

Tuhopuun käyttö rakennustuotteissa

TUHTO-hanke



Euroopan unionin
osarahoittama



Etelä-Savon
maakuntaliitto



Metsäkeskus



TUHTO

Tuhopuut hallintaan ja tuotteiksi



Hankkeen tavoitteet:

- Selvittää kirjanpainajan vaurioittaman kuusen jalostusmahdollisuudet lujuslajitelluksi sahatavaraksi ja puurakentamisen tuotteiksi.
- Tehostaa tuhopuukohteiden hankinta- ja korjuulogistiikkaa sekä tuottaa suosituksia tuhopuiden hyödyntämiseksi.
- Kehittää laatuluokitus eri tuhoasteisille kuusitukeille.
- Tehdä metsätuhoviestintää ja vahvistaa alan kansainvälistä yhteistyötä sekä osaamista.
- Tuottaa laaja tietopaketti eriasteisten tuhopuiden hyödyntämismahdollisuuksista puurakentamisen alalla.

Yhteystiedot:

Timo Pennanen

timo.pennanen@xamk.fi

Hiljahenna Tomminen

hiljahenna.tomminen@metsakeskus.fi



**Euroopan unionin
osarahoittama**



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

TUHTO

Lisääntyvät metsätuhot

- Metsätuho = vahinko, joka heikentää puuston kasvua, elinvoimaa tai laatua, tai aiheuttaa puiden kuolemisen
- Ilmasto lämpenee → Tuhoriski kasvaa
 - Lauhat talvet kasvattavat tuulituhoriskiä
 - Pidentynyt kasvukausi ja korkeammat lämpötilat lisäävät hyönteis- ja sienituhoja
 - Pitkät kuivuusjaksot heikentävät puita
 - Lämpimät kesät mahdollistavat useita hyönteissukupolvia (kirjanpainaja)
 - Hyönteiset iskevät helpommin valmiiksi heikentyneisiin puihin



**Euroopan unionin
osarahoittama**



**Etelä-Savon
maakuntaliitto**



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**



TUHTO

Kuusen tuhonaiheuttajat

- Myrsky- ja tuulituhot
- Kuivuus
- Sienitaudit (juurikäävät)

**Hyönteistuhoihin
vaikuttavat tekijät**

- Heikentyneissä pystypuissa esiintyviä tuhohyönteisiä:
 - Kirjanpainaja, kuusentähtikirjaaja, aitomonikirjaaja, kuusijäärät, havutikaskuoriainen
- >1 vuotta vanhemmissa pystypuissa ja puutavarassa esiintyviä hyönteisiä (puuainesta pilaavat):
 - Havutikaskuoriainen, puupistiäiset, tukkijäärät, useita kirjanpainajan ym. jälkeen tulevia kaarnakuoriaisia ja muita kuolleen puun hyönteisiä.



**Euroopan unionin
osarahoittama**



**Etelä-Savon
maakuntaliitto**

Kuva: Juho Kokkonen



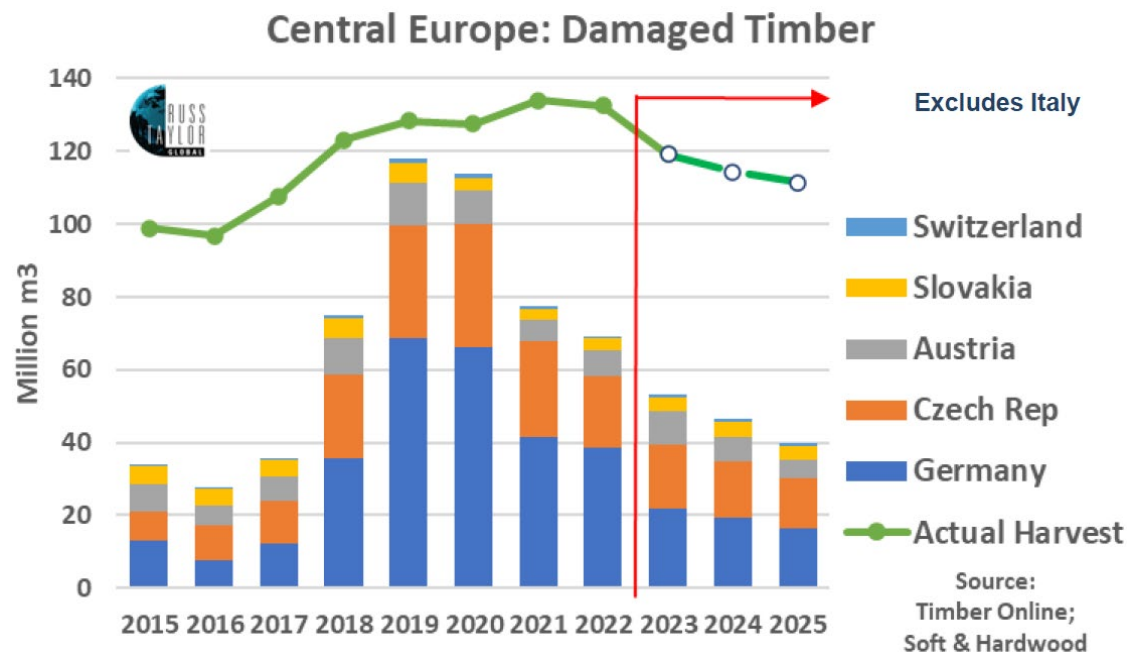
XAMK
Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

TUHTO

Harzin kansallispuisto, Saksa
Kuva: Anna Karismo/Yle

Laajat kuusituhot Keski-Euroopassa 2015 →

- Ensin myrskytuhoja, joita seurasivat laajat hyönteistuhot
- Tuhoja etenkin Sveitsissä, Slovakiassa, Itävallassa, Tšekissä ja Saksassa
- Mikä kuusen tilanne on tulevaisuudessa?
 - Monilla alueilla on siirrytty sekametsiin ja lehtipuihin
 - Kuusi raaka-aine muualta



Euroopan unionin
osarahoittama



Etelä-Savon
maakuntaliitto



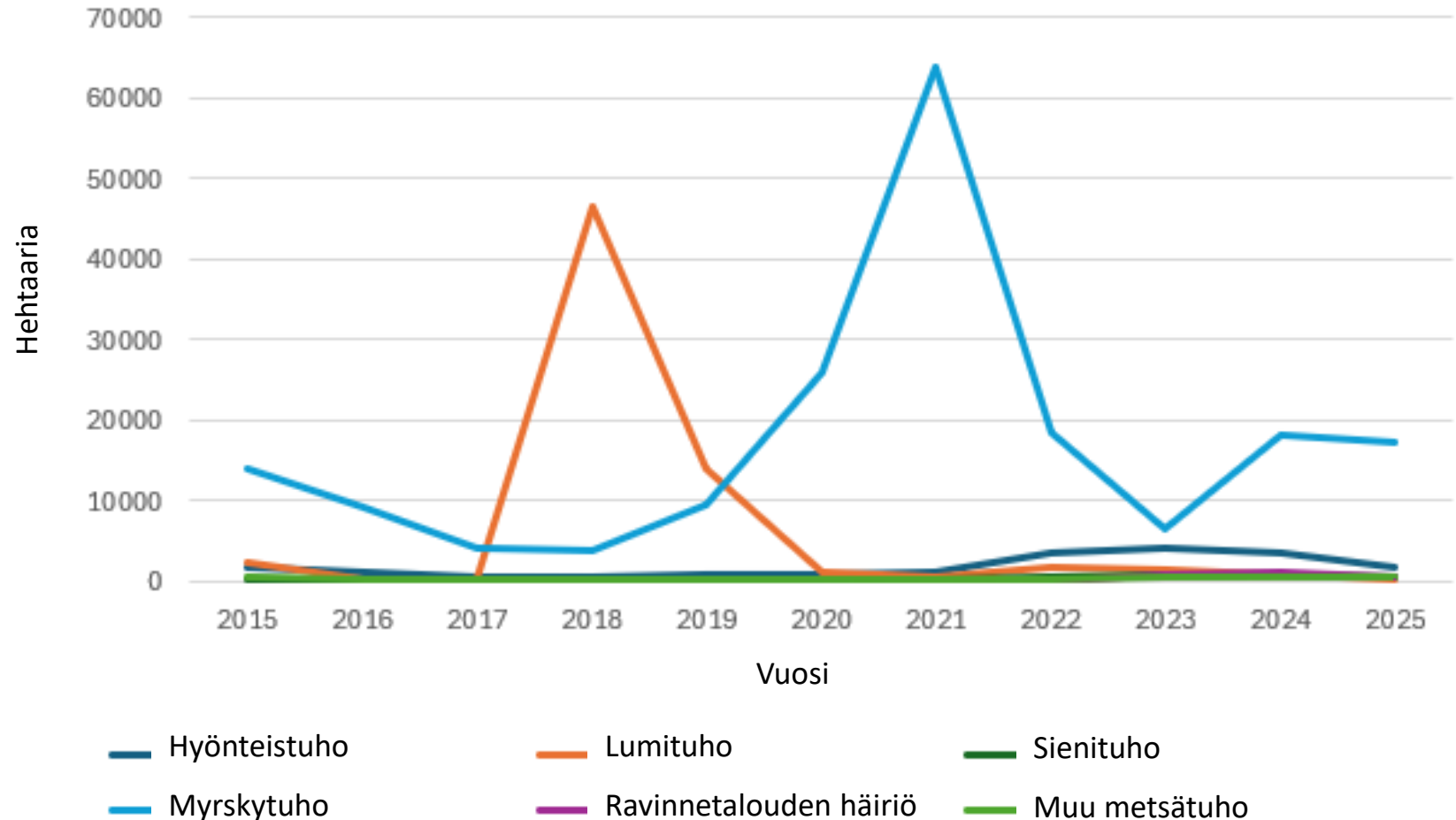
Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

TUHTO

Suomen tilanne

- Huom. Todellisten hyönteistuhojen määrää (m³) ei tilastoida.
- Hyönteistuhojen määrä tavallisesti noin 1-10 % metsänkäyttöilmoituskuivion pinta-alasta, jolla hyönteistuhoja.
- Keski-Euroopassa ja Ruotsissa hyönteistuhoja on tilastoitu milj. m³-luokassa.

Metsätuhohakkuuilmoitukset vuosina 2015–2025



Euroopan unionin
osarahoittama



Etelä-Savon
maakuntaliitto

TUHTO

Etelä-Savo

Päivämäärä

1.1.2025

31.12.2025

Maakunta

Etelä-Savo

Kunta

Kaikki

Metsätuho

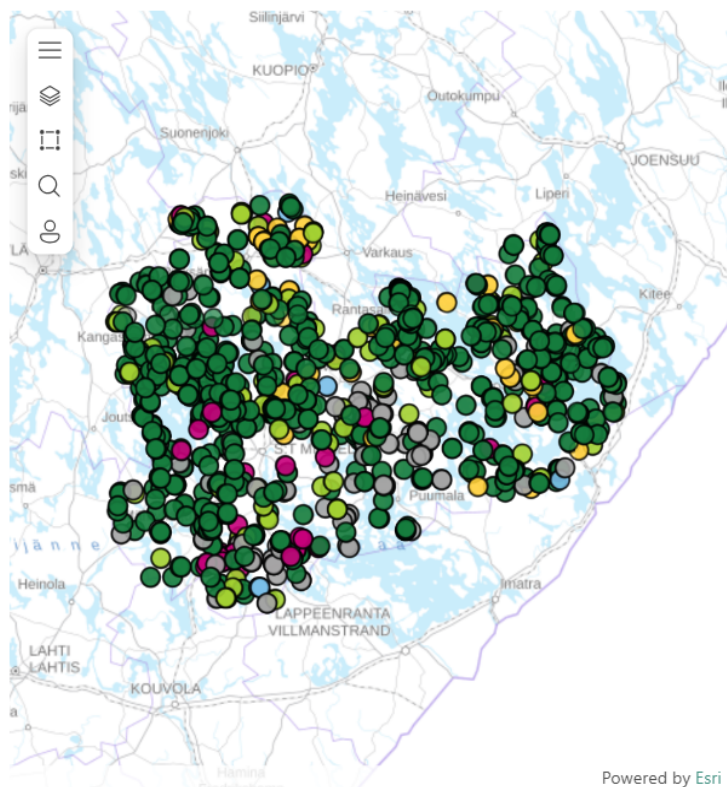
Kaikki

Pääpuulaji (MKI)

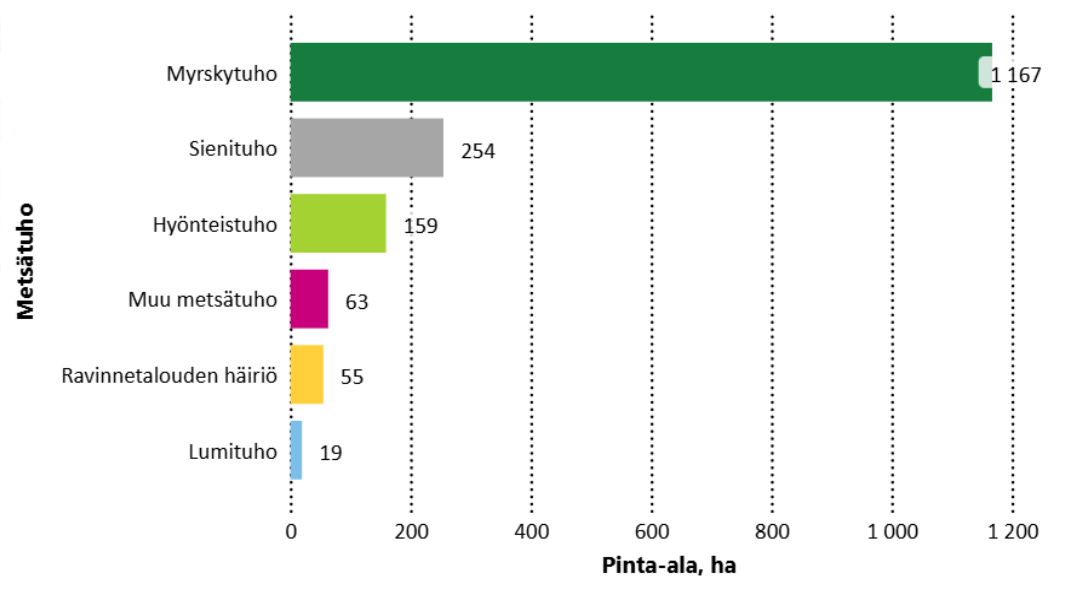
Kaikki

Hakkuuntarkoitus

Kaikki



Metsätuho ● Myrskytuho ● Sienituho ● Hyönteistuho ● Muu metsätuho ● Ravinnetalouden häiriö ● Lumituho



1 717

Kokonaispinta-ala, ha

1 717

Pinta-ala, ha

Powered by Esri

Tietolähteen päivämäärä: 26.1.2026



**Euroopan unionin
osarahoittama**



**Etelä-Savon
maakuntaliitto**



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

TUHTO

Testinäytteiden hankinta & olosuhteiden vaikutus:

- Kirjanpainajaesiintymien kartoitus, joista näytteitä jatkotutkimuksia varten
- Näytteiden tienvarsivarastointi ja sen vaikutus mekaanisiin ominaisuuksiin



**Euroopan unionin
osarahoittama**



**Etelä-Savon
maakuntaliitto**

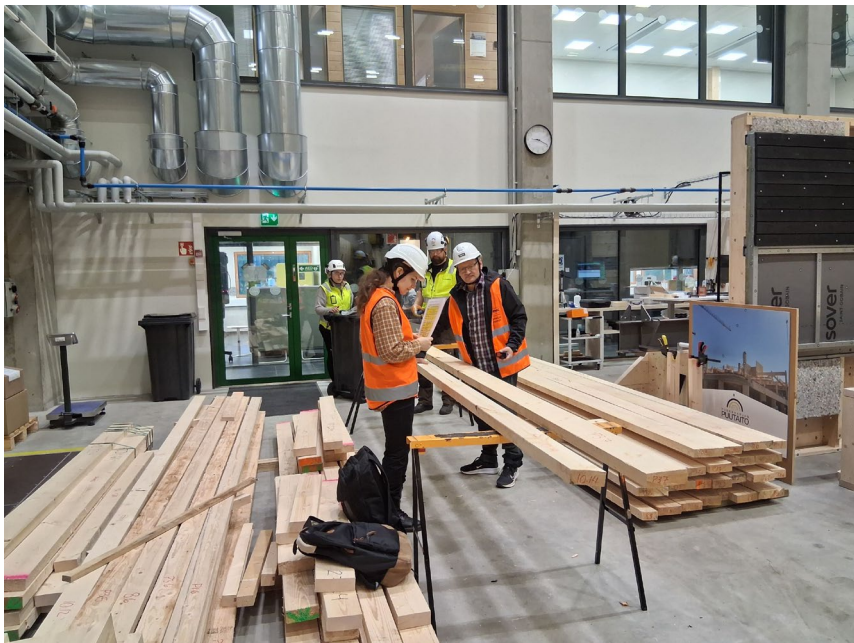


**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

TUHTO

Sahaus & visuaalinen lujuuslajittelu:

- Näytteiden sahaus rakennesahatavaraksi
- Näytteiden rakennekosteuden tasaannuttaminen.
 - Tavoite 15 % kosteus
- Visuaalinen lujuuslajittelu
 - Määritetään lujuusluokka C14...C30



**Euroopan unionin
osarahoittama**



**Etelä-Savon
maakuntaliitto**

Sami Pulkan saha Mäntyharju



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

TUHTO

Tavoitteet

- Testitulosten perusteella on tavoitteena määrittellä kirjapainajan voittamien kuusen ominaisarvot rakennesuunnitteluun
 - Parempi hinta kirjapainajan voittamalle tukille
 - Voidaan käyttää rakentamisessa
 - Ei päädy polttoenergiaksi
 - Hiilivarasto säilyy myös kirjapainajapuussa
- Tavoitteena saada koko tukki hyödynnettyä
 - Pintalaudat > julkisivutavaraksi ja insinööripuutuotteiden osakomponenteiksi
 - Lankut > kantavat rakenneosat
 - Puru > esim. kuitueristeiden ja filamenttien raaka-aineeksi



**Euroopan unionin
osarahoittama**



**Etelä-Savon
maakuntaliitto**



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

TUHTO

Ominaisarvojen määrittäminen

- Standardit:
 - EN 408**, 4-pistetaivutus
 - EN 384**, Mekaanisten ominaisuuksien ja tiheyden ominaisarvojen määrittäminen rakennuspuutavarassa
 - EN 14358**, puurakenteet, ominaisarvojen laskenta ja tarkastaminen
 - EN 338**, sahatavaran lujuusluokitus

Table 1 Strength classes for softwood based on edgewise bending tests – strength, stiffness and density values

	Class	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Strength properties in N/mm²													
Bending	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
Tension parallel	$f_{t,0,k}$	7,2	8,5	10	11,5	13	14,5	16,5	19	22,5	26	30	33,5
Tension perpendicular	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Compression parallel	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	24	25	27	29	30
Compression perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0
Shear	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Stiffness properties in kN/mm²													
Mean modulus of elasticity parallel bending	$E_{m,0,mean}$	7,0	8,0	9,0	9,5	10,0	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
5 percentile modulus of elasticity parallel bending	$E_{m,0,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,1	10,7
Mean modulus of elasticity perpendicular	$E_{m,90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
Mean shear modulus	G_{mean}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Density in kg/m³													
5 percentile density	ρ_k	290	310	320	330	340	350	360	380	390	400	410	430
Mean density	ρ_{mean}	350	370	380	400	410	420	430	460	470	480	490	520
NOTE 1 Values given above for tension strength, compression strength, shear strength, char. modulus of elasticity in bending, mean modulus of elasticity perpendicular to grain and mean shear modulus have been calculated using the equations given in EN 384.													
NOTE 2 The tension strength values are conservatively estimated since grading is done for bending strength.													
NOTE 3 The tabulated properties are compatible with timber at moisture content consistent with a temperature of 20 °C and a relative humidity of 65 %, which corresponds to a moisture content of 12 % for most species.													
NOTE 4 Characteristic values for shear strength are given for timber without fissures, according to EN 408.													
NOTE 5 These classes may also be used for hardwoods with similar strength and density profiles such as e.g. poplar or chestnut.													
NOTE 6 The edgewise bending strength may also be used in the case of flatwise bending.													



TUHTO

Johtopäätöksiä

- Tämän hetkiset tulokset osoittavat, että ajalla on vaikutusta puun laatuun
 - Tukit tulisi korjata metsästä pois mahdollisemman aikaisessa vaiheessa
- Analysoitu testiotos on vielä pieni. Otokoko kasvaa hankkeen aikana, jolloin saadaan tarkempaa tutkimustietoa ajan ja tienvarsivarastoinnin vaikutusta lujuteen

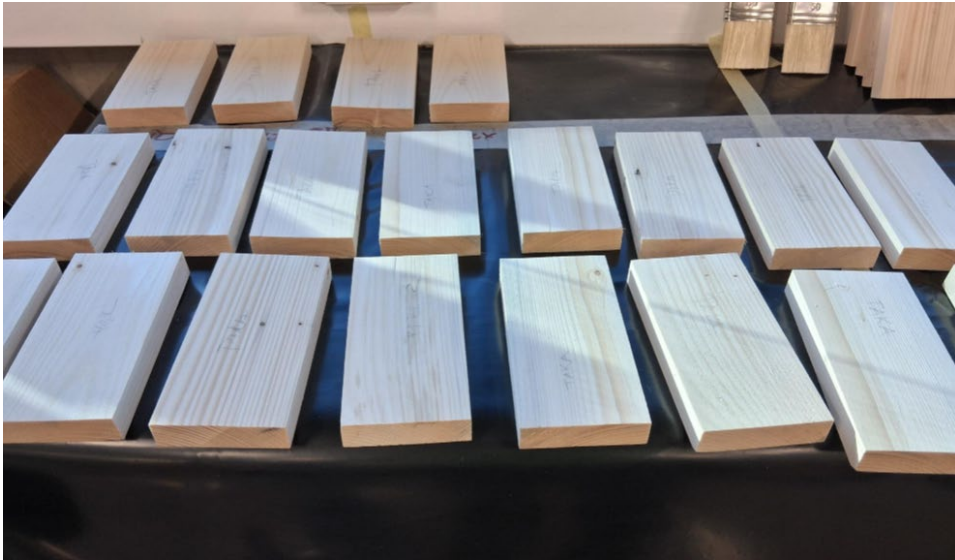


Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

TUHTO - jatkotutkimuksia

Pintakäsittely- ja olosuhdetestaus

- Testausten tavoitteena osoittaa kirjanpainajapuun soveltuvuus julkisivumateriaaliksi
 - Pintakäsittelyt eri valmistajien maaleilla
 - Hiiltäminen
 - Standardit:
 - **SFS 927-6**, Maalit ja lakat. Pinnoitemateriaalit ja pinnoitusjärjestelmät ulkopuoliselle puulle
 - Altistaminen keinotekoiselle sääolosuhteille
 - **EN ISO 16474**, Xenon-valolla altistaminen



Euroopan unionin
osarahoittama



Etelä-Savon
maakuntaliitto



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

TUHTO - jatkotutkimuksia

Kirjapainajapuun soveltuvuus insinööripuutuotteisiin

- Liimapuu
 - Käyttö sisälamellikerroksissa
 - liimaus
- CLT
 - Käyttö sisälamellikerroksissa
 - Liimaus
 - Mekaaninen kiinnitys



Euroopan unionin
osarahoittama



Etelä-Savon
maakuntaliitto



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

TUHTO

Kirjanpainajan voittaman kuusen käyttö tämän hetken rakentamisessa:

- Osa metsänomistajista on hyödyntänyt rakennusmateriaalina
- Jalostus sahatavaraksi tällä hetkellä piensahureiden toimesta

Tämänhetkinen johtopäätös, että soveltuu hyvin rakentamiseen, mutta aika on ratkaiseva tekijä käyttötarkoituksen soveltuvuuteen.



Kuva: AB- Wood, Milla Tikkanen



Kuva: Tmi Antero Vilander



**Euroopan unionin
osarahoittama**



**Etelä-Savon
maakuntaliitto**



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

TUHTO



Kuvat: Tyynelän tila, Joutseno



Euroopan unionin
osarahoittama



Etelä-Savon
maakuntaliitto



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Kiitos



Tunne huomisen - All for the future.

Lähteet:

- www.russtaylorglobal.com
- [”Ötökkä tulee ja tuhoaa aivan kaiken” – suomalainen metsäammattilainen järkyttyi Saksan kuusituhoista | Ulkomaat | Yle](#)
- Tmi Antero Vilander
- Timo Ripatti Suomen Sahayrittäjät Ry
- Metsäkeskus



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu