Technologie a procesy sušení dřeva

7. Tepelná modifikace dřeva

Vytvořeno s podporou projektu Průřezová inovace studijních programů Lesnické a dřevařské fakulty MENDELU v Brně (LDF) s ohledem na disciplíny společného základu reg. č. CZ.1.07/2.2.00/28.0021 za přispění finančních prostředků EU a státního rozpočtu České republiky

Tepelně modifikované dřevo - POUŽITÍ

obklady

palubky a podlahy

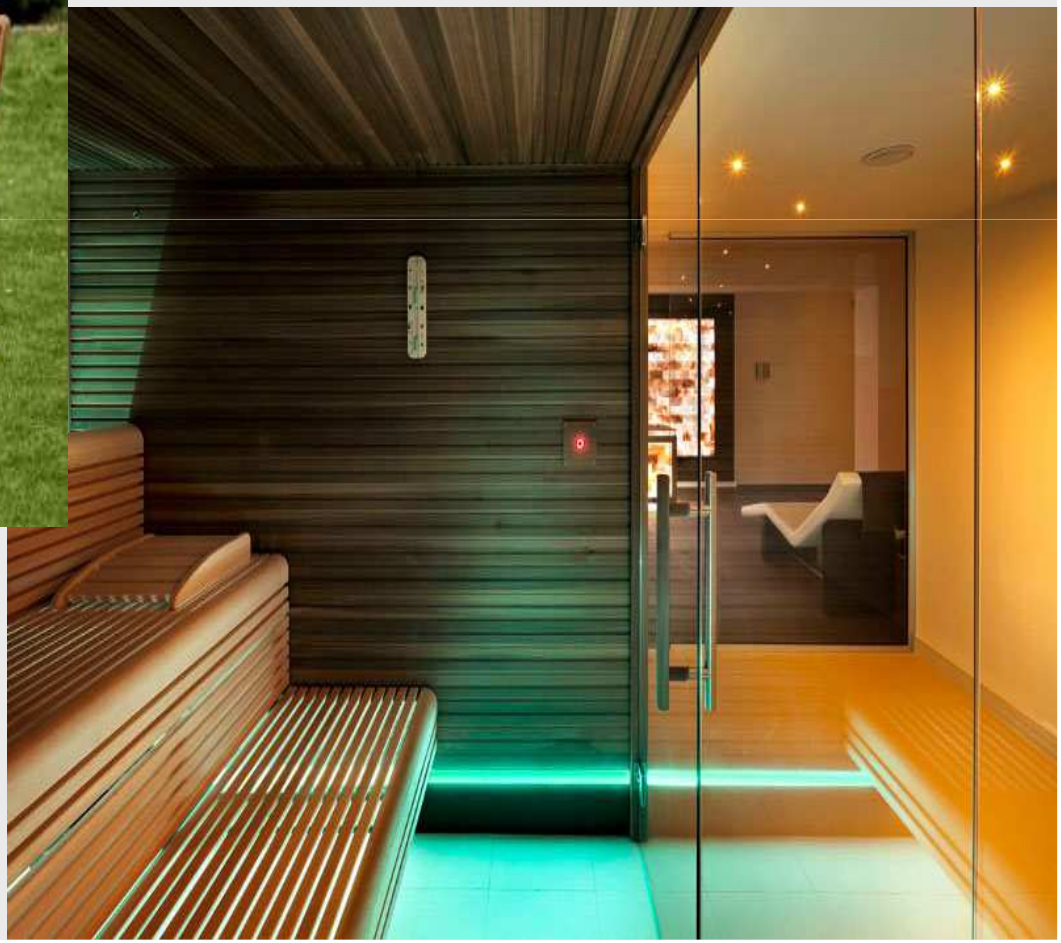
zahradní nábytek

dětské hřiště

rámy oken a dveří

nábytek do interiéru

části hudebních nástrojů



Tepelná úprava dřeva

- cílená změna vlastností dřeva pomocí zvýšené teploty (až 230°C)
- v prostředí se sníženým obsahem kyslíku (pára, plyn, olej)

Charakteristické vlastnosti tepelně modifikovaného dřeva:

- snížená hygroskopicita dřeva (OH skupiny)
- zvýšená rozměrová stabilita dřeva
- zvýšená biologická odolnost
- změna barvy (ztmavnutí) – výhoda?
- pokles některých mechanických vlastností (ohybová pevnost)

Tepelná úprava dřeva

Podstatou termické modifikace dřeva je dlouhodobější vystavení dřeva působení vyšší teplotě od 50 do 130 (140)^{o}C (sušení, paření) nebo teplotám vyšším (150 až 260^{o}C) - tepelná úprava dřeva.

Tepelně upravené BO dřevo

Tepelná úprava dřeva

- Dřevo se skládá především z celulózy, hemicelulózy a ligninu. Díky chemickému složení má poměrně malou odolnost vůči působení dřevokazných hub a hmyzu. Z chemického pohledu především vůči působení jejich enzymů.
- Vysušené dřevo je materiálem hygroskopickým a má tendenci přes OH skupiny přijímat vlhkost a nežádoucím způsobem měnit svoje rozměry.
- Reakce probíhají přes volné (reaktivní) hydroxylové skupiny (OH) buněčné stěny.

Tepelná úprava dřeva

- Působení vyšších teplot na dřevo a následné změny v chemické struktuře) mají za následek zejména snížení hygroskopicity (snížení RVD) a zvýšení odolnosti proti houbám a hmyzu.
- Je známo, že v důsledku zvyšování teploty dřeva v rozmezí od 150 do 260°C v inertní atmosféře bez kyslíku dochází k jeho částečné hydrolýze. Ta má za následek snížení počtu volných OH skupin a vznik aromatických látek.

Tepelná úprava dřeva

	% podíl ve dřevě		Výhřevnost	Termický rozklad při
	jehličnany	listnáče	H (MJ.kg^{-1})	teplotě T (°C)
celulóza	40 ... 45	40 ... 55	15,3 ... 17,8	250 - 350
hemicelulózy	25 ... 30	27 ... 40	-	170 - 240
lignin	27 ... 33	16 ... 24	25,6 ... 28,7	300 - 400

Tepelná úprava dřeva

Protože by při vysokých teplotách mohlo dojít ke vznícení dřeva, bylo vyvinuto několik postupů, které využívají různé možnosti jak tomu zabránit.

Tepelnou úpravu dřeva lze bezpečně zrealizovat v inertním (netečném) prostředí:

- vakuum (podtlak) (0,04 až 0,06 MPa)
- dusík
- vodní pára
- olej
- tavenina (Zn, Pb, Sn)

Tepelná úprava dřeva

PROCES TEPELNÉ ÚPRAVY DŘEVA - OBECNĚ

Proces je rozdělen do tří hlavních fází:

SUŠENÍ DŘEVA *(dny)*

Je časově nejnáročnější fází sušení dřeva. Jedná se většinou o sušení probíhající do MH při teplotách pod 100°C a následně o vysokoteplotní sušení při teplotách až 130°C. Dřevo se vysouší na 0% vlhkost.

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA (*2 a více hodin*)

Vlastní tepelná úprava probíhá v uzavřeném zařízení, kde se teplota zvyšuje na 180 až 240°C. Dřevo je vystaveno působení tohoto prostředí podle rozměrů a druhu až několik hodin.

CHLAZENÍ A KLIMATIZACE DŘEVA (*5-15 hodin*)

Tato fáze následuje po tepelné úpravě. Dřevo je postupně ochlazeno na požadovanou teplotu, aby nebyl velký teplotní rozdíl mezi dřevem a venkovním prostředím. Upravuje se konečná vlhkost dřeva.

Tepelná úprava dřeva

PROCES chemické přeměny dřeva

- **Ve třetí (závěrečné) fázi** při klimatizaci dochází k esterifikaci (reakce alkoholu a kyseliny za vzniku esteru - karbonylu a vody). Tento ester se váže na lignin a vytvoří se ustálené karbonylové skupiny.
- Právě esterifikace přispívá ke snížení hygroskopicity dřeva, následkem čehož se zvyšuje rozměrová stabilita i trvanlivost.

- Celkovým výsledkem tepelné modifikace je, že upravené dřevo má menší počet reaktivních OH skupin než dřevo neupravené a vznikly v něm nové látky na bázi aromatických uhlovodíků, které jsou účinné proti působení dřevokazných hub a hmyzu.

Tepelná úprava dřeva

ZMĚNY MATERIÁLOVÝCH VLASTNOSTÍ

- U tepelně ošetřených materiálů na bázi dřeva dochází k určité změně mechanických vlastností podle teploty a délky trvání procesu.
- Částečně se sníží modul pružnosti a přerážecí práce. Ztráta pevnosti se vysvětluje snížením hustoty nebo nestejnoměrným rozložením hustoty (BK) dřeva po úpravě.
- Dílce z tepelně upraveného dřeva by neměly být používány na nosné konstrukce staveb!
- Současně bylo ale v některých případech zaznamenáno zvýšení tvrdosti upraveného dřeva.
- V porovnání s neupraveným dřevem se rovnovážná vlhkost tepelně upraveného dřeva významně snížila. To má za následek eliminaci rozměrových změn

Tepelná úprava dřeva

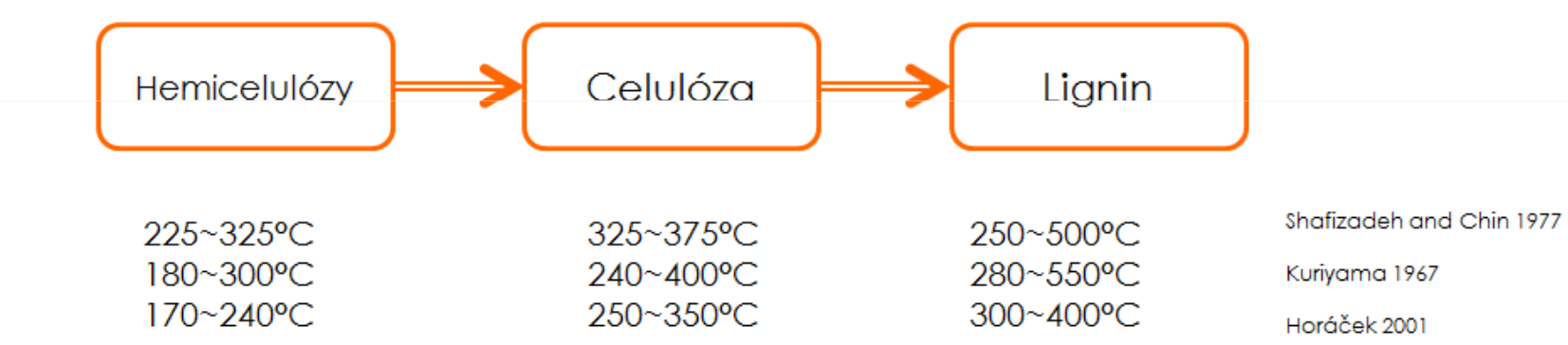
ZMĚNY MATERIÁLOVÝCH VLASTNOSTÍ

- Bylo zjištěno, že po tepelném zpracování se u všech zkoumaných dřev zvýšila odolnost proti dřevokazným houbám a hmyzu.
- Např. nemodifikovaná borovice má PH 5,0-5,5, po provedení tepelné modifikace kleslo její PH na 3,5-4,0.
- Změna PH je dalším důležitým faktorem pro napadení dřeva škůdci.Vysoká odolnost byla zejména proti houbám rozkládajícím celulózu.

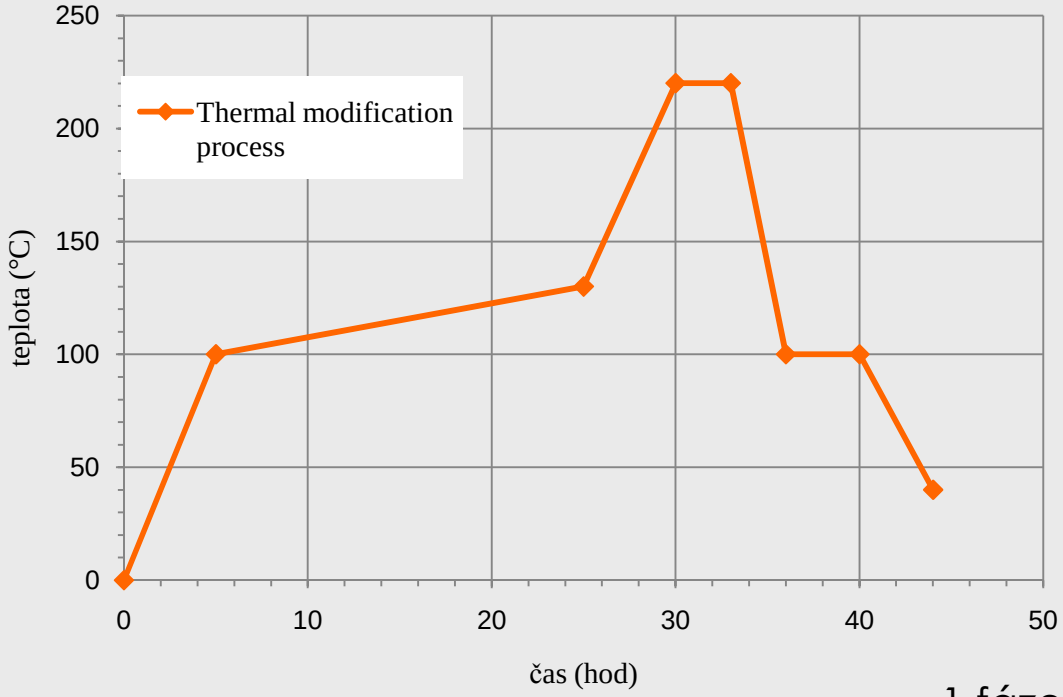
Tepelná úprava dřeva

Dřevo začíná obvykle degradovat při teplotách kolem 160°C

(Stamm a Hansen 1937)



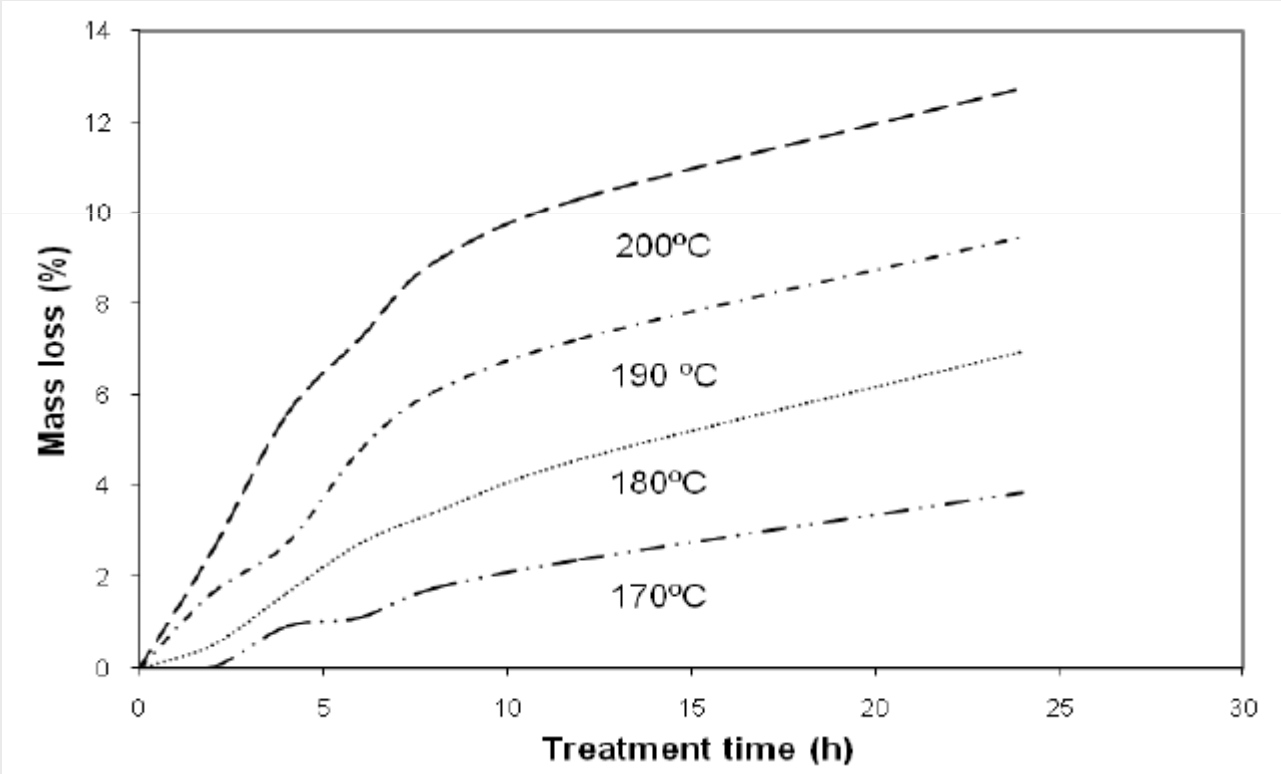
Tepelná úprava dřeva



1.fáze – Sušení (do 130°C, t=?)
2.fáze – Modifikace (do 230°C, t=2,3,4 hod)
3.fáze – ochlazení (na konečnou teplotu)

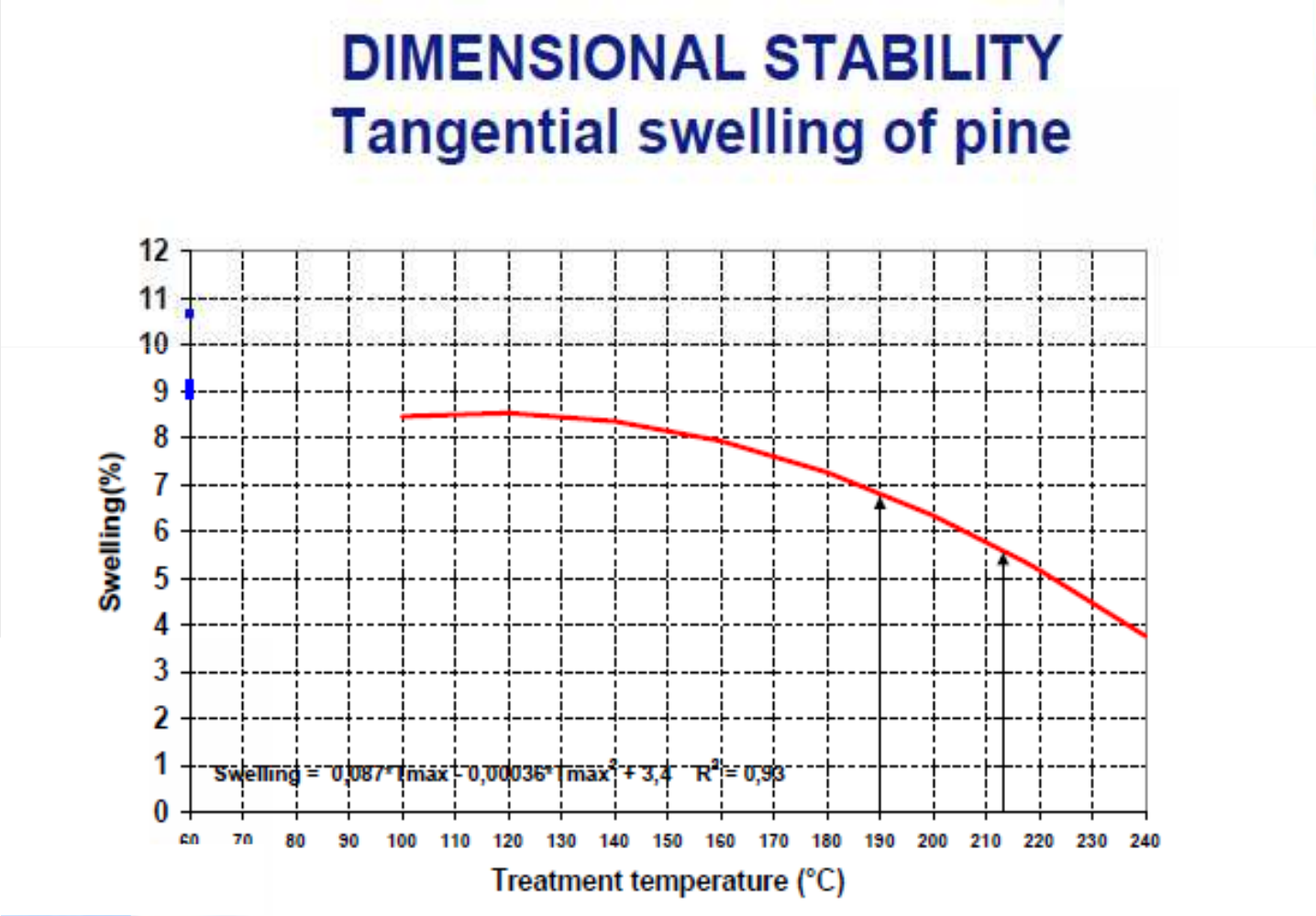
SNÍŽENÍ HMOTNOSTI

Snížení hmotnosti dřeva v důsledku tepelné úpravy má vliv na mechanické a fyzikální vlastnosti



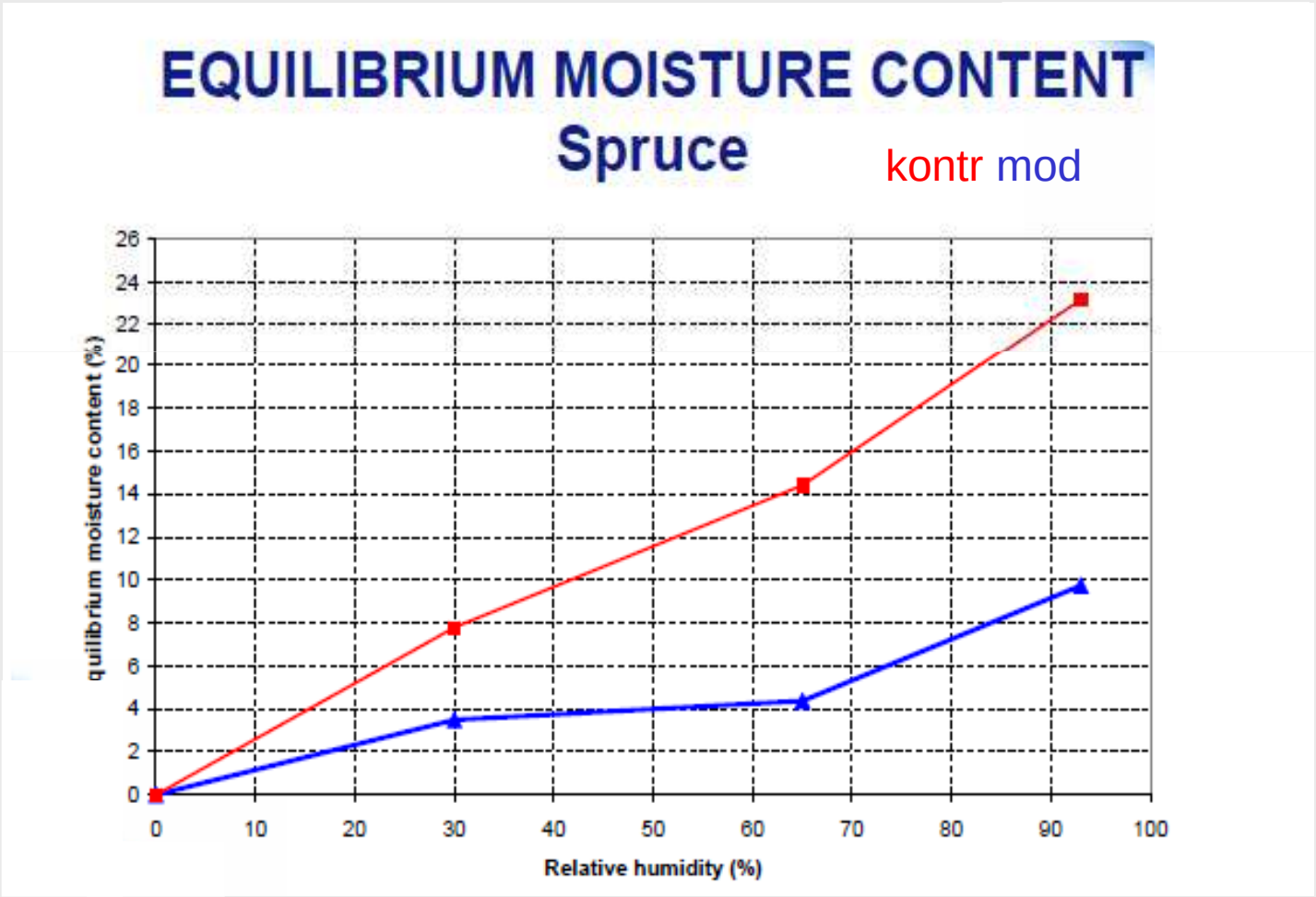
Kortelainen, VTT, 2006

ROZMĚROVÁ STABILITA (bobtnání)



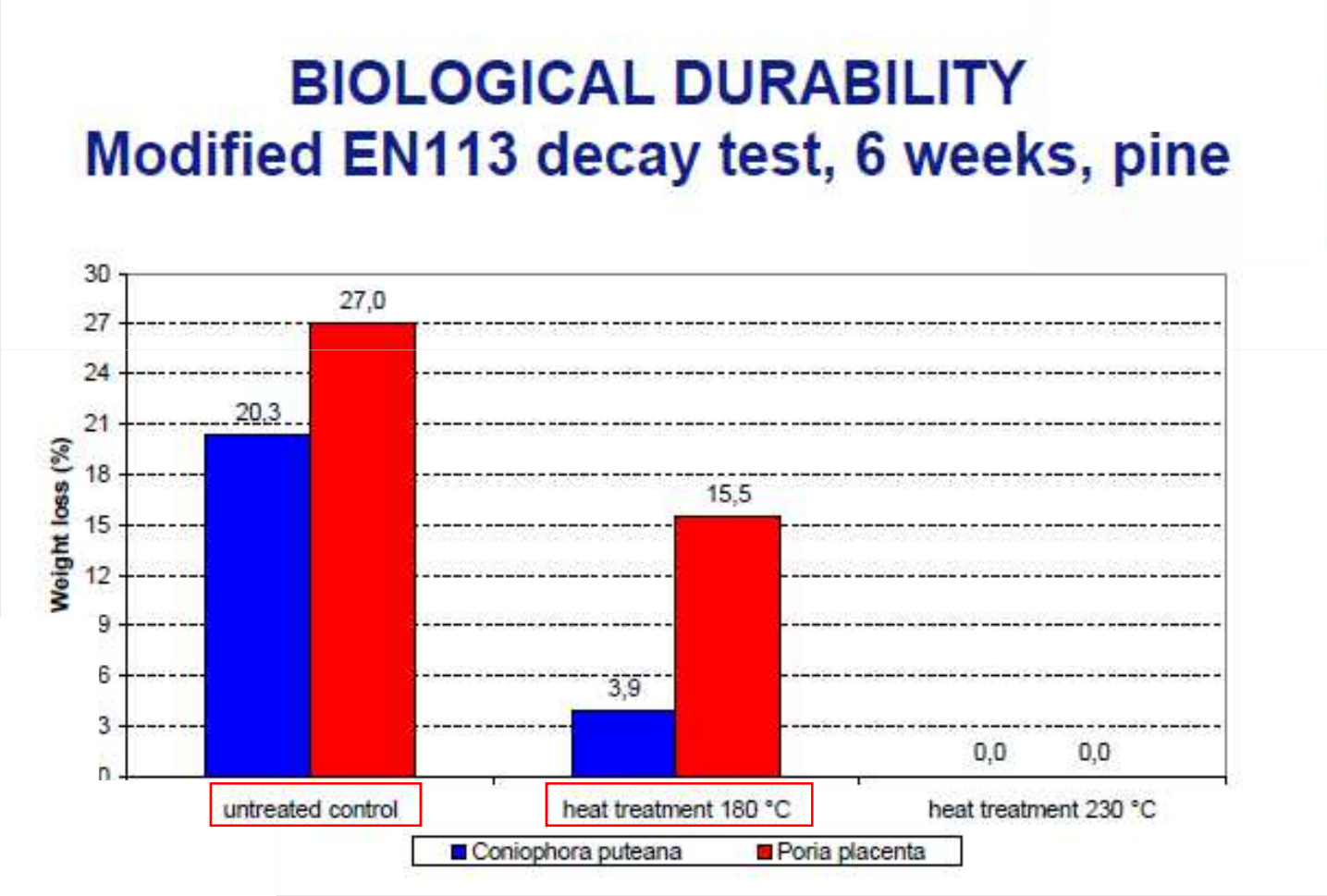
Kortelainen, VTT, 2006

ROVNOVÁŽNÁ VLHKOST



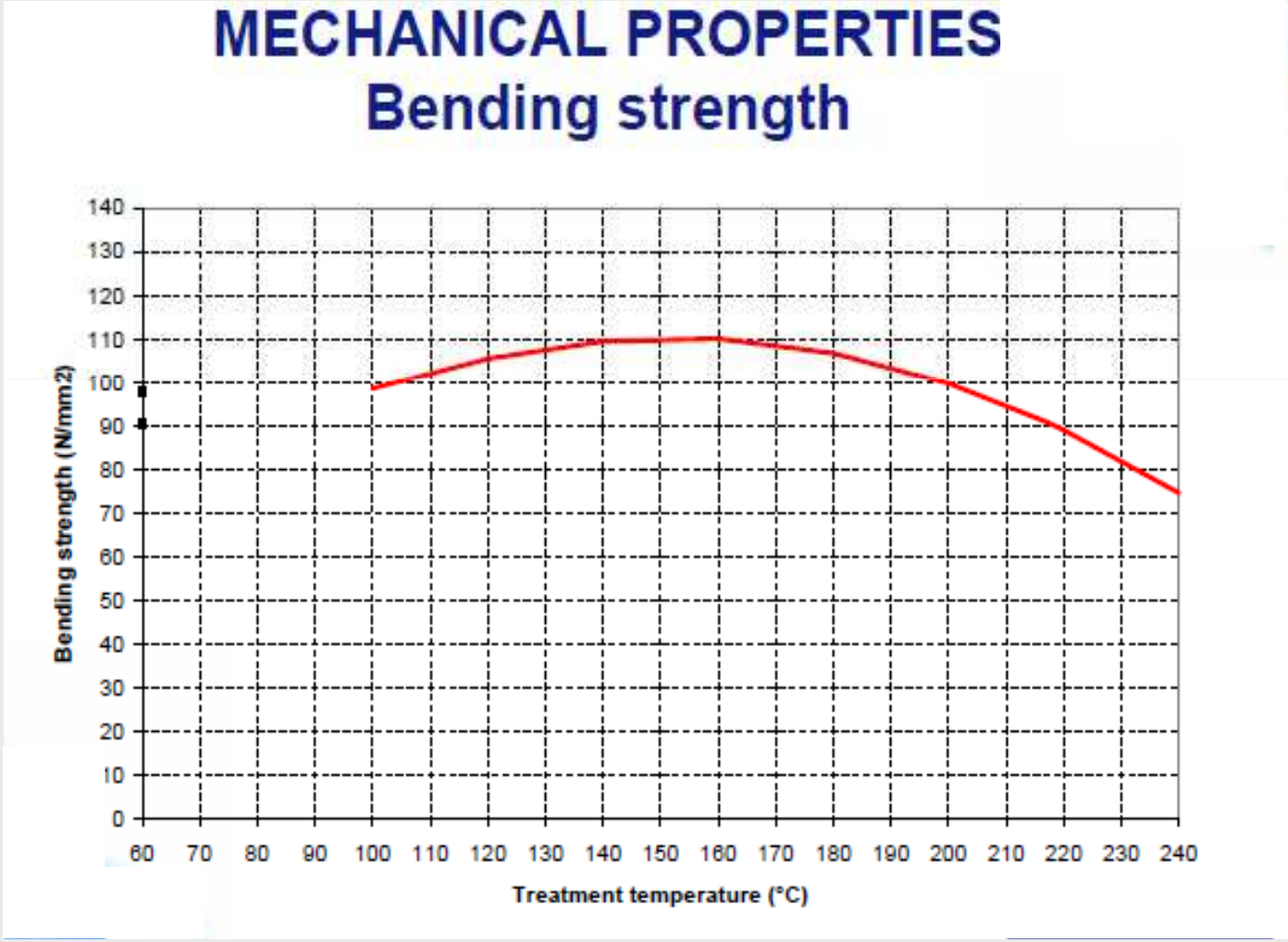
Kortelainen, VTT, 2006

BIOLOGICKÁ ODOLNOST (úbytek hmotnosti/houby)



Kortelainen, VTT, 2006

PEVNOST V OHYBU



Kortelainen, VTT, 2006

TŘÍDY TEPELNÉ ÚPRAVY

ThermoWood STANDARD CLASSES

Thermo-S and Thermo-D

Properties of softwood (sapwood)

Class	Treatment temperature (°C)	Tangential swelling (%)	Natural durability class
Thermo-S	190	6 - 8	3
Thermo-D	212	5 - 6	2
Untreated	60 - 80	8 - 10	3 - 4

„S“ STABILITY

„D“ DURABILITY

Kortelainen, VTT, 2006

VLASTNOSTI - pozitiva:

+ redukované sesychání a bobtnání
+ zlepšená rozměrová stabilita
+ vyšší odolnost proti plísním a hnilobám
+ vyšší odolnost proti dřevokaznému hmyzu
+ zlepšené vlastnosti povrchu dřeva
+ snížení hustoty (hmotnosti)
+ změna součinitele tepelné vodivosti
+ rovnoměrná změna barvy dřeva, do teplých tónů hnědé, v celém průřezu
+ dobrá obrobitelnost
+ z důvodu snížené deformace je tento druh dřeva velmi dobrý k nátěru
+ náhrada exotických dřev
+ vysoká životnost

VLASTNOSTI - negativa:

- vypaří se pryskyřice
- vypadávají suky
- snížení hustoty
- mírně poklesne pevnost, zejména v ohybu
- dřevo má po úpravě tmavší odstín
- je potřeba drahé výrobní zařízení
- vysoká spotřeba energie

VYUŽITÍ

Tepelně upravené dřevo je vhodné pro:

- stavebně-truhlářské výrobky
- sauny
- bazény
- venkovní nábytek
- zahradnictví
- vodní stavby

- Thermowood
- Lunawood
- Perdure
- Retification
- Thermoholz
- Intemporis
- Platowood
- Menzholz
- Iwotech
- WTT
- OHT (Oil Heat Treatment, VTC (Viscoelastic Thermal Compression) ...

Thermowood Lunawood (Finsko)

- Je patentovaný název pro teplem modifikované dřevo. Dřevo je v určité fázi procesu podrobeno působení vysoké teploty v atmosféře nasycené vodní páry.

Technologie Perdure

(BCI - MBS, Québec - Kanada)

- Používá se surové dřevo, následuje rychlý proces sušení a zahřívání parou na 200 až 240 °C.
- Technologie Perdure spočívá v tepelné úpravě dřeva - částečné pyrolýze v parní atmosféře.

Procedé de retification

(NOW - New Option Wood, Francie)

- Používá se suché dřevo o přibližné vlhkosti 12 %. Materiál je v atmosféře dusíku (N) zahřátý na 200 až 240 °C (méně než 2% kyslíku). V důsledku působení vysokých teplot dochází ke strukturálním změnám – retifikaci dřeva.

Thermoholz Austria (THA)

(Rakousko)

- Proces ohřevu, speciálně vyvinutý pro listnatá dřeva, probíhá v inertní parní atmosféře při mírně zvýšeném tlaku prostředí uvnitř hermeticky uzavřené komory.

Buk - Thermoholz Austria - THA

Thermoholz Austria (THA) (Rakousko)

Hubert Mitteramskogler

Hitzeveredelte Mirako-Esche (jasan) hat die selbe Dauerhaftigkeit wie Teakholz

Intemporis (Švýcarsko)

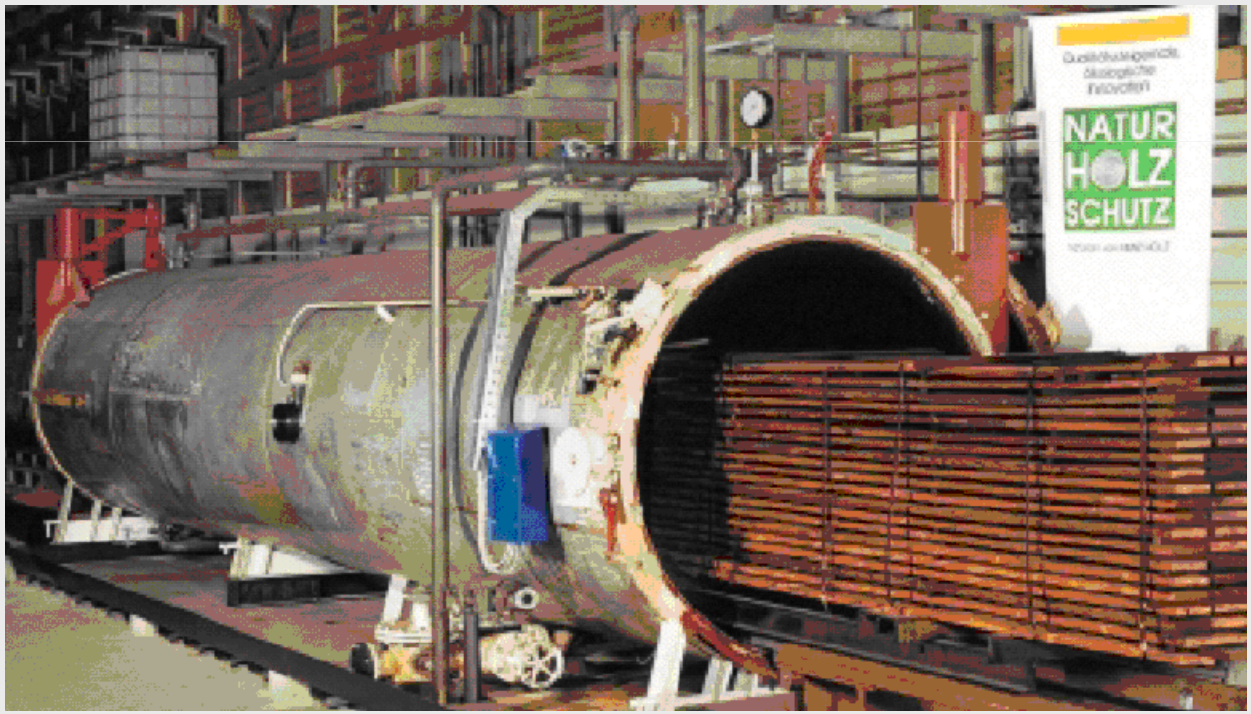
- Proces spočívá v mírném postupném nárůstu teplot v jednotlivých fázích výroby.

PLATO proces (Providing Lasting Advanced Timber) (Holandsko)

- Třífázový proces výroby tepelně zušlechtěného dřeva. Vaření, sušení, a tepelná úprava. Příprava dřeva vařením zvyšuje účinnost úpravy, umožňuje použití nižších teplot, což eliminuje snížení mechanických vlastností.

Menz Holz - OHT - Oil Heat Treatment (Německo)

Výroba tepelně upraveného dřeva probíhá v autoklávu v prostředí olejové lázně.



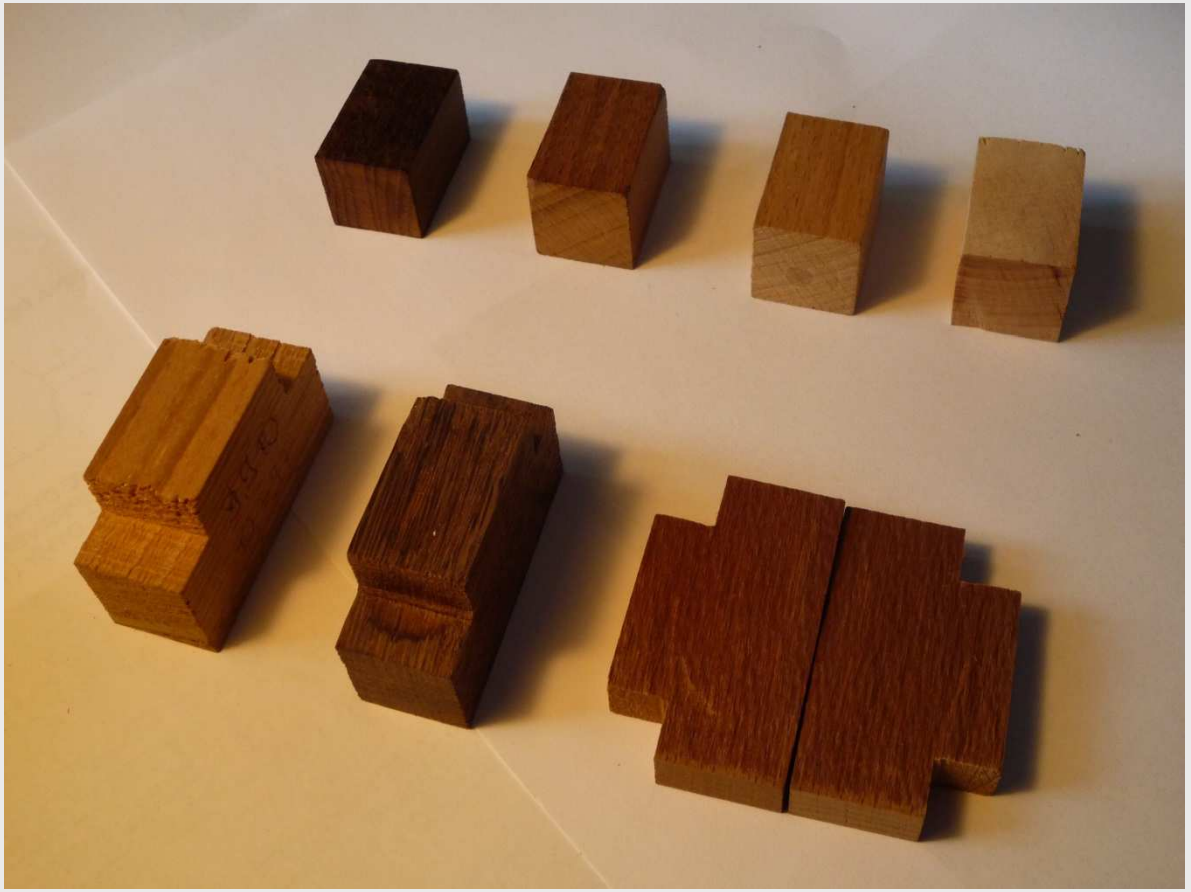
Heat-treated wood (Dánsko) – proces vyvinutý na univerzitě ve Freiburgu. Zařízení vyrábí dánská firma WTT. Použité teploty jsou 160 až 180°C.

Iwotech (Dánsko)

Výroba probíhá v autoklávu při zvýšeném tlaku v atmosféře nasycené vodní páry při teplotách okolo 200°C.

Royal/Royale Process

- Dřevo je ohříváno v oleji při současném vakuu. Teploty jsou relativně nízké (60 až 90 ^{o}C).
- Na rozdíl od klasické tepelné úpravy v oleji je materiál současně impregnován i do hloubky.
- Dřevo je tedy současně sušeno, impregnováno a tepelně upraveno.



- http://www.thermowood.fi
- http://www.finnforest.com
- http://www.usspa.cz
- http://www.g-inter.cz
- http://www.hillwoodproducts.com
- http://www.techtp.com
- http://www.wtt.dk/Hear4t_Treatment.asp
- Moldrup
- ČSN P CEN/TS 15679 49 0644 Tepelně upravené dřevo (anglicky)