

# Tuleviku puit:

termopuidu eelised  
tänapäeva ehituses



**THERMORY**<sup>®</sup>  
LEAVE A LASTING IMPACT



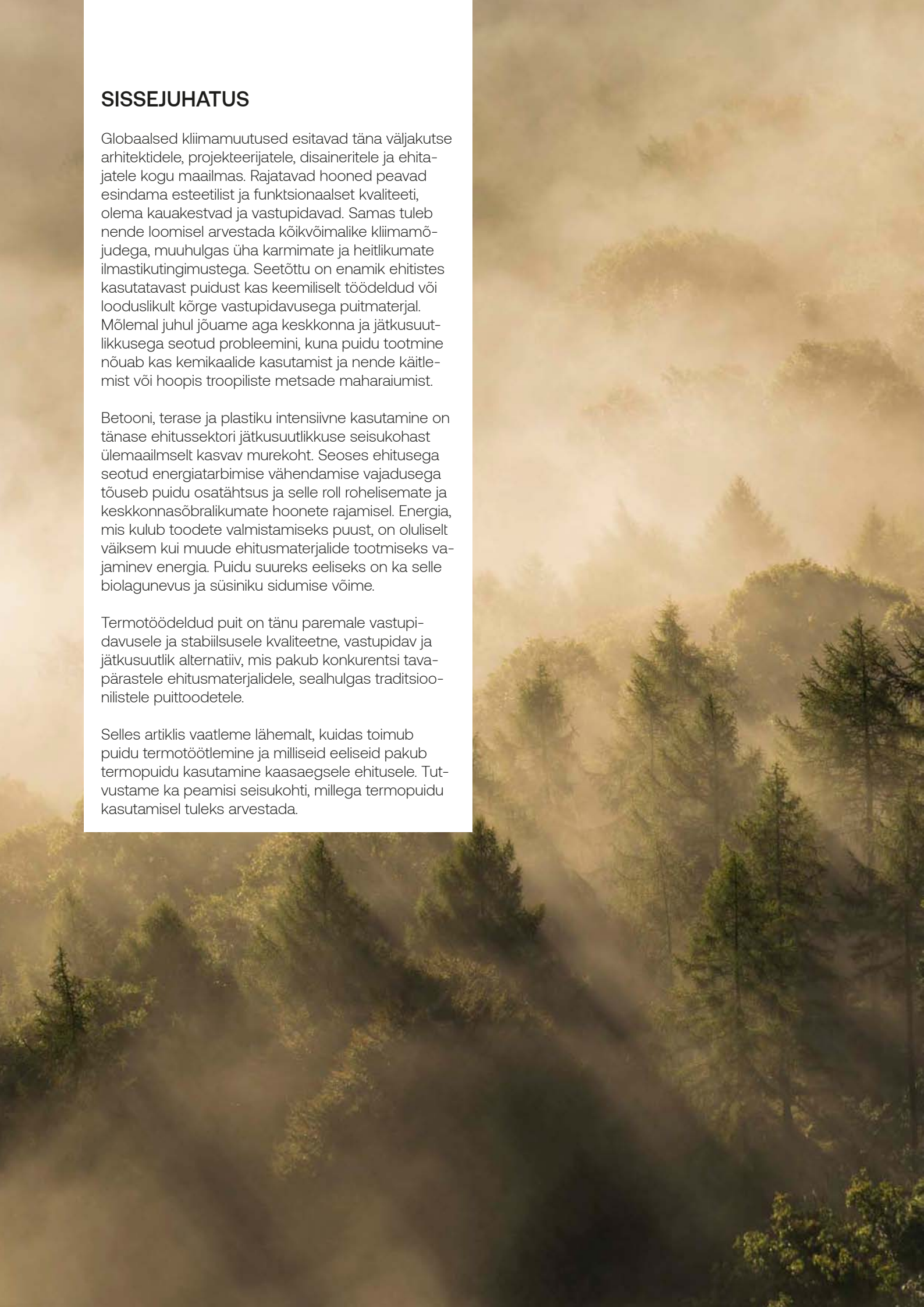
## SISSEJUHATUS

Globaalsed kliimamuutused esitavad täna väljakutse arhitektidele, projekteerijatele, disaineritele ja ehitajatele kogu maailmas. Rajatavad hooned peavad esindama esteetilist ja funktsionaalset kvaliteeti, olema kauakestvad ja vastupidavad. Samas tuleb nende loomisel arvestada kõikvõimalike kliimamõjudega, muuhulgas üha karmimate ja heitlikumate ilmastikutingimustega. Seetõttu on enamik ehitistes kasutatavast puidust kas keemiliselt töödeldud või looduslikult kõrge vastupidavusega puitmaterjal. Mõlemal juhul jõuame aga keskkonna ja jätkusuutlikkusega seotud probleemini, kuna puidu tootmine nõuab kas kemikaalide kasutamist ja nende käitlemist või hoopis troopiliste metsade maharaiumist.

Betooni, terase ja plastiku intensiivne kasutamine on tänase ehitussektori jätkusuutlikkuse seisukohast ülemaailmselt kasvav murekoht. Seoses ehitusega seotud energiatarbimise vähendamise vajadusega tõuseb puidu osatähtsus ja selle roll rohelisemate ja keskkonnasõbralikumate hoonete rajamisel. Energia, mis kulub toodete valmistamiseks puust, on oluliselt väiksem kui muude ehitusmaterjalide tootmiseks vajaminev energia. Puidu suureks eeliseks on ka selle biolagunevus ja süsiniku sidumise võime.

Termotöödeldud puit on tänu paremale vastupidavusele ja stabiilsusele kvaliteetne, vastupidav ja jätkusuutlik alternatiiv, mis pakub konkurentsi tavapärasele ehitusmaterjalidele, sealhulgas traditsioonilistele puittoodetele.

Selles artiklis vaatleme lähemalt, kuidas toimub puidu termotöötlemine ja milliseid eeliseid pakub termopuidu kasutamine kaasaegsele ehitusele. Tutvustame ka peamisi seisukohti, millega termopuidu kasutamisel tuleks arvestada.



## MIS ON TERMOPUIT?

Oma looduslikkus olekus on puit biolagunev ning mõõtmelt ebastabiilne materjal. Töötlemata puidu kasutamine ehituses seab piirangud disainile ja võib tekitada probleeme puidu kasutusea jooksul. Termotöötlemine on puidu kemikaalivaba väärindamise protsess, mida kasutatakse materjali omaduste, sh mõõtmete stabiilsuse ja bioloogilise vastupidavuse parendamiseks.<sup>1</sup>

### Avatud vs suletud süsteemid

Termotöötlemise käigus kuumutatakse puitu kõrge temperatuuril (>180 °C juures), mis muudab puidu keemilist struktuuri.<sup>2</sup> Levinud on kaks peamist termotöötlemisprotsessi: **avatud** ja **suletud** süsteem. Avatud süsteem kasutab termokambri väljaspool asuvast boilerisüsteemist tulevat auru, mis kuumutamise ajal puitu kaitseb ja mõjutab selles toimuvaid keemilisi protsesse.<sup>3</sup> Suletud süsteemis toimub töötlemine kõrge rõhuga (sageli > 100 psi) hapnikuvabas suletud keskkonnas.<sup>4</sup>

Avatud süsteem võimaldab kontrollida puidu pinna- ja sisetemperatuuri, niiskustaset ja termokambri suhtelist niiskust. Tulemuseks on parema kvaliteedi ja struktuurimuutustega termopuit. Selline töötlemisprotsess on universaalsem, töökindlam ja sobivam ka keerukate protsesside jaoks ning on ühtlasi levinuim Euroopas kasutusel olev tööstuslik termotöötlemise meetod.<sup>5</sup>

### Termotöötlemine vs muud puidutöötlemismeetodid

Termotööteldud puitu ei maksa segi ajada kuumtööteldud ega keemiliselt tööteldud puiduga. Kuumtöötlemine tähendab puidu kuumutamist madalamatel temperatuuridel (umbes 55 °C juures), eesmärgiks vaid kahjurite hävitamine. Seda meetodit kasutatakse näiteks puidust kaubaaluste puhul.<sup>6</sup> Keemiliselt tööteldud puitu on tööteldud puidukaitsekemikaalidega, takistamaks puidu mädanemist, lagunemist ja/või parandamaks selle tulekindlust.

Termotöötlemine seevastu säilitab puidu looduslikult kauni ja rikkaliku välimuse ning suurendab selle vastupidavust, stabiilsust, niiskus- ja mädanikukindlust ning vastupanuvõimet kahjuritele. Seetõttu on termopuidul hulgaliselt rakendusvõimalusi, sobides suurepäraselt välisvoodriks, aeda ja terrassidele. Erinevalt keemiliselt tööteldud puidust, mis mittenouetekohase käitlemise korral võib eralda-

da tervistkahjustavaid toksine, ei sisalda termotööteldud puit kantserogeenide, toksine ega muid lenduvaid orgaanilisi ühendeid. See teeb termopuidust nõutud materjali ka siseruumidesse, kus teda pilkupüüdva välimuse tõttu kõrgelt hinnatakse.

### Kuidas valmib termopuit?

Raamat *Thermowood Handbook* (Termopuidu käsiraamat) kirjeldab termopuidu tootmist avatud süsteemi kolmes etapis.<sup>7</sup>

- **1. etapp: kuivatamine.** Puitu kuumutatakse spetsiaalses ahjus, kus temperatuur viiakse kuumuse ja auru abil esmalt kiiresti 100 °C-ni. Seejärel tõstetakse temperatuuri vähehaaval kuni 130 °C-ni, samal ajal toimub puidu kõrgetemperatuuril kuivatamine, mille käigus väheneb puidu niiskussisaldus peaaegu nullini.
- **2. etapp: termotöötlemine.** Pärast kõrgetemperatuuril kuivatamist tõstetakse temperatuur ahjus kuni vahemikuni 185–215 °C vastavalt puidu kasutusotstarbele. Saavutatud sihttemperatuuri hoitakse konstantsena 2–3 tunni jooksul.
- **3. etapp on jahutamise ja konditsioneerimise faas.** Veepihustussüsteemide abil alandatakse temperatuuri kuni 80–90 °C-ni, seejärel suurendatakse puidu niiskussisaldust selle edasiseks töötlemiseks ja kasutamiseks vajaliku tasemeni (ligi 4–7%).

Kuivatamise ja kuumtöötlemise faasides kasutatakse veeauru, et kaitsta materjali süttimise eest.<sup>8</sup> Kuumutamine vähendab puidu hüdrofiilsust ning parandab selle keemilisi omadusi. Tulemuseks on puit, mis on suurema mädanemiskindluse, vastupidavuse, stabiilsemate mõõtmete ning väiksema niiskusimavusega.<sup>9</sup> Vastavalt puidu kasutusotstarbele on võimalik rakendada erinevaid termotöötlemisfaase.

Termokambri temperatuuri alandamiseks ja tõstmiseks kasutavad tootjad eri puiduliikide ja mõõtmega kohandatavat spetsiaalset reguleerimissüsteemi, et vältida pindmiste ja sisemiste puidulõhede ja pragude teket.<sup>10</sup>

Termotöötlemine on puidu kemikaalidevaba väärindamise protsess, mida kasutatakse materjali omaduste, sh mõõtmete stabiilsuse ja bioloogilise vastupidavuse parendamiseks.

## TERMOTÖÖDELDUD PUIDU EELISED

### Vastupidavus

Termotöötlemine eemaldab või muundab märkimisväärse osa puidus sisalduvatest looduslikest toitainetest ning muudab puidu keemilist ja struktuurset koostist. Termotöödeldud puidu hemitselluloosisisaldus on oluliselt väiksem kui töötlemata puidus. Vaigu ja suhkrute väljakuumutamise kõrge temperatuuril eemaldab puidust toitained ja muudab selle elusorganismidele, nagu kahjurid ja seened, väheväärtuslikuks energiaallikaks. Väiksem hemitselluloosisisaldus tähendab aga, et puit on looduslike lagundajate jaoks märksa vähem atraktiivne. Termotöötlemine vähendab ka puidu niiskusevõimet, mistõttu ei vaja see täiendavat keemilist kaitset mädaniku eest.

Uuringu tõendavad, et termotöödeldud puit säilitab oma omadused nii looduslikes kui ka kunstlikult loodud ilmastikutingimustes, mis teeb sellest suurepärase välisfassaadmaterjali.<sup>11</sup> Termotöötlemise käigus paranenud keemilised ja struktuursete omadused suurendavad puidu kasutusiga, ilma et seda peaks toksiliste kemikaalidega immutama. Mitmel turul on termopuit tänu oma esmaklassilisele vastupidavusele ja stabiilsusele asendanud troopilise lehtpuidu.

### Stabiilsed mõõtmed

Termopuit on töötlemata puiduga võrreldes mõõtmetelt oluliselt stabiilsem, kuna paisub ja kahaneb eelnevaga võrreldes ligi kaks korda vähem. Selle põhjuseks on tasakaaluniiskuse oluline vähenemine ja puidu molekulaarse struktuuri tugevnemine termotöötlemise tulemusel. Need tegurid vähendavad termopuidu niiskusevõimet ja vastuvõtlikkust temperatuuri ja niiskuse kõikumisest põhjustatud muudatustele, nagu paisumine, kahanemine ja kõverdumine.

Tänu neile omadustele on termopuit vaba ka mitmetest piirangutest, mis kitsendavad traditsiooniliselt töödeldud puidu kasutamist. Kuna termopuit säilitab kauem oma kuju ja mõõtmed, on toodetel pikem kasutusiga ja suurem töökindlus. Samas on termopuit erakordselt vastupidav kuumusele ja niiskusele, mis annab sellele ülejäänud puittoodetega võrreldes tugeva eelise paljudes erinevates kliimaoludes ning sademeterohketes ja/või niisketes piirkondades.

### Keskkonnasõbralikkus ja jätkusuutlikkus

Kasvatav teadlikkus kliimamuutuste mõjust on suurendanud vajadust säästva arengu järele kõikjal maailmas. Puidu kasutamine ehituses muutub üha olulisemaks, kuna tegevust on taastuva ja vastupidava materjaliga, millele kulude ja keskkonnamõju seisukohalt ei leidu võrdset.<sup>12</sup> Ent kuna osa puuliike on mõõtetelt vähepüsivad ning bioloogilistele lagundajatele vastuvõtlikumad,<sup>13</sup> on nende ehitusalane rakendus piiratud.

Jätkusuutliku ehituse seisukohalt on termopuit parim puittoode järgmistel põhjustel:

- Termotöötlemine parandab puidu omadusi, suurendades materjali rakendusvõimalusi ja pikendades selle kasutusiga;
- termopuit on kerge, mistõttu väheneb ehituse energiamahukus;
- kui materjal on pärit kestlikult majandatud metsadest, on termopuidu mõju loodusvaradele minimaalne;
- erinevalt keemilisest töötlemisest ei kasutata termotöötlusprotsessis inimestele ega keskkonnale ohtlikke toksilisi aineid.

### Lihtne hooldada

Traditsiooniliselt töödeldud puit nõuab pidevat hooldamist, nt regulaarset hooldusvärvimist, hüdroisolatsioonikihi uuendamist, tihendamist jm. Hooldustööd tagavad puittoodete välimuse, toime ja konstruktsioonilise terviklikkuse säilimise nende kasutusaja jooksul. Termotöödeldud puit aga on tänu oma täiustatud omadustele, eelkõige niiskuse ja mädanikukindlusele, võrdlemisi vähenõudlik ja madalate hoolduskuludega.

### Kerge materjal

Kuna termotöötlemine eemaldab puidust niiskuse, mitte ei immuta puitu kemikaalidega, on lõpptulemuseks kaalult kergem materjal. Termopuidu kasutamine tähendab kergemaid ja vähem energiamahukaid töövõtteid, samuti on materjali hõlpsam transportida ja töödelda. See säästab aega ja vähendab transpordi-, paigaldus- ja tööjõukulusid.



Uuringu tõendavad, et termotöödeldud puit säilitab oma omadused nii looduslikes kui ka kunstlikult loodud ilmastikutingimustes, mis teeb sellest suurepärase välisfassaadimaterjali.





## TERMOPUIDU VALIMINE


Termopuidu valimisel veendu, et toote vastupidavusklass oleks plaanitud rakenduse jaoks sobiv. Vastupidavusklass näitab puuliigi vastupidavust bioloogilistele lagundajatele ning määratakse vastavalt standardile EN 350:2016 *Durability of wood and wood-based products – Testing and classification of the durability to biological agents of wood and wood-based materials* (Puidu ja puidupõhiste materjalide vastupidavus: puidu ja puidupõhiste materjalide testimine ja bioloogilistele mõ-juritele vastupidavuse määramine). Klass 1 (+25 aastat) ja klass 2 (15–25 aastat) on kõrgemad vastupidavusklassid. Tooted peaksid olema testitud ka sõltumatute uurimisla-borite poolt.

Termopuidust projektide kavandamisel tuleks kindlasti arvesse võtta selle ainulaadset esteetilist välimust. Termotöötlus muudab puidu värvi tumedamaks ning tulemuseks on sügavamad ja rikkalikumad värvitoonid. Termopuidu iseloomulikke tooni saab säilitada UV-kindla puidukaitse-vahendiga. Ent tasub meeles pidada, et aja jooksul puit siiski vananeb ja muudab värvi.

Termotöödeldud okaspuidust tooted on saadaval ka pinnaviimistlusega. Kvaliteetsed puittooted on kaetud loodussõbralike veepõhiste värvidega, mis on suurepärase ilmastikukindlusega. Värvitud termomännil ja -kuusel on 1. klassi vastupidavus, stabiilsemad mõõtmed, mis aitavad ära hoida puidu kaardumisest tulenevad probleemid, ning vaiguvaba pind.

Termopuidust toodete kasutajasõbralikkus aitab kaasa projektide edukale elluviimisele. Tooted, mida on lihtne käsitseda ja paigaldada, vähendavad märgatavalt aja- ja ehituskulusid. Mitmete tipptasemel välisvoodrilahendustega kaasnevad uuenduslikud paigaldussüsteemid, mis võimaldavad laudu oma kohale kinnitada vaid kerge vajutusega. Varjatud paigaldussüsteemidega saab luua laitmatult puhta fassaadipinna ilma ühegi nähtava kinnitusega. Otsatapi abil saab voodrilaudu ja muid puittooteid kerge vaeva ja lühikese paigaldusajaga kokku ühendada nii, et tulemuseks on ühtlane ja veatu puidupind.





Kuna termopuit säilitab kauem oma kuju ja mõõtmed, on toodetel pikem kasutusiga ja suurem töökindlus.

## THERMORY

Thermory on üle 20 aasta olnud ülemaailmne turuliider termotöötlemise alal. Termotöötlemine on jätkusuutlik tehnoloogia tippkvaliteetsete kauakestvate puitlahenduste loomiseks. Ettevõtte pikaajalise ja tiheda koostöö tulemusel arhitektide, projekteerijate, disainerite, kinnisvaraarendajate ja spetsialiseerunud edasimüüjatega on valminud tuhandeid kauniilmelisi projekte rohkem kui 50 riigis kõikidel kontinentidel.

Kasutades ainult kuumust ja veeauru, toodab Thermory äärmiselt vastupidavaid ja ilmastikukindlaid terrassi-, voodri- ja põrandalaua, seinapaneeli ja saunatooteid, mis nii kvaliteedilt kui keskkonnasõbralikkuselt edestavad tavalisi alternatiive, nagu plastkomposiidid, keemiliselt töödeldud puidust ja troopilisest lehtpuidust tooteid.

### **Drift ja Ignite by Thermory – jätkusuutlik, funktsionaalne ja kaunis välisvooder**

Thermory voodrilauad annavad välisseintele esteetiliselt kauni ilme ja esmaklassilise vastupidavuse. Termopuidust voodrimaterjal valmib termotöötlusprotsessi tulemusel ja oma ala meistrite käe all. Ettevõtte laiast tootevalikust leiab erineva tekstuuri, värvi ja viimistlusega voodrilaudu ning innovaatilisi kinnituslahendusi, mis võimaldavad laudu kiiresti ja vähese vaevaga paigaldada ning tagavad ühtlaselt sileda ja pindudeta välisviimistluse.

Üheks selliseks uuenduseks on **Press and Click Strips** ehk **PaCS** klambriistudega kinnitussüsteem, mis tõenäoliselt on kõige lihtsam ja kiirem saadaolev terrassi- ja voodrilaudade paigaldussüsteem. PaCS süsteemi abil saab Thermory terrassi või voodri paigaldada lühikese ajaga, ilma et peaks hakkama puurimisega vaeva nägema ja materjali raiskama. Soonega laudu on kerge joondada

ning veatu, kruviaukudeta ja vastupidav viimistlus on vaid mõne minuti küsimus.

Thermory kvaliteetvoodrite valikusse kuuluv sari **Drift** ühendab endas taaskasutuspuudu efektse välimuse, funktsionaalsuse ja vastupidavuse. Termokõusest valmistatud ning mitmes loomulikult vananenud puidutoonis Drift seeria päevinäinud ilmega laudu on taaskasutuspuudist peaaegu võimatu eristada. Ent kui taaskasutuspuuduga seostuvad mitmesugused riskid ja võimalikud ebameeldivused, nt putukate väljaheidet ja putukatõrjevahendid, plii, liimijäägid ja juhuslikud naelad, siis Drift lauad on erakordselt ühtlase kvaliteedi ja stabiilsusega ning rohkem kui 20aastase mädanikukindlusega.

Tugevat alternatiivi traditsioonilisele Jaapani põletatud puidule pakub **Ignite** sari oma ehmatavalt realistliku söestunud välimusega. Puit on läbinisti vastupidav ning erinevalt põletatud puidupinnast selle pealispind ei määri. Ignite sari on valmistatud termotöödeldud harilikust männist leegi- vaba protsessi käigus, kus iseloomulik draakonisoomuse muster on puidu sisse pressitud, harjatud ja üle värvitud. Ignite'i julge esteetika on kombineeritud esmaklassilise stabiilsuse ja vastupidavusega ning sarja toodetele lubatakse üle 20aastast mädanikukindlust.

**Vivid seeria** pakub kaunites ja vastupidavates värvides välisvoodrivalikut. Termokõusest või termomännist voodrilauad on tehases värvitud ja paigaldusvalmis. Tooted on suurepärase bioloogilise vastupidavuse ja ilmastikukindlusega ning sobivad ideaalselt välisvoodrilahenduseks mitmesugustes kliimaoludes. Vivid sarjas on rohkesti värvitoone ja viimistlusi, sh hõbedased, läbikumavad ja läbipaistmatud värvid, ning hulgaliselt erinevaid profile.

## KASUTATUD ALLIKAD

- <sup>1</sup> Wieslaw, Olek. "Texture changes in thermally modified wood." Archives of Metallurgy and Materials, Vol. 53, No. 1 (2008): 207-211.
- <sup>2</sup> Ibid.
- <sup>3</sup> International ThermoWood Association. "ThermoWood® Handbook." ITWA. [https://asiakas.kotisivukone.com/files/en.thermowood.palvelee.fi/downloads/tw\\_handbook\\_080813.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/en.thermowood.palvelee.fi/downloads/tw_handbook_080813.pdf) (accessed 14 June 2020).
- <sup>4</sup> National Wood Flooring Association. "What is Thermally Modified Lumber?" Hardwood Floors Magazine. <https://hardwoodfloorsmag.com/2018/03/27/thermally-modified-lumber> (accessed 14 June 2020).
- <sup>5</sup> Van Blokland, Joran, Anders Olsson, Jan Oscarsson and Stergios Adamopoulos. "Prediction of bending strength of thermally modified timber using high-resolution scanning of fibre direction." European Journal of Wood and Wood Products, Vol. 77, No. 10 (2019): 327-340.
- <sup>6</sup> Sandberg, Dick and Andreja Kutnar. "Thermally Modified Timber: Recent Developments in Europe and North America." Wood and Fiber Science, Vol. 48, 2015 Convention Special Issue (2016): 28-39.
- <sup>7</sup> Above n 3.
- <sup>8</sup> Ibid.
- <sup>9</sup> Elsevier B.V. "Thermal Modification." ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/thermal-modification> (accessed 14 June 2020).
- <sup>10</sup> Above n 3.
- <sup>11</sup> Herrera, René, Ainhoa Arrese, Pedro L. de Hoyos-Martínez, Jalel Labidi and Rodrigo Llano-Ponte. "Evolution of thermally modified wood properties exposed to natural and artificial weathering and its potential as an element for façades systems." Construction and Building Materials, Vol. 172 (2018): 233-242.
- <sup>12</sup> Above n 6.
- <sup>13</sup> Ibid.

Ülaltoodud teave on esitatud seisuga juuli 2020.