rakentamismääräyskokoelman osan E1 taulukon 8.3.4 huomautuksen 2) tarkoittamissa rakennuksissa EI 30 -vaatimuksen täyttävän ja täysin suljetun räystään tapauksessa ullakon ontelon tuuletuksen korvausilma voidaan ottaa julkisivun tuuletusraosta. Tämä on perusteltua seuraavin oletuksin ja ehdoin: Palon leviäminen tuuletusraossa on rajoitettu vähintään kerroksittain ja palorasitus tuuletusraossa on ulkoisen syttymän aiheuttamaa julkisivupinnan paloakin vähäisempi. D-s2, d2 -luokan julkisivuverhouksen tulee olla yhtenäinen ja paksuuden sellainen, että se vastaa EI 30 tai K₂ 30 rakennetta ja tuuletusaukkoihin tulee asentaa metallinen suojaverkko estämään pienten liekkien ja kipinöiden pääsy ullakon onteloon.

3.3 Palopeltien ja sulkeutuvien venttiilien käyttö räystäällä

Standardin SFS-EN 1363-1 (Palonkestävyytestetit. Osa 1: Yleiset vaatimukset) mukaan testattaessa koeuunin painetta ohjataan siten, että 5 minuutin kuluttua kokeen alkamisesta testattavalle rakennusosalle määritelty paine-ero toteutuu. Siten palopeltien ja sulkeutuvien venttiilien käytön ongelmana on tuuletusilmavirtauksen välittömän sulkeutumisen varmistaminen palotilanteessa, jotta pistoliekit ja kipinät eivät levitä paloa ullakon onteloon. Ongelman ratkaisemiseksi standardisointityö liittyen mahdolliseen uunikokeen paineen ohjauksen määrittelyyn ensimmäisten minuuttien aikana on alkanut CEN:ssä (CEN TC127 WG1 TG9).

Erilaisten suljetulle räystäälle sijoitettujen venttiilien EI 30 -vaatimuksen toteutuminen siten, että palo ei leviä venttiilistä (joka on normaalitilanteessa avoin) ullakon onteloon, voidaan ennen uuden CEN standardin valmistumista varmistaa seuraavilla tavoilla:

- laitteen testaustulos on EI 30 -luokan vaatimukset täyttävä kokeen alusta alkaen ja tarvittaessa soveltuvalla tavalla on osoitettu, että tulipalon alkutilannetta vastaavat liekit eivät levitä paloa laitteen läpi, tai
- laitteen testaustulos on EI 30 -luokan vaatimukset täyttävä ja lisäksi laite asennetaan siten, että ullakon ontelon puolella laitteeseen liittyvät pinnat ovat vähintään B-s1, d0-luokan materiaalia vähintään yhden metrin etäisyydellä laitteesta (toteutuksena esim. laitteeseen liitetty metallinen kanava).

3.4 Räystään vaatimuksen kompensointi yläpohjan vaatimuksilla

Rakentamismääräyskokoelman osan E1 kohdan 1.3.2 mukaan vaatimuksen täytyminen voidaan todentaa tapauskohtaisesti oletettuun palonkehitykseen perustuen. Siten EI 30 -räystäsvaatimus on mahdollista korvata muilla vaatimuksilla E1:n taulukon 8.3.4 huomautuksen 2) tarkoittamissa P1- ja P2-luokan rakennuksissa tapauskohtaisissa tarkasteluissa kun otetaan huomioon räystään, vesikaton ja yläpohjan kokonaisuus paloturvallisuuden kannalta. Tällaisen menettelyn perusteena voidaan käyttää seuraavaa:

- Ullakon ontelossa ei ole sprinklausta, mutta palorasituksen voidaan olettaa olevan julkisivuja vastaavasti oleellisesti pienemmän kuin rakennuksen sisällä

- Palokuorman määrä on oleellisesti pienempi kuin rakennuksen sisällä, joten palorasituksen energiasisällön voidaan olettaa olevan alle puolet huonetilan vastaavasta energiasta (käyttöullakot pois lukien)

Edellä esitetyn oletetun palorasituksen tapauksessa yläpohjan tulee täyttää seuraava vaatimus silloin, kun räystäs ei ole EI 30 vaatimuksen mukainen:

- Kun P2-luokan rakennuksen yläpohja on tehty tarvikkeista, jotka eivät ole vähintään A2-s1, d0 -luokkaa, tulee ullakon ontelon alapinta varustaa vähintään K₂ 30-luokan suojaverhouksella, joka on tehty vähintään B-s1, d0 -tarvikkeista.

4 Yhteenveto

Räystäiden vastetta ja seurausvaikutuksia erilaisiin julkisivupaloihin voidaan kuvata seuraavasti **sprinklatussa P1- tai P2-luokan rakennuksessa** (ei lieskahtanutta huonepaloa):

- D-s2, d2 -luokan julkisivu ja suljettu räystäs (EI 30 tai vastaava): Palo ei leviä ullakon onteloon alle 30 minuutissa. Vesikattorakenteen ja yläpohjan sortuminen sekä osastoivuuden pettäminen riippuu tämän jälkeen rakenteista. Avoimen räystään tapauksessa palon leviäminen ullakon onteloon voi alkaa heti tai viiveellä räystään rakenteesta riippuen.
- B-s1/s2, d0 -luokan julkisivu ja avoin räystäs: Palon leviämisen todennäköisyys ullakon onteloon on hyvin pieni.

Sprinklaamattomassa P1- tai P2-luokan rakennuksessa (lieskahtanut huonepalo) vaikutukset ovat seuraavat:

- D-s2, d2 -luokan julkisivu ja suljettu räystäs (EI 30 tai vastaava): Palo ei leviä ullakon onteloon alle 30 minuutissa. Vesikattorakenteen ja yläpohjan sortuminen sekä osastoivuuden pettäminen riippuu tämän jälkeen rakenteista. Avoimen räystään tapauksessa palon leviäminen ullakon onteloon voi alkaa välittömästi (räystään rakenne voi hidastaa leviämistä).
- B-s1/s2, d0 -luokan julkisivu ja avoin räystäs: Palo voi levitä ullakon onteloon välittömästi (räystään rakenne voi hidastaa leviämistä).

Räystään ja yläpohjan suojauksen menetelminä täysin suljetun EI 30 räystään sijasta voidaan käyttää seuraavia ratkaisuja P1- tai P2-luokan rakennuksessa:

- Tuulettuva alapuolelta EI 30 suojattu räystäsratkaisu sprinklatun rakennuksen tapauksessa kuvan 5 periaatteiden mukaisesti
- Täysin suljetun räystään tapauksessa ullakon ontelon korvausilma voidaan ottaa julkisivun tuuletusraosta. Tällöin tulee D-s2, d2 -luokan julkisivuverhouksen olla yhtenäinen ja paksuuden sellainen, että se vastaa EI 30 tai K₂ 30 rakennetta ja tuuletusaukkoihin tulee asentaa metallinen suojaverkko estämään pienten liekkien ja kipinöiden pääsy ullakon onteloon.
- Suljetulle räystäälle sijoitetut venttiilit, kun niiden toiminta on varmistettu seuraavasti: Laite täyttää EI 30 -vaatimukset kokeen alusta alkaen ja tarvittaessa soveltuvalla tavalla on osoitettu, että tulipalon alkutilannetta vastaavat liekit eivät levitä paloa laitteen läpi tai laite asennetaan siten, että ullakon ontelon puolella laitteeseen liittyvät pinnat ovat vähintään B-s1, d0-luokan materiaalia vähintään yhden metrin etäisyydellä laitteesta.

- Tapauskohtainen oletettuun palonkehitykseen perustuva tarkastelu: EI 30 räystäsvaatimus voidaan korvata yläpohjaa koskevalla yläpuolisesta palosta seuraavalla vaatimuksella: Kun P2-luokan rakennuksen yläpohja on tehty tarvikkeista, jotka eivät ole vähintään A2-s1, d0 -luokkaa, ullakon ontelon alapinta tulee varustaa vähintään K₂ 30-luokan suojaverhouksella, joka on tehty vähintään B-s1, d0 -tarvikkeista.

Lähdeluettelo

1. Hakkarainen, T., Oksanen, T. & Mikkola, E. Puujulkisivujen paloturvallisuus sprinklatuissa kerrostaloissa. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, 1996. 29 s. + liitt. 16 s. VTT Tiedotteita 1736. ISBN 951-38-4892-2.
2. Hakkarainen, T., Oksanen, T. & Mikkola, E. Fire behaviour of facades in multi-storey wood-framed houses. Espoo: Technical Research Centre of Finland, 1997. 42 s. + liitt. 16 s. (VTT Research Notes 1823.) ISBN 951-38-5098-6.
3. Hakkarainen, T. & Oksanen, T. Fire safety assessment of wooden facades. Fire and Materials, 2002. Vol. 26, s. 7–27.
4. Korhonen, T. & Hietaniemi, J. Puujulkisivujen paloturvallisuus lähiökerrostaloissa. Espoo: VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, 2004. 58 s. + liitt. 36 s. VTT Tiedotteita 2253.
5. Hietaniemi, Jukka, Hakkarainen, Tuula, Huhta, Jaakko, Jumppanen, Ulla-Maija, Kouhia, Ilpo, Vaari, Jukka & Weckman, Henry. Ontelotilojen paloturvallisuus. Ontelopalojen leviämisen katkaiseminen. Espoo 2003. 168 s. + liitt. 52 s. VTT Tiedotteita 2202.