


**Lesnická
a dřevařská
fakulta**

1. 11. 2012, Brno
 Ing. Aleš Dejmal, Ph.D.

THERMOWOOD
 PŘEDNÁŠKA Č. 9








INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ


**Lesnická
a dřevařská
fakulta**

strana 2

THERMOWOOD

THERMOWOOD

- Jedná se o patentovaný název pro teplem a vlhkem modifikované dřevo.
- Tato patentovaná technologie pochází z Finska.
- Poprvé byl tento materiál prezentován odborné veřejnosti na výstavě EXPO 2000 v Německu (Hannover).






INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR. Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019


**Lesnická
a dřevařská
fakulta**

strana 3

THERMOWOOD

POSTUP

- Dřevo je v prostředí inertní atmosféry (vodní pára) v uzavřeném prostoru postupně zahříváno až na teplotu okolo 200°C. Kromě předpokládané ochrany proti hoření způsobuje horká pára zásadní chemické změny ve dřevě.
- Výsledkem úpravy je tmavší dřevo, s menší nasáklivostí a lepšími izolačními vlastnostmi.
- Výsledkem tepelné úpravy dřeva je také zvýšení trvanlivosti dřeva.
- Nevýhodou je zpravidla snížení pevnosti materiálu.






INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR. Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019



lesnická

o dřevěřeská

škola

strana 4

THERMOWOOD - PROCES

První fáze – sušení

- Dřevo je zpočátku vysoušeno teplým vzduchem o teplotě do 100°C.
- Po dosažení MH teplota vzroste na pevnou hranici 130°C. Během této doby vysoká teplota přehřáté páry vysuší dřevo téměř na nulovou vlhkost.





Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technický - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

o dřevěřeská

škola

strana 5

THERMOWOOD

Druhá fáze - tepelná úprava

- Jakmile je dřevo zcela vysušeno, je teplota přehřáté páry uvnitř sušárny zvýšena na hodnotu mezi 185 a 215°C.
- Tato teplota je udržována zhruba 2 až 3 hodiny, což závisí na konečném užití materiálu.





Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technický - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

o dřevěřeská

škola

strana 6

THERMOWOOD

Třetí fáze - chlazení a klimatizace

- V poslední fázi je teplota snižována za použití vodní mlhy.
- Když je teplota snížena na 80 až 90°C podle dalšího použití je vlhčením vlhkost ve dřevě zvýšena na 4 - 7%.





Mendelova univerzita v Brně

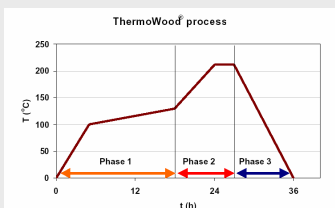
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technický - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

THERMOWOOD

- Diagram průběhu výroby



Einforest



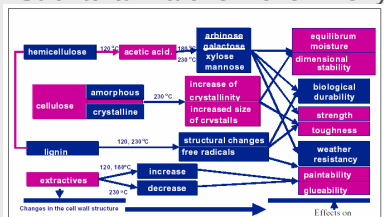
Mendelova
univerzita
v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

THERMOWOOD

- Strukturální a chemické změny



Finforest



Mendelova
univerzita
v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

THERMOWOOD

ZMĚNY V DŮSLEDKU TEPELNÉ ÚPRAVY

- Po tepelné úprave dřevo obsahuje **menší počet hemicelulóz.**
- Výsledkem toho je, že dřevo **zvýší svou odolnost vůči rozkladu houbami.**
- Degradací hemicelulóz se **snižuje množství OH skupin (SRV)**, které mohou vázat molekuly vody, takže se zlepšuje rozměrová stálost materiálu.
- Teplota rozkladu hemicelulóz se pohybuje okolo 200 až 260 °C a teplota rozkladu celulózy okolo 240 až 350 °C.



Mendelova
univerzita
v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR. Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0016

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

a dřevařská

škola

strana 10

THERMOWOOD - VLASTNOSTI

Barva

- Obecně barvu dřeva určuje jeho chemické složení, především obsah celulózy, hemicelulóz, ligninu a tzv. doprovodných (extraktivních) látek.
- Barva je závislá na teplotě a čase úpravy. Vyšší teplota a delší čas znamenají tmavší odstín. Změna odstínu barvy ztmavnutí je způsobena oxidací tříslovin a difúzí tekutých složek (dehet) vzniklých částečnou pyrolýzou dřeva.






Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technický - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

a dřevařská

škola

strana 11

THERMOWOOD - VLASTNOSTI

Hustota

- Tepelně upravené dřevo Thermowood má nižší hustotu než neupravované dřevo. Hustota modifikovaného BO dřeva klesá se zvyšováním teploty.






Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technický - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

a dřevařská

škola

strana 12

THERMOWOOD - VLASTNOSTI

Tepelná vodivost

- V důsledku mírného snížení hustoty teplem modifikovaného dřeva na průřezu dochází ke zlepšení tepelné izolačních vlastností dřeva.
- Vodivost tepla je u tepelně upravovaného dřeva snížena o 20 až 25%.






Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technický - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

strana 13

THERMOWOOD - VLASTNOSTI

Rovnovážná vlhkost

- Tepelná úprava dřeva **snižuje** rovnovážnou vlhkost.
- Okolo teploty 220°C byla rovnovážná vlhkost zhruba poloviční než u neupraveného dřeva. Rozdíl se projevuje především u vyšší relativní vlhkosti. Tuto změnu lze pozorovat na materiálu upraveném teplotou 220 až 225°C po dobu 1 až 3 hodiny.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

strana 14

THERMOWOOD - VLASTNOSTI

Propustnost vody

- Propustnost vody tepelně upraveného dřeva je o 20 až 30% **nížší** než u dřeva normálně vysušeného.
- Propustnost vody byla analyzována na tělese ponořeném 72 hodin ve vodě. Neupravené dřevo mělo relativní vlhkost 22%, zatímco u tepelně upraveného SM dřeva (195°C a 210°C) byla vlhkost po ponoření pouze okolo 10% až 12%.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

strana 15

THERMOWOOD - VLASTNOSTI

Ohybová pevnost (trojbodý ohyb)

- Výsledky experimentů ukazují, že ohybová pevnost modifikovaného BO dřeva se **značně snižuje** při použití teplot 220 °C a vyšších.

Modul pružnosti se úpravou významně **nezměnil**.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 16

THERMOWOOD - VLASTNOSTI

Tlaková pevnost podél vláken

- Z testů s řezivem upravovaným teplotou 195 °C po dobu 3 hodin vyplynulo, že tlaková pevnost podél vláken je dokonce **vyšší** než u neupravovaného SM dřeva

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 17

THERMOWOOD - VLASTNOSTI

Rázová pevnost (dynamický ohyb)

Dynamická pevnost je **menší** než u dřeva sušeného normální teplotou. U jedle na kterou působila po 3 hodiny teplota 220°C byla tato pevnost až o 25% nižší.

Smyková pevnost

Při testech byla zjišťována smyková pevnost v radiálním i tangenciálním směru. Bylo zjištěno, že s vysokoteplotní úpravou (230°C po 4 hodiny) se smyková pevnost **snižuje** v radiálním směru až o 25% a v tangenciálním až o 40%.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 18

THERMOWOOD - VLASTNOSTI

Odolnost vůči houbám

Tepelně upravené dřevo vykazuje vysokou odolnost proti rozkladu houbami hnědého tlení (test WPG)

Odolnost vůči hmyzu

Thermowood byl testován proti červotoči proužkovatému (Amonium punctatum) a hrbohlavu hnědému (Lyctus brunneus) a tesaříku krovovému (Hylotrupes bajulus). Ve všech třech případech byl Thermowood proti těmto broukům odolný

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

- **Thermo-S (stability)** - tepelná úprava $190\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- **Thermo-D (durability)** - tepelná úprava $212\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$



Taxa varietis in archiducum Carolinam Augustinam fundens a Silesia receptum *S.D.* Tschudi: CZ 1.0712.2.0020.0010

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- **UPLATNĚNÍ**
- **Thermowood z jehličnatého dřeva** (borovice, smrk). **Thermo – S:** nenosné prvky staveb, obklady, nábytek, zahradní nábytek, dveře a okna nebo jejich součásti, sauny, podlahy, přístrojové desky, opláštování, okenice, atd. **Thermo – D:** opláštování, přístrojové desky, truhlářské výrobky, okenice, hlukové zábrany, sauny, podlahy, zahradní nábytek, atd.
- **Thermowood z listnatého dřeva** (bříza, topol) **Thermo – S:** stropní a příčkové panely, nábytek, zahradní nábytek, podlahy, sauny. **Thermo – D:** stejné použití jako listnatého dřeva, a jako Thermo – S, jen barva je tmavší.



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR. Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ
