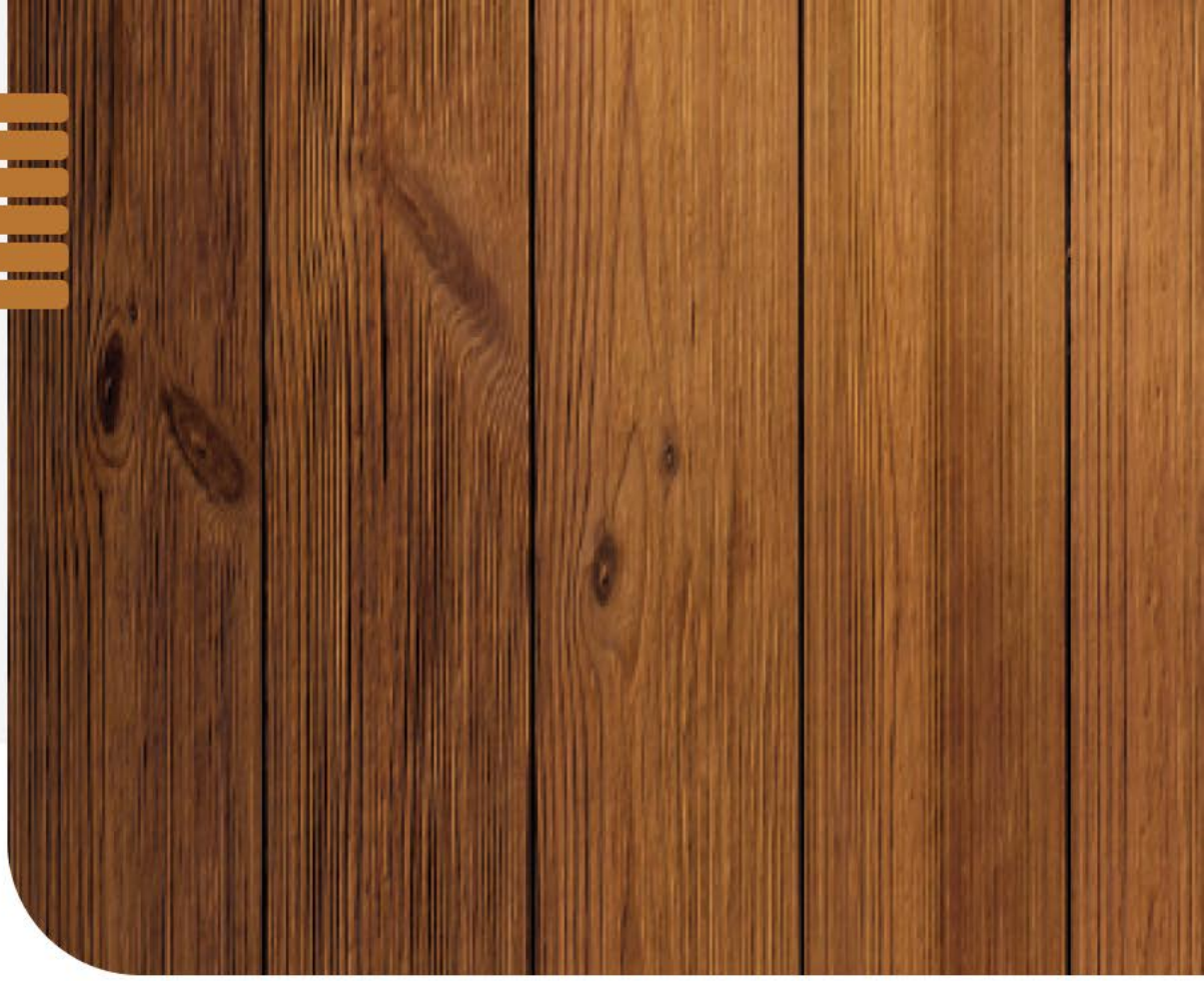


کتابچه راهنما

ترموود

WOOD HYPER

ThermoWood®

HANDBOOK

فهرست مطالب

پیشگفتار
تعاریف
۱. توسعه الوارهای حرارتی اصلاح شده
۲. فرآیند تولید ترمووود
۲.۱ فرآیند تولید
۲.۲ مواد خام
۲.۳ تغییرات در ساختار چوب
۲.۳.۱ کربوهیدرات ها
۲.۳.۲ لیگنین
۲.۳.۳ مواد استخراجی
۲.۳.۴ سمیت چوب اصلاح شده حرارتی
۲.۳.۵ مقدار pH چوب اصلاح شده حرارتی
۲.۴ کنترل کیفیت تولید.
۳.۱ مواد خام
۳.۲ فرآیند تولید
۳.۳ استفاده و بازیافت
۳.۴ چرخه حیات
۴. محصولات ترمووود
۴.۱ تأثیر اصلاح حرارتی بر ابعاد چوب
۴.۲ محصولات تخته پروفیل
۴.۳ علامت گذاری CE
۴.۴ طبقه بندی محصولات
۴.۵ خواص فیزیکی
۴.۵.۱ چگالی
۴.۵.۲ استحکام خمشی و مدول الاستیسیته
۴.۵.۳ استحکام نگه داشتن پیچ
۴.۵.۴ استحکام فشاری عمود بر رگه
۴.۵.۵ استحکام فشاری موازی با رگه
۴.۵.۶ استحکام خمشی ضربه (خمش دینامیکی)
۴.۵.۷ مقاومت برشی
۴.۵.۸ قدرت شکافتگی
۴.۵.۹ سختی
۴.۵.۱۰ مقاومت در برابر آتش

۴.۶ خواص حرارتی مکانیکی
۴.۶.۱ رطوبت تعادلی
۴.۶.۲ تورم و انقباض در اثر رطوبت
۴.۶.۳ نفوذپذیری
۴.۶.۴ هدایت حرارتی
۴.۷ دوام طولانی مدت
۴.۷.۱ مقاومت در برابر آب و هوا
۴.۷.۲ مقاومت بیولوژیکی
۴.۷.۳ مقاومت در برابر حشرات
۴.۸ تأثیر بر کیفیت هوای داخل ساختمان
۵. عمل آوری محصولات ترموود
۵.۱ اره کردن
۵.۲ برنامه ریزی
۵.۳ آسیاب
۵.۴ سنباده زدن
۵.۵ چسباندن
۶. عملیات سطحی محصولات ترموود
۶.۱ ترموود به عنوان پایه ای برای عملیات سطحی
۶.۲ متداول ترین عوامل عملیات سطحی
۶.۳ عملکرد عملیات سطحی
۶.۴ عملیات حفاظت در برابر آتش
۷. تهیه و ذخیره سازی محصولات ترموود
۸. کاربردهای محصولات ترموود در صنعت ساخت و ساز
۸.۱ استفاده در فضای داخلی
۸.۲ استفاده در فضای باز
۹. نصب محصولات روکش ترموود
۹.۱ اتصال دهنده ها
۹.۲ افزونه
۹.۳ مفاصل
۱۰. ترموود در صنعت نجاری
۱۱. نمونه های کاربردی

WOOD HYPER

پیشگفتار

استفاده از الوارهای اصلاح شده حرارتی در ۲۰ سال گذشته به طور قابل توجهی در سراسر جهان افزایش یافته است. محصولات و تکنیک های تولید در طول دهه ها توسط تولید کنندگان و انجمن بین المللی ترموود توسعه یافته اند.

محصولات چوبی اصلاح شده حرارتی محصولات چوبی طبیعی و بدون مواد شیمیایی هستند که از مواد خام تایید شده ساخته شده اند. چرخه عمر طولانی دارند و قابل بازیافت هستند. انجمن بین المللی ترموود که در سال ۲۰۰۰ در فنلاند تأسیس شد، وظیفه ترویج استفاده از محصولات ترموود را بر عهده دارد. در حال حاضر این انجمن در چندین کشور عضو دارد. این کتابچه راهنما اطلاعات ضروری را در مورد محصولات چوبی اصلاح شده حرارتی که تحت علامت تجاری ترموود فروخته می شوند، ارائه می دهد. هدف آن ارائه اطلاعات عینی در مورد محصولات ترموود و استفاده از آنها است که برای معماران و طراحان سازه، خرده‌فروشان، سازندگان قطعات و المان، پیمانکاران، نجاران و موسسات آموزشی در نظر گرفته شده است.

طراحان همیشه مسئول طراحی سازه های مورد استفاده در یک پروژه هستند. تولید کنندگان الوار ترموود طیف گسترده ای از محصولات و دستورالعمل های نصب را برای کاربردهای مختلف ارائه می دهند. به همین دلیل، توصیه می شود در موارد مربوط به انتخاب محصولات و اطلاعات فنی مربوط به آنها با خدمات فنی مشتریان سازنده تماس بگیرید. این کمک می کند تا اطمینان حاصل شود که طراحی شما کیفیت بالا و عمر طولانی را ارائه می دهد. تهیه این کتاب راهنما توسط Jukka Ala-Viikari، مدیر اجرایی انجمن بین المللی ترموود و نمایندگان اعضای انجمن نظارت شده است. بنیاد کیفیت محصولات ساختمانی در تامین مالی کار روی این کتابچه مشارکت داشت. اولین نسخه کتاب راهنما در آوریل ۲۰۲۱ منتشر شد. این نسخه به روز شده است. مایلیم از همه کسانی که در این پروژه شرکت کردند و در آن مشارکت داشتند تشکر کنیم.

تعاریف

ترمووود

علامت تجاری ثبت شده، که فقط می تواند توسط اعضای انجمن بین المللی ترمووود استفاده شود.

محصول ترمووود

یک محصول چوبی تولید شده با استفاده از روش اصلاح حرارتی توسعه یافته در فنلاند.

اصلاح حرارتی

روشی که در آن خواص شیمیایی چوب با حرارت و بخار اصلاح می شود. حداقل دمای اصلاح ۱۶۰ درجه سانتیگراد است. تغییرات بعدی در ساختار چوب دائمی هستند.

فرآیند ترمووود

فرآیند تولید محصول ترمووود که توسط مرکز تحقیقات فنی فنلاند (VTT) توسعه یافته و ثبت شده است. انجمن بین المللی ترمووود مالک این اختراعات است.

لوگوی با کیفیت

(ITWA = انجمن بین‌المللی ترمووود) لوگوی رسمی با کیفیت ترمووود انجمن بین‌المللی ترمووود، که فقط می‌تواند توسط اعضای انجمن با سیستم کنترل کیفیت ممیزی شده استفاده شود.

PEFC

(برنامه تایید گواهینامه جنگل) PEFC یک سیستم گواهینامه بین المللی جنگل است که مدیریت پایدار جنگل را از نظر زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی در سطح جهانی ترویج می کند.

FSC (شورای سرپرستی جنگل)

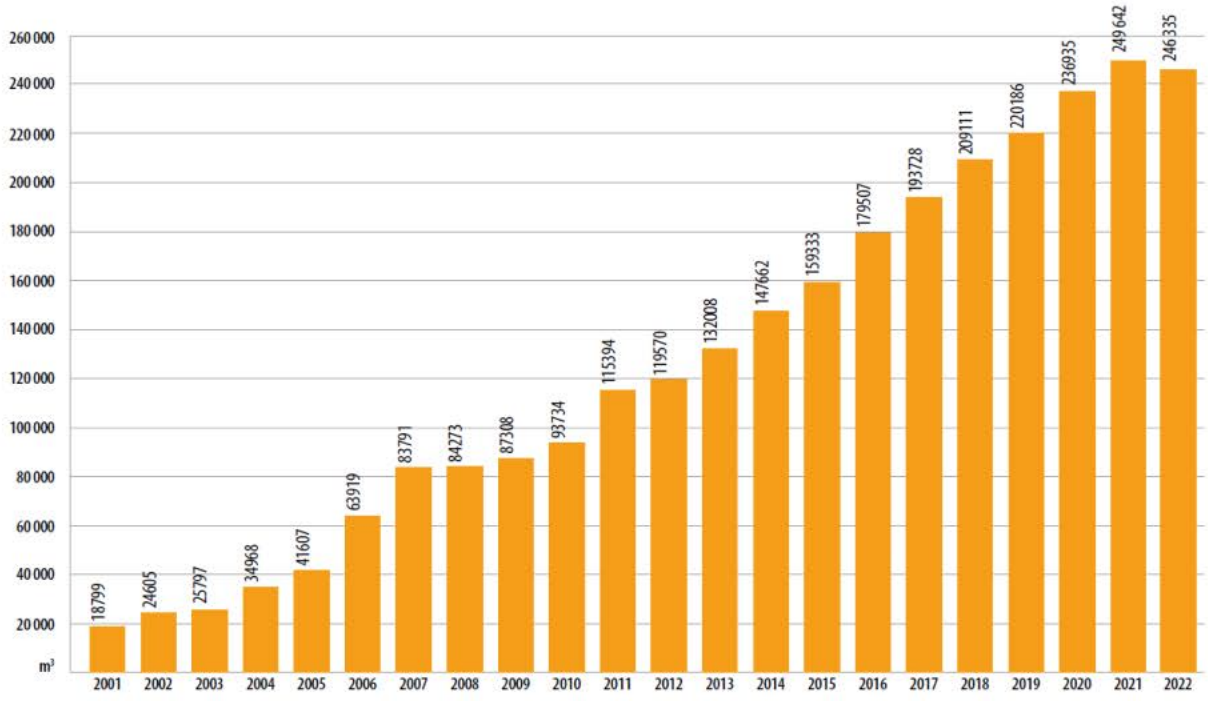
FSC یک سازمان بین المللی غیر انتفاعی است که برای ترویج مدیریت مسئولانه جنگل های جهان تاسیس شده است. به خدمات و محصولات گواهی FSC اعطا می کند.

OLB (Origine et Legalité des Bois)

OLB یک سیستم صدور گواهینامه است که برای تأیید منشاء الوار و مطابقت با الزامات قانونی در مدیریت و برداشت جنگل طراحی شده است.

۱. توسعه الوارهای حرارتی اصلاح شده

رسم نیم سوز کردن سطح چوب برای مقاوم‌تر کردن آن در برابر رطوبت به مصر باستان برمی‌گردد. سطح نیم سوز شده یک لایه محافظ تشکیل می دهد که مقاومت بیولوژیکی چوب را بهبود می بخشد. در فنلاند، از این روش برای محافظت از بخش‌های زیرزمینی تیرک‌های یونجه و حصارها در برابر رطوبت موجود در خاک استفاده می‌شد. می‌توان گفت که نیم سوز کردن سطح چوب روی آتش باز اولین گام در جهت اصلاح حرارتی چوب بود. اصلاح حرارتی چوب در کوره برای اولین بار در اوایل قرن بیستم مورد مطالعه علمی قرار گرفت. هدف این بود که یاد بگیریم چگونه اصلاح حرارتی کیفیت چوب را بهبود می بخشد، علاوه بر آن مقاومت آن را در برابر رطوبت افزایش می دهد و کاربردهای مناسب برای چوب عمل شده را شناسایی می کند. یکی از زمینه های تحقیقاتی استفاده از الوارهای اصلاح شده حرارتی در صنعت هوانوردی بود. تا دهه ۱۹۸۰، تحقیقات در مورد اصلاح حرارتی عمدتاً در آلمان و ایالات متحده انجام می شد. اولین تأسیسات تجاری اصلاح حرارتی در اوایل دهه ۱۹۸۰ در آلمان تأسیس شد، اما عملیات به مقیاس صنعتی نرسید. در دهه ۱۹۹۰، فنلاند، فرانسه و هلند رهبران تحقیقات در زمینه اصلاح حرارتی چوب بودند. یک پیشرفت بزرگ در این زمینه در سال ۱۹۹۳ در فنلاند انجام شد، زمانی که VTT با همکاری شرکت های صنعت چوب، فرآیند ترمووود را در مقیاس صنعتی برای بهبود خواص الوار با گرما توسعه داد. امروزه ترمووود یک برند بین المللی است و حجم تولید آن به طور پیوسته در حال افزایش است. الوارهای اصلاح‌شده حرارتی تولید شده با استفاده از فرآیند ترمووود در سراسر جهان، در کشورهایی مانند فنلاند، سوئد، دانمارک، بلژیک، لهستان، لتونی، ترکیه، ژاپن و کانادا تولید می‌شوند. دامنه کاربردهای الوار اصلاح شده حرارتی به سرعت گسترش یافته است تا محصولات روکش کاری و طراحی داخلی، ساخت و ساز پاسیو و باغ و صنعت نجاری را پوشش دهد.



۲. فرآیند تولید محصولات چوبی

در تولید محصولات ترموود از هیچ ماده شیمیایی استفاده نمی شود. تمام مواد اولیه از منابع معتبر تهیه می شود تولید آن بر اساس اصلاح کنترل شده الوار با گرما، بخار و آب است. فازهای اصلاح عبارتند از: خشک کردن در دمای بالا، اصلاح حرارتی و خنک کردن، و تهویه رطوبت. این فرآیند منجر به تغییرات فیزیکی و شیمیایی دائمی در چوب می شود. خواص جدید بدون تغییر باقی می‌مانند، حتی زمانی که الوار با روش‌هایی مانند اره کردن یا تراشکاری پردازش می‌شوند. این امر در مورد رنگ محصول (از طریق رنگ آمیزی) نیز صدق می کند. دو کلاس ترموود وجود دارد: Thermo-S و Thermo-D به بخش ۴.۴ مراجعه کنید. محصولات ترموود از چند جهت با چوب استاندارد متفاوت است، به عنوان مثال:

- کاهش تورم و جمع شدگی ناشی از رطوبت
- افزایش ثبات ابعادی
- دوام بیولوژیکی بهتر
- رنگ تیره تر (از طریق رنگ آمیزی)
- بدون رزین
- هدایت حرارتی کمتر

۲.۱ فرآیند تولید

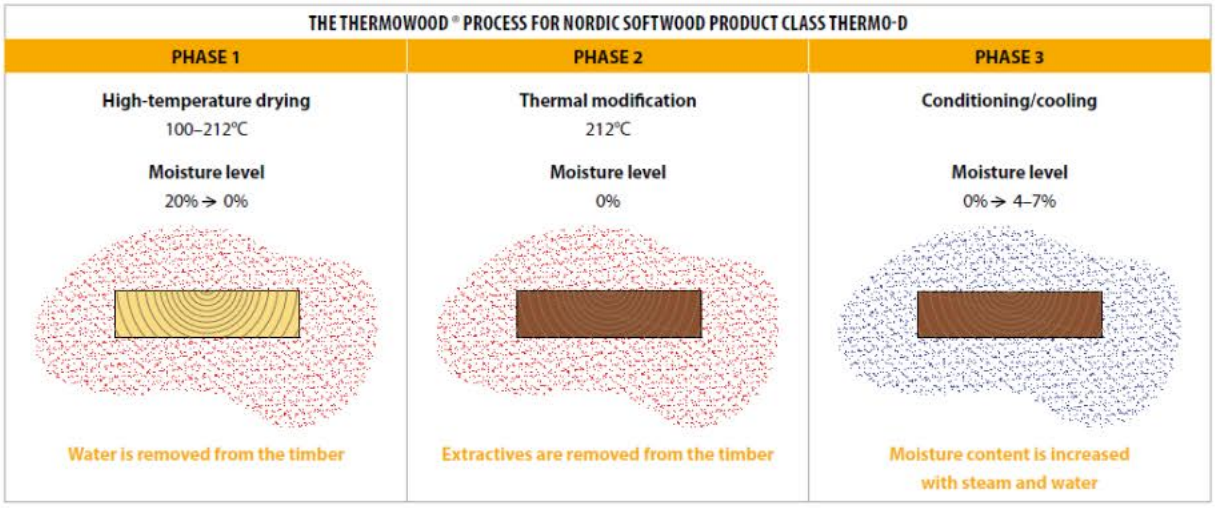
اصلاح حرارتی چوب در تاسیسات در مقیاس صنعتی صورت می گیرد. فرآیند ترمووود هم برای چوب‌های سخت و هم برای چوب‌های نرم مناسب است و همیشه برای گونه‌های چوبی که به‌عنوان ماده خام استفاده می‌شوند، بهینه می‌شود. در شروع فرآیند، الوار به بسته‌های چوبی تبدیل می‌شوند که به کوره منتقل می‌شوند. در طول اصلاح حرارتی، چوب با استفاده از بخار محافظت می شود، که همچنین بر تغییرات دائمی که در چوب رخ می دهد تأثیر می گذارد. فرآیند ترمووود را می توان به سه فاز اصلی تقسیم کرد.

فاز ۱: خشک کردن در دمای بالا کوره به سرعت تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد گرم می شود. پس از این، درجه حرارت به تدریج به سطح مورد نظر افزایش می یابد. در طی این فرآیند، الوار خشک می شود و رطوبت آن به صفر می رسد.

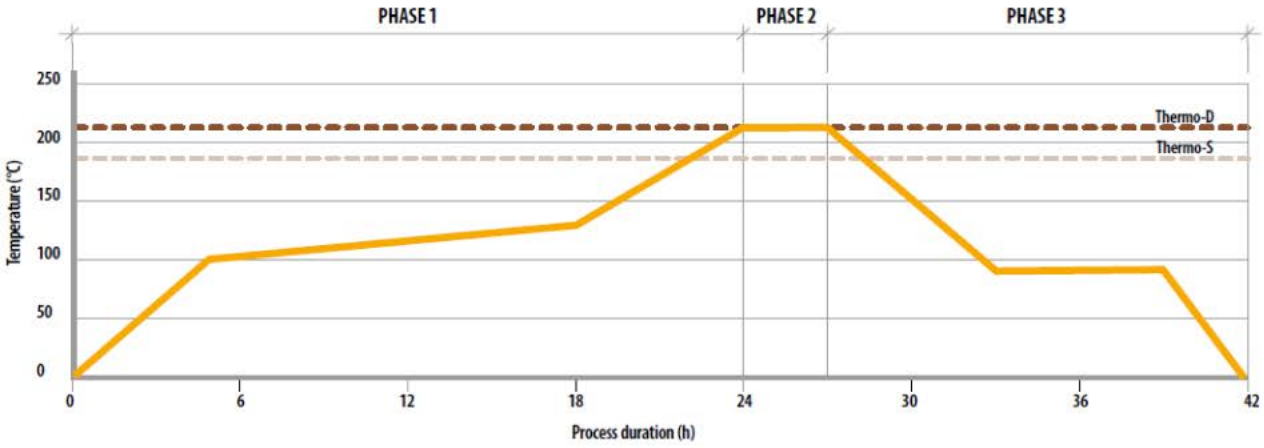
فاز ۲: اصلاح حرارتی پس از خشک شدن در دمای بالا، کوره در دمای ثابت نگهداری می شود و اصلاح واقعی انجام می شود.

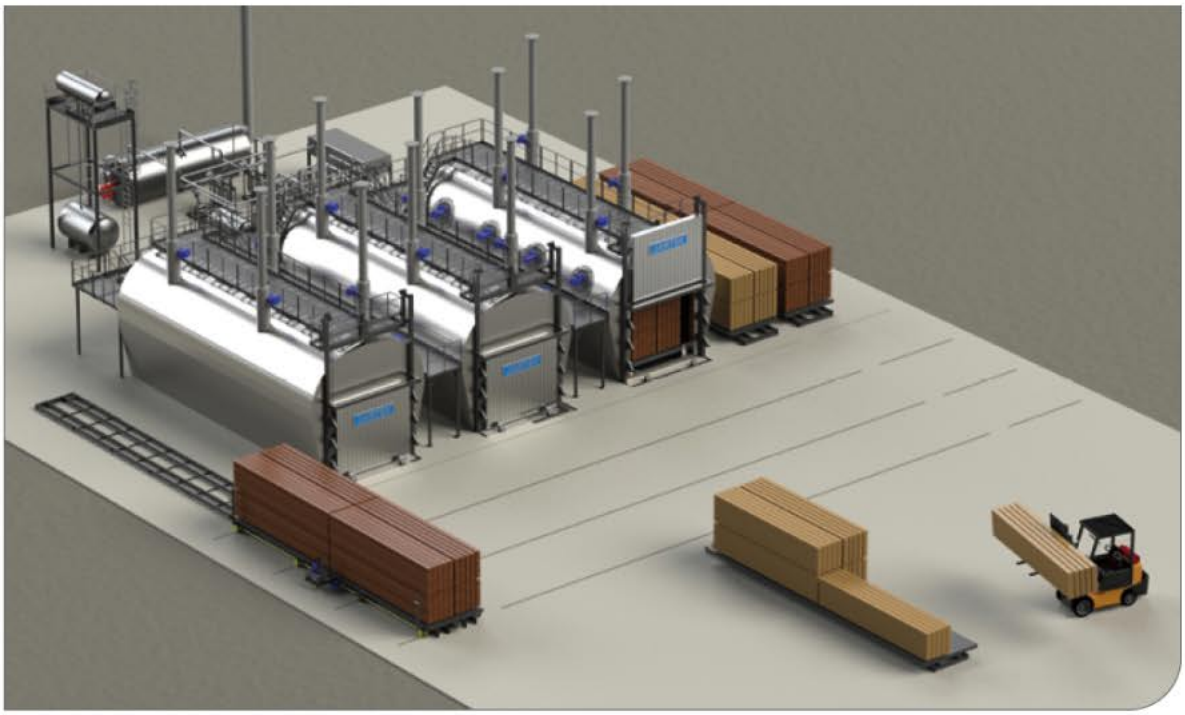
فاز ۳: سرمایش/تهویه مطبوع در مرحله آخر، دمای کوره با سیستم پاشش آب کاهش می یابد. هنگامی که دما به اندازه کافی پایین باشد، رطوبت چوب با استفاده از آب و بخار افزایش می‌یابد تا قابلیت ماشینکاری و ثبات ابعادی آن بهبود یابد. پس از مرحله خنک سازی، رطوبت محصولات ترمووود ۴-۷% است.

مدت زمان فرآیند ترمووود به کلاس محصول (Thermo-S یا Thermo-D)، گونه‌های چوب و میزان رطوبت و ابعاد مواد اولیه بستگی دارد. این محصول در طی فرآیند زمانی که حرارت خواص شیمیایی خود را تغییر می دهد رنگ قهوه ای خود را به دست می آورد. در طی اصلاح حرارتی، چوب های نرم رزین و سایر ترکیبات آلی ترشح می کنند. مواد استخراجی نیز از چوب های سخت حذف می شوند. برای جلوگیری از ترک خوردن چوب از سیستم کنترل ویژه ای برای تنظیم دما استفاده می شود. تنظیمات مختلف برای گونه های مختلف چوب و ابعاد چوب استفاده می شود.



WOOD HYPER


PHASE 1
PHASE 2
PHASE 3
Thermo-D
Thermo-S
Temperature (°C)
250
200
150
100
50
0
0
6
12
18
24
30
36
42
Process duration (h)



Thermo-S

Thermo-D

۲.۲ مواد خام

چوب اره انتخاب شده به عنوان ماده اولیه استفاده می شود. از چوب نرم Nordic، قلب چوب (پارت اصلی چوب) استفاده می شود. کیفیت مواد خام در طول فرآیند تولید نظارت می شود. انتخاب مواد اولیه مناسب برای دستیابی به محصولی با کیفیت بسیار ضروری است. در اصل، اصلاح حرارتی را می توان برای گونه های مختلف چوب مورد استفاده قرار داد، اما خواص مواد اولیه تا حد زیادی بر نتیجه نهایی تأثیر می گذارد. در حال حاضر، محصولات ترمووود تنها از گونه‌های چوب فهرست شده در جدول ۱ ساخته می‌شوند، زیرا مطالعات علمی نشان داده‌اند که الزامات کیفیت تعیین‌شده برای محصول نهایی را برآورده می‌کنند. تحقیقات بیشتری به طور مداوم در مورد الوارهای اصلاح شده حرارتی انجام می شود و با در دسترس قرار گرفتن نتایج، گونه های بیشتری به محدوده ترمووود معرفی خواهند شد. دستورالعمل های فرآیند جداگانه برای هر گونه چوب تهیه شده است و اصلاح حرارتی مطابق با این دستورالعمل ها انجام می شود. ابعاد اسمی معمولی چوب مورد استفاده برای ساخت محصولات ترمووود در شکل ارائه شده است. طول چوب نرم معمولاً بین ۲.۷ تا ۵.۷ متر و برای چوب سخت بین ۱.۸ تا ۴.۲ متر است. سایر ابعاد و طول ها با سفارش ویژه موجود می باشد.

Wood species	Type	Hardness	Origin	Product class
Pine (Pinus sylvestris)	Softwood	Soft	Nordic and Baltic regions	Thermo-D, Thermo-S
Spruce (Picea abies)	Softwood	Soft	Nordic and Baltic regions	Thermo-D, Thermo-S
Radiata pine (Pinus radiata)	Softwood	Soft	New Zealand, Chile	Thermo-D, Thermo-S
Birch (Betula)	Hardwood	Hard	Nordic and Baltic regions	Thermo-D, Thermo-S
Aspen (Populus tremula)	Hardwood	Soft	Nordic and Baltic regions	Thermo-D, Thermo-S
Ash (Fraxinus excelsior)	Hardwood	Hard	Europe, North America	Thermo-D, Thermo-S
Ayous (Triplochiton scleroxylon)	Hardwood	Hard	Africa	Thermo-D, Thermo-S
Frake (Terminalia superba)	Hardwood	Hard	Africa	Thermo-D, Thermo-S
Iroko (Milicia excelsa)	Hardwood	Hard	Africa	Thermo-S

Pine

32x75

25x100

25x125

25x150

32x100

32x125

32x150

32x200

38x100

38x125

38x150

50x100

50x125

50x150

Spruce

25x125

32x100

32x125

32x150

38x125

38x150

50x100

50x125

50x150

Radiata pine

25x150

25x200

32x200

33x150

Aspen, birch, ash

19x100

22x100

22x125

22x150

25x100

25x125

25x150

28x100

28x125

28x150

32x100

32x125

32x150

32x200

WOOD HYPER

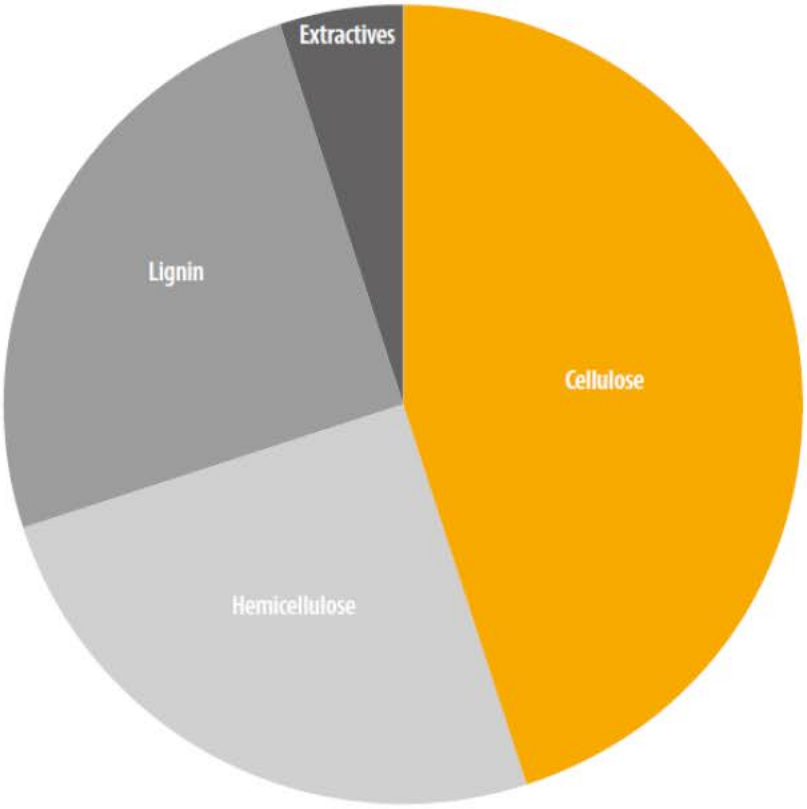
۲.۳ تغییرات در ساختار چوب

اجزای اصلی چوب سلولز (۴۰-۵۰%)، همی سلولز (۲۵-۳۵%) و لیگنین (۲۵-۳۰% در چوب های نرم و ۲۰-۲۵% در چوب های سخت) هستند. علاوه بر این، چوب حاوی مواد استخراجی (حدود ۵%) است.

۲.۳.۱ کربوهیدرات‌ها

سلولز و همی سلولز کربوهیدرات هایی هستند که اجزای ساختاری چوب هستند. سلولز یک زنجیره بلند (DP ۵۰۰۰-۱۰۰۰۰) است که از واحدهای گلوکز تشکیل شده است، در حالی که همی سلولزها زنجیره های کوتاه تری هستند (DP ۱۵۰-۲۰۰) که از مونوساکاریدهای مختلف ساخته شده اند. ترکیب و مقدار همی سلولزها از یک گونه چوب به گونه دیگر متفاوت است. در حالی که هر دو گروه در طول اصلاح حرارتی دچار تغییرات می شوند، اکثر تغییرات در همی سلولزهایی با محتوای اکسیژن بالا رخ می دهد. اجزای سلولزی، D-b-گلیکوپیرانوزها، توسط پیوندهای (۱۴)-گلیکوزید به هم متصل می شوند. زنجیره های سلولزی توسط پیوندهایی بین گروه های هیدروکسیل به هم متصل می شوند. در دمای کمتر از ۳۰۰ درجه سانتی گراد، درجه پلیمریزاسیون در طی تجزیه سلولز کاهش می یابد، آب حذف می شود و رادیکال های آزاد، گروه های کربونیل، کربوکسیل و هیدروپراکسید، مونوکسید کربن، دی اکسید کربن و زغال نیم سوز فعال تولید می شود.

ترکیبات همی سلولزها شامل D-گلوکز، D-مانوز، D گالاکتوز، D-xylose و L-arabinose، همراه با L رامنوز، ۴-O-متیل-D-گلوکورونیک اسید و D galacturonic اسید در مقادیر کمتر است. آنها با پیوندهای (۱ ۴)- یا (۱۶) به یکدیگر متصل می شوند همانطور که چوب گرم می شود، اسید استیک از همی سلولزهای استیله شده توسط هیدرولیز تشکیل می شود. اسید آزاد شده به عنوان یک کاتالیزور در هیدرولیز همی سلولزها به قندهای محلول عمل می کند. علاوه بر این، اسید استیک میکروفیبریل های سلولز را در ناحیه آمورف دپلیمر می کند. اسید پیوندهایی را که واحدهای گلوکز را به یکدیگر متصل می کند هیدرولیز می کند و سلولز را به زنجیره های کوتاه تری می شکنند. پس از اصلاح حرارتی، محتوای همی سلولز چوب به طور قابل توجهی کمتر است. در نتیجه، مقدار موادی که قارچ‌های ساپروتروف می‌توانند از بین بروند به‌طور قابل‌توجهی کمتر است، که در مقایسه با چوب استاندارد، به بهبود مقاومت چوب اصلاح‌شده حرارتی در برابر پوسیدگی قارچی کمک می‌کند. همانطور که همی سلولزها تجزیه می شوند، غلظت گروه های هیدروکسیل جاذب آب کاهش می یابد و پایداری ابعادی چوب اصلاح شده حرارتی در مقایسه با چوب عمل نشده بهبود می یابد. دمای تجزیه همی سلولزها ۲۰۰-۲۶۰ درجه سانتیگراد و دمای مربوط به سلولز ۲۴۰-۳۵۰ درجه سانتیگراد است. از آنجایی که گونه‌های چوب سخت حاوی همی سلولز بیشتری نسبت به چوب‌های نرم هستند، تجزیه در آنها آسان‌تر انجام می‌شود. با این حال، شکستن زنجیره های همی سلولزی تاثیر کمتری بر استحکام چوب نسبت به تخریب زنجیره های سلولزی دارد. در عوض، این کار چوب را آسان‌تر فشرده می‌کند و تولید تنش را در آن کاهش می‌دهد و آن را پایدارتر می‌کند.



۲.۳.۲ لیگنین

لیگنین سلول های چوب را کنار هم نگه می دارد. ماده تاریک در لایه های میانی سلول های چوبی عمدتاً از لیگنین تشکیل شده است. همچنین در دیواره سلولی اولیه و ثانویه یافت می شود. در حالی که ساختار شیمیایی لیگنین هنوز مشخص نشده است، پیش سازهای آن برای دهه ها شناخته شده است. لیگنین عمدتاً از واحدهای فنیل پروپان تشکیل شده است که معمولاً توسط پیوندهای کربنی اتر و کربن به یکدیگر متصل می شوند (DP ۱۰-۵۰). چوب‌های نرم عمدتاً حاوی واحدهای گوایاسیل فنیل پروپان هستند، در حالی که چوب‌های سخت حاوی واحدهای گوایاسیل فنیل پروپان و سیرنگیل تقریباً به مقدار مساوی هستند. هر دو همچنین حاوی مقادیر کمی p-hydroxyl phenylpropane هستند. در طی اصلاح حرارتی، پیوندهای بین واحدهای فنیل پروپان تا حدی شکسته می شود. پیوندهای آریل اتر بین واحدهای سیرینگیل راحت تر از پیوندهای بین واحدهای گوایاسیل می شکند. واکنش‌های ترموشیمیایی در زنجیره‌های جانبی آللیک بیشتر از پیوندهای آریل-آلکیل اتر است. هر چه زمان اتوهیدرولیز بیشتر باشد، واکنش های تراکم بیشتری رخ می دهد. محصولات واکنش تراکم شامل گروه‌های ب-کتون و گروه‌های کربوکسیلیک اسید کونژوگه است. از بین تمام ترکیبات چوب، لیگنین بهترین ماده ای است که در برابر گرما مقاومت می کند. جرم آن تنها در دماهای بالاتر از ۲۰۰ درجه سانتیگراد، زمانی که پیوندهای b-aryl ether شروع به شکستن می کنند، شروع به کاهش می کند. در دماهای بالا، محتوای متوکسی لیگنین کاهش می یابد و برخی از واحدهای غیر متراکم آن به واحدهای دی فنیل متان مانند تبدیل می شوند. بر این اساس، تراکم از نوع دی فنیل متان رایج ترین واکنش در محدوده دمایی ۱۲۰-۲۲۰ درجه سانتیگراد است. در طی اصلاح حرارتی، این واکنش تأثیر قابل توجهی بر خواص لیگنین مانند رنگ، واکنش پذیری و انحلال آن دارد.

۲.۳.۳ مواد استخراجی

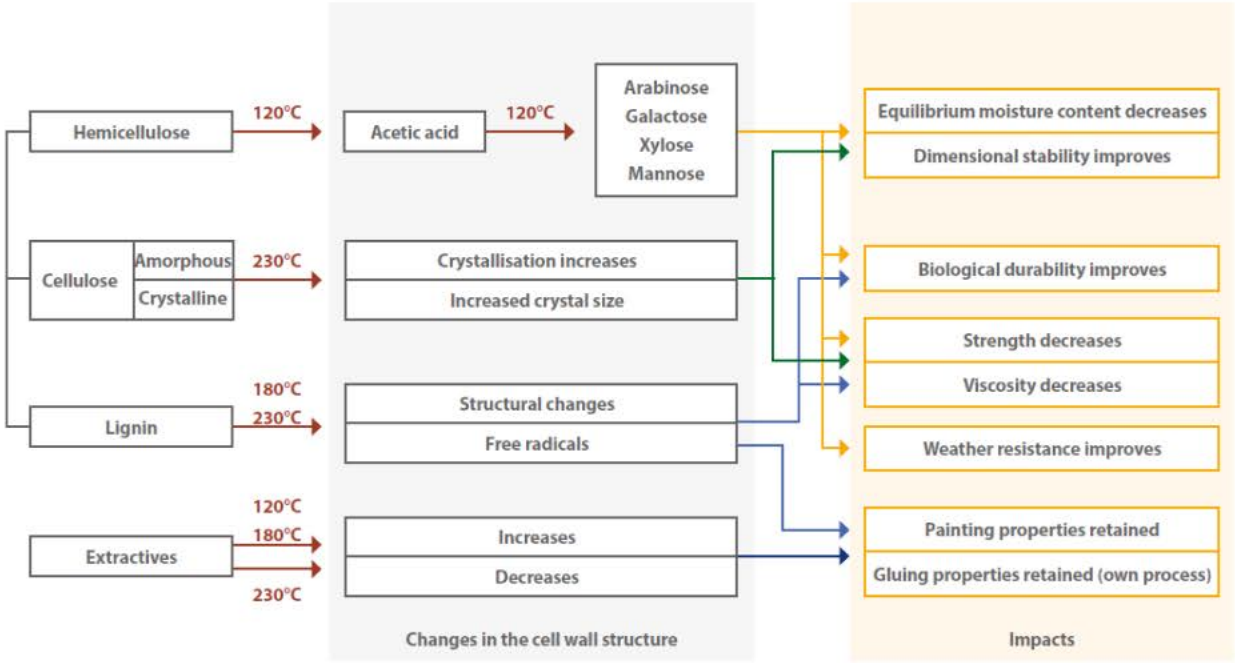
چوب حاوی مقادیر کمی از ترکیبات مولکولی کوچک، مواد استخراجی است که شامل ترپن ها، چربی ها، موم ها و فنل ها می شود. مواد استخراج شده از گونه های مختلف چوب طبیعت ناهمگن دارند و تعداد ترکیبات آن بسیار زیاد است. مواد استخراجی اجزای ساختاری چوب نیستند و اکثر ترکیبات به راحتی در طی اصلاح حرارتی تبخیر می شوند.

۲.۳.۴ سمیت ترموود

سمیت شیرابه های صنوبر اصلاح شده حرارتی در CTBA آزمایش شده است (پروژه اتحادیه اروپا: ارتقاء گونه های چوبی غیر بادوام با عملیات حرارتی مناسب در اثر حرارت، ۱۹۹۸). آزمایش ها بر روی شیرابه های به دست آمده پس از آزمون EN ۸۴ انجام شد. این آزمایش برای ارزیابی تثبیت بیوسیدها در سلول های چوبی استفاده می شود. نمونه‌های کوچک با آب شسته شدند و سپس آب مطابق با NF-EN ISO ۵۰۶۳۴۱ با Daphina Magna (یک صدف کوچک آب شیرین) آزمایش شد و آزمایش‌های میکروسمیتی روی باکتری‌های درخشان دریایی انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که شیرابه ها حاوی مواد سمی برای Daphina Magna نیستند و برای باکتری ها بی ضرر هستند. ترموود همچنین به عنوان یک ماده جایگزین استخوان (VTT و کلینیک جراحی در بیمارستان دانشگاهی در تورکو) آزمایش شده است. آزمایشات اولیه نتایج امیدوارکننده ای را به همراه داشت. ترموود استریل است و هیچ ماده سمی در آن شناسایی نشده است.

۲.۳.۵ مقدار PH ترموود

در طول اصلاح حرارتی، مقدار pH الوار کاهش می‌یابد، و باعث می‌شود محصولات اصلاح‌شده حرارتی به میزان قابل‌توجهی اسید بیشتری نسبت به چوب استاندارد داشته باشند. مقدار pH محصول ترموود حدود ۴ است، در حالی که مقدار pH محصول استاندارد مربوطه بین ۴.۵ تا ۵ است. در مقایسه مقادیر pH، باید توجه داشت که کاهش ۰.۳ واحدی در مقدار pH به معنی دو برابر شدن مقدار اسید (مقیاس لگاریتمی). اسیدیته بر روی درمان سطح تأثیر می گذارد زیرا ممکن است از چسبیدن برخی از عوامل تصفیه سطحی به سطح چوب جلوگیری کند. همچنین ممکن است بر خوردگی بست های فلزی تأثیر بگذارد. به همین دلیل، بست های فلزی مورد استفاده با الوارهای اصلاح شده حرارتی باید از فولاد ضد اسید یا ضد زنگ ساخته شوند.



۲.۴ کنترل کیفیت تولید

کیفیت فرآیند و محصولات ترموود توسط یک مرکز بازرسی معتبر خارجی نظارت می شود. این تاسیسات سیستم کنترل کیفیت کارخانه تولید ترموود را تایید می کند. کارخانه تولید مسئول کنترل کیفیت و اطمینان از عوامل زیر است:

- شرحی از سیستم کنترل کیفی داخلی شامل اطلاعات مربوط به نمودار عملیاتی تاسیسات، فرآیند تولید، تجهیزات، رسیدگی به انحرافات و بازرسی محصول تهیه شده است.
- افراد مسئول تولید و معاونین آنها منصوب می شوند
- افراد مسئول کنترل کیفی و معاونین آنها منصوب می شوند
- محل و تجهیزات تولیدی الزامات را برآورده می کند
- اقدامات مربوط به سرویس و نگهداری تجهیزات با الزامات مطابقت دارد
- تمام جنبه های دستگاه های موجود در محل آزمایش و کالیبراسیون آنها الزامات را برآورده می کند
- اسناد تولید و کنترل کیفیت مطابق با الزامات تهیه و بایگانی می شود

کارخانه تولید باید حداقل یک بار در سال ممیزی شود تا اطمینان حاصل شود که اقدامات کنترل کیفیت با الزامات مطابقت دارد. محصولات نهایی یک بار در سال توسط یک آزمایشگاه تست خارجی تایید شده آزمایش می شوند. قطعات مورد آزمایش توسط نماینده حسابرس انتخاب می شوند. در طول کنترل کیفیت، ویژگی های زیر بررسی می شود:

- سطح رطوبت
- ترک های سطحی و داخلی
- رنگ
- پارامترهای فرآیند

هر گونه انحراف به هیئت گواهی کنترل کیفیت گزارش می شود. اگر کارخانه تولید نتواند الزامات را برآورده کند، گواهینامه آن ممکن است لغو شود.

۳. اثرات زیست محیطی

۳.۱ مواد خام

برای ساخت محصولات ترموود از مواد اولیه تایید شده استفاده می شود. FSC، PEFC و OLB سیستم های صدور گواهینامه مورد استفاده برای محصولات هستند.

۳.۲ فرآیند تولید

محصولات ترموود محصولات چوبی طبیعی و بدون مواد شیمیایی هستند. گازهای فرآیندی که در طول فرآیند تولید از چوب آزاد می شوند، خالص می شوند.

۳.۳ استفاده و بازیافت

محصولات فرعی تولید شده در طول فرآیند تولید می توانند برای تولید انرژی استفاده شوند یا به عنوان ماده اولیه برای مواد کامپوزیتی بازیافت شوند.

۳.۴ چرخه حیات

محصولات ترموود عمر طولانی دارند و لزوماً نیازی به نگهداری ندارند. این عوامل اثرات زیست محیطی محصولات ترموود را در حین استفاده کاهش می دهند. هنگامی که آنها به پایان عمر مفید خود می رسند، محصولات چوبی اصلاح شده حرارتی می توانند به روشی مشابه سایر الوارها مورد استفاده قرار گیرند.

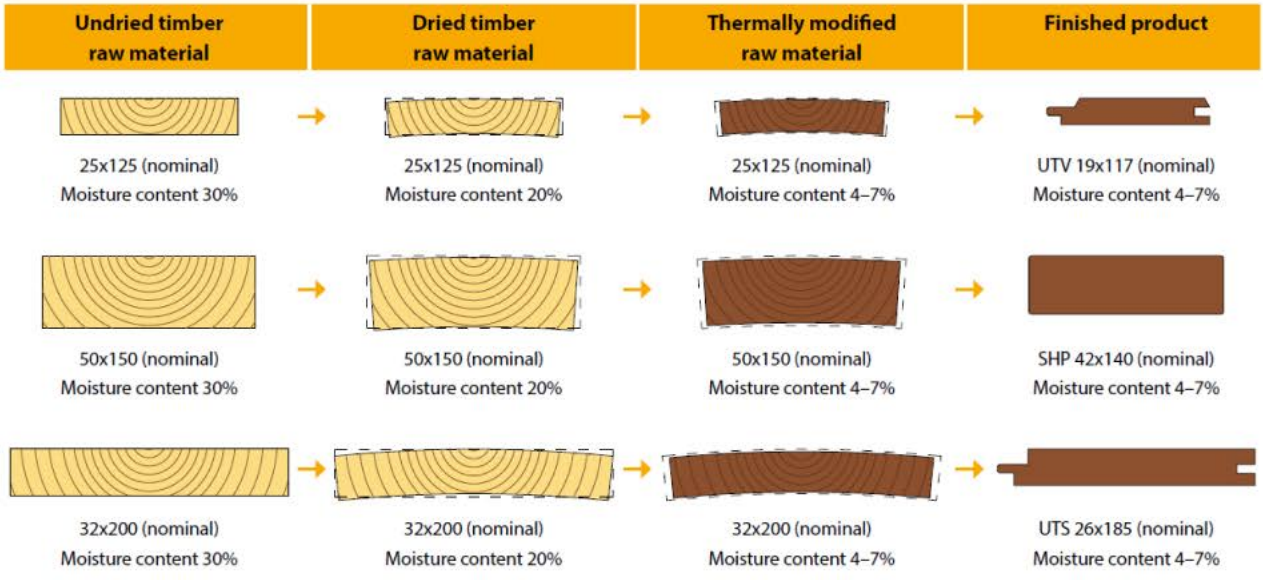
۴. محصولات ترموود

فرآیند ترموود معمولاً چوب اره‌ای زبر تولید می‌کند که سپس به محصولات نهایی تبدیل می‌شود. دسته بندی محصولات اصلی شامل روکش داخلی و خارجی، محصولات ساخت و ساز باغ و محصولات صنعت نجاری است.

۴.۱ تأثیر تغییر حرارتی بر ابعاد چوب

اصلاح حرارتی به طور قابل توجهی میزان رطوبت چوب را کاهش می دهد (شکل ۱۳ را ببینید). انقباض ناشی از این امر باعث کاهش ابعاد اسمی چوب می شود. به عنوان مثال، محصولات ترموود با ابعاد اسمی ۲۵x۱۲۵ در واقع حدود ۳% کوچکتر هستند (۲۴x۱۲۱). علاوه بر این، انحراف ۲- تا ۴+ میلی متر در عرض و ۱- تا ۳+ میلی متر در ضخامت الوار ترموود مجاز است.

عوامل ذکر شده در بالا باید در انتخاب ماده اولیه برای اصلاح حرارتی در نظر گرفته شود. یک پانل ترموود نیز به طور قابل توجهی نازک تر از مواد خام مورد استفاده برای تولید آن است. ضخامت محصول همچنین به این بستگی دارد که آیا تمام قسمت های پشت آن صاف باشد یا خیر.



۴.۲ محصولات تخته پروفیل

ترموود برای تولید طیف وسیعی از مواد روکش داخلی و خارجی، زیورآلات، تخته های عرشه و تخته برای نیمکت های سونا استفاده می شود. در حالی که این محصولات معمولاً تراشیده می شوند، محصولاتی با سطح برس خورده، اره ریز یا زبری ریز نیز در دسترس هستند. محصولات با عملیات سطح صنعتی نیز موجود است. تخته های پروفیل ترموود ممکن است شیارهایی در پشت نداشته باشند زیرا به دلیل ثبات ابعادی خوب مواد، این شیارها ضروری نیستند. محصولات معمولی پروفیل ترموود در شکل ارائه شده است. تولیدکنندگان ترموود همچنین طیف گسترده ای از محصولات خود را ارائه می دهند و اطلاعات دقیق در مورد پروفیل ها، ابعاد، انواع سطح و عملیات سطح در دستورالعمل های سازنده موجود است.

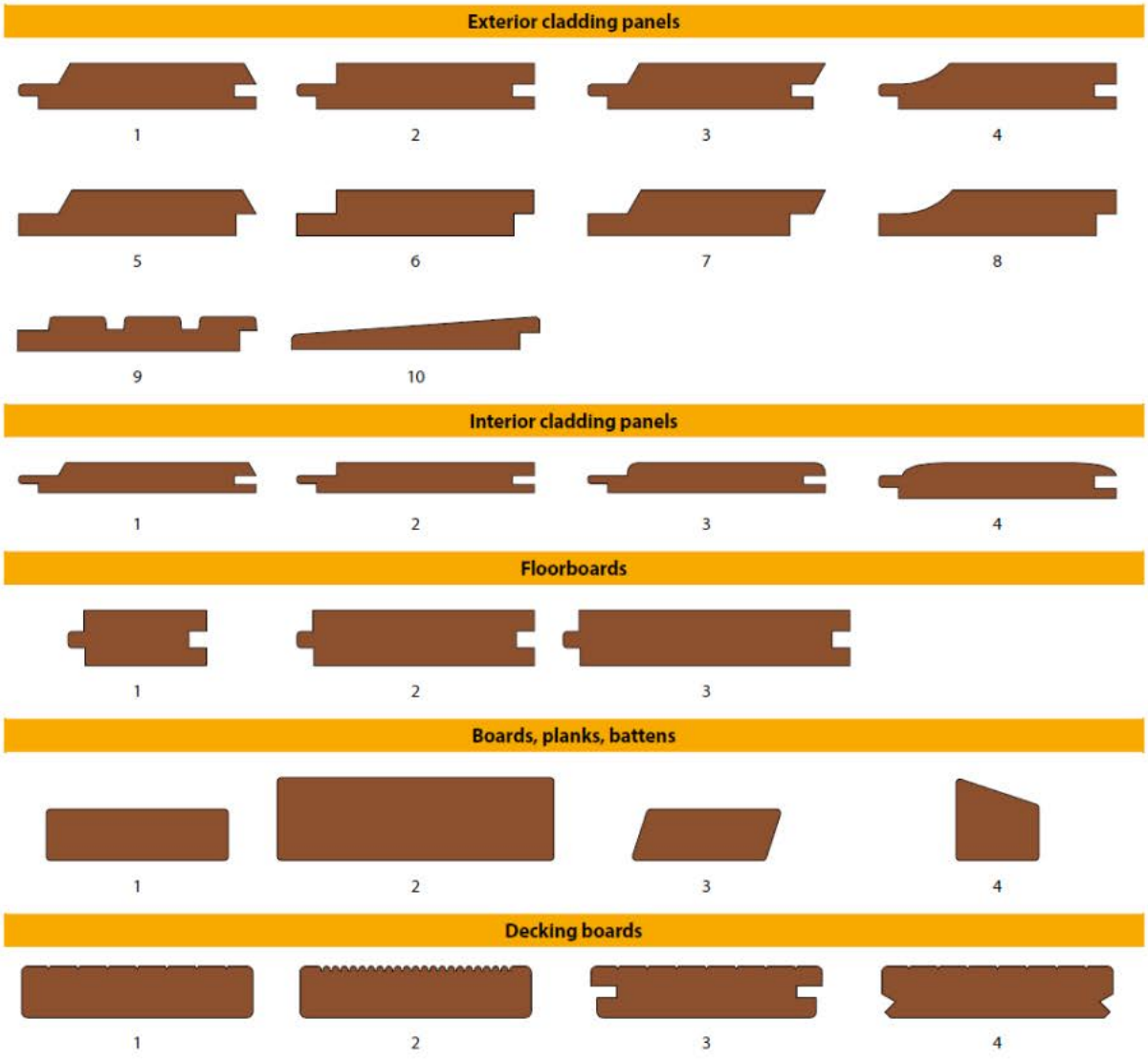
ضخامت های توصیه شده محصول عبارتند از:

استفاده در فضای باز

- روکش دیوار و سقف: حداقل. ضخامت ۱۹ میلی متر
- پاسیو و سازه های مشابه: حداقل. ضخامت ۲۶ میلی متر

استفاده در فضای داخلی

- روکش دیوار و سقف: حداقل. ضخامت ۱۴ میلی متر
- تخته کف: حداقل. ضخامت ۲۶ میلی متر



۴.۳ علامت گذاری CE

مانند چوب استاندارد، چوب اصلاح شده حرارتی معمولاً دارای علامت CE نیست. با این حال، پانل های چوبی و محصولات روکشی که برای استفاده در فضای باز و داخلی در اتحادیه اروپا در نظر گرفته شده اند باید دارای نشان CE مطابق با استاندارد SFS-EN ۱۴۹۱۵ باشند. به همین ترتیب، تخته های کف و مواد کفپوش چوبی باید مطابق با استاندارد SFS-EN ۱۴۳۴۲ دارای علامت CE باشند. علامت گذاری می تواند روی بسته یا خود محصول باشد.

محصولات چوبی با سطح تزئینی که نیاز به نشان CE دارند:

- پانل های چوبی داخلی
- محصولات روکش خارجی چوبی
- تخته های کف

۴.۴ طبقه بندی محصول

محصولات ترموود دارای سیستم طبقه بندی محصولات خاص خود هستند که برای تعیین کاربردهای مناسب استفاده می شود. دو کلاس محصول وجود دارد: Thermo-S و Thermo-D. هر دو چوب نرم و سخت چوب در این کلاس ها موجود هستند. در یک کلاس محصول، محصولات چوب نرم و چوب سخت به دلیل خواص متفاوت و دمای اصلاح آنها به عنوان محصولات جداگانه در نظر گرفته می شوند.

در طبقه بندی محصولات:

- S = ثبات
- D = دوام

(پایداری و مقاومت در برابر پوسیدگی و آب و هوا)

Product class	Modification temperature	Property compared with that of untreated wood (+ = enhanced property) (++ = significantly enhanced property) (o = remains unchanged)		
		Weather resistance	Dimensional stability	Darkness
Thermo-S Nordic softwoods	190°C (+/- 3°C)	+	+	+
Thermo-S Radiata pine	190°C (+/- 3°C)	o	o	o
Thermo-S Hardwoods	185°C (+/- 3°C)	o	+	+
Thermo-S Iroko	190°C (+/- 3°C)	+	+	+

Product class	Modification temperature	Property compared with that of untreated wood (+ = enhanced property) (++ = significantly enhanced property) (o = remains unchanged)		
		Weather resistance	Dimensional stability	Darkness
Thermo-D Nordic softwoods	212°C (+/- 3°C)	++	++	++
Thermo-230 °C Radiata pine	230°C (+/- 3°C)	++	++	++
Thermo-D Ayous (hardwood)	212°C (+/- 3°C)	+	+	++
Thermo-D Frake (hardwood)	212°C (+/- 3°C)	+	+	++
Thermo-D Ash (hardwood)	212°C (+/- 3°C)	+	+	++

Applications	Nordic softwoods		Radiata pine		Ash		Ayous		Frake		Iroko
	Thermo-S	Thermo-D	Thermo-S	Thermo-230 °C	Thermo-S	Thermo-D	Thermo-S	Thermo-D	Thermo-S	Thermo-D	Thermo-S
Interior cladding	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Floors	•	•	•	•	•	•			•	•	•
Fixtures	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Furniture	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Wet indoor spaces	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Window and wall structures	•	•			•		•		•	•	•
Exterior cladding	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Patios		•		•		•					•
Garden furniture		•				•					•
Window hatches outdoors		•		•		•		•		•	•
Portable dividers, etc. outdoors		•		•		•		•		•	•
Fences, pergolas, etc.		•		•		•		•		•	•

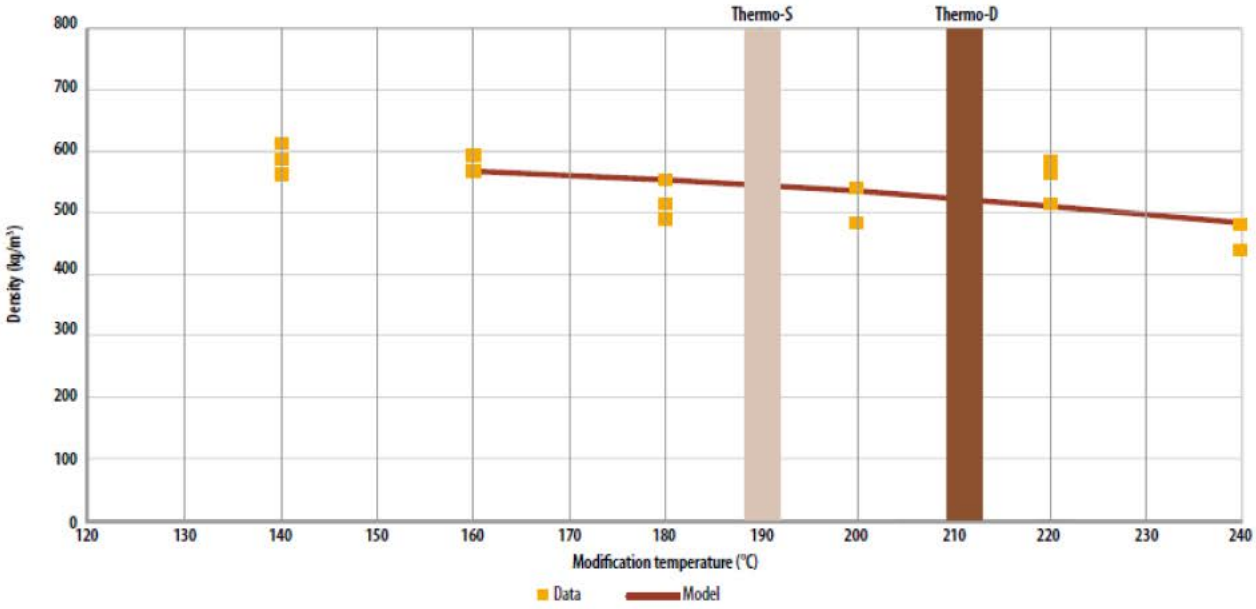
WOOD HYPER

۴.۵ ویژگی های فیزیکی

محصولات ترموود دارای سیستم طبقه بندی محصولات خاص خود هستند که برای تعیین کاربردهای مناسب استفاده می شود. دو کلاس محصول وجود دارد: Thermo-S و Thermo-D. هر دو چوب نرم و سخت چوب در این کلاس ها موجود هستند. در یک کلاس محصول، محصولات چوب نرم و چوب سخت به دلیل خواص متفاوت و دمای اصلاح آنها به عنوان محصولات جداگانه در نظر گرفته می شوند.

۴.۵.۱ چگالی

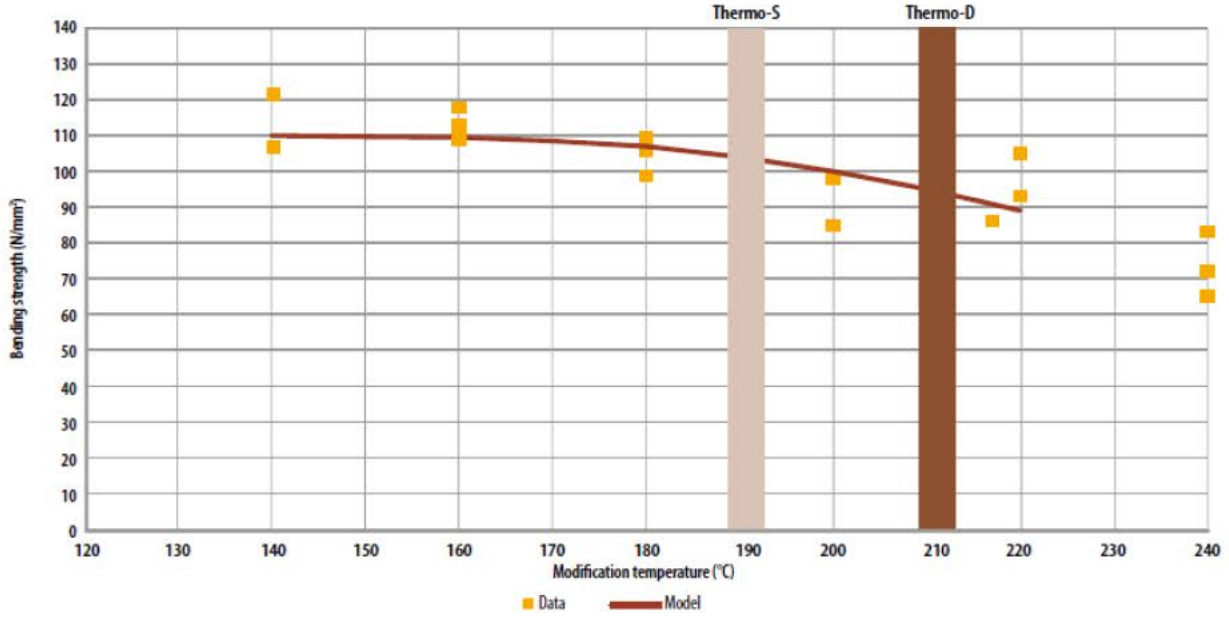
ترموود دارای چگالی کمتری نسبت به چوب اصلاح نشده است. این عمدتاً نتیجه از دست دادن برخی از ترکیبات چوب در طی اصلاح حرارتی است. شکل ۲۲ تأثیر اصلاح حرارتی بر چگالی کاج را در زمانی که به مدت سه ساعت در دمای ۱۶۰+ تا ۲۴۰+ درجه سانتیگراد تحت عملیات قرار می‌گیرد، نشان می‌دهد. با استفاده از دماهای بالاتر، چگالی کاهش می یابد. میانگین چگالی در دماهای کمتر از ۱۶۰ درجه سانتیگراد ۵۶۰ کیلوگرم بر متر مکعب است. ماده آزمایشی در رطوبت نسبی ۶۵ درصد قرار گرفت. جدول نتایج یک مطالعه گسترده تر را نشان می دهد.

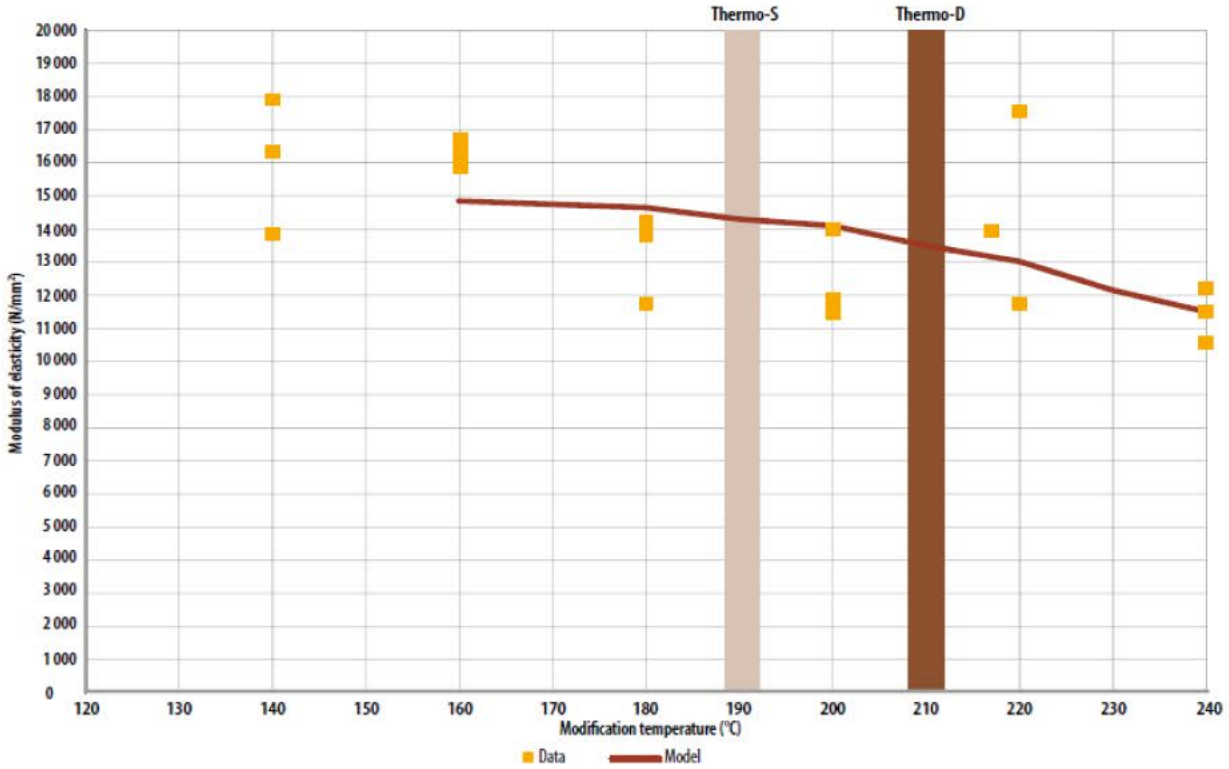


Species	Product	Quantity [pcs]	Dry density (air-dried) [kg/m³]	Density 20 °C / 65 % RH [kg/m3]	Dry density (kiln-dried) [kg/m³]
Pine	Reference	-	490	-	-
	Thermo-S	18	430	-	-
	Thermo-D	18	420	-	-
Spruce	Reference	-	460	-	-
	Thermo-S	20	430	-	-
	Thermo-D	19	420	-	-
Ash	Reference	-	-	625	-
	Thermo-S	-	-	560	-
	Thermo-D	-	-	554	-
	Thermo-220 °C	-	-	526	-
Ayous	Thermo-S	-	-	392	357
	Thermo-D	-	-	353	339
Frake	Thermo-S	-	-	573	553
	Thermo-D	-	-	537	339
Iroko	Thermo-S	-	-	611	-

۴.۵.۲ استحکام خمشی و مدول الاستیسیته

به طور کلی، استحکام مواد چوبی با چگالی آن همبستگی قوی دارد. از آنجایی که چوب اصلاح شده حرارتی چگالی کمی دارد، مقادیر مقاومت آن در برخی موارد کمتر از چوب استاندارد باقی می ماند. در حال حاضر، محصولات ترمووود به عنوان چوب درجه بندی شده در دسترس نیستند و نباید برای سازه های باربر استفاده شوند. شکل ۲۳ تأثیر تغییر حرارتی را بر مقاومت خمشی کاج و شکل ۲۴ تأثیر آن را بر مدول الاستیسیته نشان می دهد. کاهش قابل توجه استحکام در کاج در دمای بالاتر از ۲۲۰ درجه سانتیگراد شروع می شود. با این حال، اصلاح حرارتی چوب به طور قابل توجهی مدول الاستیسیته آن را تغییر نمی دهد. کاج با چگالی متوسط ۵۶۰ کیلوگرم بر متر مکعب به عنوان ماده آزمایش استفاده شد. در این مطالعه از دو روش برای آزمایش مقاومت خمشی استفاده شد. در یکی از روش ها از مواد بدون عیب در دهانه کوتاه و در روش دیگر از قطعاتی با عیب طبیعی در دهانه بلندتر استفاده می شود. جدول نتایج یک مطالعه گسترده تر را نشان می دهد.





Species	Product	Dimension [mm]	Standard	Bending strenght [N/mm2]	Modulus of elasticity [N/mm2]
Pine	Reference	-	EN 408	60,7	9274
	Thermo-S	-	EN 408	45,1	9006
	Thermo-D	-	EN 408	38,1	9262
Spruce	Reference	-	EN 408	74,2	13658
	Thermo-S	-	EN 408	65,0	11197
	Thermo-D	-	EN 408	47,5	10133
Ash	Reference	20 x 20 x 360	DIN 52186	112,0	12056
	Thermo-S	20 x 20 x 360	DIN 52186	106,9	13559
	Thermo-D	20 x 20 x 360	DIN 52186	90,6	13320
	Thermo-220 ℃	20 x 20 x 360	DIN 52186	75,9	12848
Ayous	Thermo-S	100 x 40 x 2000	EN 408	28,1	7414
	Thermo-D	150 x 40 x 3000	EN 408	27,6	7338
Frake	Thermo-S	100 x 40 x 2000	EN 408	61,1	14607
	Thermo-D	100 x 40 x 3000	EN 408	54,7	14880
Iroko	Reference	300 x 20 x 20	DIN 52186	99	11500
	Thermo-S	300 x 20 x 20	DIN 52186	91	12300

۴.۵.۳ استحکام نگه داشتن پیچ

طبق مطالعات، تغییرات کلی در چگالی چوب تاثیر بیشتری بر استحکام نگه‌داشتن پیچ نسبت به اصلاح حرارتی دارد. در مواد با چگالی کمتر، زمانی که از سوراخ‌های کوچک‌تر و از پیش حفر شده استفاده می‌شد، نتایج بهتر بود. نتایج تحقیقات در مورد استحکام نگه داشتن پیچ در جداول ارائه شده است.

Species	Product	Standard	Screw holding strength [N/mm²]
Pine	Reference	EN 1382	22,24
	Thermo-S	EN 1382	20,04
	Thermo-D	EN 1382	19,56
Spruce	Reference	EN 1382	22,01
	Thermo-S	EN 1382	18,20
	Thermo-D	EN 1382	14,92
Iroko	Reference	EN 1382	39,92
	Thermo-S	EN 1382	37,25

Species	Product	Standard	Screw size Penetration depth tpen	Screw holding strength	
				Direction of radius [N/mm²]	Direction of tangent [N/mm²]
Ayous	Thermo-S	EN 1382	Screw 3.0x38 tpen = 24 mm	13.56	13.62
		EN 1382	Screw 4.0x72 tpen = 32 mm	11.64	10.84
	Thermo-D	EN 1382	Screw 3.0x38 tpen = 24 mm	10.44	11.17
		EN 1382	Screw 4.0x72 tpen = 32 mm	9.28	9.00
Frake	Thermo-S	EN 1382	Screw 3.0x38 tpen = 24 mm	33.97	33.82
		EN 1382	Screw 4.0x72 tpen = 32 mm	27.95	27.60
	Thermo-D	EN 1382	Screw 3.0x38 tpen = 24 mm	32.28	33.77
		EN 1382	Screw 4.0x72 tpen = 32 mm	28.80	28.93

۴.۵.۴ استحکام فشاری عمود بر رگه

بر اساس آزمایشات انجام شده با چوب اصلاح شده در دمای ۱۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۳ ساعت، مقاومت فشاری عمود بر رگه چوب اصلاح شده حرارتی حدود ۳۰ درصد بیشتر از چوب استاندارد است. قبل از آزمایش، قطعات آزمایش در آب غوطه ور شدند.

۴.۵.۵ استحکام فشاری موازی با رگه

طبق مطالعات انجام شده، اصلاح حرارتی مقاومت فشاری چوب را به موازات رگه کاهش نمی دهد. نتایج تحقیقات نشان می دهد که مقاومت فشاری موازی با رگه چوب اصلاح شده حرارتی بالاتر از چوب استاندارد است. این همچنین در مورد الوارهای اصلاح شده در دماهای بالاتر صدق می کند (شکل ۲۵). مقاومت فشاری عمدتاً به چگالی بستگی دارد. آزمایش‌ها نشان داده‌اند که تحت فشرده‌سازی موازی با رگه های چوب، قطعات آزمایشی به بخش‌های کوچک‌تری می‌شکنند، اما بر خلاف چوب استاندارد، کمانش نمی‌شوند. این به این دلیل است که الوارهای اصلاح شده حرارتی به اندازه الوارهای تصفیه نشده الاستیک نیستند.

۴.۵.۶ مقاومت خمشی ضربه ای (خمش دینامیکی)

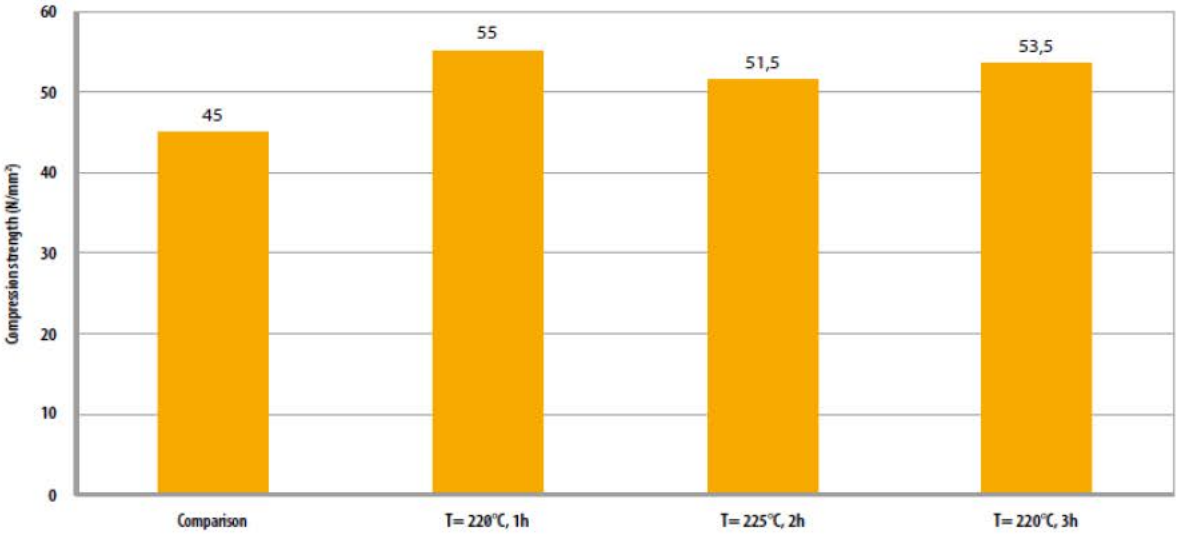
مطالعات نشان می دهد که اصلاح حرارتی در مقایسه با چوب استاندارد، مقاومت ضربه را کاهش می دهد. آزمایش با صنوبر اصلاح شده در دمای ۲۲۰ درجه سانتیگراد به مدت سه ساعت نشان داد که مقاومت ضربه ای در مقایسه با چوب تیمار نشده حدود ۲۵ درصد کاهش یافته است.

۴.۵.۷ مقاومت برشی

در آزمایش‌ها، اصلاح در دمای بالا (۲۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت) منجر به کاهش ۱-۲۵% در استحکام برشی در آزمایش‌های شعاعی و کاهش ۱-۴۰% در آزمایش‌های مماسی در مقایسه با چوب عمل نشده شد. با این حال، اصلاح در دمای پایین تر (۱۹۰ درجه سانتیگراد) تأثیر بسیار کمی بر کاج داشت، اگرچه صنوبر کاهش ۱-۲۰% در هر دو آزمایش شعاعی و مماسی را نشان داد.

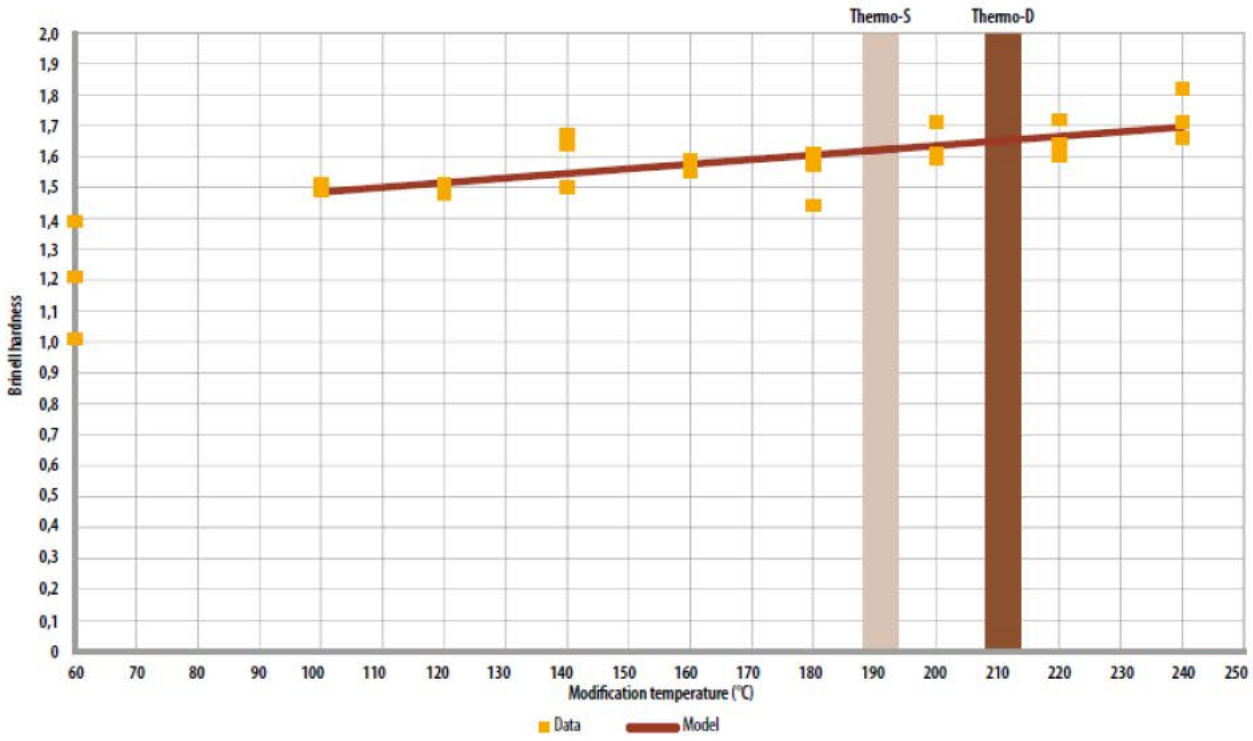
۴.۵.۸ قدرت شکاف

مطالعات نشان داده اند که اصلاح حرارتی قدرت شکاف را ۳۰-۴۰% کاهش می دهد. در این مطالعات از صنوبر، کاج و توس به همراه طیف وسیعی از دماهای اصلاح استفاده شد. در صورت استفاده از دماهای بالاتر، افت قدرت شکافتگی بیشتر است.



۴.۵.۹ سختی

شکل ۲۶ نشان می دهد که سختی Brinell با بالا رفتن دمای اصلاح افزایش می یابد. با این حال، مطالعات نشان داده است که تغییر نسبی بسیار ناچیز است و تاثیر عملی ندارد. برای همه گونه های چوب، سختی Brinell تا حد زیادی به چگالی بستگی دارد. جدول نتایج یک مطالعه گسترده تر را ارائه می دهد



Specie	Product	Dimensions [mm]	Brinell hardness [N/mm²]				
			EN 1534 Spherical Ø 10 mm F = 1000 N	EN 1534 Spherical Ø 20 mm F = 1000 N Direction of radius	EN 1534 Pallo Ø 20 mm F = 1000 N Direction of tangent	EN 1534 Spherical Ø 10 mm F = 500 N Direction of radius	EN 1534 Spherical Ø 10 mm F = 500 N Direction of tangent
Pine	Reference	-	15,9	-	-	-	-
	Thermo-S	-	16,4	-	-	-	-
	Thermo-D	-	13,7	-	-	-	-
Spruce	Reference	-	16,3	-	-	-	-
	Thermo-S	-	15,2	-	-	-	-
	Thermo-D	-	14,9	-	-	-	-
Iroko	Reference	-	31,5	-	-	-	-
	Thermo-S	-	30,0	-	-	-	-
Ash	Reference	20 x 20 x 300	-	35,13	35,33	-	-
	Thermo-S	20 x 20 x 300	-	30,92	29,27	-	-
	Thermo-D	20 x 20 x 300	-	27,75	27,56	-	-
	Thermo-220 °C	20 x 20 x 300	-	25,59	23,27	-	-
Ayous	Thermo-S	40 x 40 x 300	-	-	-	9,83	9,00
	Thermo-D	40 x 40 x 300	-	-	-	8,83	7,98
Frake	Thermo-S	40 x 40 x 300	-	-	-	26,39	23,70
	Thermo-D	40 x 40 x 300	-	-	-	27,35	24,06

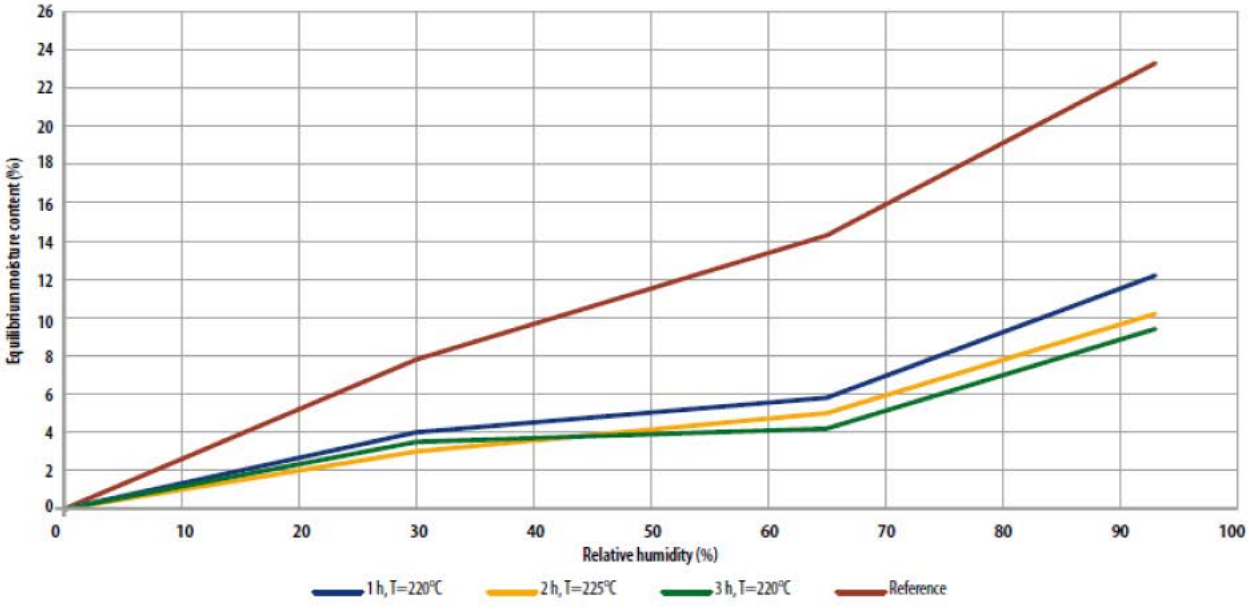
۴.۵.۱۰ مقاومت در برابر آتش

در مقایسه با چوب استاندارد، ترمووود بار آتش کمتری ایجاد می کند و تولید دود آن کمتر است. این به دلیل چگالی کمتر ترمووود و سطوح پایین تر ترکیبات چوبی و مواد استخراجی آن است. علاوه بر این، آب بندی بهتری را می توان با ترمووود برای روکش فلزی از نظر ترم آتش نشان داد زیرا انقباض کمتری در نتیجه تغییر در سطوح رطوبت ایجاد می شود.

۴.۶ ویژگی های ترمومکانیکی

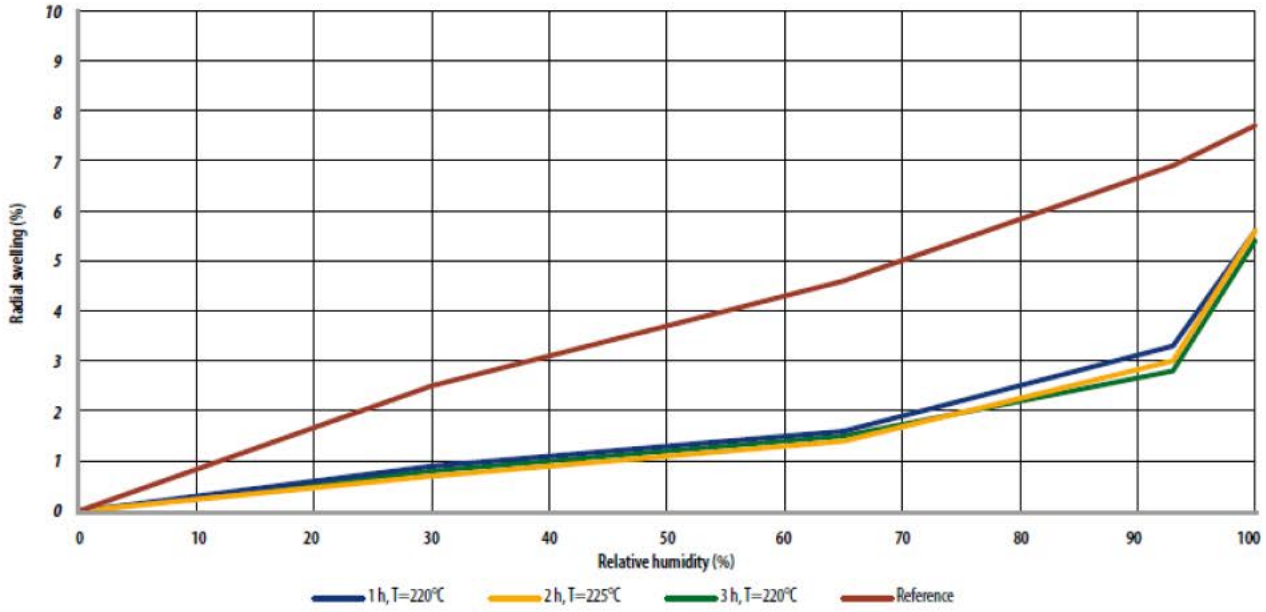
۴.۶.۱ رطوبت تعادلی

اصلاح حرارتی رطوبت تعادلی چوب را کاهش می دهد . شکل ۲۷ تأثیر تغییرات حرارتی را بر میزان رطوبت تعادلی صنوبر نشان می دهد. در دماهای بالا (۲۲۰ درجه سانتیگراد)، میزان رطوبت متعادل در مقایسه با صنوبر عمل نشده نصف می شود. با رطوبت نسبی بالاتر، تفاوت در مقادیر رطوبت چوب بیشتر است. قارچ های Saprotrophic زمانی فعال می شوند که رطوبت چوب از ۲۰ درصد فراتر رود، صرف نظر از رطوبت نسبی هوا، رطوبت تعادلی الوارهای اصلاح شده حرارتی به طور قابل توجهی زیر ۲۰ درصد باقی می ماند. این تأثیر زیادی بر دوام طولانی مدت چوب دارد.

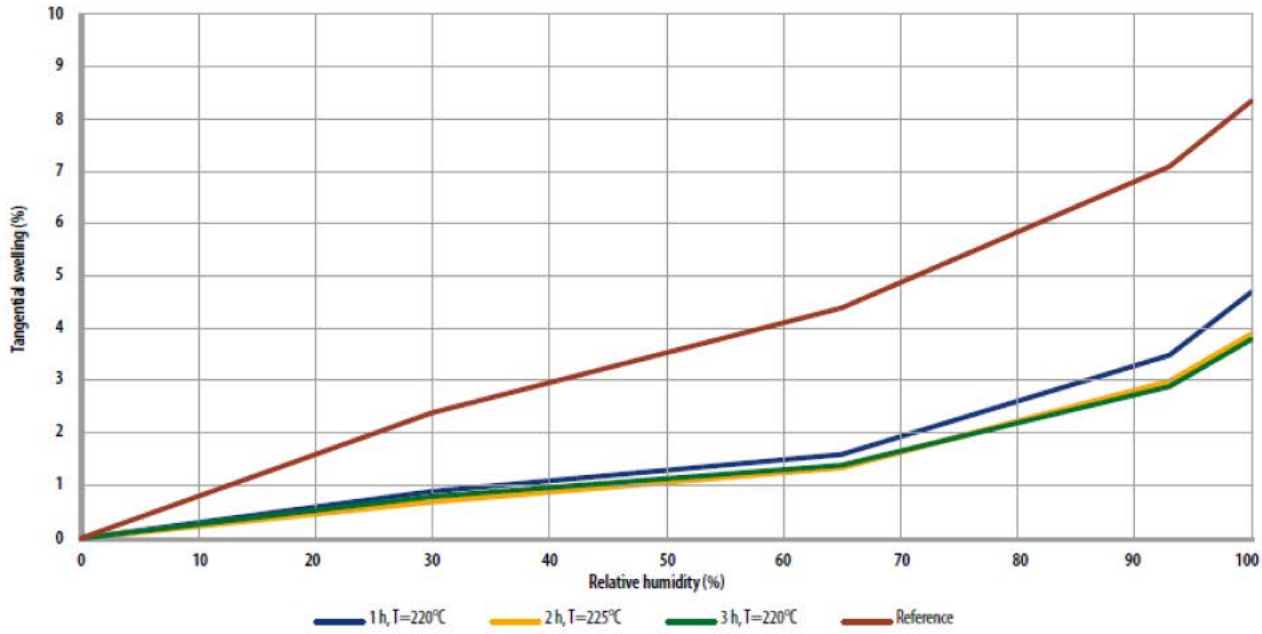


۴.۶.۲ تورم و انقباض در اثر رطوبت

کاهش رطوبت تعادلی ترمووود بر تورم و انقباض آن در اثر رطوبت تأثیر می گذارد. اصلاح حرارتی به طور قابل توجهی تورم مماسی و شعاعی چوب را کاهش می دهد. شکل‌های زیر نشان می‌دهند که چگونه اصلاح حرارتی تورم چوب اصلاح‌شده حرارتی را در مقایسه با الوار استاندارد کاهش می‌دهد. به لطف کاهش تورم و انقباض، ترمووود از نظر ابعادی پایدارتر از چوب استاندارد است و ابعاد خود را حتی بدون عملیات سطحی به خوبی حفظ می کند.



تورم شعاعی صنوبر به عنوان تابعی از رطوبت نسبی



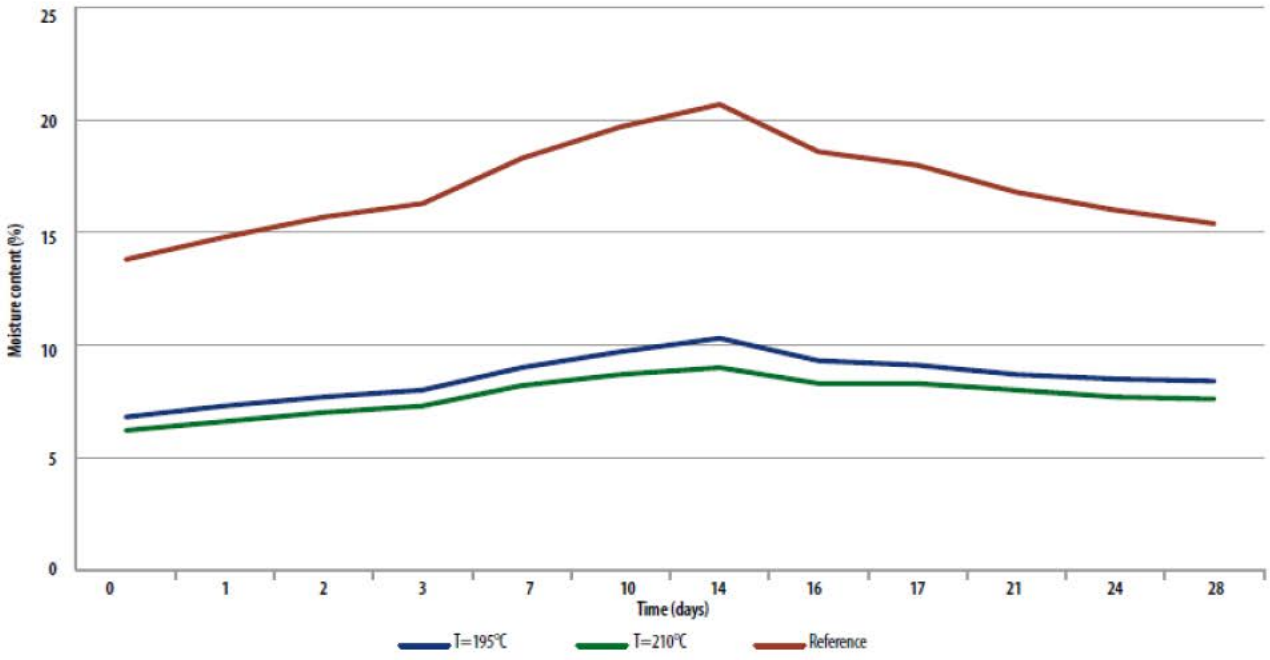
تورم مماسی صنوبر به عنوان تابعی از رطوبت نسبی

۴.۶.۳ نفوذپذیری

نفوذپذیری آب ترمووود با توجه به نفوذ رگه نهایی آزمایش شده است. این ویژگی برای مثال در پنجره مهم است. ابتدا قطعات آزمایش در آب غیر معدنی غوطه ور شدند. سپس آنها را در اتاقی با رطوبت نسبی ۶۵ درصد و دمای ۲۰ درجه سانتیگراد نگهداری کردند و در فواصل زمانی معین در مدت ۹ روز وزن کردند. نتایج نشان داد که در یک دوره کوتاه، نفوذپذیری آب صنوبر اصلاح‌شده از نظر حرارتی ۲۰ تا ۳۰ درصد کمتر از چوب عمل نشده مربوطه است. در مطالعه دیگری، نفوذپذیری با خیساندن قطعات در آب به مدت ۷۲ ساعت با سطوح انتهایی آنها مورد آزمایش قرار گرفت. بر اساس نتایج، میزان رطوبت صنوبر عمل نشده ۲۲ درصد، برای چوب اصلاح شده در دمای ۱۹۵ درجه سانتی گراد ۱۲ درصد و برای چوب اصلاح شده در دمای ۲۱۰ درجه سانتی گراد ۱۰ درصد بود. اصلاح حرارتی نفوذپذیری چوب را در برابر بخار کاهش می دهد. شکل نشان می دهد که چگونه اصلاح حرارتی باعث کاهش نفوذپذیری به بخار صنوبر ترمووود در مقایسه با چوب استاندارد می شود.

۴.۶.۴ هدایت حرارتی

مطالعات نشان می دهد که اصلاح حرارتی، هدایت حرارتی را در مقایسه با چوب استاندارد کاهش می دهد. هدایت حرارتی چوب نرم Nordic اصلاح شده حرارتی ۲۰ تا ۲۵ درصد کمتر از چوب استاندارد است. به همین دلیل، ترمووود یک ماده ایده‌آل برای سازه‌هایی مانند درهای خارجی، روکش‌های خارجی، پنجره‌ها و سونا می‌سازد.



۴.۷ ماندگاری طولانی مدت ترموود

۴.۷.۱ مقاومت در برابر آب و هوا

هنگامی که در معرض آب و هوا بدون عملیات سطح قرار می گیرند، محصولات ترموود به طور قابل توجهی خشک تر از چوب اصلاح نشده باقی می مانند. با این حال، عملیات سطحی که در برابر رطوبت، فرسایش و اشعه ماوراء بنفش محافظت می کند برای الوارهای اصلاح شده حرارتی که در معرض شرایط آب و هوایی قرار دارند توصیه می شود. این توصیه به ویژه در مورد برنامه های کاربردی در آب و هوای گرم و مرطوب اعمال می شود. به دلیل باران، تغییر جزئی در رنگ اصلی در الوارهای اصلاح نشده حرارتی ممکن است. اشعه UV باعث خاکستری شدن محصولات چوبی بدون عملیات سطحی می شود.

۴.۷.۲ مقاومت بیولوژیکی

همانطور که در مورد تمام موادی که در معرض باران هستند، کپک ممکن است روی سطح ترموود نیز ظاهر شود. به دلیل باکتری های معلق در هوا یا ناخالصی های باران، کپک ممکن است روی سطوح تصفیه نشده ایجاد شود. با این حال، این رشد سطحی است و با پاک کردن یا خراش دادن سطح قابل حذف است. مقاومت طبیعی چوب (بدون عملیات سطحی) با آزمایشات آزمایشگاهی مطابق با استانداردها تعیین می شود. جدول کاربردهای ترموود را نشان می دهد. برای سازه هایی که در تماس مستقیم با خاک یا آب هستند توصیه نمی شود.

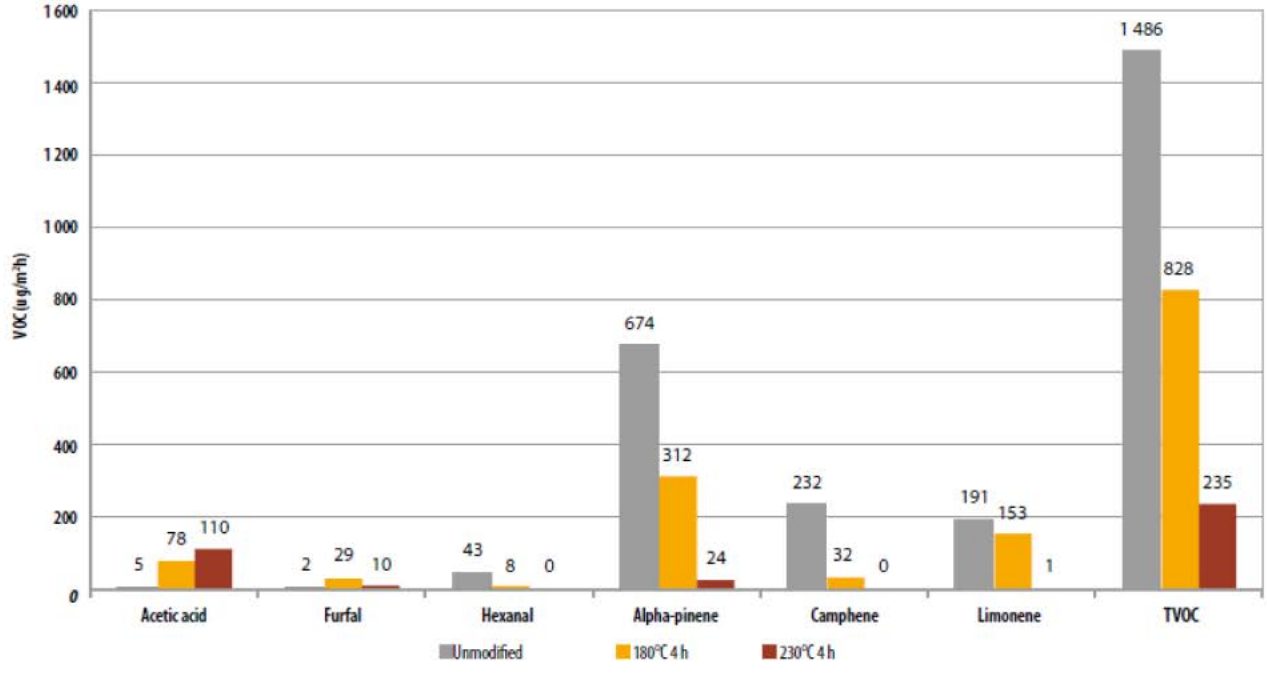
Durability class (EN 350)	Use class (EN 335)	Examples of applications	ThermoWood® products
1 = Very durable	5 = Exposed to seawater 4 = Water contact	-	-
2 = Durable	3 = Outdoors, exposed to weather	Outdoor cladding Garden structures	Thermo-D, pine, spruce Thermo-D, ash, ayous, frake Thermo-S, iroko
3 = Moderately durable	2 = Outdoors, under roof	Sauna structures Outdoor structures and furniture under roof	Thermo-S, pine, spruce Thermo-S, hardwoods Thermo-D, hardwoods
4 = Little durable	1 = Indoors in dry conditions	Interior cladding	-

۴.۷.۳ مقاومت در برابر حشرات

سوسک های شاخ دراز در درختان چوب نرم یافت می شوند. سوسک معمولی مبلمان (Anobium punctatum) به ویژه به چوب های سخت حمله می کند. Lyctus Bruneus در برخی از گونه های چوب سخت یافت می شود. مطالعات نشان داده است که ترموود در برابر هر سه حشره مقاوم است. ترموود مقاومت خوبی در برابر سوسک های شاخ بلند ارائه می دهد. این سوسک ها کاج را به دلیل هیدروکربنی که از آن ساطع می کند مکان مناسبی برای تخم گذاری می دانند. مقدار هیدروکربن تولید شده توسط ترموود در مقایسه با چوب تصفیه نشده به شدت کاهش می یابد. به همین دلیل، انتظار می رود که سوسک ها در صورت امکان، مواد چوبی دیگری را به جای ترموود انتخاب کنند. مطالعات نشان می دهد که این موضوع در مورد موریانه ها نیز صدق می کند. با این حال، مطالعات بیشتری در این مورد مورد نیاز است. مطالعات انجام شده تا به امروز ثابت نمی کند که ترموود در برابر موریانه ها مقاوم است. موریانه ها از زیر زمین وارد سازه های ساختمانی می شوند و در صورت امکان از نور مستقیم خورشید اجتناب می کنند. موریانه ها هنگام جستجوی غذا هم به چوب و هم به مواد تشکیل شده از بتن حمله می کنند. تعدادی از اقدامات برای مقابله با این مشکل ایجاد شده است، از جمله نصب غشاهای پلی اتیلن در پایه های ساختمان. همچنین محصولات مختلف رنگ قیری موجود است که می توان از آنها برای آب بندی مسیرهای احتمالی به داخل ساختمان استفاده کرد. با این حال، آزمایش های محلی توصیه می شود زیرا انواع موریانه ها از منطقه ای به منطقه دیگر متفاوت است. داده های تحقیقاتی بیشتری در مورد رفتار موریانه ها نیز مورد نیاز است.

۴.۸ تأثیر بر کیفیت هوای داخلی

مشابه چوب استاندارد، ترموود نوسانات رطوبت هوای داخل را کاهش می دهد. با این حال، با ترموود، این اثر به دلیل کاهش رطوبت تعادل کمتر است. همچنین لازم به ذکر است که هم با ترموود و هم چوب استاندارد، نوع عملیات سطحی اعمال شده تأثیر بسزایی در این پدیده دارد. عملیاتی که چوب را خیلی موثر می‌بندد، از انتقال رطوبت بین هوای داخل خانه و محصول چوبی جلوگیری می‌کند. الوارهای اصلاح شده حرارتی عطری دودی متصاعد می کنند که احتمالاً از ترکیبات شیمیایی به نام فورفورال ناشی می شود. حتی اگر عطر به وضوح توسط حواس انسان قابل تشخیص است و قوی تر از عطر چوب استاندارد به نظر می رسد، مقدار ترکیبات آلی فرار (VOC) منتشر شده از چوب اصلاح شده حرارتی تنها کسری از ترکیبات آلی کاج استاندارد است. سطوح انتشار ازصنوبر ترموود اندازه گیری شده است. نمونه ها در دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد و ۲۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ ساعت نگهداری شدند. اندازه گیری ها ۷ (۱۸۰ درجه سانتی گراد) یا ۸ هفته (۲۳۰ درجه سانتی گراد) پس از اصلاح انجام شد. در ۱۴۸۶ میکروگرم در متر مربع، سطح انتشار ترکیبات آلی فرار از کاج اصلاح نشده بالاترین میزان بود. اکثر این انتشارات شامل کربوهیدرات ها بود، اما مقادیر قابل توجهی آلفا پینن، کامفن و لیمونن نیز شناسایی شد. علاوه بر این، کاج عمل نشده حاوی هگزانال و مقادیر کمی فورفورال و اسید استیک بود. سطح کل انتشار از کاج اصلاح شده در + ۱۸۰ درجه سانتی گراد ۸۲۸ میکروگرم در متر مربع بود. نمونه حاوی ترپن، فورفورال، هگزانال و اسید استیک بود. در ۲۳۵ میکروگرم در متر مربع، سطح انتشار کل کاج اصلاح شده در + ۲۳۰ درجه سانتی گراد کمترین میزان بود. اسید استیک برای اکثر انتشار کل (۱۱۰ میکروگرم / متر مربع) اختصاص داده است. نمونه همچنین حاوی مقادیر کمی ترپن بود. همانطور که از شکل مشاهده می شود، ترموود یک انتخاب مطمئن برای کاربردهای داخلی از نظر میزان انتشار آن است.



۵. پردازش محصولات ترموود

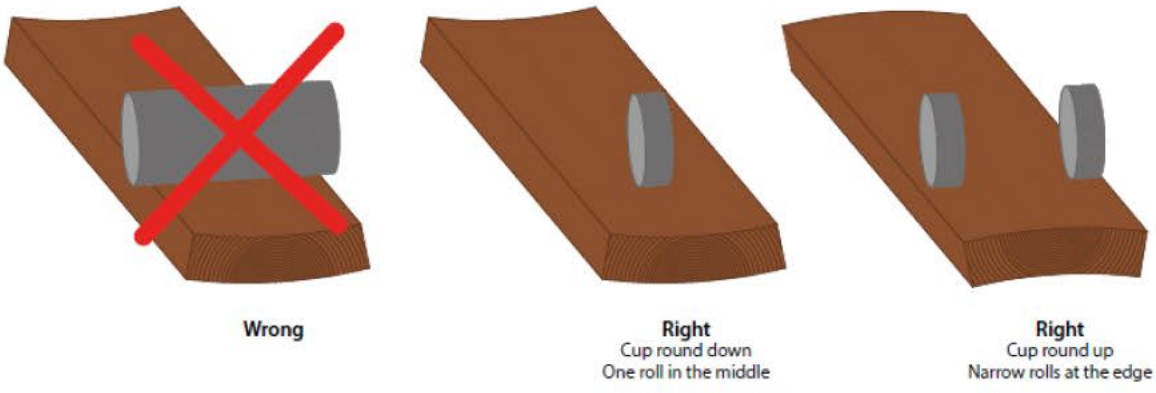
به طور کلی، جابجایی ترموود به کمی دقت بیشتر از جابجایی چوب اصلاح نشده نیاز دارد، زیرا به دلیل ویژگی های استحکامی آن بیشتر در معرض آسیب های مکانیکی است. از آنجایی که ترموود رزین ترشح نمی کند، تیغه های اره به نگهداری کمتری نیاز دارند. گرد و غبار تولید شده در پردازش ترموود خشک و ریز است و بنابراین باید توجه ویژه ای به کارایی و هوابندی سیستم حذف گرد و غبار شود. در صورت ایجاد گرد و غبار هنگام کار با ترموود باید از ماسک تنفسی استفاده شود. قبل از شروع کار، رطوبت چوب باید بررسی شود تا اطمینان حاصل شود که با رطوبت محل مطابقت دارد. بسته به اندازه مقطع، تهویه در دمای اتاق ممکن است چند روز طول بکشد. در شرایط بیرونی، ممکن است هفته ها یا حتی ماه ها طول بکشد، به خصوص در زمستان. این باید در هنگام تهیه برنامه کاری در نظر گرفته شود.

۵.۱ اره کردن

اره کردن ترموود با کار با چوب های تصفیه نشده تفاوتی ندارد. از آنجایی که تیغه های اره با دندانه های بزرگ می توانند باعث بریدگی لبه های ترموود شوند، تیغه های دندانه ریز توصیه می شود.

۵.۲ طرح

مشابه هر چوب دیگری، خشکاندن ممکن است در ترموود رخ دهد. به دلیل خشکیده شدن، استفاده از غلتک های باریک تغذیه برای کاهش خطر ترک خوردن سطح چوبی که روی آن کار می شود، توصیه می شود. در حالی که صورت محدب چوب رو به پایین است، می توان از یک چرخ باریک که در مرکز قطعه قرار دارد استفاده کرد. اگر الوار به صورت محدب رو به بالا قرار گرفته باشد، باید از دو چرخ باریک که در لبه های قطعه قرار گرفته اند استفاده شود. این گزینه ها در شکل نشان داده شده اند. برای جلوگیری از ترک خوردن، فشار غلتک ورودی باید کمتر از الوارهای تصفیه نشده تنظیم شود. این به دلیل کاهش استحکام در ترموود است. در شرایط واقعی، اشاره شده است که چون هیچ رزینی ترشح نمی‌شود، اصطکاک کمتری در تغذیه ترموود رخ می‌دهد و به اجرای روان‌تر طرح کمک می‌کند. در برخی از خطوط برنامه ریزی، سرعت باید کاهش یابد. فشار و سرعت غلتک و سایر پارامترها به خصوصیات خط و ماشین طرح بستگی دارد. هنگامی که ترموود طرح می شود، پارامترها باید به طور جداگانه برای هر محصول و ماشین تنظیم شوند. برای دستیابی به بهترین نتایج ممکن و برای به حداقل رساندن شل شدن حلقه های سالانه چوب، توصیه می کنیم از موادی استفاده کنید که تا حد امکان موازی با رگه بریده شده باشد. علاوه بر این، انتخاب بهترین حالت تخته هنگام طراحی، نتیجه را بهبود می بخشد. ارتباط نزدیکی بین نوع غلتک ورودی و فشار، جهت رگه، خشکاندن ، تیزی برش و سرعت توان وجود دارد.



۵.۳ آسیاب

آسیاب ترمووود شبیه کار با چوب های سخت و شکننده است. آسیاب باید از قبل با دقت برنامه ریزی شود تا از پارگی جلوگیری شود، به ویژه در هنگام آسیاب کردن در برابر رگه.

۵.۴ سنباده زدن

سنباده زدن محصولات ترمووود با سنباده چوب استاندارد تفاوتی ندارد. به طور معمول، سنباده کاری لازم نیست، زیرا کیفیت سطح ترمووود معمولاً پس از صاف کردن بسیار خوب است.

۵.۴ چسباندن

خواص چسبندگی ترمووود با چسب های ۱ و ۲ جزئی PVAc، چسب های پلی اورتان ۱ و ۲ جزئی (PU)، چسب های رسورسینول فنل (RF) و چسب های امولسیونی-پلیمر-ایزوسیانات (EPI) آزمایش شده است. با چسب های PVAc، محتوای آب در چسب باید به حداقل برسد. این چسب ها ممکن است به زمان پرس و خشک شدن طولانی تری با ترمووود نیاز داشته باشند زیرا میزان جذب آب در چوب کاهش می یابد (سخت شدن چسب به زمان بیشتری نیاز دارد). هنگامی که از چسب های PU استفاده می شود، باید توجه داشت که فرآیند پخت نیاز به آب دارد. آب می تواند از چوب چسبانده شده یا هوای اطراف جذب شود. در صورت لزوم، سطوح در حال چسباندن باید مرطوب شوند. چسب های RF و EPI نیز با ترمووود موثر هستند. در آزمایش‌ها، چسب‌های RF با پارامترهای تولید عادی برای ترمووود کار می‌کردند. هنگام چسباندن ترمووود یا هر چوب دیگری باید به عواملی مانند درجه حرارت و رطوبت چوب و تمیزی سطح آن توجه کرد. در انتخاب و استفاده از چسب باید دستورالعمل سازنده چسب رعایت شود. ترمووود همچنین برای تولید محصولات چسب استفاده می شود. دستورالعمل ها مختص سازنده است و اطلاعات دقیق تر در مورد محصولات در دستورالعمل های ارائه شده توسط سازنده موجود است.

۶. عملیات سطحی محصولات ترموود

۶.۱ به عنوان پایه ای برای عملیات سطح ترموود

ترموود یک پایه عالی برای عوامل عملیات سطح است زیرا بدون رزین است و تنها در صورت قرار گرفتن در معرض رطوبت به میزان کمی متورم و منقبض می شود. بنابراین رنگ یا هر پوشش دیگری که روی آن اعمال شود ترک نمی خورد. در عملیات سطحی ترموود باید توجه داشت که تمام عوامل عملیات سطح به دلیل اسیدیته و ظرفیت جذب آب کم ترموود به اندازه کافی به سطح نمی چسبند. این مورد به ویژه در مورد برخی از عوامل عملیات سطح مبتنی بر آب صادق است. زبری سطح نیز ممکن است بر چسبندگی تأثیر بگذارد. به عنوان مثال، سطوح سمباده شده با کاغذ سنباده P۱۰۰ ممکن است از نظر چسبندگی بهتر از سطوح صاف باشند. سطوح برس خورده نیز نشان داده شده است که به خوبی با عوامل عملیات سطح کار می کنند. اگر سطح بیش از حد ناصاف باشد (سطح اره شده)، عملیات سطح ممکن است به دلیل خرد شدن سخت تر باشد.

۶.۲ متداول ترین عوامل عملیات سطحی

ترموود را می توان با موادی مشابه با مواد مورد استفاده در چوب استاندارد (از جمله رنگ، لاک، روغن و موم) پرداخت کرد. همچنین ترموود را می توان با عوامل تصفیه سطحی مبتنی بر آب و حلال پرداخت کرد. با این حال، روغن بذر کتان برای ترموود مناسب نیست زیرا باعث رشد قارچ می شود. عملیات سطحی برای محصولات ترموود که در معرض آب و هوا هستند توصیه می شود. عملیات سطحی به حفظ رنگ اصلی و کاهش ترک خوردگی و پارگی که در طول زمان معمولی مواد چوبی است کمک می کند. روغن معدنی برای دیوارهای داخلی، سقف و نیمکت در سونا توصیه می شود. عملیات سطحی صنعتی برای ترموود و همچنین برای سایر محصولات چوبی توصیه می شود. این امر تضمین می کند که عملیات سطحی در شرایط کنترل شده با عوامل پرداخت مناسب انجام می شود و کیفیت و دوام بالای عملیات سطح را تضمین می کند.

۶.۳ عملکرد عملیات سطحی

هنگام پردازش ترموود یا هر چوب دیگر، باید به انتخاب عملیات سطحی صحیح و نگهداری آن توجه شود. با توجه به این موضوع، توصیه می کنیم با تولید کنندگان عوامل عملیات سطح تماس بگیرید. قبل از عملیات سطحی، باید اقدامات لازم را انجام داد تا اطمینان حاصل شود که اشعه ماوراء بنفش و رطوبت باعث ایجاد ترک های ریز روی سطح محصول نمی شود، زیرا ممکن است بر موفقیت عملیات سطح تأثیر بگذارد. انتهای بریده شده هر چوب، از جمله ترموود، باید با مهر و موم رگه انتهایی که برای این منظور طراحی شده است، مهر و موم شود. این امر به طور قابل توجهی جذب آب را از طریق انتهای بریده شده کاهش می دهد و ترک خوردگی نزدیک انتهای ناشی از خشک شدن را کاهش می دهد.

۶.۴ عملیات حفاظت در برابر آتش

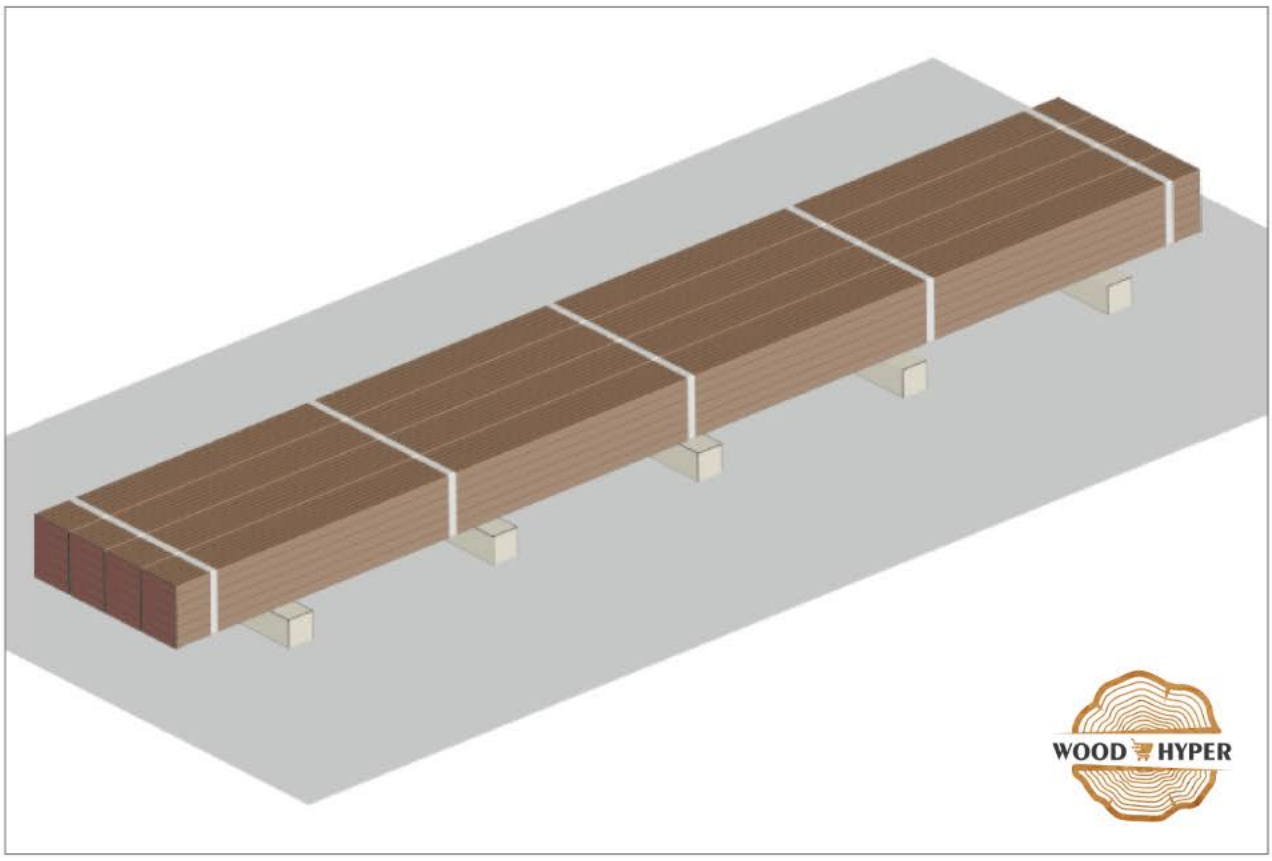
مانند تمام الوارها، عملیات روی محصولات ترموود را می توان با عوامل ضد حریق انجام داد. عوامل ضد حریق باید بررسی شوند تا اطمینان حاصل شود که تأییدیه های مورد نیاز را دارند و همیشه باید مطابق با دستورالعمل های سازنده استفاده شوند. با عملیات ضد حریق، ترموود می‌تواند الزامات کلاس حفاظت در برابر آتش C یا B را، بسته به عامل مورد استفاده، برآورده کند. بالاترین طبقه بندی که می توان به آن دست یافت B-s۱, d۰ است. محصولات ترموود با عملیات ضد حریق آماده نیز در دسترس هستند.

۷. تهیه و ذخیره سازی محصولات ترمووود

محصولات ترمووود از خرده‌فروشان چوب و فروشگاه‌های سخت‌افزاری که سایر محصولات چوبی را ذخیره می‌کنند در دسترس هستند. محصولات موجود بسته به خرده فروش متفاوت است و محصولات ویژه باید جداگانه سفارش داده شوند

عوامل زیر باید در ذخیره سازی ThermoWood® در نظر گرفته شوند:

- باید از یک فضای ذخیره سازی خشک با تهویه استفاده شود (فضای بیرونی خشک را می توان برای محصولات برای کاربردهای خارج از منزل استفاده کرد)
- محصولاتی که برای کاربردهای داخلی استفاده می شوند باید در فضای داخلی گرم شده نگهداری شوند
- محصولات باید در برابر آلودگی و اشعه UV محافظت شوند
- آنها باید در یک موقعیت افقی روی یک پایه صاف (خارج از زمین) قرار گیرند.
- باید از تعداد کافی چوب به عنوان پایه استفاده شود
- بسته های محصول نباید قبل از استفاده شل شوند
- محصولات روکش داخلی به طور مستقیم از بسته بندی استفاده می شود
- هنگام بلند کردن محصولات بلند، کاهش مقاومت خمشی آنها را در نظر داشته باشید
- محصولات با روکش زبانه و شیار باید با احتیاط مورد استفاده قرار گیرند تا آسیب نبیند (به ویژه در مورد محصولات طولانی).

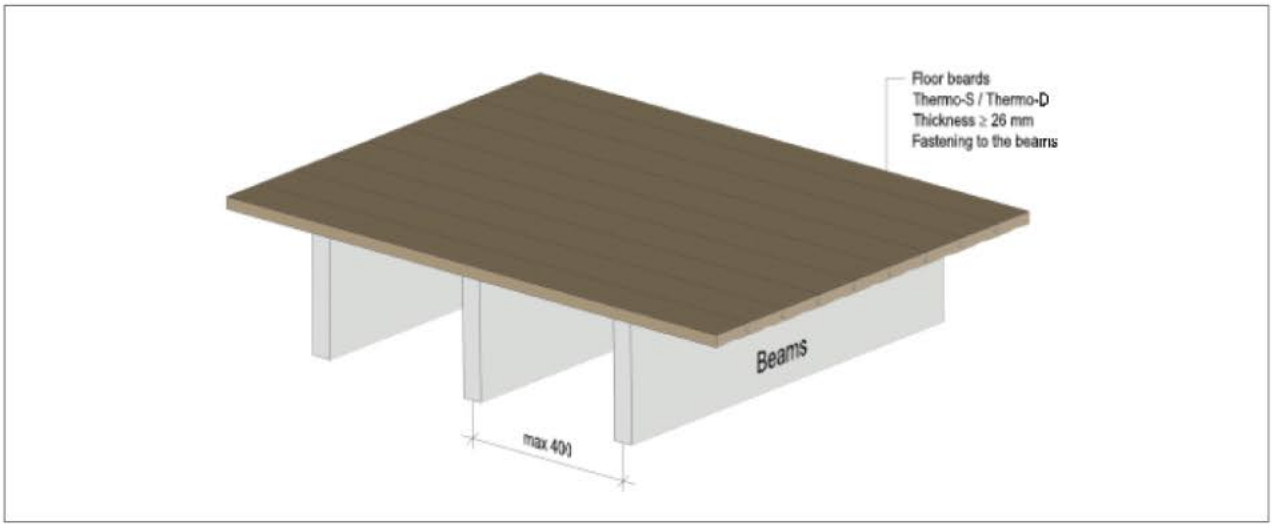


۸. کاربردهای محصولات ترموود در صنعت ساخت و ساز

ترموود که برای کاربردهای ساخت و ساز خانه در نظر گرفته شده است، معمولاً شامل مواد روکش فلزی برای مصارف داخلی و خارجی و محصولاتی برای صنعت نجاری است. در ساخت و ساز باغ، ترموود معمولا برای پاسیو، نرده ها و مبلمان باغ استفاده می شود. همین محصولات را می توان در داخل و خارج از خانه استفاده کرد.

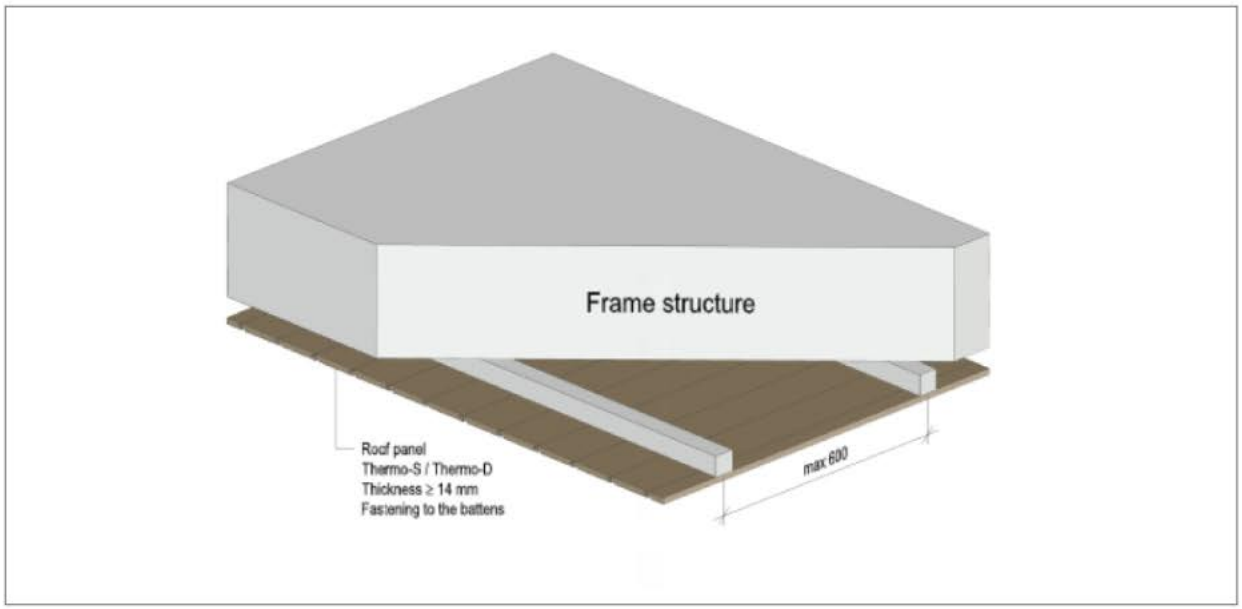
۸.۱ استفاده در داخل ساختمان

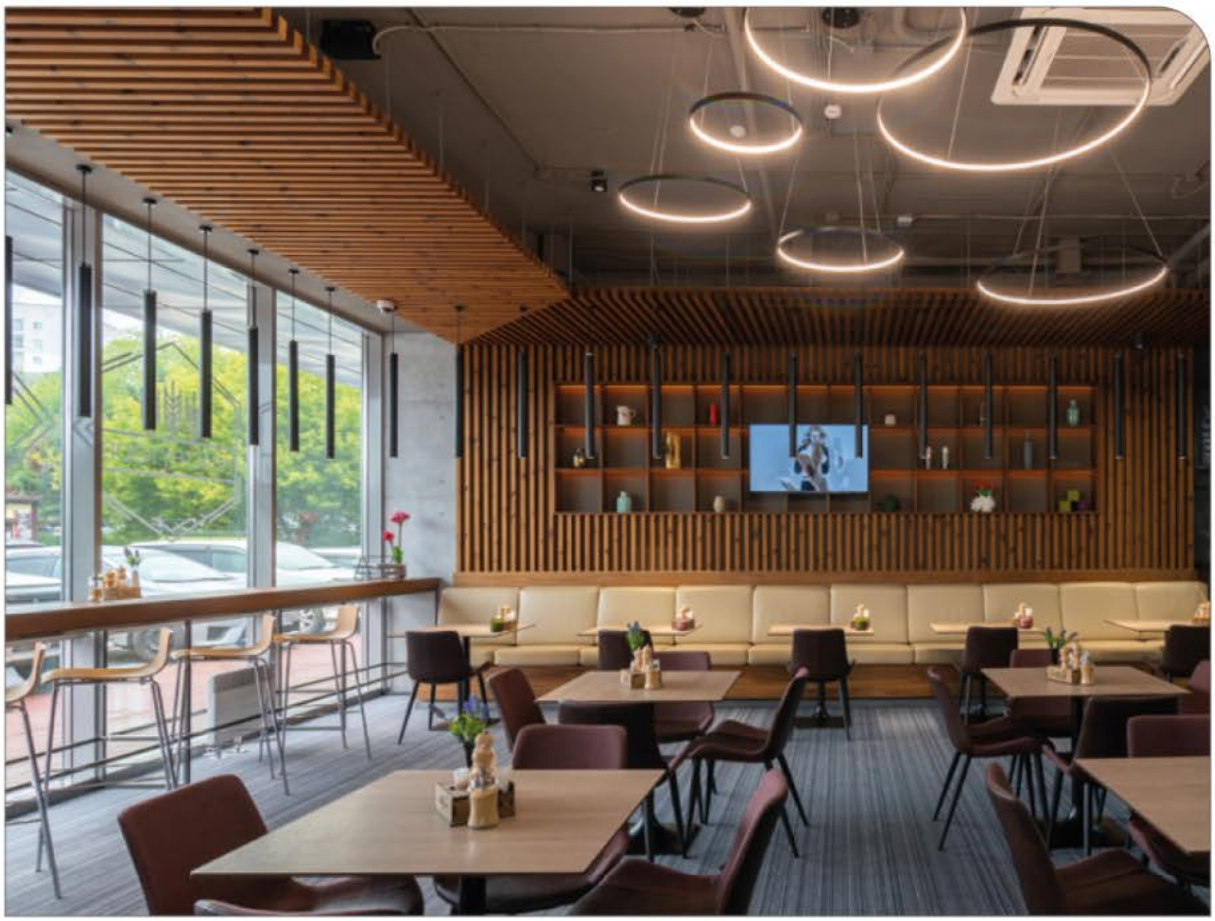
ترموود به دلیل تغییرات رطوبت نسبت به چوب استاندارد، انقباض و تورم کمتری را نشان می‌دهد، که باعث کاهش ایجاد شکاف‌هایی می‌شود که در غیر این صورت معمولی کف‌های چوبی است. این خاصیت به ویژه در فضاهایی که نوسانات رطوبت داخل خانه مشخص است مشهود است. مواد کف ساخته شده از ترموود نیز با انتهای زبانه و شیار موجود است. اگر پایه کفپوش باربر نصب نشده باشد (مثلاً ورق های تخته سه لا، اتصال زبانه و شیار باید در بالای یک تخته قاب قرار گیرد.

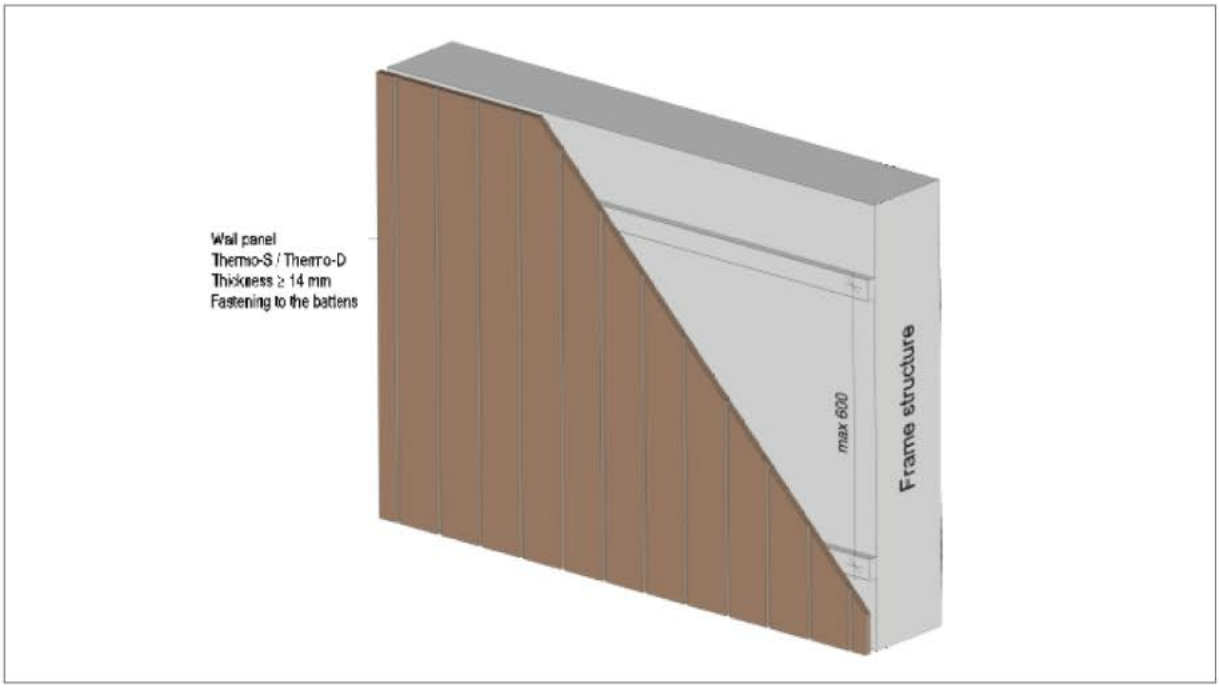


نمونه ای از کفپوش.

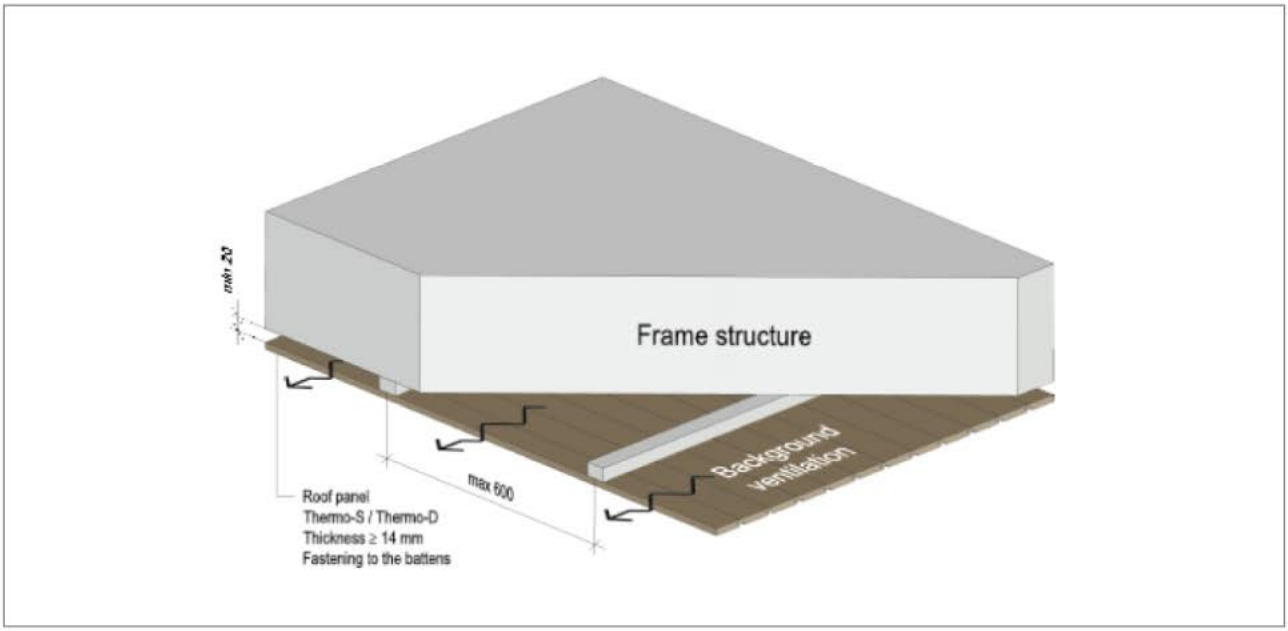
کفپوش ترموود.

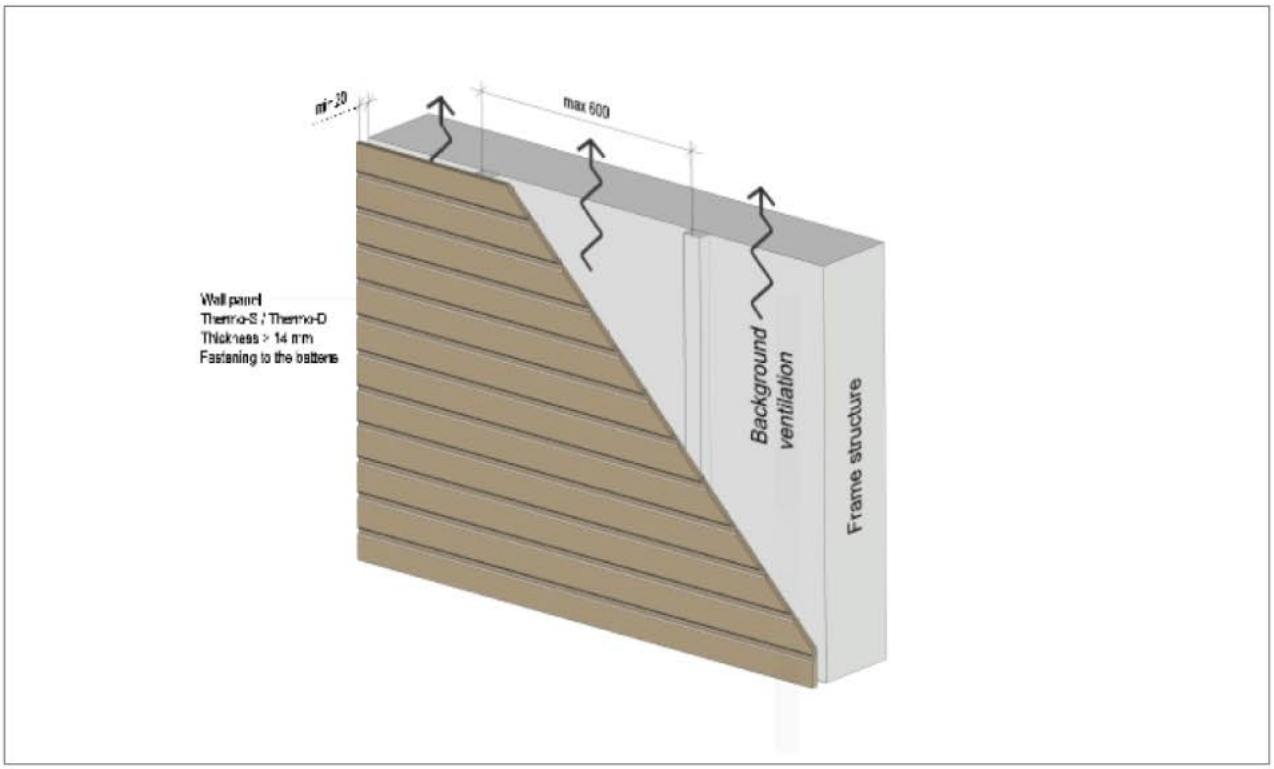

Frame structure
Roof panel
Thermo-S / Thermo-D
Thickness ≥ 14 mm
Fastening to the battens
max 600

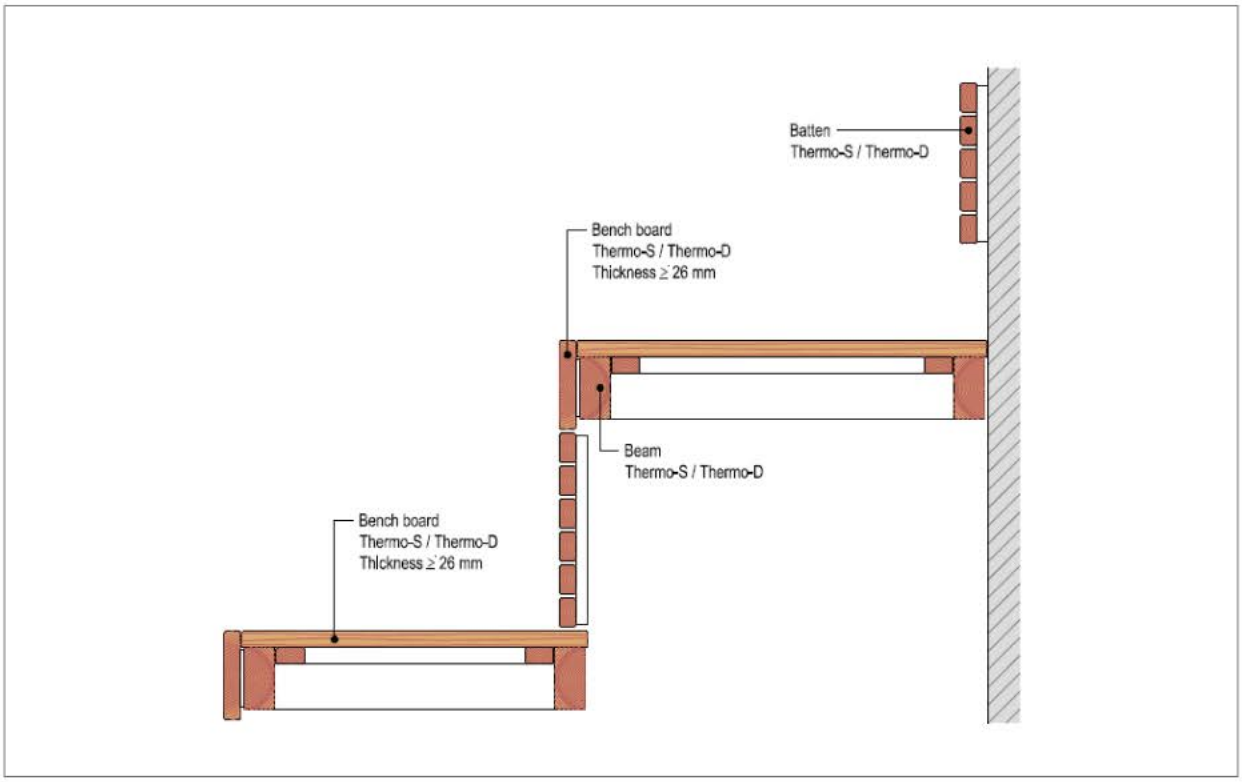



Wall panel
Thermo-S / Thermo-D
Thickness ≥ 14 mm
Fastening to the battens
max 600
Frame structure

WOOD HYPER


min 20
Frame structure
Background ventilation
max 600
Roof panel
Thermo-S / Thermo-D
Thickness ≥ 14 mm
Fastening to the battens

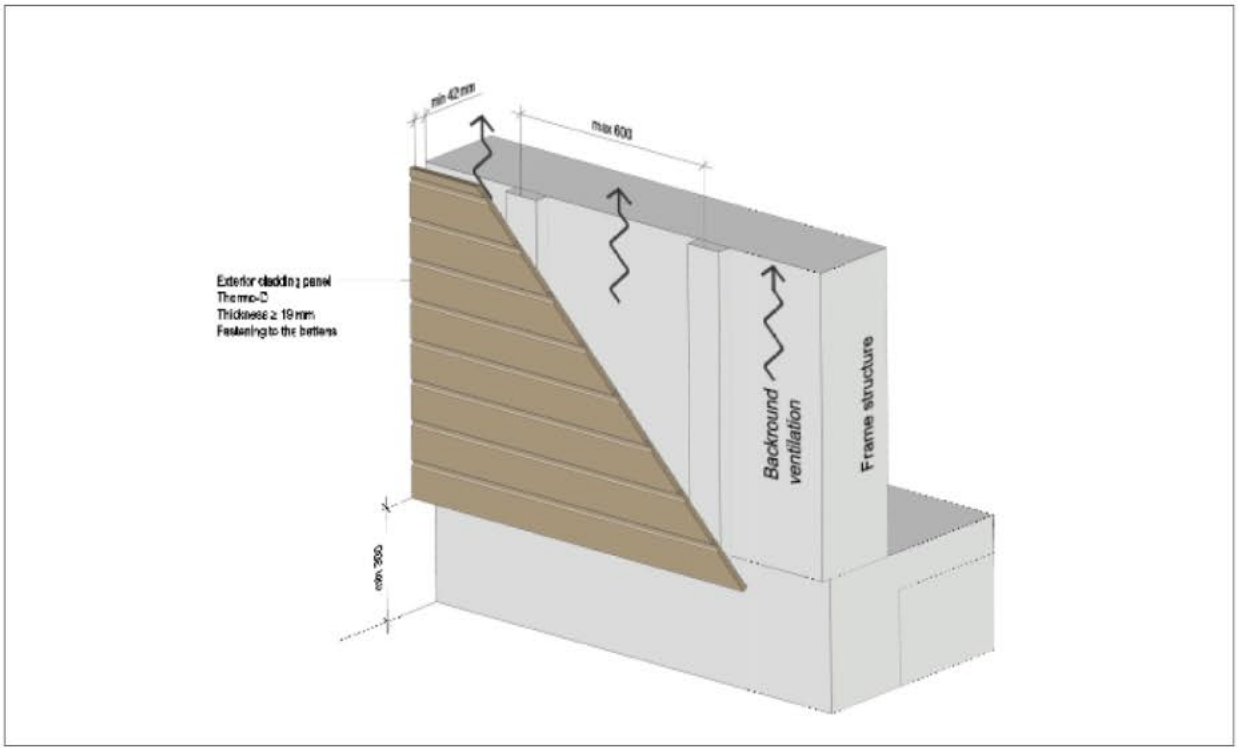

min 20
max 600
Wall panel
Thermo-S / Thermo-D
Thickness ≥ 14 mm
Fastening to the battens
Background ventilation
Frame structure


Batten
Thermo-S / Thermo-D
Bench board
Thermo-S / Thermo-D
Thickness ≥ 26 mm
Beam
Thermo-S / Thermo-D
Bench board
Thermo-S / Thermo-D
Thickness ≥ 26 mm

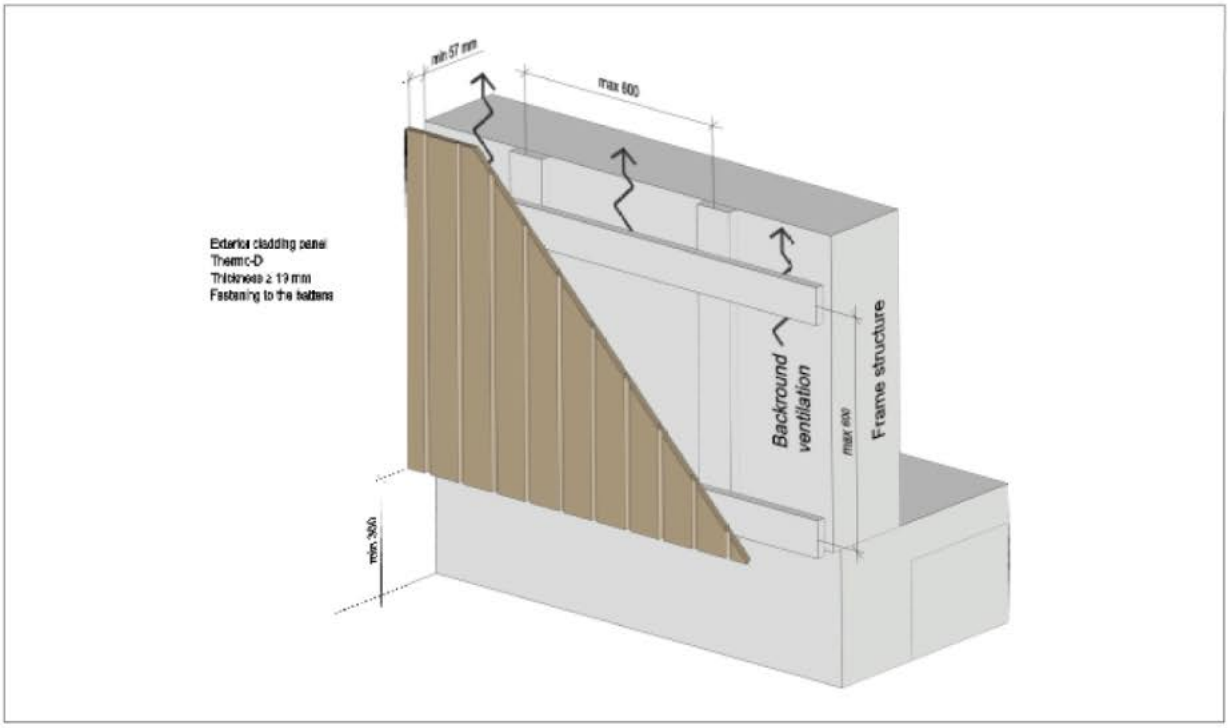
WOOD HYPER

۸.۲ استفاده در فضای باز

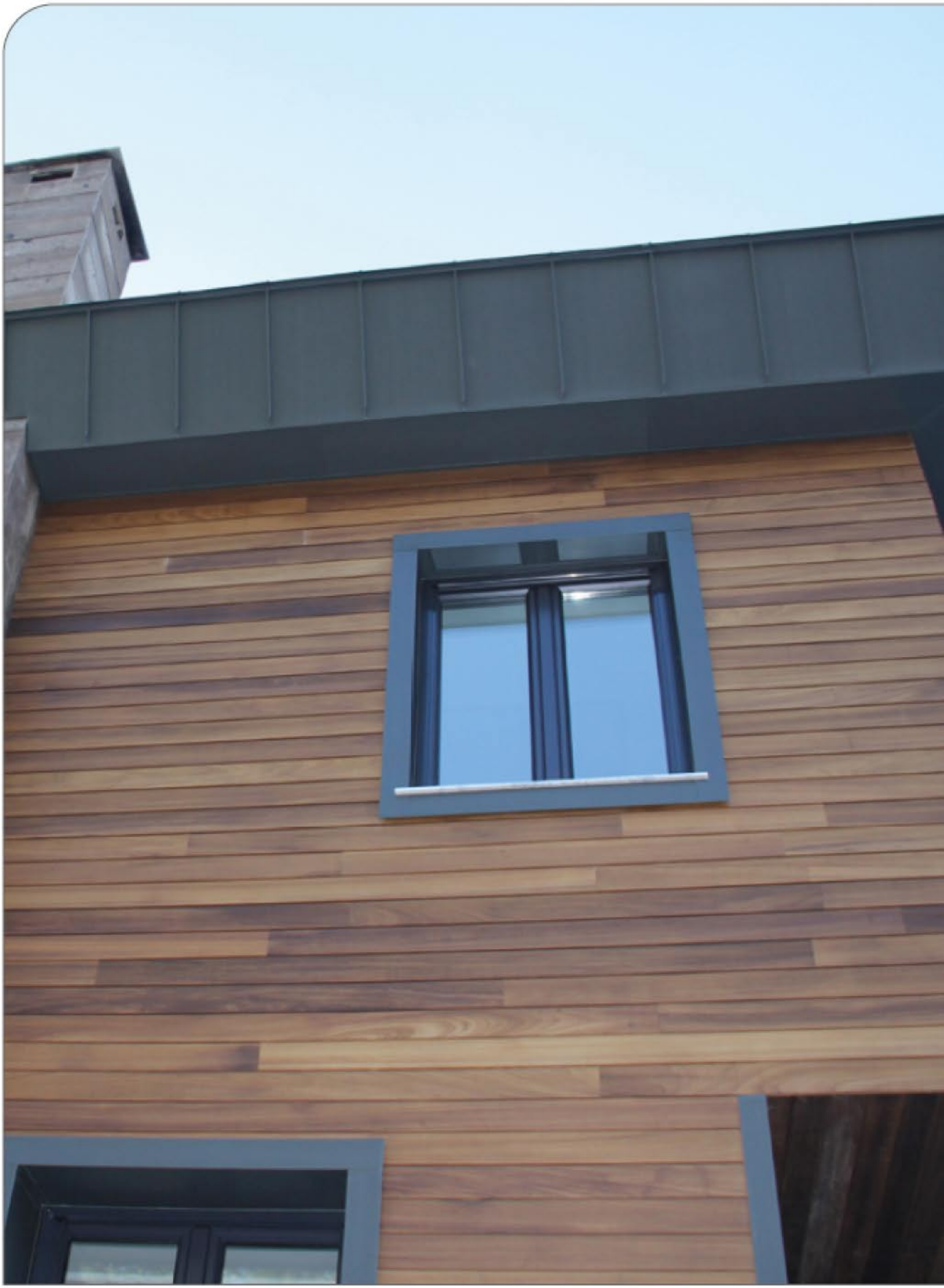
رطوبت متعادل محصولات ترموود و انقباض و تورم آنها در اثر رطوبت کم است و بنابراین می توان از پانل های روکش داخلی و خارجی نازک تری استفاده کرد.

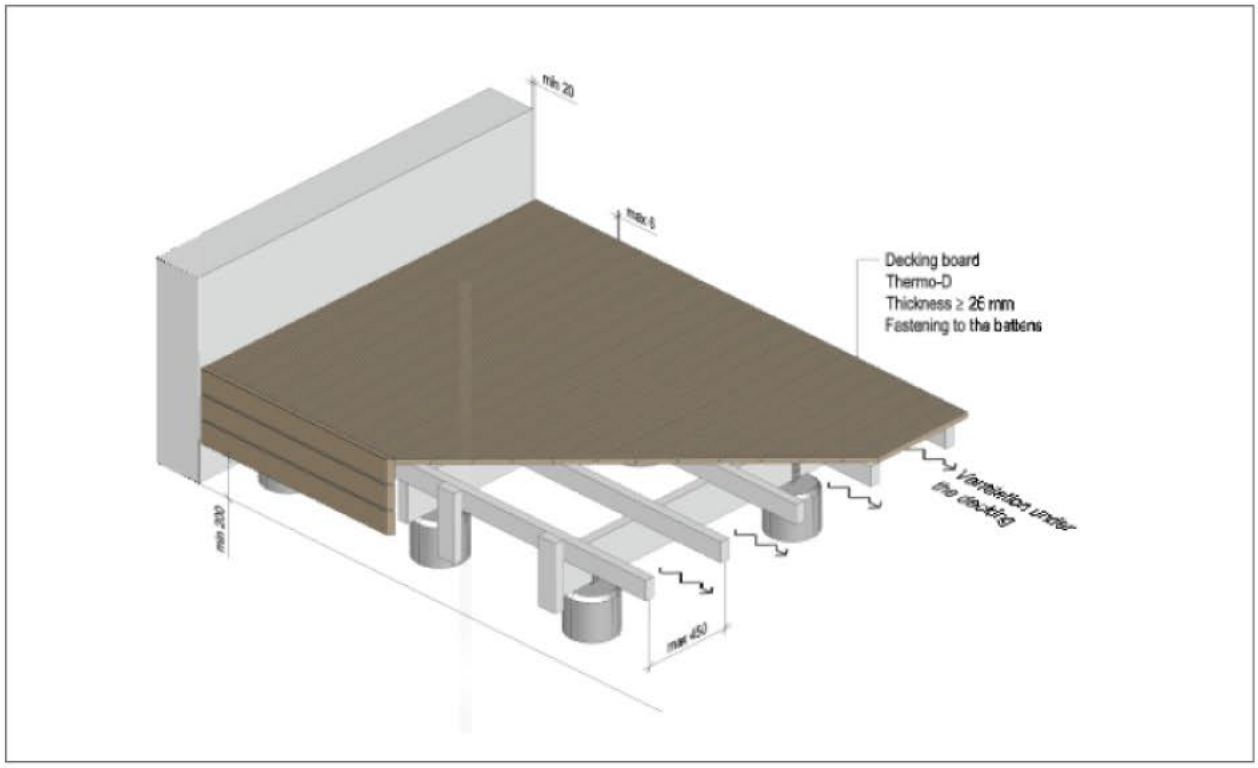


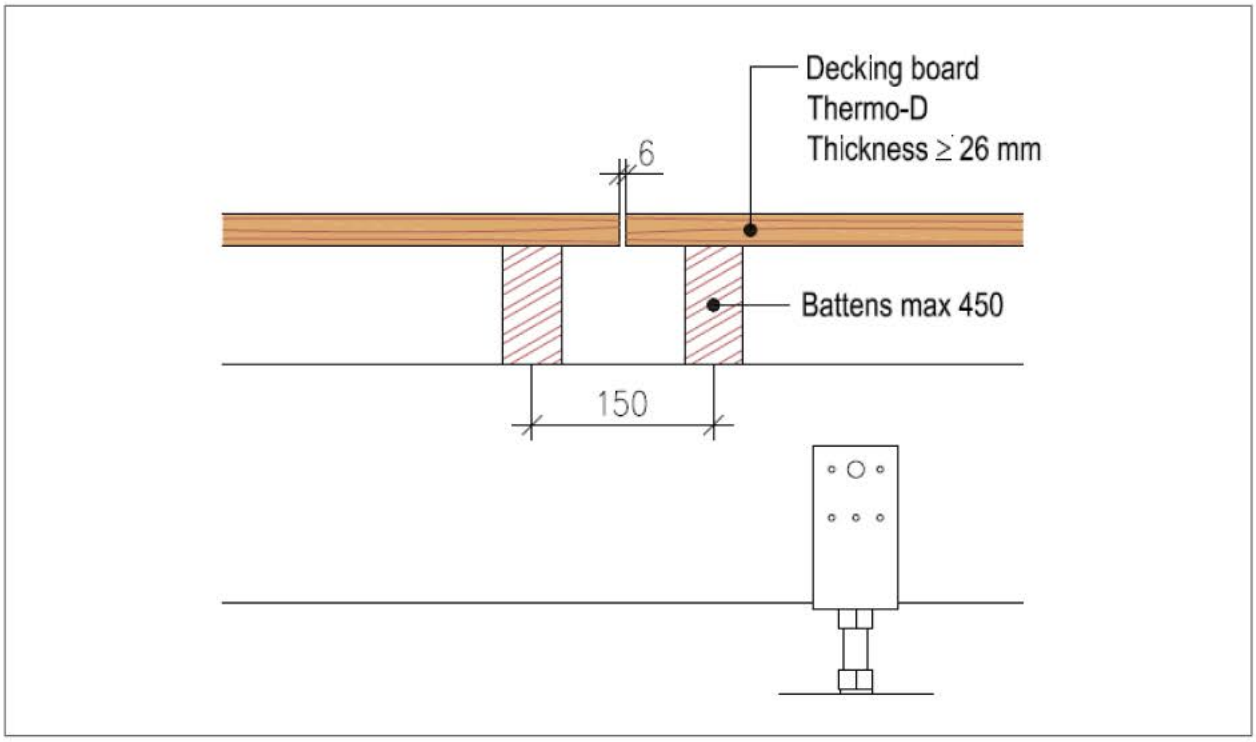
نمونه ای از روکش دیوار خارجی.

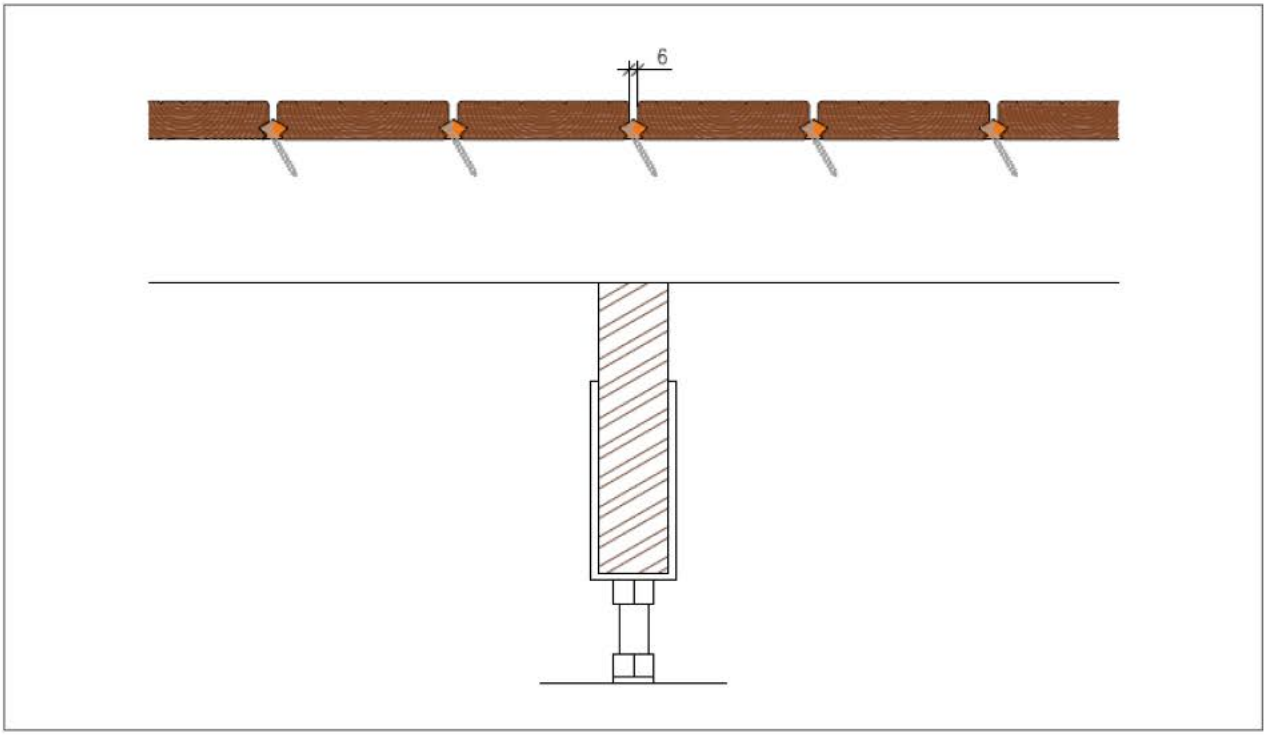


نمونه ای از روکش دیوار خارجی.




min 20
max 6
Decking board
Thermo-D
Thickness ≥ 26 mm
Fastening to the battens
Ventilation under the decking
min 200
max 450


Decking board
Thermo-D
Thickness ≥ 26 mm
6
Battens max 450
150


6

۹. نصب محصولات روکش ترموود

محصولات ترموود باید مطابق با دستورالعمل های سازنده نصب شوند. در زیر، دستورالعمل های کلی برای نصب محصولات را ارائه می دهیم. محصولات ترموود را می‌توان بدون باز کردن بسته‌بندی اولیه نصب کرد، اگر نیازی به تنظیم رطوبت در محل نصب نباشد.

۹.۱ بست

به دلیل مقدار pH محصولات ترموود (اسید)، هر اتصال دهنده باید از فولاد ضد زنگ یا مواد قوی تر ساخته شود تا از خوردگی جلوگیری شود. این امر در مورد محصولاتی که در داخل و خارج از خانه استفاده می شوند صدق می کند. بست های مقاوم در برابر اسید را می توان با محصولات ترموود نیز استفاده کرد. سایر بست ها با ترموود واکنش نشان می دهند و باعث ایجاد لکه در اطراف بست می شوند. اگر از الوارهای اصلاح شده حرارتی در ترکیب با مواد دیگر استفاده شود، واکنش های احتمالی بین مواد باید تعیین شود. جدول ۱۱ حداقل الزامات برای حفاظت بست ها در برابر خوردگی را نشان می دهد. رایج ترین کلاس ها برای فولاد ضد زنگ و مقاوم در برابر اسید عبارتند از:

- کلاس (AISI ۳۰۴, EN 1.4301) A۲ رایج ترین کلاس فولاد ضد زنگ است.
- کلاس (AISI ۳۱۶, EN 1.4401) A۴ رایج ترین کلاس فولاد مقاوم در برابر اسید است.

۹.۲ نصب

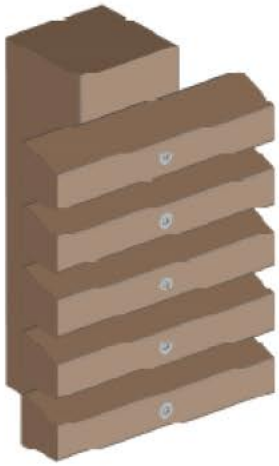
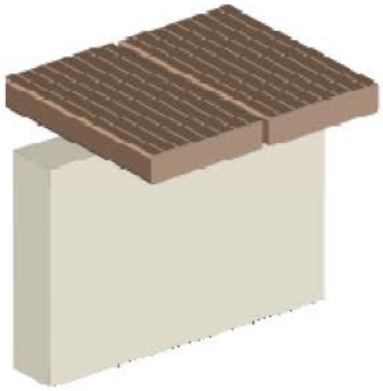
محصولات ترموود را می توان به روش سنتی با میخ و پیچ مانند سایر محصولات چوبی ثابت کرد. انواع سیستم های بست مخفی نیز موجود است. میخ‌ها یا پیچ‌های مورد استفاده باید به اندازه‌ای بلند باشند که از طریق چوب یا تخته نصب کشیده شوند. طول میخ ها یا پیچ ها باید طوری انتخاب شود که هیچ گونه مانع هوا یا رطوبت یا ساختار مشابه را سوراخ نکنند. هنگامی که از میخ یا پیچ استفاده می شود، باید آنها را به گونه ای ثابت کرد که سر آنها در همان سطح با سطح چوب باشد (به استثنای میخ های دایکرت). اگر از تفنگ میخکوبی برای تثبیت روکش های بیرونی یا تخته های عرشه استفاده می شود، دستگاه باید مکانیزم کنترل عمق داشته باشد تا اطمینان حاصل شود که سر میخ هم سطح با سطح چوب است. در حالی که این امر بر کیفیت بصری نیز تأثیر می گذارد، در جلوگیری از ورود آب به ساختار چوب از طریق بست مهم است. با میخ ها و پیچ ها، مهم است که اطمینان حاصل شود که باعث ایجاد ترک در الوار نمی شوند (فاصله از انتهای آن). همچنین می توان از سوراخ های از پیش سوراخ شده برای اتصال دهنده ها استفاده کرد.

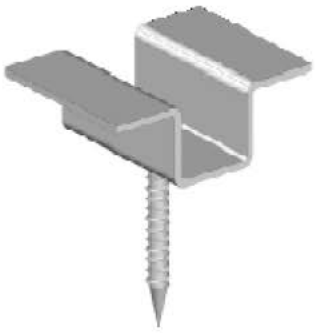
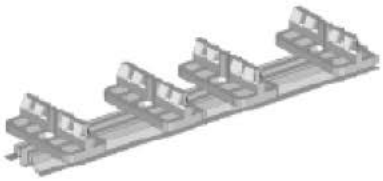
۹.۳ مهر و موم

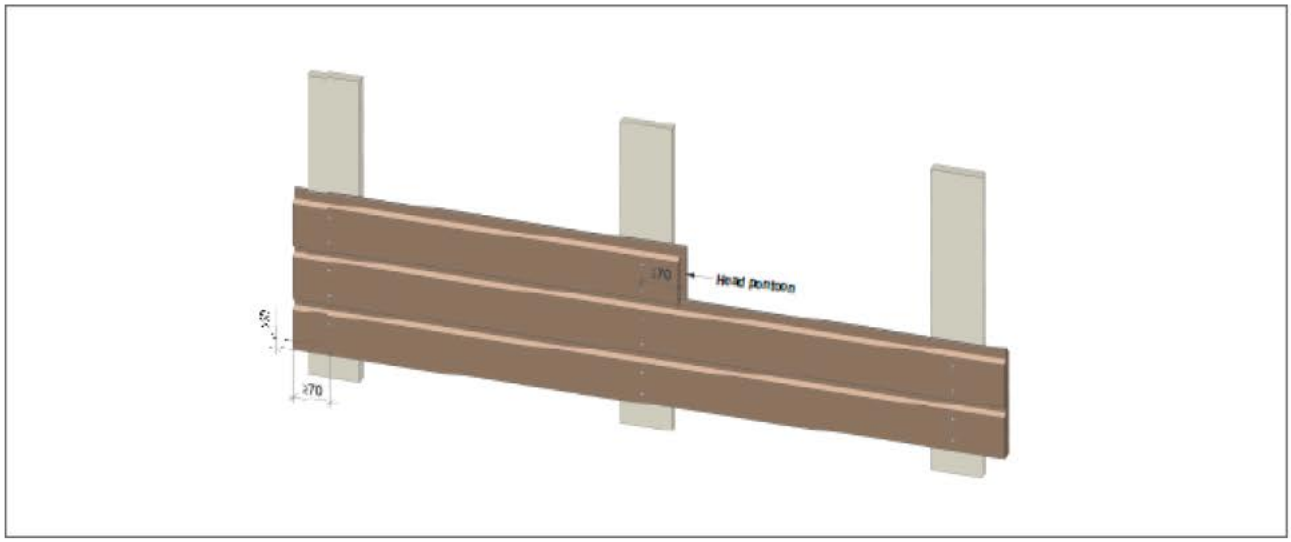
اتصالات ترموود به گونه ای ساخته شده اند که از ورود آب به الوار از طریق سطوح بریده شده جلوگیری می کند. تکیه گاه در اتصال باید به اندازه کافی عریض باشد تا اطمینان حاصل شود که بست های نصب شده از طریق الوار در فاصله لازم از انتهای آن قرار دارند. در صورت لزوم، از دو تکیه گاه جداگانه در محل اتصال استفاده می شود. با پانل های روکش خارجی همسان، اتصالات زبانه و شیار را می توان در کنار تکیه گاه قرار داد تا اتصال دهنده ها در فاصله مناسبی از انتها قرار گیرند.

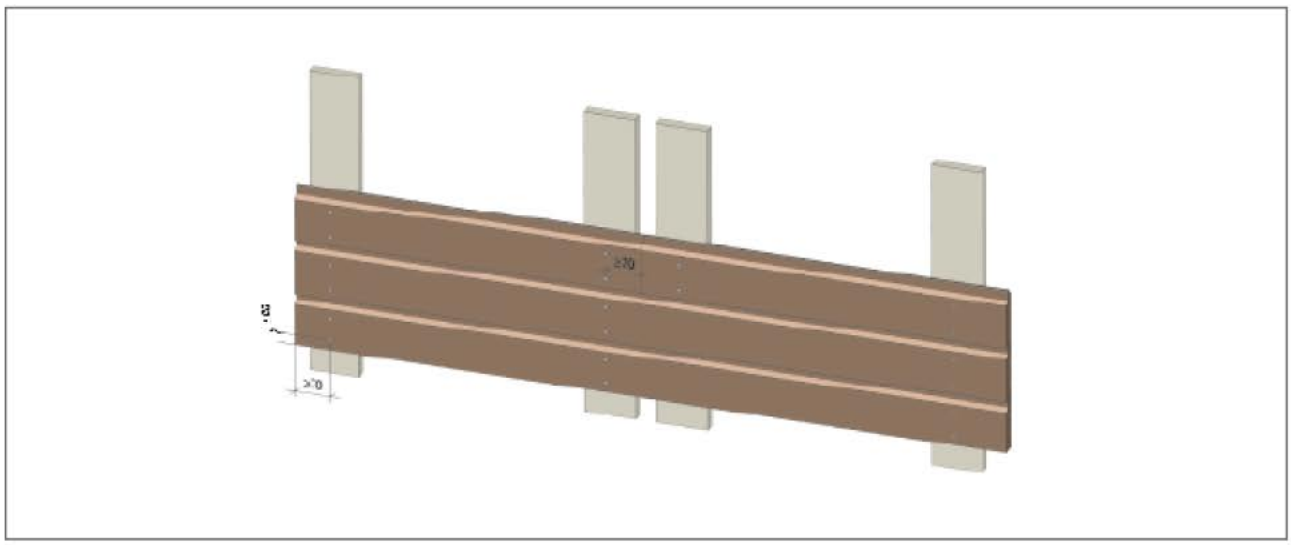
Application	Class	Quality	Type
Ceiling and wall cladding (dry space)	A2	AISI 304 (EN 1.4301)	Stainless steel
Floor (dry space)	A2	AISI 304 (EN 1.4301)	Stainless steel
Ceiling and wall cladding (bathroom)	A2	AISI 304 (EN 1.4301)	Stainless steel
Ceiling and wall cladding (sauna)	A2	AISI 304 (EN 1.4301)	Stainless steel
Sauna benches	A2	AISI 304 (EN 1.4301)	Stainless steel
Decking boards	A2	AISI 304 (EN 1.4301)	Stainless steel
Exterior cladding	A2	AISI 304 (EN 1.4301)	Stainless steel

Fixing method	Fastener	Instructions
Fixing through the side in a visible manner 	Dyckert 	• Wall and ceiling cladding indoors • Products that are fixed via the tongue-and-groove structure are also available (hidden fixing) • The fastener heads must be about 1 mm below the timber surface • At least one fastener, when the panel width is ≤ 117 mm • Two fasteners, when the panel width is >117 mm
Hidden fixing 	Clips 	• Wall and ceiling cladding indoors • Wall and ceiling cladding outdoors • With vertical cladding, preventing the cladding products from sliding downwards is important (support at the bottom of the cladding or nails/screws at the top or bottom of the cladding)
Fixing through the side in a visible manner 	Full-head ring shank nail 	• Wall and ceiling cladding outdoors • Products that are fixed via the tongue-and-groove structure are also available (hidden fixing) • If a hole is pre-drilled, its diameter must be 0.5d–0.8d (d = nail thickness) • At least one fastener, when the panel width is ≤ 117 mm • Two fasteners, when the panel width is >117 mm

Fixing method	Fastener	Instructions
Fixing through the side in a visible manner 	Screw 	• Batten cladding outdoors • If a hole is pre-drilled, its diameter must be 0.5d–0.7d (d = screw thickness), but no larger than the inner diameter of the screw's threaded part
Fixing through the side in a visible manner 	Decking screw (available in various colours) 	• Decking boards • Jetty boards • If a hole is pre-drilled, its diameter must be 0.5d–0.7d (d = screw thickness), but no larger than the inner diameter of the screw's threaded part • Fixing with two screws
Hidden fixing 	Profix (Lunawood) 	• Decking boards • Jetty boards • Profix is a Lunawood product and therefore compatible only with other Lunawood products

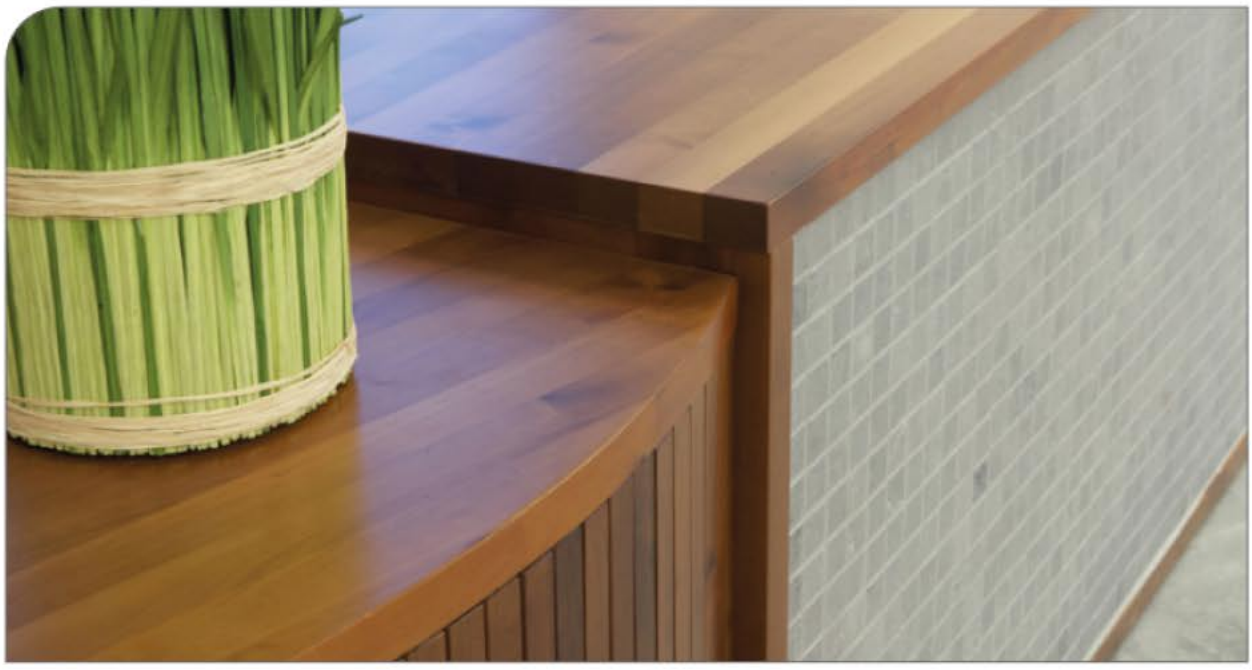
Fixing method	Fastener	Instructions
Hidden fixing 	Clip 	• Decking boards • Jetty boards
Hidden fixing 	Clip 	• Decking boards • Jetty boards
Hidden fixing from the tongue-and-groove part 	Countersink screw 	• Flooring indoors • If a hole is pre-drilled, its diameter must be 0.5d–0.7d (d = screw thickness), but no larger than the inner diameter of the screw's threaded part


≥70
Head portion
≥70


≥70
≥70

۱۰. ترموود در صنعت نجاری

الوار ترموووود به دلیل ثبات رنگ و ابعاد، ماده ای ایده آل برای مبلمان است. کاربردهای معمولی شامل مبلمان داخلی و خارجی است.

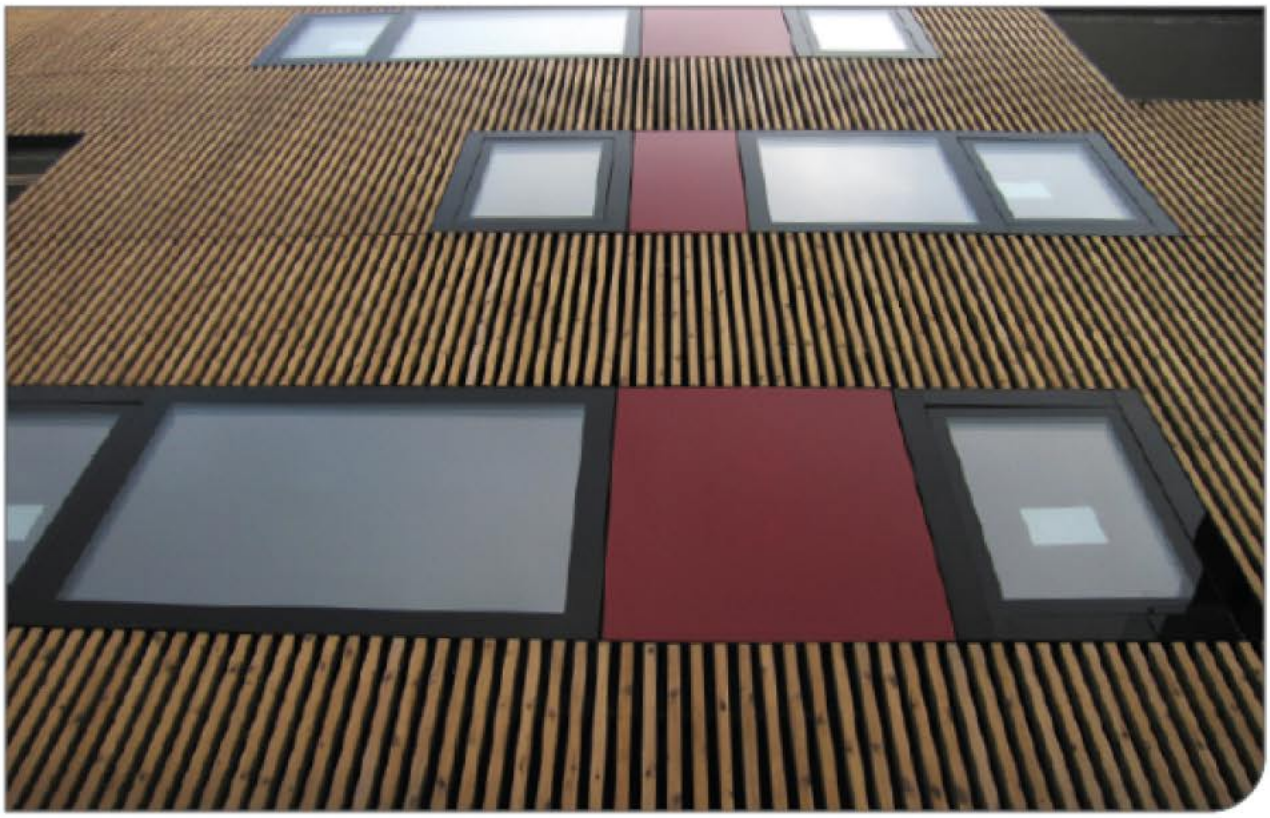


WOOD HYPER

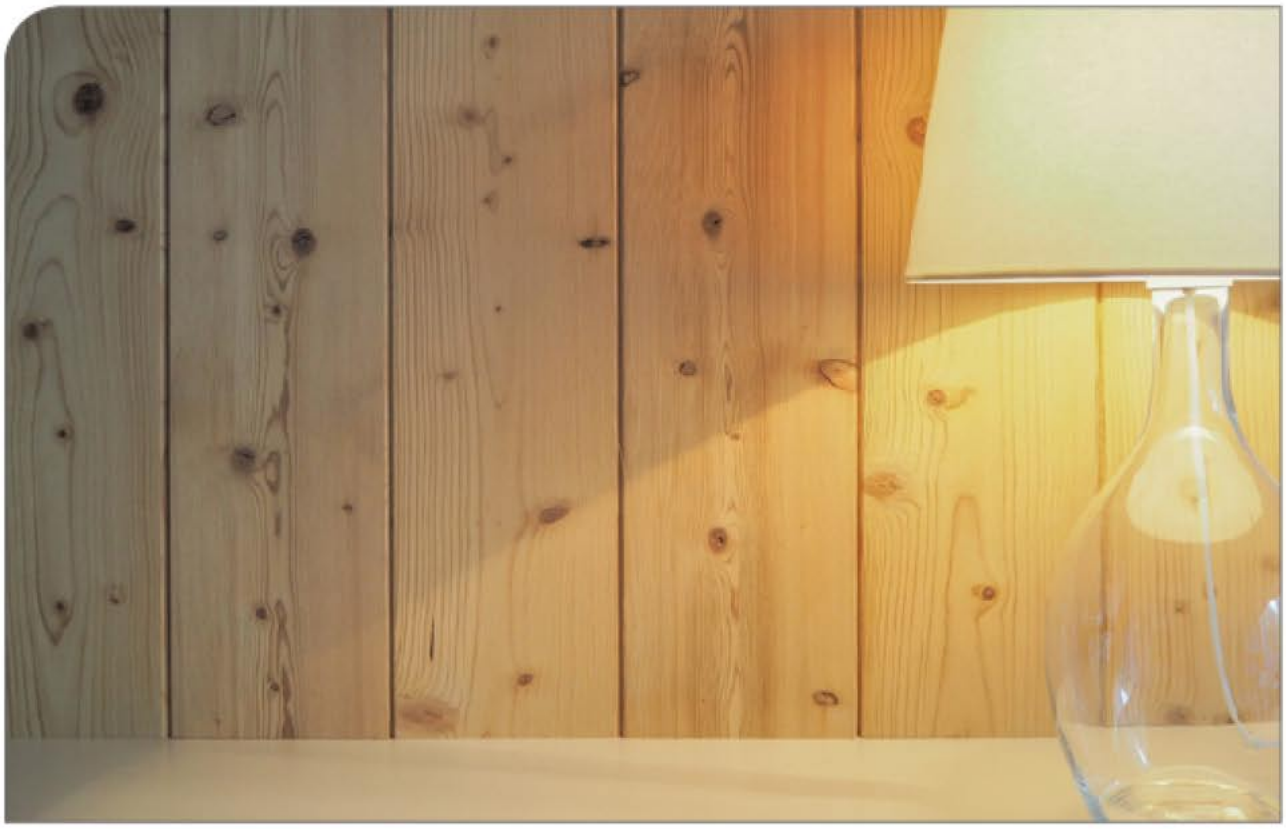
۱۱. نمونه های کاربردی

محصولات ترمووود با موفقیت برای طیف گسترده ای از کاربردها در سراسر جهان استفاده شده است. در زیر نمونه هایی از کاربرد آنرا در کشورهای مختلف ارائه می دهیم.

WOOD HYPER



MERCAT DE SANT ADRIÀ



WOOD HYPER