

# Hyvä tietää lämpöpuusta

## PERUSTIETOA PUUSTA

Lämpöpuuyhdistys ry on perustettu vuonna 2000. Yhdistyksen tavoitteena on lämpöpuun käytön yleinen edistäminen. ThermoWood® -tavaramerkin käyttäjät tekevät yhteistyötä muun muassa lämpöpuun tuoteluokituksessa, laadunvalvonnassa ja tutkimuksessa.

### Lisätietoja

Seuraavat oppaat ovat saatavissa  
Lämpöpuuyhdistys ry:n Internet-kotisivuilta:  
ThermoWood® käsikirja  
ThermoWood® pintakäsittelykirja  
ThermoWood® höyläysohje

[www.thermowood.fi](http://www.thermowood.fi)

Lämpöpuuyhdistys ry  
PL 284 (Snellmaninkatu 13)  
00171 Helsinki  
puh. 09-6865 4522



**ThermoWood®**

ThermoWood on Lämpöpuuyhdistys ry:n omistama tavaramerkki

**LämpöPuu**  
YHDISTYS RY

## Mitä on lämpöpuu?

Lämpökäsittely puu eli lämpöpuu valmistetaan modifioimalla puuta yli 160 °C lämpötilassa. Lämpökäsittely parantaa puun lahonkesto-, säänkesto- ja lämmöneristävyysominaisuuksia sekä pienentää puun kosteuselämistä. Korkeassa lämpötilassa pihka poistuu puusta.

Lämpöpuusta valmistettujen tuotteiden käyttökohteita sisätiloissa ovat mm. seinät, katot, lattiat, saunat, kalusteet ja huonekalut. Ulkokäytössä lämpöpuuta käytetään rakennusten ulkoverhouksissa, piharakentamisessa ja puusepänteollisuuden tuotteissa (ovet, ikkunat, kalusteet).

## ThermoWood®-lämpöpuun valmistus

ThermoWood-lämpökäsittelymenetelmä on VTT:n kehittämä. Valmistusprosessi perustuu korkean lämpötilan ja vesihöyryn käyttöön. Prosessiin ei lisätä vieraita kemikaaleja. Valmistusprosessi voidaan jakaa kolmeen erilliseen vaiheeseen:

### 1. Lämpötilan nosto

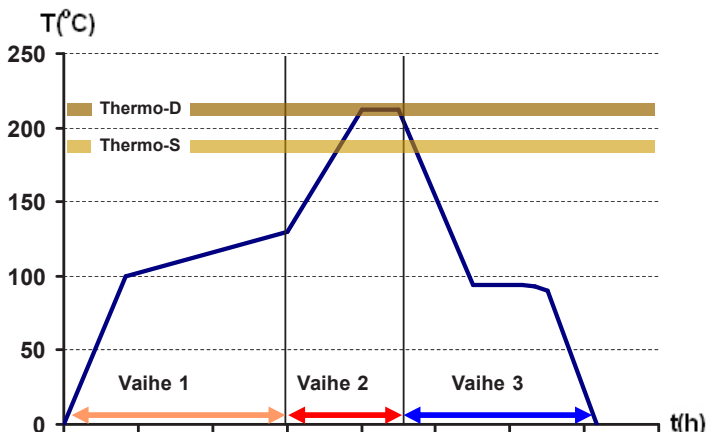
Puun lämpötila nostetaan nopeasti noin 100 °C:een, jonka jälkeen lämpötila kohotetaan hitaammin noin 130 °C:een. Raaka-aine voi olla joko tuoretta tai esikuivattua. Vesihöyry toimii suojakaasuna estäen puun halkeilun sekä vaikuttaen puussa tapahtuviin kemiallisiin muutoksiin. Puun kosteusprosentti laskee lähelle nollaa.

### 2. Varsinainen lämpökäsittely

Varsinaisen lämpökäsittelyn ajaksi lämpötila nostetaan käsittelyasteen mukaan yli 160 °C lämpötilaan, minkä jälkeen se pidetään vakiona 2 – 4 tuntia. Vesihöyry toimii suojakaasuna estäen puun syttymisen sekä vaikuttaen puussa tapahtuviin kemiallisiin muutoksiin.

### 3. Lämpötilan lasku ja kosteuden tasaannutus

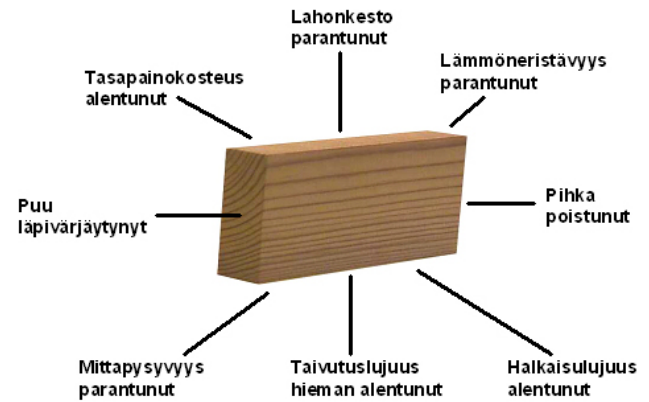
Lämpötila lasketaan vesisumutuksen avulla. Puun kosteus tasaannutetaan käyttökohteen mukaan, yleensä yli 4 prosentin kosteuteen.



Kansikuva: Antero Tenhunen

## Lämpökäsittelyn vaikutus puun keskeisiin ominaisuuksiin

### ThermoWood -ominaisuudet



### 1. Tiheys

Tiheydellä tarkoitetaan kappaleen tilavuuspainoa, jonka yksikkö on kg/m<sup>3</sup>. Lämpökäsittely pienentää hieman puuaineen tiheyttä.

### 2. Lujuus

Puun lujuudella on vahva korrelaatio tiheyteen. Lämpökäsittelyn pienentäessä puun tiheyttä myös lujuusominaisuudet heikenevät. Mutta paino/lujuus -suhde pysyy käytännössä kuitenkin muuttumattomana.

### Taivutuslujuus

Alle 200 °C lämpötilassa suoritetulla lämpökäsittelyllä ei ole merkittävää vaikutusta puun taivutuslujuuteen. Lämpökäsittelyä sahatavaraa ei kuitenkaan suositella käytettäväksi kantavissa rakenteissa. Taivutuslujuuden heikentyminen on keskeisesti sidoksissa puuaineksen oksakohtiin, joissa lujuus oksista johtuen on muuta puuta alhaisempi.

Lisäksi oksien laatu vaikuttaa puun taivutuslujuuteen. Kuolleet tai osittain kuolleet oksat heikentävät puun lujuutta terveitä oksia enemmän.

### Puristuslujuus

Lämpökäsittely ei pienennä puun puristuslujuutta. Vaikutus saattaa olla jopa jossain määrin päinvastainen. Ääriarjoille kuormitettuna lämpökäsittelyllä puulla ei ole samaa elastisuutta kuin normaalilla puulla. Puun tiheydellä on huomattava vaikutus puristuslujuuteen.

### Leikkauslujuus

Normaaleissa lämpökäsittelylämpötiloissa leikkauslujuuden pienentyminen on vähäistä.

### Halkaisulujuus

Lämpökäsittely pienentää puun halkaisulujuutta käsittelylämpötilasta riippuen 30 – 40 %.

### Kiinnitysruuvien pitävyys

Kiinnitysruuvien pitävyyteen vaikuttaa enemmän puun yleinen tiheyden vaihtelu kuin lämpökäsittely. Tiheyden ollessa alhainen on parempia pitävyyksiä saavutettu esiporaamalla ruuveille ahtaamat reiät.

### 3. Kovuus

Lämpökäsittelyn vaikutus puun kovuuteen on vähäinen. Suurempi merkitys kovuuteen on puun tiheyden vaihtelulla ja käytetyllä puulajilla.

### 4. Tasapainokosteus

Lämpökäsittely pienentää puun tasapainokosteutta. Korkeassa lämpötilassa käsitellyn puun tasapainokosteus on jopa 40 – 50 % alhaisempi kuin käsittelemättömän puun.

### 5. Mittapysyvyys

Tasapainokosteuden alentumisen johdosta lämpökäsitellyn puun mittapysyvyys paranee oleellisesti. Lämpökäsitellyllä puulla sekä säteen että tangentin suuntainen turpoaminen kosteuden lisääntyessä voi olla 40 - 50 % pienempi kuin normaalilla puulla.

### 6. Veden imeytyvyys

Lämpökäsittely pienentää veden imeytyvyyttä puuhun. Uputuskokeissa on todettu, että lämpökäsiteltyyn puuhun sitoutuu huomattavasti vähemmän vettä kuin normaaliin puuhun.

### 7. Lämmönjohtavuus

ThermoWoodin lämmönjohtavuus on 20 - 25 % alhaisempi kuin normaalin puun samoissa olosuhteissa. Lämpökäsittely parantaa puun lämmöneristävyyttä.

### 8. Biologinen kestävyys

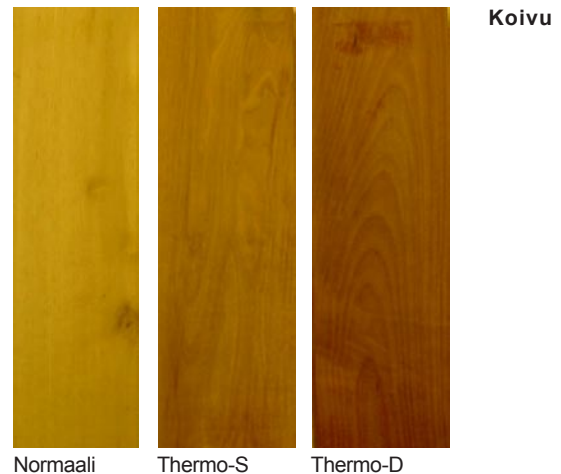
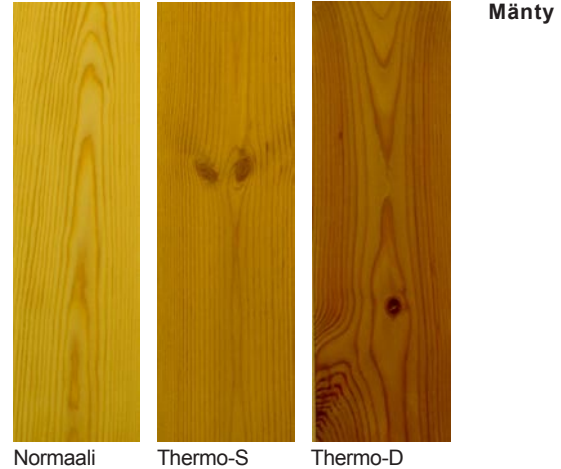
Laboratorio-olosuhteissa suoritettujen standardoitujen testien (EN 113, ENV 807) mukaan lämpökäsittely parantaa huomattavasti puun biologista kestävyttä. ThermoWood soveltuu ilman kemiallista suojausta käytettäväksi standardin EN 335-1 luokkien 1 – 3 olosuhteissa. Suoritettujen kenttäkokeiden tulosten perusteella ThermoWoodia ei suositella käytettäväksi jatkuvassa kosteassa maakosketuksessa kohteissa, joissa vaaditaan rakenteellista lujuutta.

### 9. Säänkestävyys

Luonnonolosuhteissa ThermoWoodin kosteuspitoisuus on noin puolet normaaliin puuhun verrattuna. Ultraviolettisäteilyn aiheuttama pintahalkeilu on ThermoWoodilla vähäisempää kuin normaalilla puulla. UV-säteilyn johdosta ThermoWoodin alkuperäinen väri haalistuu. Värin säilyttämiseksi suositellaan ThermoWoodin pintakäsittelyä UV-suojan antavalla menetelmällä.

## Raaka-aine

Useimmat puulajit soveltuvat ThermoWoodin raaka-aineeksi. Puulajeittain optimoitu lämpökäsittelyprosessi asettaa raaka-aineelle erittäin tiukat laatuvaatimukset. Lämpöpuuyhdistys ry on määritellyt minimilaatuvaatimukset ThermoWoodin raaka-aineena käytettävälle mänty-, kuusi- ja lehtipuusahatavaralle.



## Yleinen ThermoWood -tuoteluokitus

Yleisessä ThermoWood -tuoteluokituksessa havu- ja lehtipuille on oma lämpökäsittelyasteisiin perustuva luokituksen. Käsittelylämpötilat on määritetty optimoiden loppukäyttökohteen edellyttämät vaatimukset. Tuoteluokkien nimet ovat Thermo-S ja Thermo-D.

Havupuut	
Thermo-S Käsittelylämpötila: 190 °C +/- 3 °C	Thermo-D Käsittelylämpötila: 212 °C +/- 3 °C
<ul style="list-style-type: none"><li>- rakennekomponentit</li><li>- sisustukset ja kiintokalusteet, kuivat tilat</li><li>- huonekalut</li><li>- puutarhakalusteet</li><li>- saunan lauteet</li><li>- lattiat</li><li>- ikkuna- ja ovirakenteet</li><li>- ulkoverhous</li><li>- ikkunaluukut</li><li>- räystäslaudat</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- ulkoverhous</li><li>- räystäslaudat</li><li>- ulko-ovet</li><li>- ikkunaluukut</li><li>- ympäristörakenteet</li><li>- sauna- ja kylpyhuone-sisustukset</li><li>- lattiat</li><li>- terassit</li><li>- puutarhakalusteet</li></ul>

Lehtipuut	
Thermo-S Käsittelylämpötila: 185 °C +/- 3 °C	Thermo-D Käsittelylämpötila: 200 °C +/- 3 °C
<ul style="list-style-type: none"><li>- sisustukset</li><li>- kiintokalusteet</li><li>- huonekalut</li><li>- lattiat</li><li>- saunan rakenteet</li><li>- puutarhakalusteet</li></ul>	Käyttökohteet kuten luokassa Thermo-S. Haluttaessa tummempaa värisävyä käytetään luokan Thermo-D tuotteita.

Yleisen tuoteluokituksen lisäksi teolliselle asiakkaalle jatkojalostettavaksi toimitettava puutavara voidaan lämpökäsittellä ostajan ja tuottajan välisen sopimuksen mukaisesti, jolloin käsittelyaste voidaan optimoida tarkasti loppukäyttökohteen vaatimukset huomioiden.

*Saunan laude ja seinät lämpökäsittelyä mäntyä*

## ThermoWoodin käytössä huomioitava

### 1. Sahaus

ThermoWoodin sahaus on yhtä helppoa kuin normaalin puun sahaus. Parantuneen muotopysyvyyden johdosta ThermoWoodin muodonmuutokset ovat vähäisiä sahausyhteydessä. Lämpökäsittelyn yhteydessä pihka on poistunut, joten se ei aiheuta ongelmia sahausessa ja laitteet pysyvät puhtaina.

### 2. Höyläys

ThermoWoodia höylätään normaaleilla höyläkoneilla. Höyläyksellä saavutetaan helposti erinomainen pinnanlaatu. Höyläkoneiden säätöarvot on kuitenkin valittava läheltä kovapuiden säätöarvoja. Mikäli höyläykseen tuleva materiaali on lämpökäsittelyprosessin jäljiltä kupertunutta, syöttörullat on säädettävä niin, että kappaleet eivät halkea. Sahausten ja oikohöyläyksen jälkeen halkeamisriski on vähäinen. Lisätietoja höyläyksestä on saatavissa ThermoWood –höyläysohjeesta.

### 3. Jyrsintä

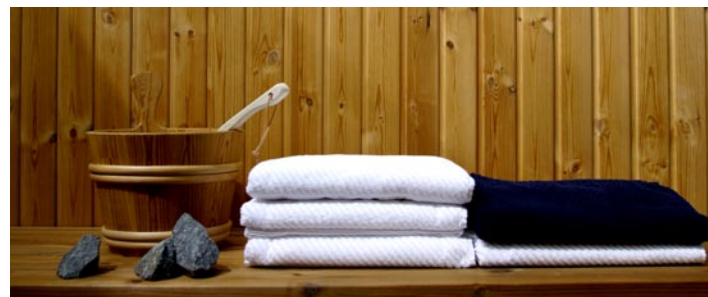
Hyväkuntoisilla terillä saavutetaan hyvä lopputulos. Suurin repeämäriski on jyrsinnän alku- ja loppuvaiheessa jyrsittäessä poikkisuuntaan syysuuntaan nähden. Huolellisella jyrsintäprosessin suunnittelulla voidaan repeämäriskiä pienentää.

### 4. Hionta

ThermoWoodin hionta on yhtä helppoa kuin normaalin puun hionta. Usein hiontaa ei tarvita lainkaan, koska pinnan laatu höyläyksen ja jyrsinnän jälkeen on hyvä. ThermoWood ei sisällä pihkaa, minkä johdosta hiekkapaperi säilyy toimintakuntoisena pidempään.

### 5. Pintakäsittely

ThermoWood on kauniin ruskean sävyinen. Alkuperäisen värin säilyttämiseksi ja pintahalkeilun ehkäisemiseksi suositellaan UV-suojan antavaa pintakäsittelyä. Öljypohjaiset pintakäsittelyaineet toimivat kuten käsittelemättömällä puulla. Vesipohjaisten pintakäsittelyaineiden imeytyminen on hitaampaa, joten suositellaan valmisteita, joiden kuivumisaika on pitkä.



Pintakäsittelyaine levitetään ohuena kerroksena ja tarvittaessa useampaan kertaan. Höyläyksessä sulkeutunut pintasolukko on suositeltavaa avata hiomapaperilla tms. pintakäsittelyaineen paremman kiinnittymisen varmistamiseksi. Lisätietoja pintakäsittelystä on saa-tavissa ThermoWood –pintakäsittelykirjasta.

Ennen toimenpidettä on syytä tutustua pintakäsittelyaineen käyttöohjeeseen.

## 6. Liimaus

PVAc-liimojen toiminta perustuu veden imeytymiseen puuhun. Tämän vuoksi PVAc-liimoja käytettäessä suositellaan pidempiä puristus- ja kovettumisaikoja kuin käsittelemättömällä puulla. Lisäksi suositellaan käytettäväksi liimoja, joiden vesipitoisuus on minimoitu.

Polyuretaaniliimat toimivat hyvin ThermoWoodin kanssa. PU-liimat vaativat kuitenkin vettä kovettuakseen. Tarvittavan veden kovettumisprosessi saa joko puusta tai ympäröivästä ilmasta. Jos sekä puu että ilma ovat kuivia, saattaa liimaus epäonnistua. PU-liimoja käytettäessä suositellaan liimattavan ThermoWoodin esikostutusta.

Kemiallisesti kovettuvat liimat toimivat ThermoWoodin kanssa normaaliin tapaan. Ennen toimenpidettä on syytä tutustua liiman käyttöohjeeseen.

## 7. Mekaaninen kiinnitys

Lämpökäsittely heikentää hieman puun halkaisulujuutta. Ruuvikiinnityksessä suositellaan käytettäväksi itseporautuvia ruuveja. Esiporaus vähentää halkeaman riskiä. Kiinnitysruuveiksi suositellaan ruostumattomasta teräksestä valmistettuja harvakierteisiä puun kiinnittämiseen soveltuvia ruuveja.

Vasaralla naulattaessa naulat kannattaa lyödä vähintään 30 mm:n päähän kappaleen päästä tai käytettävä esiporausta. Paineilmatyökaluja käytettäessä saadaan erinomainen kiinnitystulos. Paineilmatyökaluja käytettäessä iskuvoima on säädettävä siten, että naulat tunkeutuvat riittävästi mutta eivät uppoa liian syvälle puuhun.

Pitkäikäisen rakenteen varmistamiseksi ja värjäytymisen ehkäisemiseksi suositellaan kiinnikemateriaaliksi kosteissa olosuhteissa ruostumatonta tai haponkestävää terästä. Galvanoituja kiinnikkeitä voidaan käyttää, mikäli kiinnikkeen galvanointi säilyy ehjänä tai kohde peittomaalataan.

ThermoWoodia jalostettaessa on huomioitava kaksi keskeistä seikkaa:

- työstöterien hyvä kunto on edellytys laadukkaalle työstäjäljelle
- syntyvä pöly on kuivaa ja hienojakoista, joten hengitysuojainten käyttö on suositeltavaa ja työtilan pölyn poiston oltava asianmukaisesti järjestetty.

*Rakennuksen ulkoverhous peittomaalattua lämpökäsiteltyä kuusta. Terassi lämpökäsiteltyä kuusta, jonka pinnalla kuultokäsittely.*

## Ympäristönäkökohtia

ThermoWood on ympäristöystävällinen ja luonnonmukainen tuote. Valmistusprosessissa käytetään ainoastaan lämpöä ja vesihöyryä. Kemikaaleja ei käytetä valmistuksen yhteydessä.

ThermoWoodin valmistaminen kuluttaa energiaa arviolta vain noin 23 % enemmän kuin normaalin keinokuivatun sahatavaran valmistaminen. Mikäli mahdollista, valmistusprosessissa tarvittava lämpöenergia tuotetaan puuteollisuuden sivutuotteita (kuori, puru) polttamalla.

ThermoWood ei rasita ympäristöä elinkaarensa aikana. Tuote ei aiheuta huuhtoumia ja sen emissiot sisäilmaan ovat erittäin vähäiset. Elinkaarensa päätteeksi ThermoWood voidaan normaalin puun tapaan ilman riskejä hyödyntää energiantuotannossa tai loppusijoittaa kaatopaikalle.

## Laadunvalvonta

Laadunvalvonnassa ThermoWoodin tuottajat tekevät yhteistyötä Inspecta Oy:n kanssa. Inspecta Oy:n myöntämä FI-merkki osoittaa tuotteen tai materiaalin täyttävän sitä koskevat vaatimukset.

Lämpöpuuyhdistys ry:n oman laatumerkin käyttöoikeus on niillä yhdistyksen jäsenillä, joille Inspecta Oy on myöntänyt oikeuden käyttää FI-merkkiä.



Inspecta Oy:n  
FI-merkki



Lämpöpuuyhdistys ry:n  
laatumerkki





*Terassi lämpökäsiteltyä kuusta, jonka pinnalla kuultokäsittely*



*Seinä lämpökäsiteltyä mäntyä*



*Seinä lämpökäsiteltyä koivua*



*Ulkosäleikkö lämpökäsiteltyä mäntyä, jonka pinnalla kuultokäsittely*