

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

PŘEDNÁŠKA Č. 8

Mendelova
univerzita
v Brně

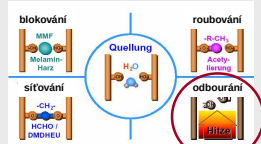


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

• PRINCIP TEPELNÉ ÚPRAVY DŘEVA:

- Podstatou termické modifikace dřeva je dlouhodobější vystavení dřeva působení vyšší teplotě do 130 (140)°C při sušení a paření nebo teplotám vyšším (150 až 260°C) - tepelná úprava dřeva.



Raap

Mendelova
univerzita
v Brně

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



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

ÚVOD

- 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.

Mendelova
univerzita
v Brně

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



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

lesnická

a dřevařská

škola

strana 4

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

ÚVOD

- 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 **hydrolyze**. Ta má za následek **snížení počtu volných OH skupin** a **vznik aromatických látek**.

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technet - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

lesnická

a dřevařská

škola

strana 5

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

- K termickému rozkladu jednotlivých složek dřeva dochází při teplotě:

– celulóza	250 až 350°C
– hemicelulóza	170 až 240°C
– lignin	300 až 400°C

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technet - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

lesnická

a dřevařská

škola

strana 6

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

HISTORIE

- Už v roce **1937** Stamm a Hansen jako první zkoumají vliv vysoké teploty na změny v chemické struktuře dřeva, vedoucí ke zvýšení hydrofobnosti a odolnosti. Pevnost dřeva se však drasticky zhoršila.
- V důsledku chemických reakcí, které ve dřevě v těchto podmínkách probíhají dochází v rámci hlavních stavebních složek ke **snížení obsahu kyslíku a vodíku** a **nárůstu uhlíku**.

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technet - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 7

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

HISTORIE

- Po roce **1946** pokračovali v experimentech a patentovali termicky upravené dřevo pod názvem **STAYBWOOD**. Materiál se vyznačoval především vysokou rozměrovou stabilitou.
- V roce **1951** Runkel a Wilke hovoří o dvou fázích procesu tepelné úpravy: hydrolýze a kondenzaci týkající se především pentózanů.
- V dalších letech probíhal výzkum na různých dřevích při různých teplotách a časech. (pokr.)






Mendelova

univerzita

v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technetv - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 8

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

HISTORIE

- V souvislosti s výzkumem tepelně upraveného dřeva bývá zmiňována doktorka Melzerová ze Zvolena, která provedla už v roce **1965** experiment, kdy sledovala průběh chemických změn u bukového dřeva zatěžovaného teplotami 8 až 160°C během 28 dní.
- Další práce se zabývaly vlivem tepelné úpravy na fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva, odolnost vůči houbám a hmyzu a **zdravotní nezávadnost materiálu.**(pokr.)






Mendelova

univerzita

v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technetv - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 9

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

HISTORIE

- Následně byly vyvíjeny a laboratorně zkoumány různé postupy TU dřeva.
- Teprve situace na trhu se dřevem v posledních desetiletích si však vynutila přejít od experimentální fáze do fáze realizace.
- Od roku 2000 se objevila celá řada komerčních materiálů na bázi tepelně upraveného dřeva a pro výrobu byla zkonstruována zcela nová zařízení, zajišťující požadované výrobní podmínky.






Mendelova

univerzita

v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technetv - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 10

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

INERTNÍ ATMOSFÉRA

- 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 **inertní atmosféře**:
 - vakuum (podtlak)
 - dusík
 - vodní pára
 - olej
 - tavenina





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

fakulta

strana 11

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

PROCES - OBECNĚ

Proces je rozdělen do tří hlavních fází:

- sušení (dny)
- tepelná úprava (2 a více hodin)
- chlazení a klimatizace (5-15 hodin)





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

fakulta

strana 12

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

PROCES TEPELNÉ ÚPRAVY DŘEVA

SUŠENÍ DŘEVA

- 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. Sušení trvá až několik dnů.





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

fakulta

strana 13

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

PROCES TEPELNÉ ÚPRAVY DŘEVA

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

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





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



lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 14

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

PROCES TEPELNÉ ÚPRAVY DŘEVA

CHLAZENÍ A KLIMATIZACE DŘEVA

- 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 také konečná vlhkost dřeva.





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



lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 15

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

PROCES chemické přeměny dřeva

- Průběh chemického procesu při tepelné úpravě dřeva byl asi nejlépe popsán v roce 1998 (Tjeerdsma a spol.).
- Tepelně modifikovat lze všechna dřeva.
- V první fázi procesu dochází k rozkladu hemicelulózy za vzniku **kyseliny uhličitě a kyseliny octové**, která se další katalýzou štěpí na **uhlovodíky**. Degradace kyselou katalýzou má za následek vznik **formaldehydu a dalších aldehydů** právě tak jako i částečné štěpení ligninu. (pokr.)





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

lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 16

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

PROCES chemické přeměny dřeva

- (1. fáze – pokr.)
- Tyto reakce mohou nepříznivě ovlivňovat některé mechanické vlastnosti dřeva.
- Lignin kondenzuje při odštěpení kladného náboje benzenu a tvoří methylenové můstky. Zvyšuje se počet volných reaktivních poloh na aromatickém jádře ligninu. (pokr.)

Mendelova

univerzita

v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Techniky - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 17

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

PROCES chemické přeměny dřeva

- Ve druhé fázi procesu tepelné úpravy se kondenzace „zkapalnění“ ligninu ustálí vytvořením methylenových můstků spojujících aromatická jádra. Zpětnou reakcí má na svědomí aldehydická skupina vytvořená v první fázi s ligninem.
- Tato fáze má na vlastnosti dřeva méně nepříznivé účinky. Naopak dochází k růstu počtu vazeb a tím k následnému zlepšení rozměrové stability dřeva.
- V průběhu procesu se ze dřeva v důsledku vysoké teploty odpaří část prchavých (aromatických) látek. (pokr.)

Mendelova

univerzita

v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Techniky - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 18

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 hydroskopicity dřeva, následkem čehož se zvyšuje rozměrová stabilita i trvanlivost.

Mendelova

univerzita

v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Techniky - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 19

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

PROCES chemické přeměny dřeva

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








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

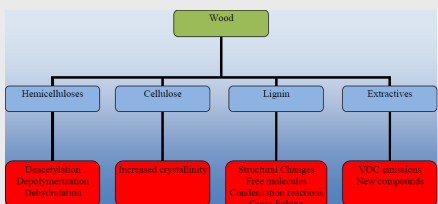
a dřevařská

fakulta

strana 20

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

PROCES chemické přeměny hlavních stavebních složek dřeva



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



lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 21

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

MATERIÁLOVÉ VLASTNOSTI

- 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 **nestejným rozložením hustoty** (BK) dřeva po úpravě. (pokr.)

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

lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 22

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

MATERIÁLOVÉ VLASTNOSTI

- 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**

Mendelova

univerzita

v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technický ústav dřevařství

CZ.1.07/2.2/00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 23

TEPELNÁ ÚPRAVA DŘEVA

MATERIÁLOVÉ VLASTNOSTI

- 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.

Mendelova

univerzita

v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technický ústav dřevařství

CZ.1.07/2.2/00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 24

TEPELNĚ ÚPRAVENÉ DŘEVO

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 obrobiteľnosť
- + z důvodu snížené deformace je tento druh dřeva velmi dobrý k nátěru
- + náhrada exotických dřev
- + vysoká životnost

Mendelova

univerzita

v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR

Technický ústav dřevařství

CZ.1.07/2.2/00/28.0019

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 25

TEPELNĚ ÚPRAVENÉ DŘEVO

VLASTNOSTI - **negativa:**

- vypaří se pryskyřice

- vypadávají suky

- snížení hustoty

- pokles pevnosti, zejména v ohybu

- dřevo má po úpravě tmavší odstín

- je potřeba drahé výrobní zařízení

- vysoká spotřeba energie při výrobě

Mendelova univerzita v Brně

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

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 26

TEPELNĚ ÚPRAVENÉ DŘEVO

VYUŽITÍ

Tepelně upravené dřevo je vhodné pro:

- stavebně-truhlářské výrobky

- sauny

- bazény

- venkovní nábytek

- zahradnictví

- vodní stavby

Mendelova univerzita v Brně

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

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

lesnická

a dřevařská

fakulta

strana 27

TEPELNĚ ÚPRAVENÉ DŘEVO

• OBCHODNÍ NÁZVY:

- Thermowood

- Lunawood

- Perdure

- Retification

- Thermoholz

- Intemporis

- Platowood

- Menzholz

- lwotech

Mendelova univerzita v Brně

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

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ
