

**PUUTUOTETEOLLISUUS RY
TUTKIMUSHANKE**

**LAUSUNTO PUURAKENTEISTEN
KATTOELEMENTTIEN ONTELOPALOJEN
POLTTOKOEISTA**

29.8.2025



REVISIOT

Revisio	Selitys	pvm.	suun./tark.

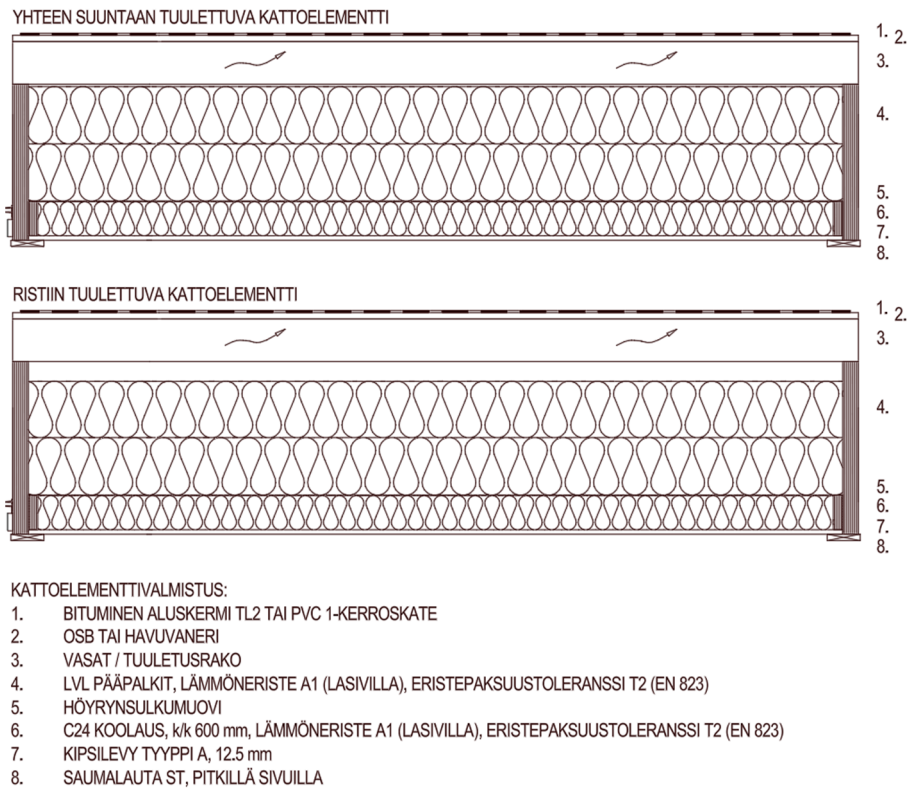
LAUSUNTO

Tämä lausunto käsittelee Puutuoteteollisuus ry:n tutkimushanketta puurakenteisten kattoelementtien ontelopaloista. Lausunto perustuu kattoelementeille tehtyihin polttokokeisiin [1] sekä niiden mittaustuloksille suoritettuihin jatkoanalyysihin [2].

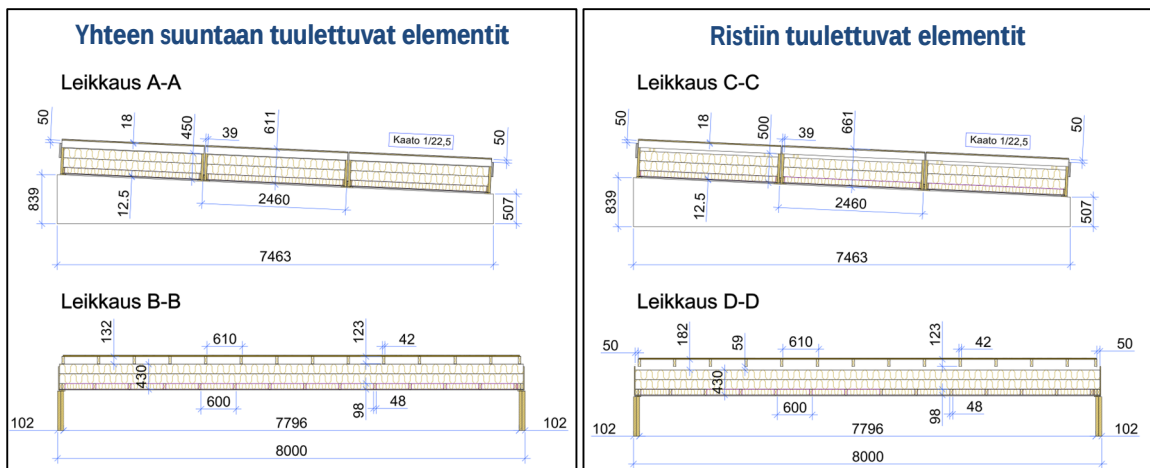
Puurakenteisten kattoelementtien palokäyttäytyminen on melko hyvin tunnettua ja suhteellisen helposti testattavissa polttokokeilla silloin, kun tulipalo vaikuttaa elementteihin niiden alapuolelta (eli rakennuksen sisäpuolelta). Suomen palomääräyksissä [3, 4, 5, 6] kuitenkin esitetään tiettyjä vaatimuksia myös kattoelementtien yläpuolelta tai elementtien ontelotilasta alkavien palojen seuraamusten hallintaan. Tällaisille ylhäältä alaspäin vaikuttaville tulipaloille ei kuitenkaan ole olemassa valmiita testistandardeja, eikä kyseisiä testejä edes ole fyysisesti mahdollista toteuttaa tällä hetkellä tutkimuslaboratorioissa käytössä olevissa polttokoeuuneissa, eteenkään kuormitettuna.

Näin ollen tässä Puutuoteteollisuus ry:n tutkimushankkeessa yläpuolisen palon ongelmaa tutkittiin suorittamalla suuren mittaluokan polttokokeet (koekappaleet noin 8 m × 8 m) ulkoilmatesteinä kuormitetuille kattoelementeille luonnollisissa, puurakenteisten kattoelementtien ontelotiloissa syttyissä, tulipaloissa. Kattoelementit tutkimushankkeeseen toimitti Lapwall Oy ja ne koepoltettiin yhteistyössä Kuopion Pelastusopiston kanssa Pelastusopiston harjoitusalueella. A-Insinöörit ja Tampereen yliopiston palolaboratorio olivat mukana suunnittelemassa polttokokeita ja valvomassa niiden suorittamista. Hanketta rahoitti Rakennustuotteiden Laatu Säätiö sr.

Tutkittaviksi rakenteiksi valittiin Lapwall Oy:n luokituksen REI30 (alhaalta ylöspäin) täyttävät kattoelementit, jotka koostuvat LVL-pääkannattajista, puukoolauksista, lasivillaeristeestä, alapuoleisesta tyypin A kipsilevytyksestä sekä yläpuoleisesta OSB-levytyksestä ja bitumikatteesta. Hankkeessa tutkittiin sekä yhteen suuntaan että ristiin tuulettuvia kattoelementtejä (Kuva 1 ja Kuva 2). Koepoltoissa testattiin vain tuuletusvälitilasta alkavia tulipaloja, mutta hankkeen tuloksia voidaan soveltaa myös vesikatteen yläpuolelta syttyviin tulipaloihin; ontelotilasta alkavien tulipalojen voidaan arvioida edustavan näistä kahdesta pahempaa tilannetta.



Kuva 1. Polttokokeissa olleet yhteen suuntaan tuulettuva kattoelementti ja ristiin tuulettuva kattoelementti. REI30 luokitus alhaalta ylöspäin vaikuttavaa paloa vastaan.



Kuva 2. Leikkaukset polttokokeissa olleista yhteen suuntaan tuulettuvien kattoelementtien ja ristiin tuulettuvien kattoelementtien koekappaleista.

Tutkimushankkeessa suoritettujen polttokokeiden [1] ja niiden mittaustuloksista tehtyjen jatkoanalyysien [2] perusteella tutkitut **puurakenteiset kattoelementit täyttävät REI30 luokan vaatimukset yläpohjan ontelossa tai vesikatteen yläpuolella syttyvää tulipaloa vastaan**. Tarkemmat analyysit ja laskelmat, joiden perusteella tähän johtopäätökseen on päädytty, on esitetty analyysiraportissa [2].

Hankkeen polttokokeista tehtyjä johtopäätöksiä voidaan soveltaa myös polttokokeista eroaville kattoelementtirakenteille (ks. Kuva 1 ja Kuva 2). Alla on listattu ohjeita puurakenteisten kattoelementtiyläpohjien suunnitteluun, joita noudattamalla em. johtopäätökset kattoelementtien palonkestoluokasta voidaan arvioida pysyvän edelleen voimassa yläpohjan ontelossa tai vesikatteen yläpuolella syttyvissä tulipaloissa:

- Kattoelementtien alimpia rakennekerroksia voidaan muuttaa (esim. muutoksen kipsilevyjen määrässä ja tyypissä sekä mahdolliset akustiikkavillat) ilman että se vaikuttaa ontelopolttokokeiden johtopäätöksiin, kunhan kyseiset kattoelementit edelleen täyttävät vähintään REI30 luokituksen alhaalta ylöspäin vaikuttavassa palossa. Mikäli kyseiset elementit täyttävät vain luokan REI15/R15/R0 alhaalta ylöspäin, eivät ontelopolttokokeiden johtopäätökset ole enää voimassa. Tehtyjen polttokokeiden tulosten perusteella voidaan kuitenkin arvioida, että nämäkin elementit täyttäisivät vähintään luokan REI15 ontelo- / yläpuolesta paloa vastaan.
- Polttokokeet suoritettiin 1-aukkoisena, mutta koerakenteiden kuormitus valittiin siten, että tutkittava rakenne vastaisi 3-aukkoista kattoelementtiä kuormitustilanteessa: omat painot + ripustus $0,5 \text{ kN/m}^2$ + lumikuorma maassa $3,0 \text{ kN/m}^2$ (eo. arvot ominaisarvoja, ennen eurokoodikertomuksia). Pääkannattajien aukkoisuutta ja elementtien kuormitusta voidaan muuttaa ilman että se vaikuttaa ontelopolttokokeiden johtopäätöksiin, kunhan seuraavassa kohdassa esitetyt vaatimukset LVL-pääkannattajien taivutusjännitykselle toteutuvat.
- LVL-pääkannattajien dimensioita ja jänneväliä sekä yläpohjan kuormituksia voidaan muuttaa ilman että se vaikuttaa ontelopolttokokeiden johtopäätöksiin, kunhan Eurokoodin sääntöjen mukaisesti laskettu palotilanteen taivutusjännitys $\sigma_{m,y,d,fi}$ pysyy alle arvon 10 MPa LVL-pääkannattajan alkuperäisellä (hiiltymättömällä) poikkileikkauksella laskettuna. Tämä raja-arvo on annettu pääkannattajan jänteen keskialueelle eli aukkomomenttia vastaavalle taivutusjännitykselle; moniaukkoisten elementtien keskituilla sallitaan suurempi eri suuntaan vaikuttava taivutusjännitys. LVL-pääkannattajan paksuuden tulee kuitenkin olla $\geq 39 \text{ mm}$, jotta hankkeen johtopäätökset pysyisivät voimassa.
- Lasivillaeriste voidaan vaihtaa kivivillaeristeeseen tai toiseen lasivillaeristeeseen ilman että se vaikuttaa ontelopolttokokeiden johtopäätöksiin, mutta jos lämmöneristeeksi vaihdetaan lasivillaa palo-ominaisuuksiltaan huonompi eristemateriaali (esim. PIR-eriste tai selluvilla) ei ontelopolttokokeiden johtopäätökset ole enää voimassa.
- Elementtien yläpinnan OSB-levyt voidaan vaihtaa vaneriksi ja bitumikermi voidaan vaihtaa PVC-katteenksi ilman että se vaikuttaa ontelopolttokokeiden johtopäätöksiin.
- Kummassakin polttokokeessa katteen päällä oli huomattava määrä ylimääräistä puupainoista muodostuvaa palokuormaa. Tätä palokuormaa oli kummassakin testissä noin 200 MJ/m^2 , joten katteen päällä saa olla korkeintaan tämän palokuorman verran palavasta materiaalista muodostuvia rakennelmia (esim. aurinkopaneeleita) ilman että ne vaikuttavat polttokokeiden johtopäätöksiin.
- Yläpinnan vasojen paksuus saa olla $\geq 42 \text{ mm}$ ja jako $\leq 610 \text{ mm}$ ilman että se vaikuttaa ontelopolttokokeiden johtopäätöksiin.
- Tuuletusvälin korkeuden takia yläpinnan vasojen korkeus saa olla kuitenkin vain $\leq 123 \text{ mm}$ ilman että se vaikuttaa ontelopolttokokeiden johtopäätöksiin.

Vastaavasti ristiin tuulettuvissa elementeissä vaskojen alapinnan ja villan yläpinnan välinen rako saa olla ≤ 60 mm (nimellinen raon korkeuden arvo), ilman että se vaikuttaa ontelopolttokokeiden johtopäätöksiin.

- Räystäillä kattoelementtien ontelotilaan johtavat tuuletusraot voivat olla korkeudeltaan ≤ 50 mm ilman että ne vaikuttavat ontelopolttokokeiden johtopäätöksiin.

Tämä lausunto ei suoraan ota kantaa missä kaikissa rakennuksissa edellä mainittu REI30 luokka on riittävä yläpohjan ontelossa tai vesikatteen yläpuolella syttyviä tulipaloja vastaan. Tutkimushankkeessa tutkittujen asioiden näkökulmasta oleellimmat paloasetusten [3,4,5,6] taulukkomitoituksen vaatimukset kattoelementeille voidaan kuitenkin tiivistää seuraavasti (tarkemmat selostukset esitetty analyysiraportissa [2]):

- Luokitukseen perustuvassa suunnittelussa kattoelementit mitoitetaan aina standardipalaa vastaan ja tämä mitoitus voidaan tehdä kokeellisesti, laskennallisesti tai näiden yhdistelmänä.
- Kattoelementtien kantavuusvaatimuksissa noudatetaan paloasetusten [3,4] Taulukkoa 3. Lukuun ottamatta paloluokkaa P3, jossa kantavuusvaatimusta ei ole, ellei yläpohjaan samalla kohdistu ulkoista osastoivuusvaatimusta (esim. tietyissä rakennuksen viereisen korkeamman osan tapauksissa).
- Kattoelementtien kantavuusvaatimus on luokaltaan sama sekä alhaalta ylöspäin vaikuttavissa tulipaloissa että ylhäältä alaspäin vaikuttavissa tulipaloissa (ks. perustelumuistion [5] §12). Lisäksi kantavuuden luokkavaatimus on vähintään sama kuin kyseiseltä yläpohjalta edellytetty osastointivaatimus.
- P1 ja P2-paloluokan rakennuksissa kattoelementeille tulee aina vaakatasoinen osastointivaatimus, sillä yläpohjan alapuoleiset tilat on aina osastoitava erilleen kattoelementin ontelotiloista, koska näissä onteloissa esiintyy runsaasti (yli 20 %) palosuojaamattomia puupintoja (ks. paloasetusten [3,4] Taulukko 7). Luokkavaatimus tälle osastoinnille on (ks. perustelumuistion [5] §20):
 - o Alapuolista paloa vastaan luokkavaatimus on alapuolisen tilan osastointivaatimus (ks. paloasetusten [3,4] Taulukon 6 kohta *yläpohja, jos osastoivuusvaatimus*).
 - o Yläpuolista paloa vastaan luokkavaatimus on em. alapuolisen tilan osastointivaatimus, kuitenkin jos palon leviäminen räystäältä yläpohjan onteloon on estetty EI 30-rakennusosaa vastaten ja yläpohjan ontelossa syttymisen vaara on tehokkaasti estetty, vaatimus on vähintään EI 30. Ellei sitten ulkoisesti kattoelementin yläpuolelta rakenteeseen kohdistu tätä luokkaa korkeampaa vaatimusta (esim. tietyissä rakennuksen viereisen korkeamman osan tapauksissa).

Näiden kohtien lisäksi paloasetuksissa [3, 4] ja perustelumuistiossa [5, 6] on myös muita puurakenteisia kattoelementtejä koskevia vaatimuksia (esim. vaatimukset katteelle sekä vaatimukset tuuletusvälin onteloiden osinjaon toteutukselle), mutta eo. tiivistyksessä on pyritty rajaamaan hankkeen tarkastelujen kannalta epäolennaisimmat asiat pois. Kattoelementtiyläpohjien suunnittelussa myös nämä vaatimukset tulee luonnollisesti ottaa huomioon.

Tampereella 29.8.2025

A-INSINÖÖRIT / PALOTEKNISEN SUUNNITTELUN YKSIKKÖ

Laatinut:

Timo Jokinen
DI, Rakennetekniikka
Johtava asiantuntija /
FISE V-Paloturvallisuussuunnittelija

Tarkastanut:

Päivi Myllylä
TkL, Rakennustekniikka
Suunnittelujohtaja /
FISE PV-Paloturvallisuussuunnittelija

Tarkastanut:

Risto Ranua
DI, Rakennetekniikka
Projektipäällikkö /
FISE V-Paloturvallisuussuunnittelija**KIRJALLISUUSLÄHTEET**

- [1] Pelastusopisto. 2025. Puutuoteteollisuus ry, Yhteen suuntaan- ja ristiin tuulettuvien puukattoelementtien polttokokeet. Diaarinumero 2025-28. Kuopio.
- [2] A-Insinöörit. 2025. Analyysi puurakenteisten kattoelementtien ontelopalojen polttokokeista.
- [3] Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, 848/2017
- [4] Ympäristöministeriö. 2020. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta, 927/2020
- [5] Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, 848/2017, perustelumuistio
- [6] Ympäristöministeriö. 2020. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta, 927/2020, perustelumuistio