



Lesnická
a dřevařská
fakulta

Připravila: Ludka Hlásková

Tvarování materiálů na bázi dřeva

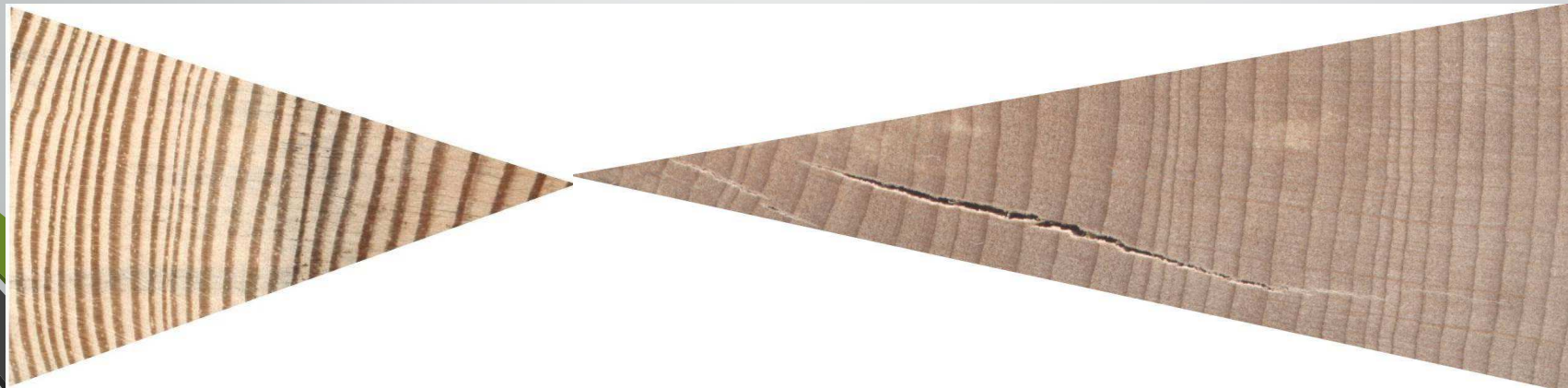
Procesy plastifikace masivního dřeva

Mendelova
univerzita
v Brně



Výběr vhodných druhů dřev pro plastifikaci a tvarování

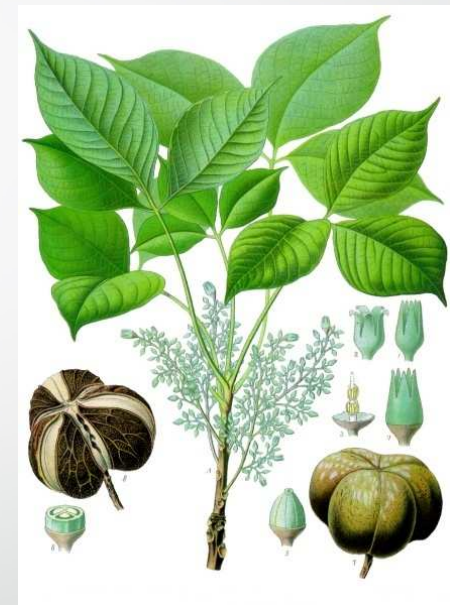
- Výběr vhodných druhů dřev pro tvarování se řídí základním cílem, tzn. vybrat dřevinu s odpovídající homogenitou struktury
- Konkrétní úroveň homogenity, a tedy i úroveň výběrových požadavků je odvislá především od složitosti budoucího tvaru, technologie beztržkového tvarování a způsobu plastifikace



KRITÉRIUM HODNOCENÍ HOMOGENITY	OPTIMÁLNÍ (POŽADOVANÝ) STAV	DETERMINANTY
Délka vláken	Maximální	Druh dřeviny
Šířka letokruhu	Konstantní	Podmínky růstu
Podíl jarního a letního dřeva v rámci letokruhu	Konstantní	Druh dřeviny, věk stromu, podmínky růstu
Gradient vlastností jarního a letního dřeva	Minimální	Druh dřeviny
Gradient vlastností v rámci druhu	Minimální	Druh dřeviny, podmínky růstu, lokace dřeva v kmeni
Výskyt přirozených a technologických vad	Minimální	Druh dřeva, způsob zpracování

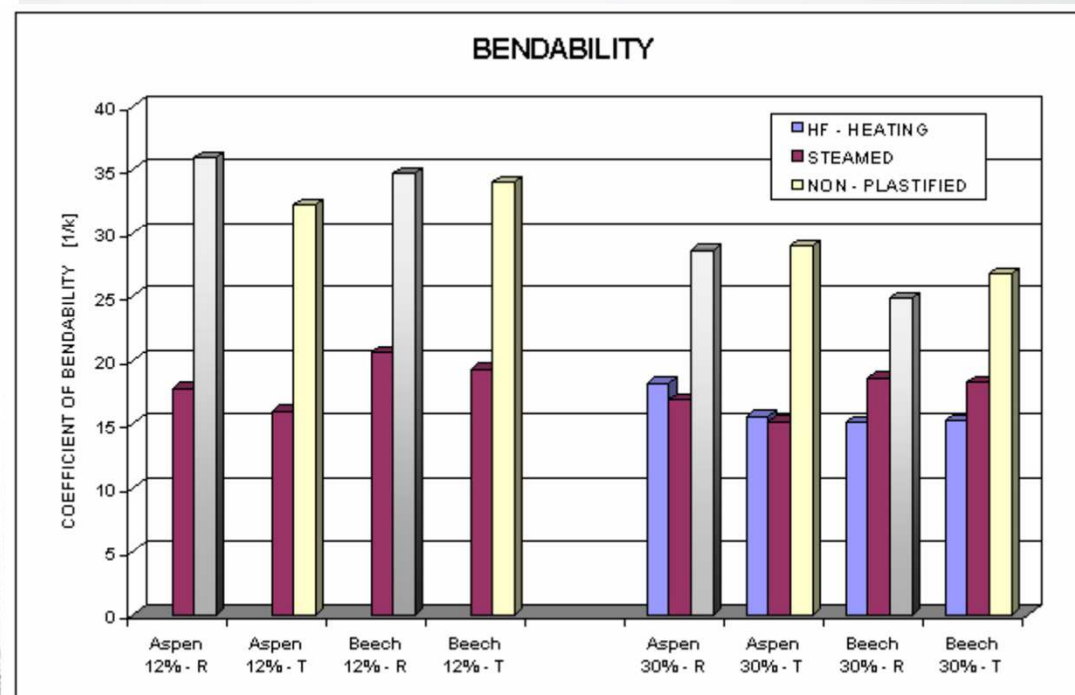
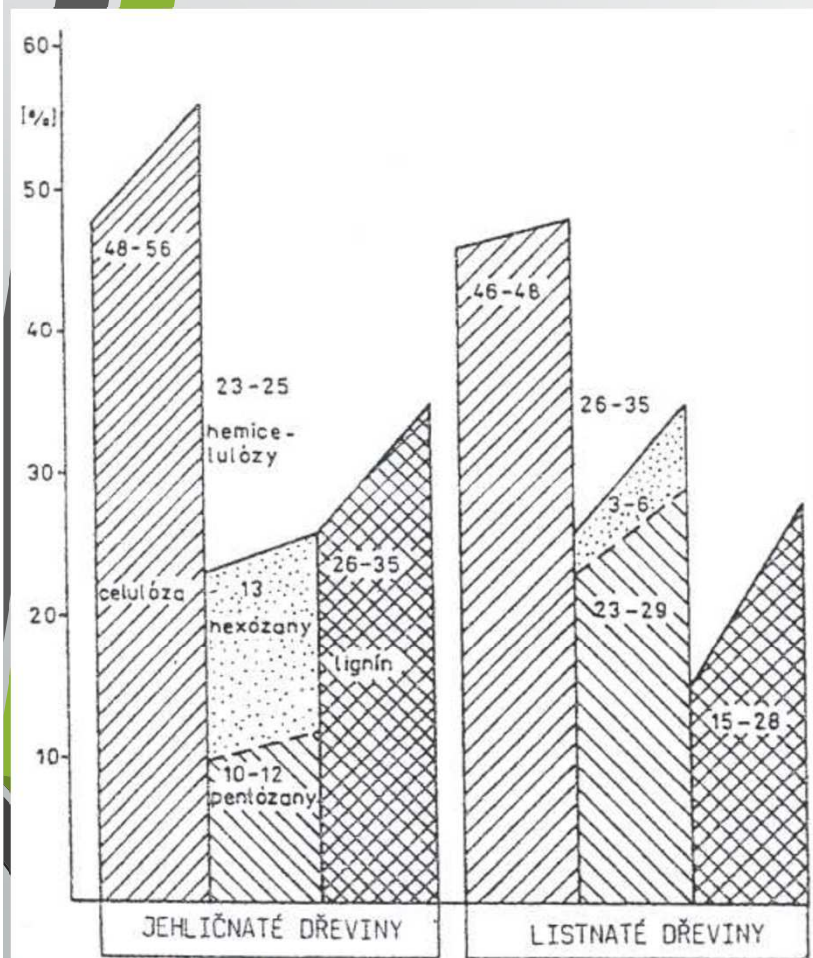
Konkrétní druhy dřev

- domácí dřeviny
- tropické dřeviny



Domácí dřeviny

- dřeva tvrdých roztroušeně pórovitých listnatých dřevin
- se splněním podmínky maximálního podílu letního dřeva v rámci letokruhu se pro tvarování doporučují také listnatá dřeva s kruhovitě pórovitou stavbou
- i dřevo třešně a ořechu
- jehličnatá dřeva jsou pro plastifikaci a tvarování nejméně vhodná, jejich použití vymezují spíše do oblasti tvarování lisováním kolmo na průběh vláken v radiálním směru čili zhušťování. Další oblastí tvarování, ve které nacházejí jehličnaté dřeviny využití, jsou vnitřní vrstvy lamelových tvarovaných dílců.
- Z praktického hlediska je v průmyslové praxi nejvíce používanou dřevinou buk (*Fagus Sp.*), hlavními důvody jsou jeho primární dostupnost a praxí ověřená výhodnost.





Tropické dřeviny



- vhodnost tropických dřevin pro plastifikaci a následné tvarování vyhodnocovalo více autorů, jejich výsledky částečně shrnul ve svém článku Eggert (2008).
- nejlepší výsledky byly zjištěny u dřevin *Acer Sp.*, *Trichilia Sp.*, *Hevea Brasiliensis* a *Alnus Jorullensis*.
- nejméně vhodná dřevina je *Carapa Guianensis*.
- tropické dřeviny jsou využitelné pro ohýbání podobně jako dřeviny středoevropské.

Příprava masivního dřeva

- Výběr a příprava materiálu
- Zpracování kulatiny na řezivo
- Zpracování řeziva na nábytkové hranolky
- Vlhkost hranolků
- Kvalita hranolků



Výběr a příprava materiálu

- Při zpracovávání vhodné dřeviny se musí dodržovat takové postupy, aby nedošlo ke znehodnocení suroviny před vlastní výrobou ohýbaného nábytku.
- Správná doba těžby bukového porostu
- V případě, že není možno zpracovat kulatinu v doporučeném časovém období, používá se pro uchování nejčastěji mokrý způsob ochrany
- Pořez kulatiny
- Po vyrobení řeziva je možné zvolit jeden z následujících postupů:
 - a) Po výrobě se řezivo ihned nařeže na nábytkové hranolky a ty se poté předsouší.
 - b) Nejprve se sníží vlhkost řeziva a potom se z něj vyrobí nábytkové hranolky.

Zpracování řeziva na nábytkové hranolky

- Výrobu nábytkových hranolků z řeziva je možné provádět způsobem podélně-příčným, příčně-podélným nebo příčně-podélně-příčným.
- V praxi se využívá podélně-příčný způsob
- Při uskladnění ať už řeziva či přířezu před dalším zpracováním je třeba dodržovat určitá pravidla a zásady, aby nedošlo k znehodnocení materiálu.

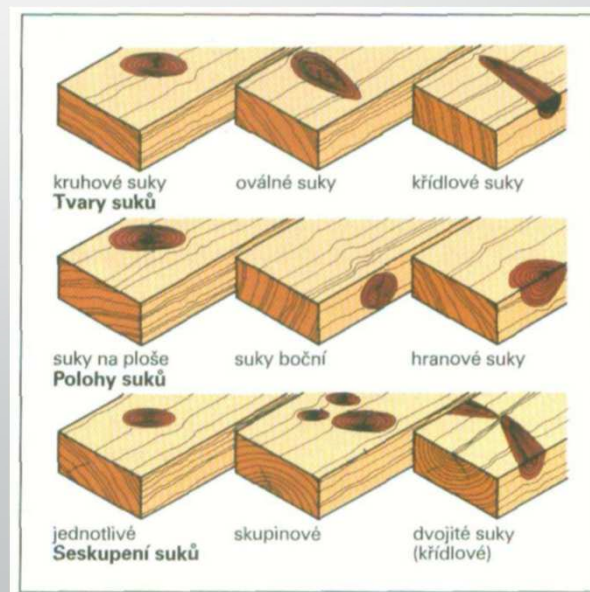
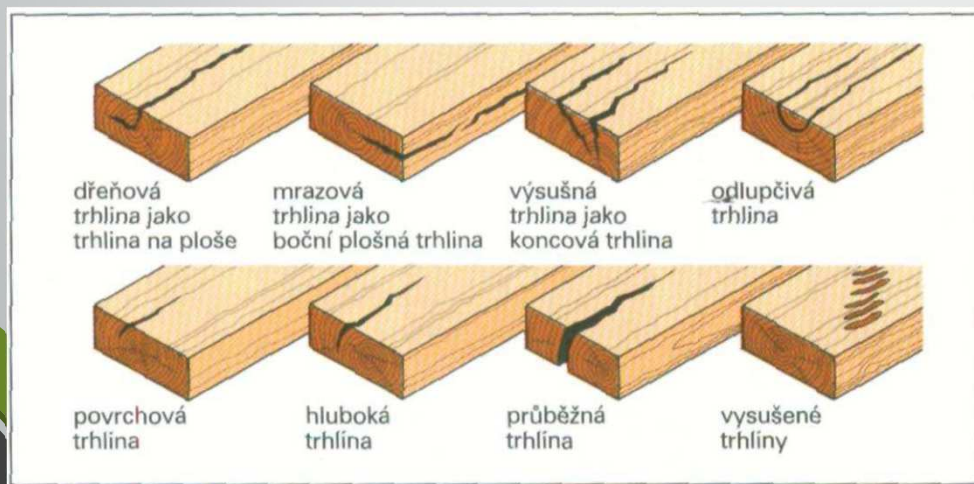
Vlhkost hranolků

- Optimální vstupní a kritická (nejnižší) vlhkost hranolku pro ohýbání se pohybuje pro každý způsob plastifikace v jiných relacích.
- Protože řezivo nebo nábytkové hranolky vyrobené ihned po nařezání řeziva nedosahují optimální vlhkosti, je třeba ji snížit. Po skácení se vlhkost u buku pohybuje kolem 80 %.
- Pro snížení vlhkosti materiálu na optimální hodnotu z hlediska ohýbání se využívá umělého nebo přirozeného předsušení.



Kvalita hranolků

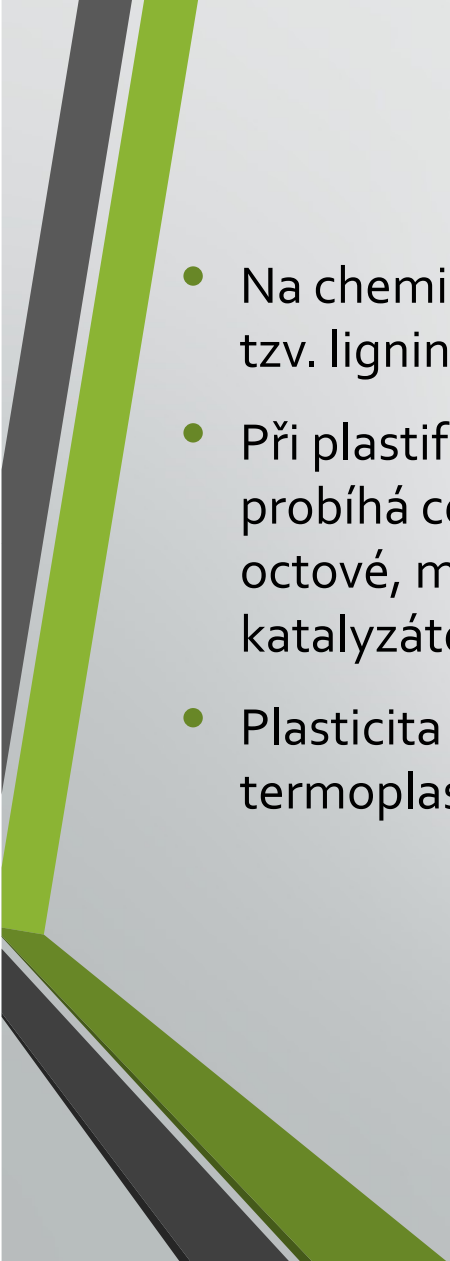
- Ve struktuře dřeva se nachází odchylky od pravidelné stavby, tj. přirozené vady
- Vedle přirozených vad se vyskytují i technologické vady, které vznikají v průběhu zpracování dřeva
- Tyto vady mohou mít přímý vliv na úspěšnost plastifikace (nepravé jádro, reakční dřevo), popř. plastifikaci neovlivňují, ale jsou překážkou pro další zpracování a použití hranolku.

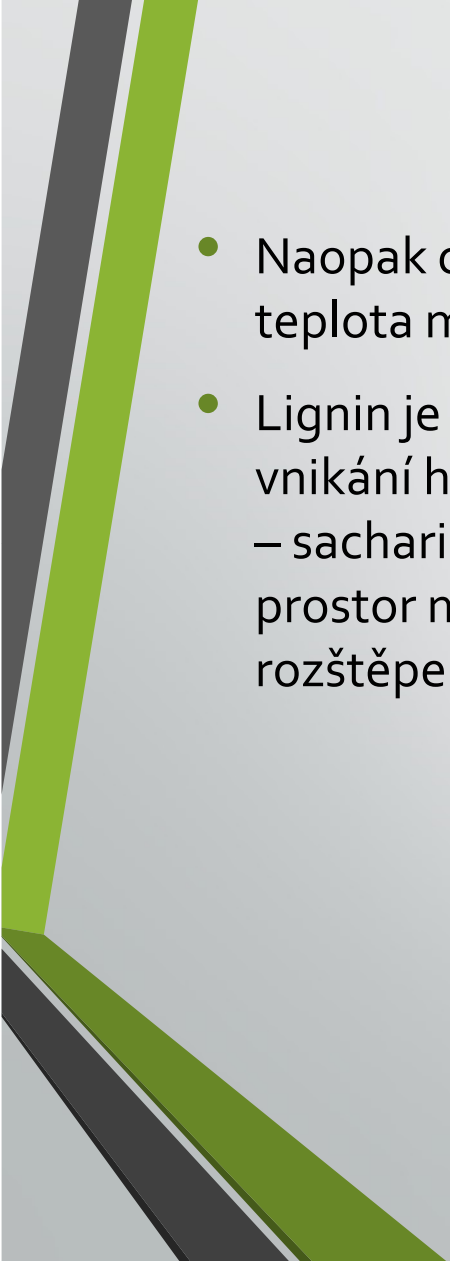


Plastifikace

- Plastifikaci lze definovat jako složitý fyzikálně – chemický proces, kterým se zvyšuje tvárnost dřeva.
- Hlavním cílem plastifikace je přechodná změna mechanických a fyzikálních vlastností dřeva, při kterých se dosáhnou optimální podmínky pro jeho tvarování.
- Plastifikací se tedy mění tvárnost, což je schopnost měnit vlivem vnějších sil svůj tvar bez zřejmého venkovního narušení, tzn. plasticky se deformovat před zlomem



- 
- Na chemické a fyzikální změny dřeva, mají zásadní vliv hlavní složky tzv. lignin – sacharidové matrice dřeva
 - Při plastifikaci dochází k hydrolýze hemicelulózy, zároveň s touto reakcí probíhá celá řada dalších, které jsou doprovázené vznikem kyseliny octové, metanolu, oxid uhličitýho apod. Kyselé látky se chovají jako katalyzátory
 - Plasticita dřeva je dána především vlastnostmi ligninu, i když termoplastické vlastnosti mají i hemicelulózy.

- 
- Naopak celulóza nejlépe odolává plastifikačním činidlům, protože její teplota měknutí je okolo 230 °C a je převážně krystalické struktury
 - Lignin je v lignin – sacharidové matrici rozložený nerovnoměrně. Při vnikání hydrolyzujících látek do matrice se hydrolyzují především lignin – sacharidové vazby a nízkomolekulární látky mohou dále pronikat do prostor mezi molekulami ligninu. Tím se oslabuje struktura dřeva, tzn. rozštěpení vazeb mezi všemi třemi hlavními komponenty dřeva.

- Nejběžnější postupy ke zvýšení tvárných schopností dřeva, tzn. ke zvýšení plastické deformace, je zvýšení jeho vlhkosti a teploty. Při plastifikaci dochází ke zvýšení teploty a vlhkost se udržuje okolo meze hygroskopicity
- Důsledkem toho prudce klesá modul pružnosti, snižuje se pružná deformace, klesá též vnitřní napětí, zvyšuje se plastická deformace.



Cíl plastifikace

- Cílem plastifikace je dočasná změna materiálových vlastností rostlého dřeva podstatných pro technologický proces tvarování, která umožní tvarování dřeva bez vzniku dislokací v jeho struktuře se stálým výsledkem a s minimálním úsilím.
- **Eliminace porušení struktury dřeva**
- **Zvětšení podílu plastické deformace z celkové deformace**
- **Snížení potřebné síly na tváření dřeva**

Způsoby plastifikace dřeva



Hlavní plastifikační prostředky u různých způsobů plastifikace

ZPŮSOB PLASTIFIKACE	PLASTIFIKAČNÍ PROSTŘEDEK
Hydrotermická plastifikace	Teplo + Voda
Chemická plastifikace	Amoniak, Močovina, Taninový roztok
Ostatní	Mechanické kmitání

Hydrotermická plastifikace

- Hydrotermickou úpravou pařením nebo vařením rozumíme působení syté vodní páry při atmosférickém nebo zvýšeném tlaku vzduchu nebo působení horké vody za účelem docílení změn fyzikálních, mechanických, chemických ale i estetických vlastností.
- Tento druh plastifikace je též označován za klasickou metodu, známá je již několik desítek let a jako první se začala používat v průmyslové výrobě ohýbaného nábytku.
- Důvody k hydrotermické úpravě dřeva pařením či vařením mohou být i jiné než pouze plastifikace či tvarování

Eliminace zbytkových napětí

- Paření lze zařadit do procesu sušení, vlivem méně šetrného sušení mohou vznikat zbytková napětí.
- Zbytková napětí jsou trvalé a při příliš rychlém režimu sesychání jim nelze zabránit.
- Pokud dojde k překročení velikosti meze tahové pevnosti napříč vláken, vznikají povrchové trhliny.
- Pařením lze eliminovat tyto napětí. Princip spočívá ve zvýšení vlhkosti a teploty povrchových vrstev a tím ke stagnaci povrchových vrstev v tahu. Po určité době dojde k vyrovnání napětí.

Uvolnění růstových napětí

- V průběhu paření se dřevo s velkým růstovým napětím zdeformuje, zbortí a popraská na čelech, takže se po paření může vytřídit.
- Růstové napětí může být způsobeno přítomností tahového nebo tlakového dřeva. V praxi je účinek paření v rozložení a v částečné eliminaci napětí ve dřevě.
- Paření urychluje „dozrávání“ dřeva, kterého by se dosáhlo ve skutečnosti jen dlouhodobým uskladněním, tedy vysušením před dalším zpracováním.
- Pařením dřeva se odstraňují vnitřní růstová napětí vyvolaná například přítomností reakčního dřeva. Tím se omezí borcení a deformace vyrobených dýh.

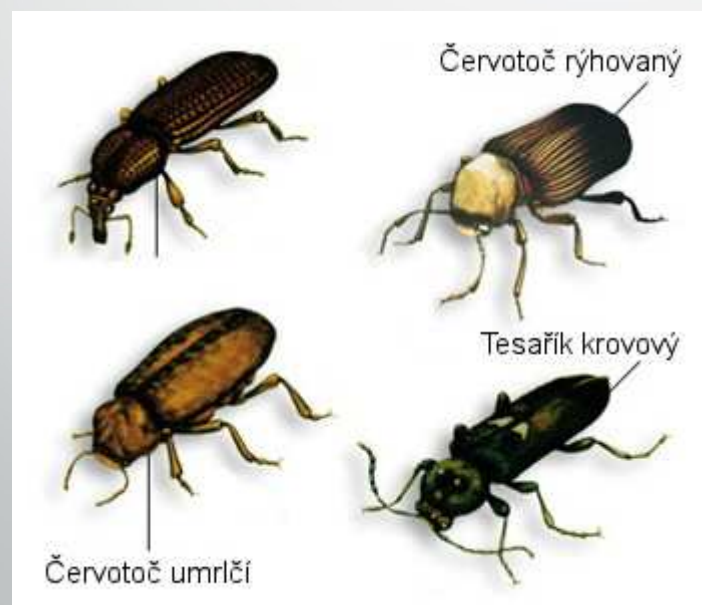
Sterilizace hub a plísní

- Vysoké teploty při páření jsou důvodem zničení zárodku dřevokazných hub.
- Je nutno dbát na to, aby bylo sterilizační teploty dosaženo po celém průřezu materiálu.



Usmrcení dřevokazného hmyzu

- Dlouhodobějším působením vysoké teploty lze usmrtit veškerá stádia dřevokazného hmyzu.

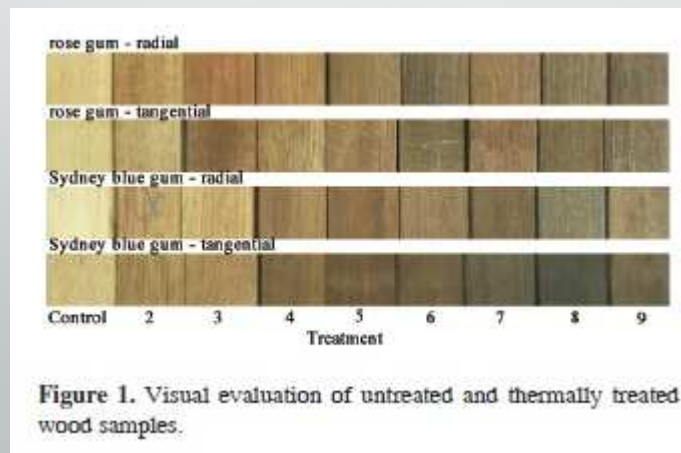


Sterilizace parenchymatických buněk

- Po těžbě u některých dřevin dochází k thylataci vlivem funkčních parenchymatických buněk. Tento jev se negativně projevuje při impregnaci a při sušení.
- Pařením dojde k fixaci parenchymatických buněk, čímž se předejde zathylování vodivých cest.

Barevné změny

- Pařením se dřevo zbarvuje, což může být jeden z hlavních důvodů paření řeziva
- Intenzita zbarvení pařeného dřeva závisí od času paření, teploty a tlaku páry. Prodlužováním času se barva dřeva mění na růžovou, růžovočervenou až červenohnědou.
- Změna barvy probíhá vlivem delignifikačních reakcí a oxidací tříslovin.



Sterilizace dřevěných výrobků

- Vlivem páry můžeme sterilizovat některé dřevěné výrobky, například dřevěné bedny používané na převoz některých domácích zvířat nebo ovoce a zeleniny



Specifika paření

- Účinkem tepla nastávají ve dřevě dočasné a trvalé změny mechanicko–fyzikálních vlastností.
- Dočasné, reverzibilní změny znamenají, že dřevo po hydrotermickém působení a klimatizaci získává opět svoje vlastnosti, které se změnili v průběhu úpravy. Tyto změny jsou důležité pro tvarování nebo zhušťování dřeva. Dřevo se po hydrotermické úpravě musí ihned tvarovat.
- Opakem dočasných změn jsou změny ireverzibilní, trvalé. Po ukončení hydrotermické úpravy a po klimatizaci dřevo vykazuje změněné některé vlastnosti.

Optimální počáteční vlhkost hranolku

- uvádí se těsně pod mezí hygroskopicity
- Tato vlhkost zajistí maximální plastifikační účinek. Při nižší vlhkosti by mohlo docházet k vadám při ohýbání. V případě vyšší počáteční vlhkosti hranolku by vznikaly vady při ohýbání v důsledku hydrostatického tlaku kapalně vody volné
- Proces plastifikace velmi ovlivňuje hygroskopicita dřeva,
- Při plastifikaci by nemělo docházet ke změnám optimální vlhkosti hranolku, aby se využil její maximální kladný vliv na plastifikační účinek.
- Úkolem tedy je zajistit podmínky plastifikace odpovídající RVD 25 – 30 %. Tomu při teplotě páry 102 – 105 °C, odpovídá 100% vlhkost vzduchu, čili nasycená vodní pára

Plastifikační média

- jsou jimi nasycená vodní pára a teplo
- Nasycená vodní pára brání snižování vlhkosti v povrchových vrstvách hranolku při založení do páry. Nasycená vodní pára zároveň omezuje vznik vnitřního pnutí v hranolku
- Snižováním teploty páry klesá její absorpční schopnost. Přebytková vlhkost kondenzuje na nejchladnějším místě soustavy (na hranolcích). Sražená vlhkost je částečně přijímána povrchem hranolku
- Příjem zkondensované páry je největší na začátku paření. Ve výsledku je vlhkost hranolku udržena na optimální hodnotě, přičemž povrchové vrstvy mají mírně vyšší vlhkost

Podmínky plastifikace

- především se jedná o teplotu
- tlak
- a čas



Teplota páry a hranolku

- optimální teplota páry, která poskytuje podmínky pro postačující plastifikační účinek, je 102 – 105 °C.
- Vstupní teplota hranolku by se měla pohybovat kolem 25 – 30 °C
- Hranolky zmrzlé zbytečně prodlužují dobu paření a vznikají větší ztráty v teplotě páry, navíc při působení horké páry dochází k pulsaci BS (led – voda – pára), což nepříspěvá ke správné plastifikaci.

Tlak páry

- s rostoucím tlakem se zvyšuje i teplota páry.
- Nízkotlaká pára – teplotě 102 – 105 °C odpovídá tlak 1,02 – 1,05 N.mm⁻², tj. přetlak 0,02 – 0,05 N.mm⁻². Rychlost plastifikace roste s třetí mocninou tlaku páry. S postupem času paření se vliv tlaku zmenšuje.
- Vysokotlaká pára – maximální hodnota tlaku takto upravené páry byla stanovena na 1,2 N.mm⁻² čili přetlak 0,2 N.mm⁻², čemuž odpovídá teplota páry asi 120 °C.

Doba plastifikace

- je dána druhem dřeviny, příčným průřezem hranolku, počáteční vlhkostí a teplotou hranolku, náročností ohybu, zaplněním pařící nádoby hranolky, obsahem vzduchu v pařící nádobě.
- Jedno z obecných pravidel říká, že doba plastifikace končí, jakmile dojde k vyrovnání teploty páry a povrchových vrstev hranolku a zvlhne-li dřevo na stupeň vlhkosti daný fyzikální rovnováhou při této teplotě.

Plastifikační zařízení

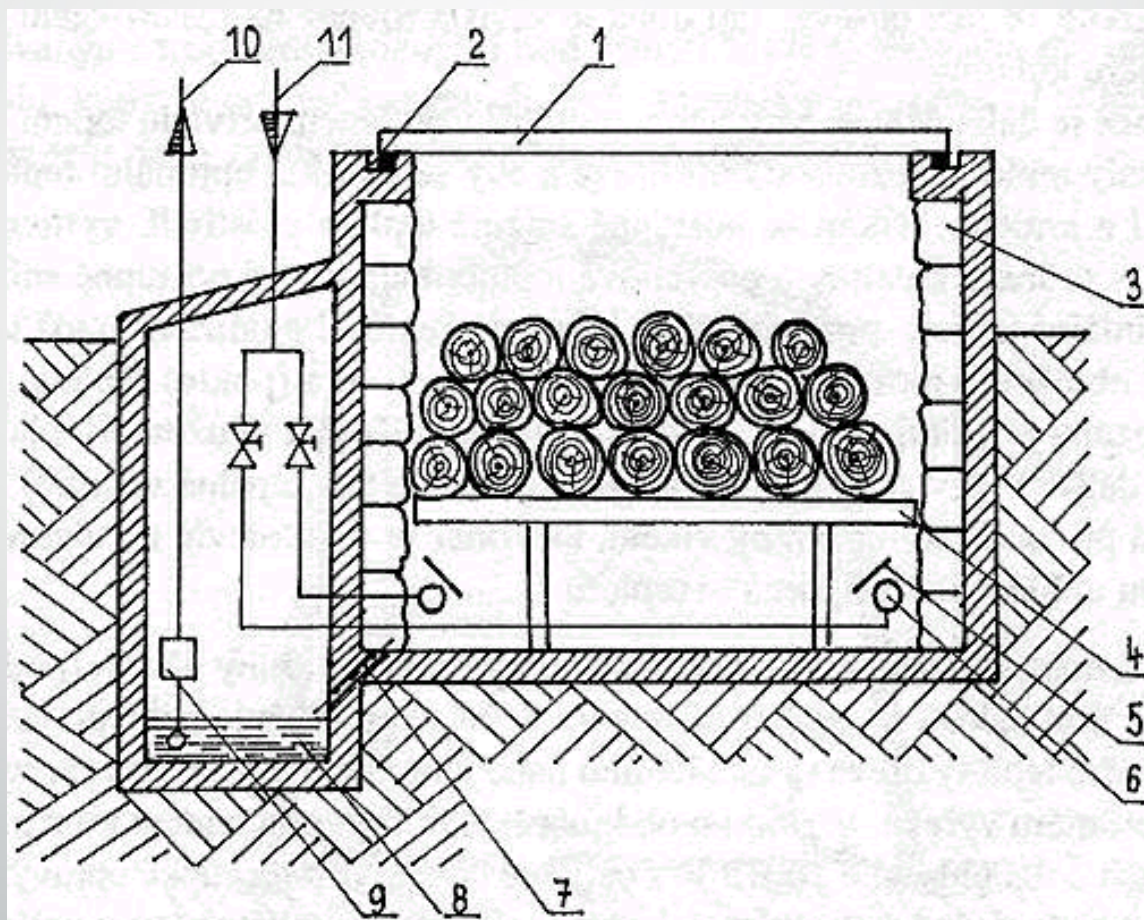
- pařit dřevo je možné v:
 - Komorách
 - Jámách
 - Zvonech
 - Kotlích
 - Autoklávech
- Pro paření nábytkových hranolků jsou vhodné autoklávy, což jsou nádoby s těsným uzavíráním a zabudovaným přívodem páry.

Pařicí jámy

- Rozlišujeme paření přímé a nepřímé.
- Přímé paření je rychlejší. Pod roštem s kulatinou jsou umístěny děrované trubky, kterými se do bazénu přímo vhání pára o malém tlaku kolem 0,05 – 0,15 MPa).
- Dno jámy má mírný sklon do jednoho rohu, odkud se odvádí kondenzát do boční sběrné a regulační šachty. Ze šachty se odčerpává a vrací přes filtr zpět do oběhu. V šachtě jsou rozmístěny rozvody páry.

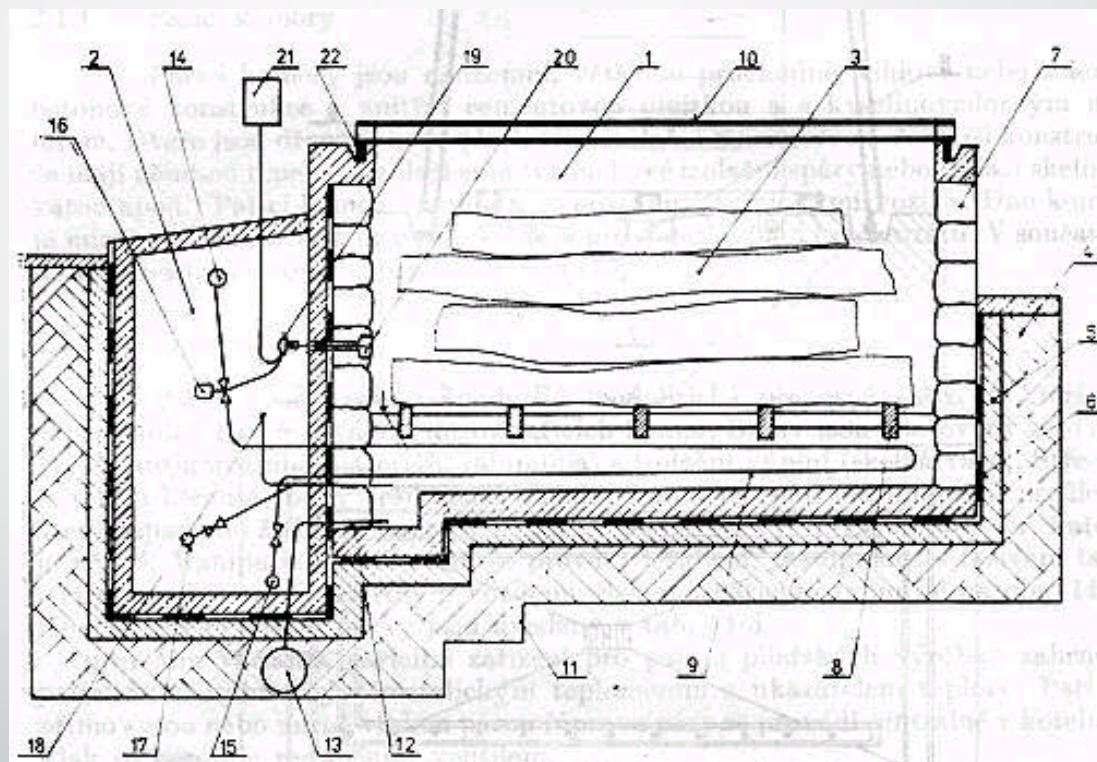
Pařicí jáma pro přímé paření

- 1. Víko,
- 2. Vodní těsnění,
- 3. Kamenné obložení,
- 4. Rošt s kulatinou,
- 5. Odrázové plechy,
- 6. Trubky s výfuky páry,
- 7. Odtok kondenzátu,
- 8. Kondenzát
- 9. Čerpadlo
- 10. Odvod kondenzátu,
- 11. Přívod páry



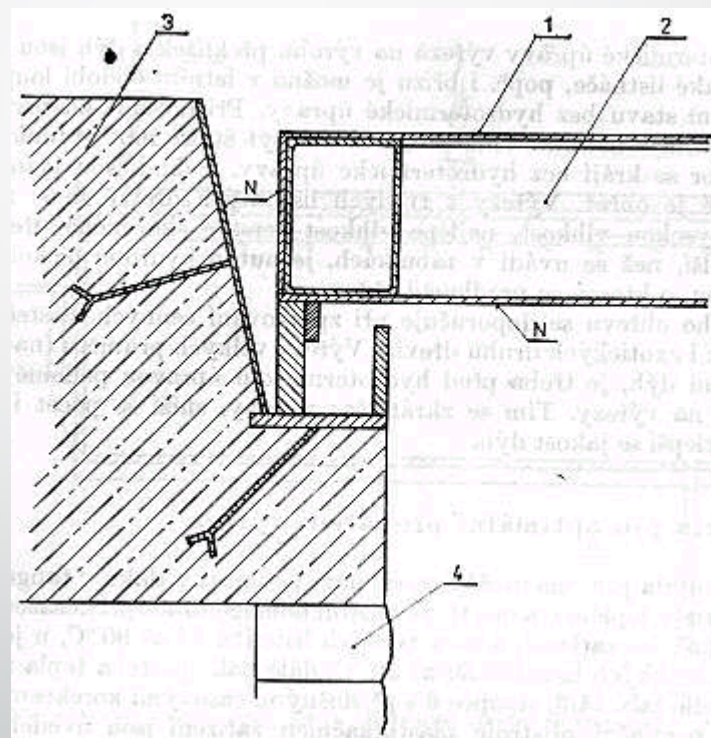
Plastifikační jáma s nepřímým pařením

- 1 – plastifikační jáma,
- 2 - regulační šachta,
- 3 - výřezy,
- 4 – zemina,
- 5 – betonový nebo cihlový keson,
- 6 – izolační vrstva,
- 7 – zdivo jámy,
- 8 – podklady,
- 9 – výhřevný had,
- 10 – poklop z nerez,
- 11 – max.výška odpařované vody,
- 12 – výpust vody,
- 13 – odpadové potrubí,
- 14 – přívod ohřívacího média,
- 15 – odvod ohřívacího média,
- 16 – regulátor teploty,



Detail izolačního poklopu z materiálu nerez

- 1 – rýhovaný plech,
- 2 – izolační výplň,
- 3 – betonový věnec,
- 4 – obklad pařící jámy,
- N – nerezový plech

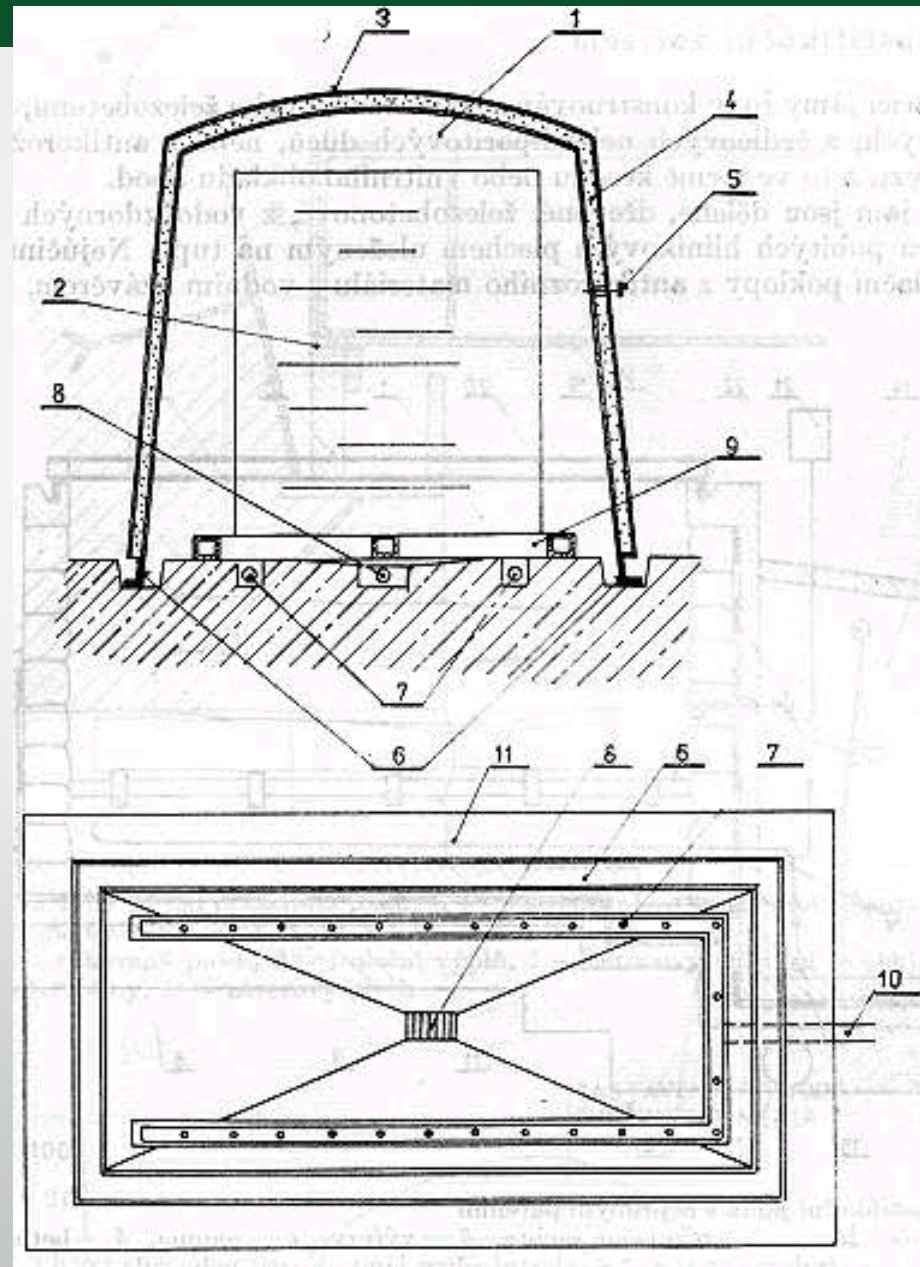


Pařící zvony

- jsou určeny k paření řeziva nebo přířezů
- zhotoveny z nerezavějícího plechu
- Zvony mají mírně vypouklou střechu s oky pro zvedání zvonu jeřábem a dvojité stěny s vnitřní izolační výplní z minerální vaty.
- Plocha pod zvonem – podlaha je vybetonovaná. Spodní hrana zvonu zapadá do žlábků s vodou na betonové podlaze a tím je vytvořeno vodní těsnění.
- Paření je přímé
- Podlaha má mírný sklon do středu, kudy se odvádí kondenzát

Pařící zvon pro paření řeziva

- 1 – pařící prostor,
- 2 – pařený materiál
- 3 – materiál nerez,
- 4 – izolační vrstva,
- 5 – dvojkovový teploměr,
- 6 – uzávěr vody,
- 7 – děrované trubky,
- 8 – odvod kondenzátu,
- 9 – paleta,
- 10 – přívodní parní potrubí,
- 11 – betonový základ

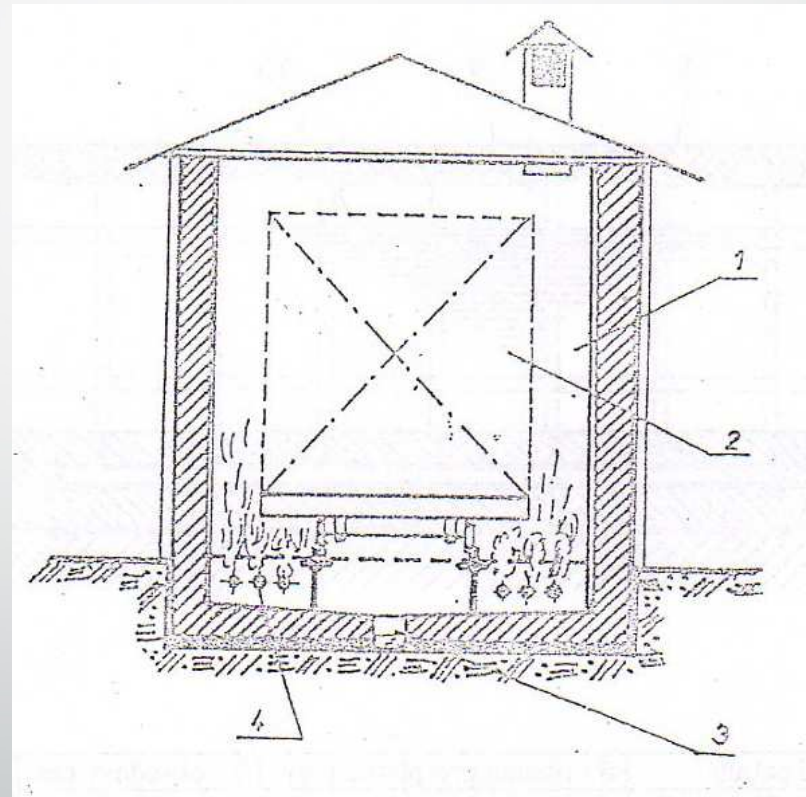


Pařící komory

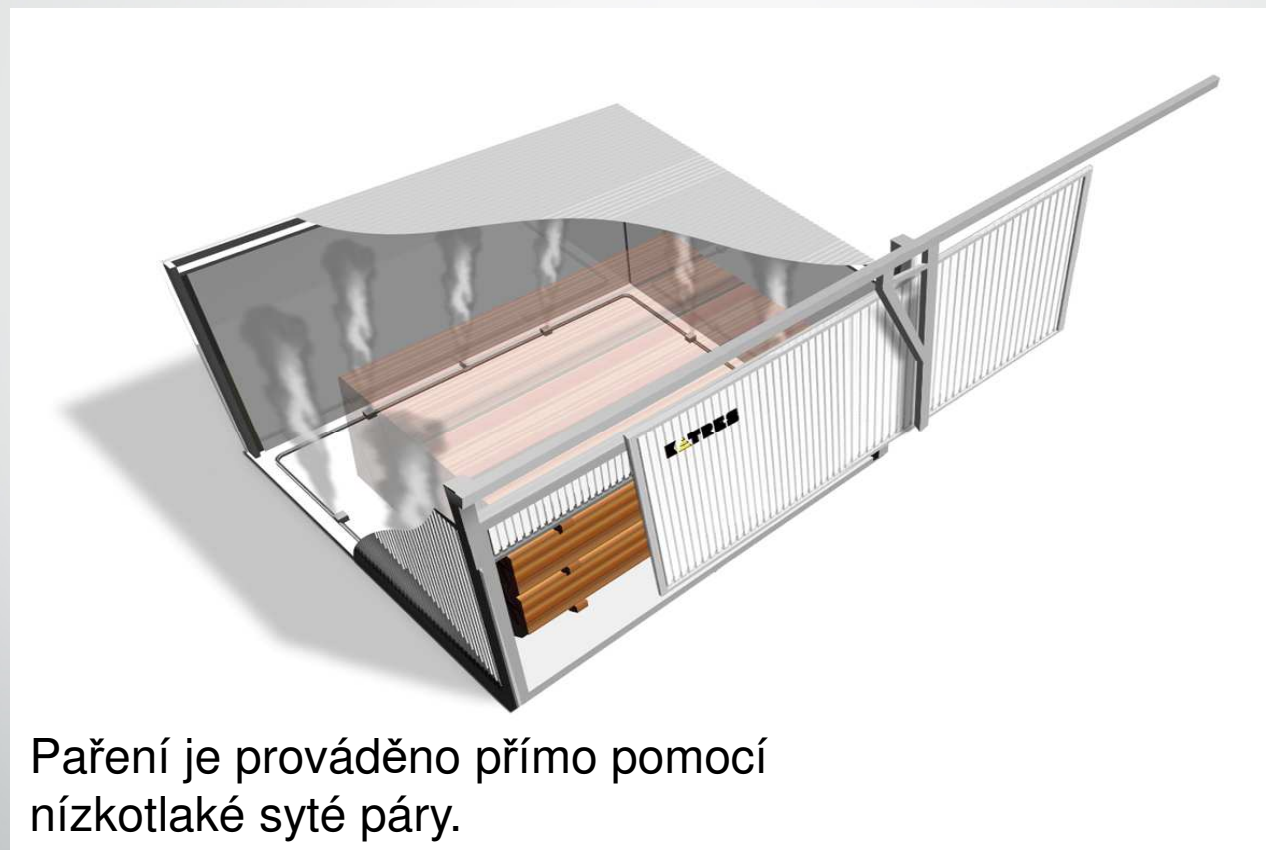
- Pařící komory představují starší typ plastifikačního zařízení a využívají se kromě paření řeziva také k plastifikaci dýhárenských výřezů.
- Jsou to nadzemní zděné stavby z dutých cihel, tepelně izolované minerální vatou. Vnitřní omítka je cementová s kyselinovzdorným nátěrem.
- Komory jsou neprůjezdné nebo průjezdné.
- Řezivo je uloženo na vozících v hráních. Rozvod páry je umístěn pod podlahou. Podlaha komory má mírný spád pro odvod kondenzátu. Stropy jsou klenuté, aby po nich lépe stékala zkondenzovaná voda.

Pařící komora

- 1) komora
- 2) vozík s materiálem
- 3) kondenzační jímka
- 4) pařící trubky



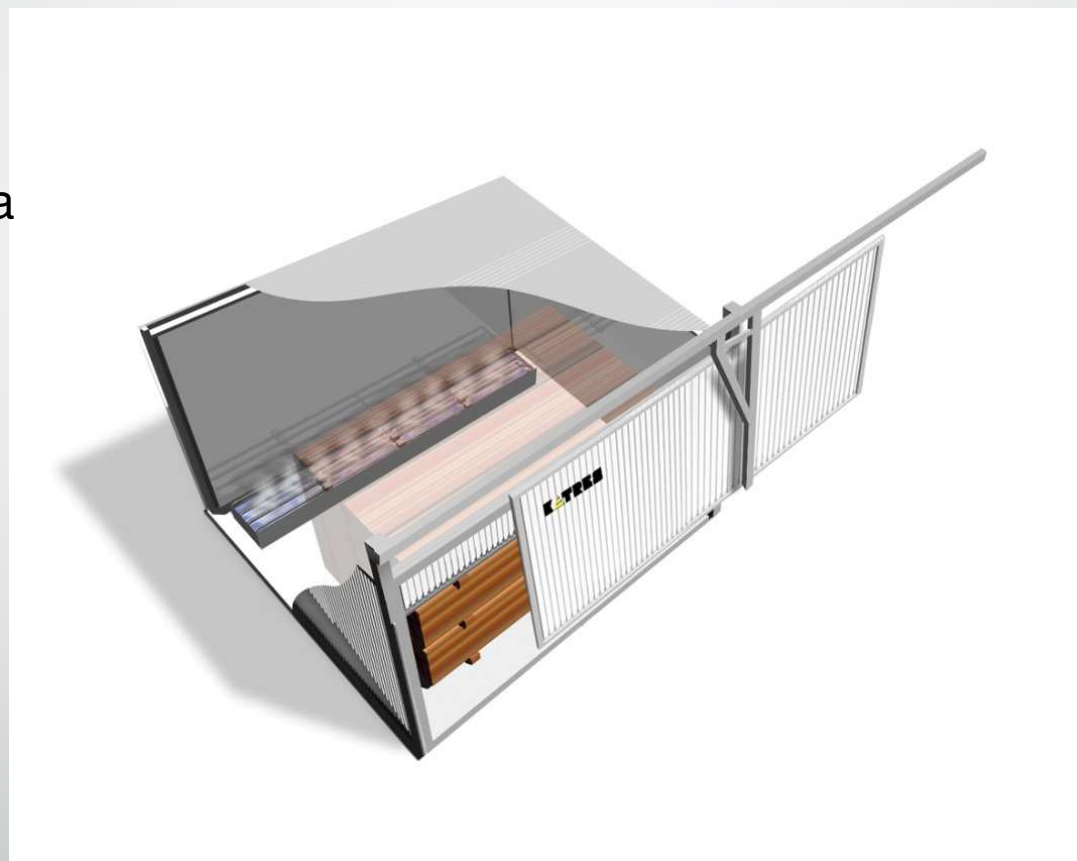
Pařící komora s přímým pařením



Paření je prováděno přímo pomocí nízkotlaké syté páry.

Pařicí komora s nepřímým pařením

Komora je vybavena jednou nebo dvěma pařicími vanami s topnými tělesy. Pomocí těchto těles je voda přivedena do varu za současného vývinu páry.



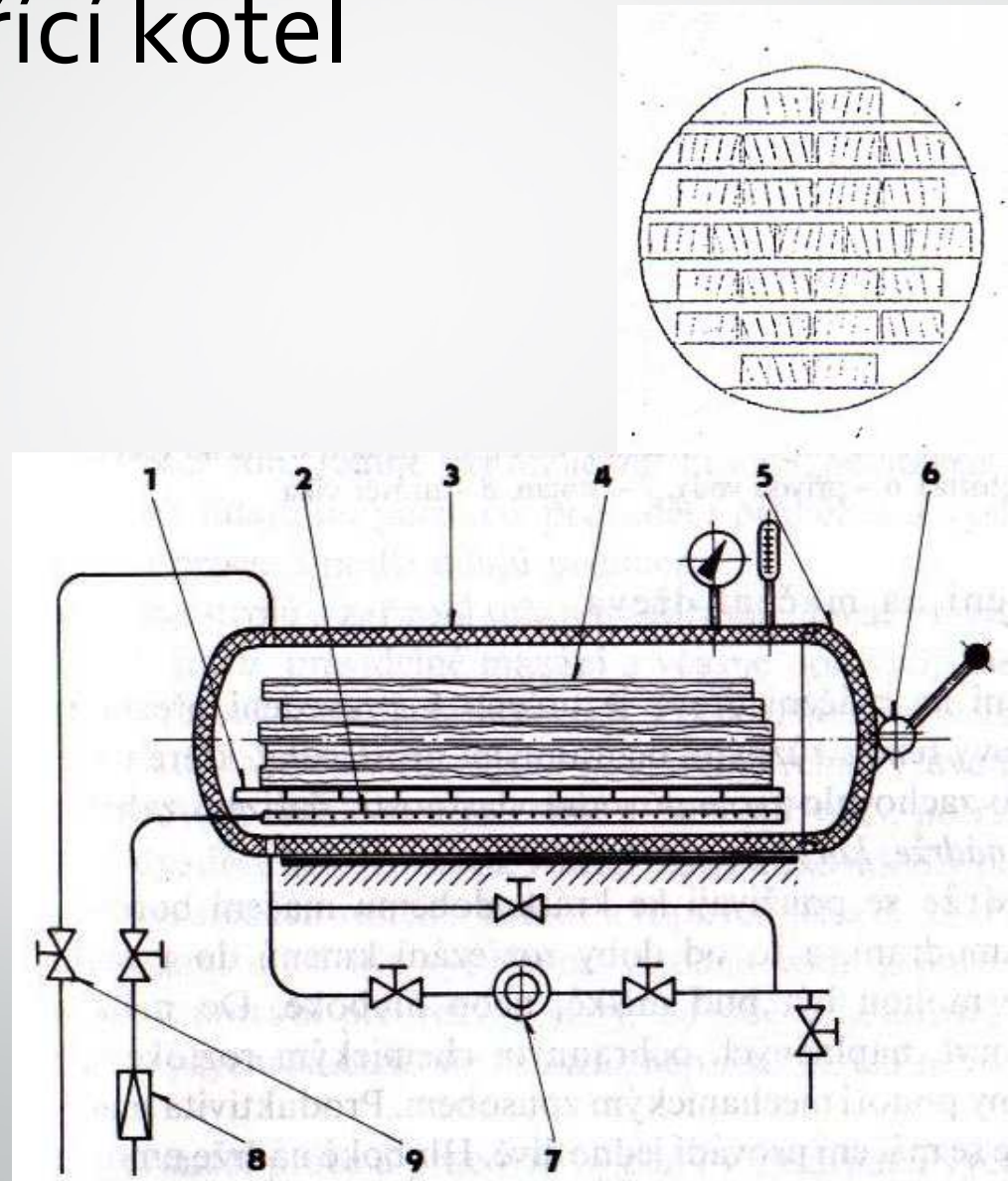


Pařicí kotle

- Ve výrobě ohýbaného nábytku se pro paření dřeva nejčastěji používají pařicí kotle.
- Pařicí kotle se používají k paření dílců určených k ohýbání. Kotle mohou mít kruhový, čtvercový nebo obdélníkový průřez a jedno nebo dvě víka, jimiž se vkládá do kotle několik přířezů najednou.
- Pařicí kotel s jedním víkem (neprůchozí typ) je tlaková nádoba zhotovená z ocelového pláště, zevnitř vyloženého tepelně izolačním materiálem. Víko je opatřeno závěsy, spolehlivým uzávěrem a těsněním, které při paření kotel hermeticky uzavírají. Ve spodní části kotle je vložen rošt, na který se kladou bukové přířezy. Pod roštem je perforovaná pařicí trubka.

Pařící kotel

- 1 – rošt,
- 2 – pařící trubka,
- 3 – plášť kotle,
- 4 – hranolky,
- 5 – víko,
- 6 – uzávěr víka,
- 7 – odváděč kondenzátu,
- 8 – redukční ventil a přívod páry,
- 9 – odvzdušňovací ventil

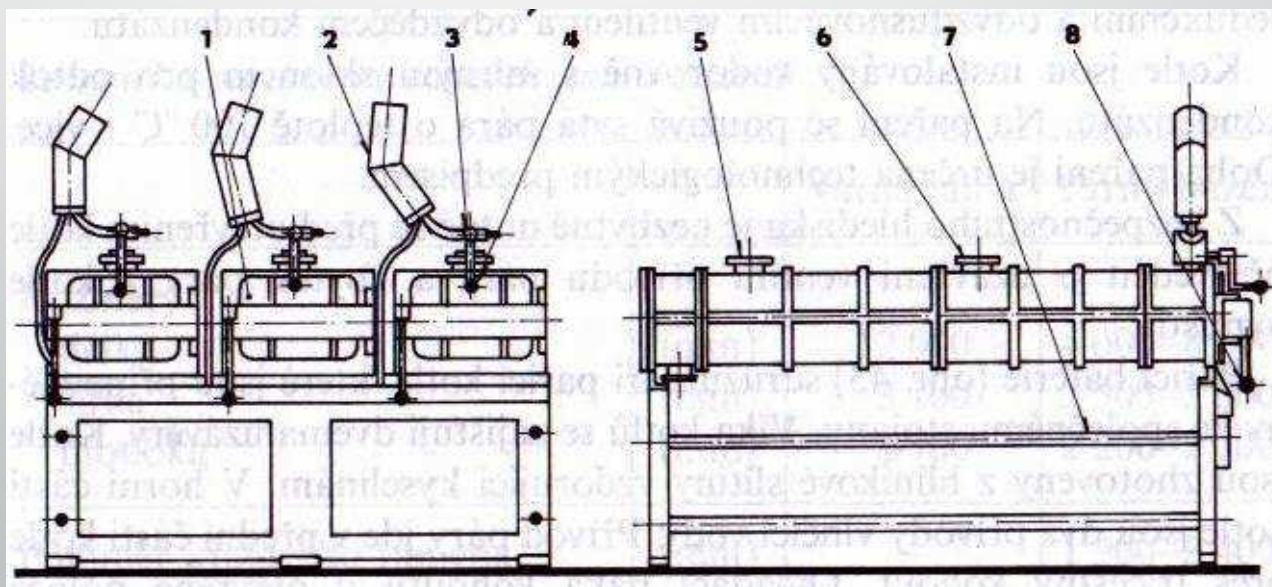


Pařící baterie

- Přívod páry jde v přední části kotle přes třícestný kohout. Ovládací páka kohoutu v otevřené poloze blokuje otevření víka. Odblokováním víka se uzavírá přívod páry a pára se vypustí z kotle. Kotel a parní přívody jsou tepelně izolované. Přívod páry se ovládá solenoidovým ventilem.
- K pařící baterii lze připojit automatický regulátor doby paření, který přerušuje přívod páry po ukončení procesu paření. Před otevřením pařících kotlů dochází přes tlumiče k vyfouknutí páry do prostoru nad kotel, kde se zachycuje plechovým nástavcem a odsává mimo pracovní prostor.

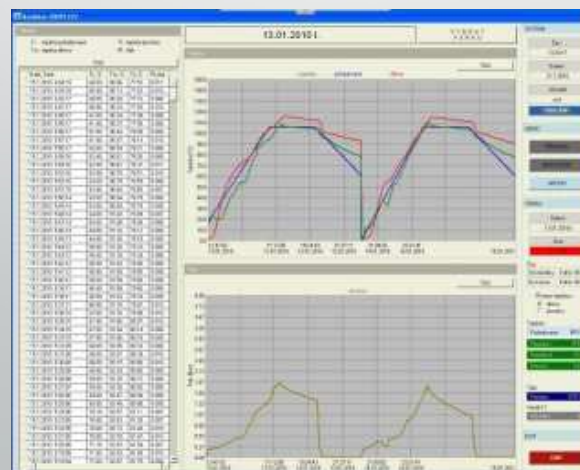
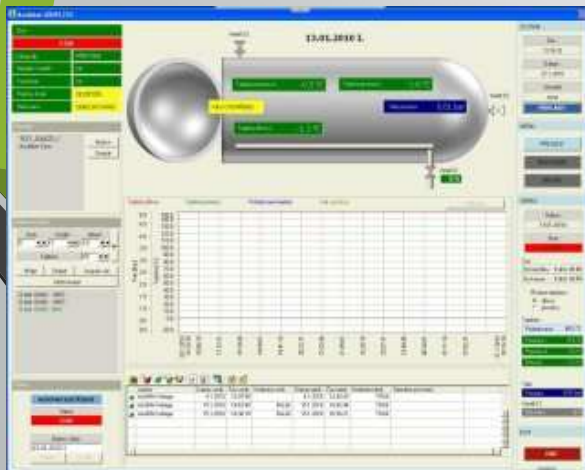
Pařící baterie

- 1 – víko,
- 2 – tlumič výfukové páry,
- 3 – třícestný ventil,
- 4 – páka třícestného ventilu,
- 5 – pařící kotel (retorta),
- 6 – přívod páry,
- 7 – stojan,
- 8 – uzávěr víka



Autoklávy

- Po spuštění várky bezobslužný provoz.
- Základní funkce systému:
 - vizualizace procesu
 - automatické řízení procesu podle vybrané receptury
 - hlídání mezí, v případě alarmu světelná signalizace na autoklávu
 - archivace jednotlivých várek, export dat
 - dálkový přístup pro dohled a rychlý servis



Vaření

- Výhoda vaření spočívá ve větší šetrnosti. Využívá se v případě potřeby zvýšit vlhkost dřeva, zvláště u přeschnutých exotických dřevinách je tato metoda využívána. Vařit se mohou i fyzicky velké kulatiny pro krájení dýh, které by se nevešly do autoklávů, popřípadě jiného pařícího zařízení.
- Nevýhody vaření spočívají v nerovnoměrném rozložení vlhkosti a teploty a v menší hospodárnosti



Pecan Wood 7% Moisture - wood floats
EggGreenBig.com



Pecan Wood 100% Saturated - wood sinks

Optimální počáteční vlhkost hranolku

- měla by být o několik procent nižší než při paření (zhruba 25 %).
- Vaření hranolku s jinou než optimální vstupní vlhkostí je účelné pouze při nižší vstupní vlhkosti. Hranolky s vyšší vlhkostí svou vlhkost nesníží, naopak v povrchových vrstvách zvýší, tzn. nebudou použitelné pro výrobu ohybu.
- Plastifikace vařením je proto výhodná u hranolků s nižší vstupní vlhkostí (pod 20 %), tj. vyžaduje-li se značné zvýšení počáteční vlhkosti suchých hranolků.
- Výhodou oproti paření, které by se dalo na takové hranolky také použít, je kratší doba potřebná na dosažení optimální vlhkosti pro plastifikaci 25 – 30 %



Plastifikační média

- je jím voda ve skupenství kapalném v kombinaci se zvýšenou teplotou.
- Charakter plastifikačního média způsobí při plastifikaci vařením vždy zvýšení vlhkosti dřeva. V důsledku hygroskopicity dřevo směřuje k maximálnímu nasycení vlhkostí, tj. k zaplnění všech dutin volnou vodou.
- Tento rovnovážný stav je však nepřijatelný, protože nestlačitelná voda bude při ohýbání působit hydrostatickým tlakem na BS, čímž může dojít k praskání dřeva.
- Zároveň je neúměrně prodlužována doba stabilizace. Snahou je tento vyrovnávací proces přerušit v okamžiku, kdy již bude dosaženo požadované plastifikace, tzn. obsah vody vázané bude maximální a zároveň budou nežádoucí doprovodné jevy na minimální úrovni.

Podmínky plastifikace

- využívá se nulové rychlosti proudění
- tlak je odvozen pouze od tlaku vodního sloupce. Jediným parametrem, který se nastavuje, je teplota vody.
- Optimální teplota se pohybuje od 90 do 95 °C
- Ohřev vody nejčastěji zajišťují topné trubky uložené na dně nádoby, ve kterých proudí horký olej, voda nebo pára

Doba plastifikace

- je dána počáteční vlhkostí hranolků, rozměry a druhem dřeviny.
- Při plastifikaci hranolků s optimální vstupní vlhkostí se plastifikační proces ukončuje po dosažení určité teploty ve středu hranolku. V případě značně nižší vstupní vlhkosti (pod 20 %) se volí taková doba, aby došlo k úpravě vlhkosti na optimum a dostatečnému prohřátí celého průřezu hranolku.

Plastifikační zařízení

- vaření nábytkářských hranolků se dříve provádělo v dřevěných kádích, později v kovových vanách či nádržích, které byly uvnitř pocínované.
- V současné době by to byly především nerezové nádoby.
- Dýhárenské výřezy se vaří v železobetonových, zděných, popř. nerezových jámách.
- Varné nádoby i varné jámy bývají opatřeny poklopem s vodním uzávěrem, který zabraňuje úniku tepla do okolí. Konstrukční materiál musí odolávat působení vody, která obsahuje i vyluhované látky ze dřeva.

Zařízení na vaření dřeva

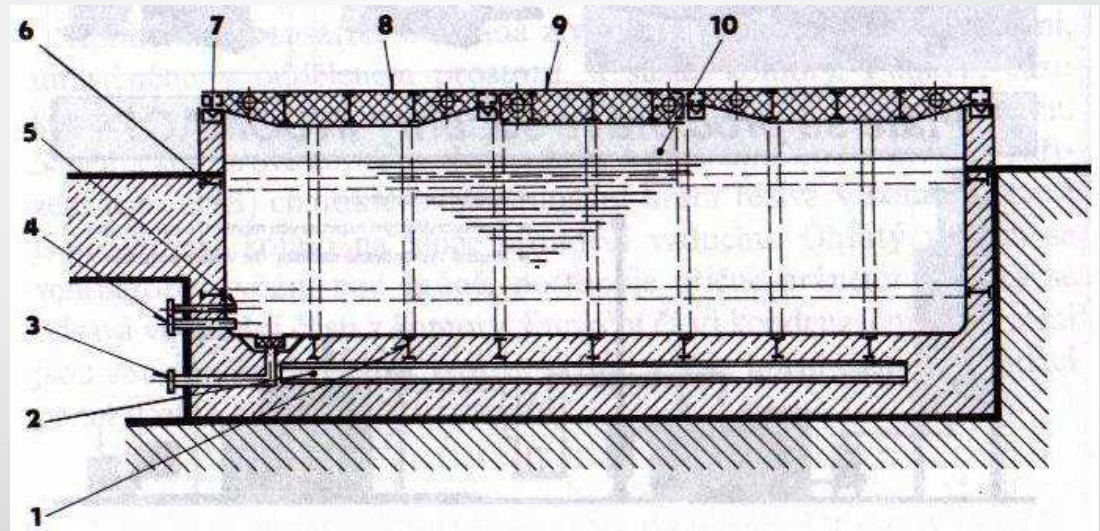
- Zařízení na vaření dřeva je určeno pro plastifikační úpravy výřezů dýhárenské kulatiny prohřátím v horké vodě.
- Hlavní části zařízení na vaření dřeva jsou velkorozměrové nádrže (ohřívače a vařáky) na horkou vodu. Mají charakter buď varných jam, nebo bazénů. Doplnujícím mechanizačním prvkem jsou otáčecí zařízení (motovidla).

Varná jáma

- Varná jáma je zděná, kovová nebo železobetonová nádrž o obsahu 25 až 100 m³, jejíž stěny jsou opatřeny kyselinovzdorným nátěrem.
- Přívod a odvod vody včetně přívodu páry jsou umístěny ve spodní části jedné z bočních stěn. Přívody a odvody médií se ovládají ručními ventily, které jsou umístěny mimo nádrž.
- Jáma se z pracovních a bezpečnostních důvodů uzavírá víkem. Víko má ocelovou nebo železobetonovou konstrukci s tepelně izolační vložkou. Víko těsně zapadá do obvodového osazení horního okraje jámy. Odkrývání a zakrývání jámy se provádí jeřábem.

Varná jáma

- 1 – spodní výztuže,
- 2 – základový nosník,
- 3 – vypouštěcí potrubí,
- 4 – potrubí pro přívod vody,
- 5 – potrubí pro přívod páry,
- 6 – boční výztuže,
- 7 – obvodový rám,
- 8 – boční víko, 9 – střední víko, 10 – plechové stěna varné jámy

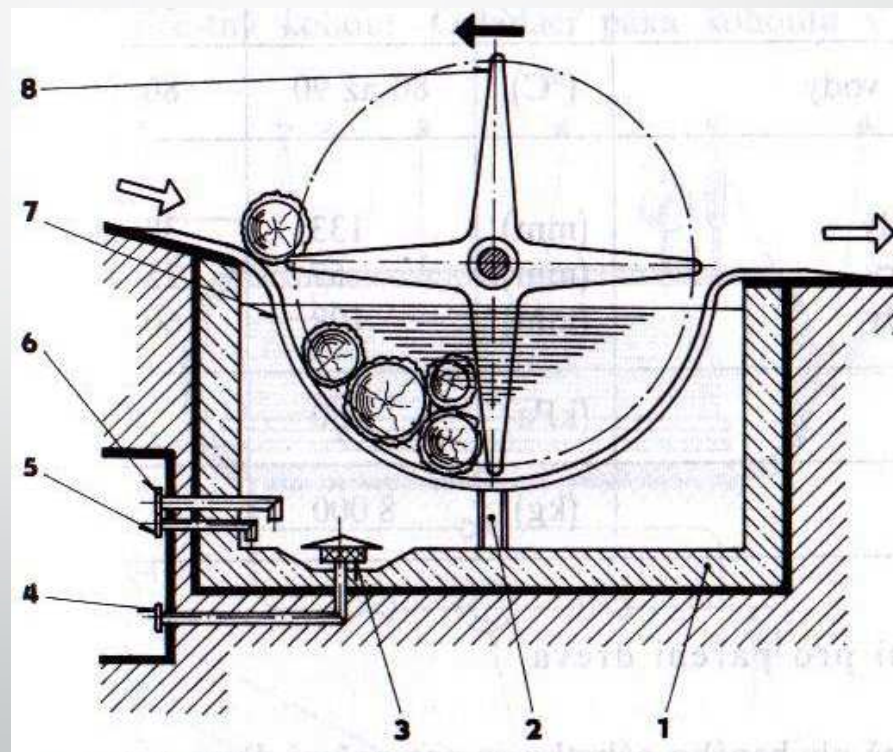


Varný bazén

- Varný bazén je betonová nebo cihlová nádrž, zapuštěná do terénu.
- Varné bazény bývají vybaveny otočným křížovým ramenem, které je určeno pro mechanické ukládání a vybírání výřezů z bazénu. Křížová ramena jsou ocelové svařované konstrukce. Jsou uložena na společné hřídele, která se otáčí v ložiskách, umístěných v bočních stěnách bazénu.
- Po délce bazénu jsou připevněny půlkruhové segmenty z ocelových profilů, po kterých se v průběhu hydrotermické úpravy výřezy kulatiny převalují. Konce segmentů jsou zapuštěny do horních čelních stěn bazénu a dole se opírají o kovové podpěry na dně bazénu.

Varný bazén

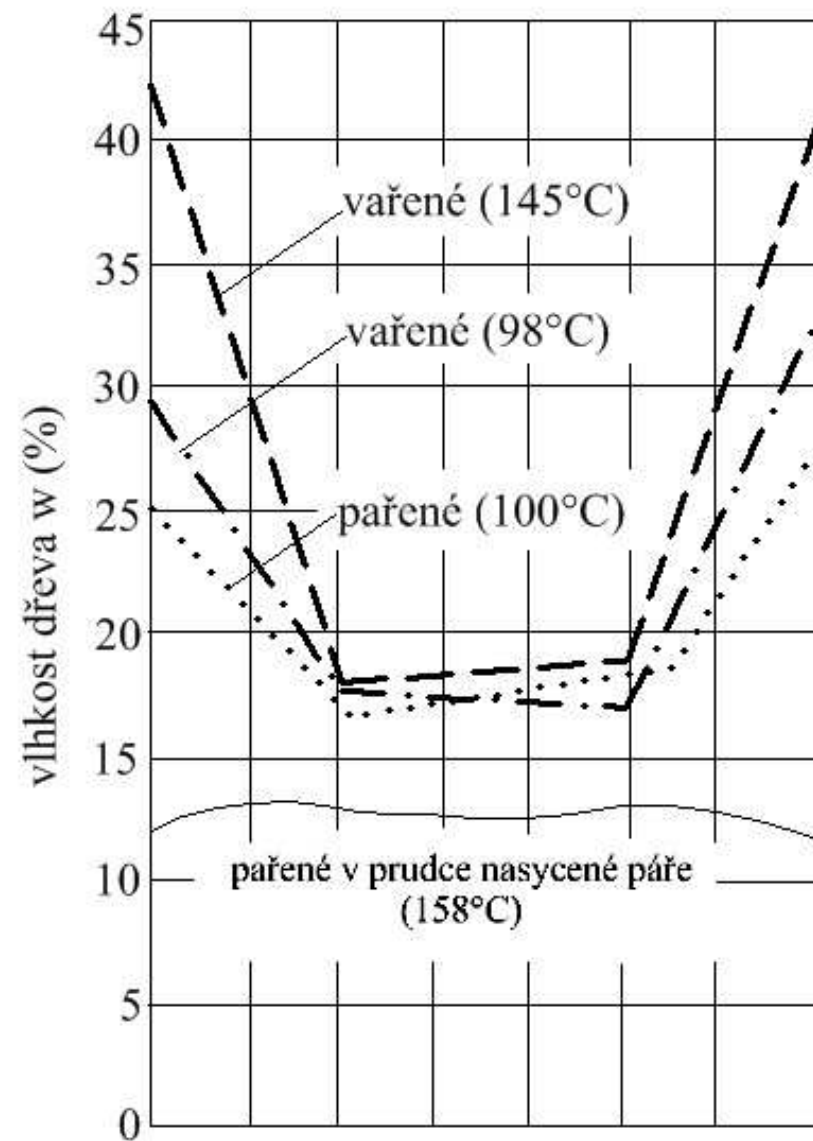
- 1 – betonová nádrž,
- 2 – podpěra,
- 3 – sběrná nádrž se sítí,
- 4 – vypouštěcí potrubí,
- 5 – potrubí pro přívod vody,
- 6 – potrubí pro přívod páry,
- 7 – půlkruhový ocelový profil,
- 8 – křížová ramena



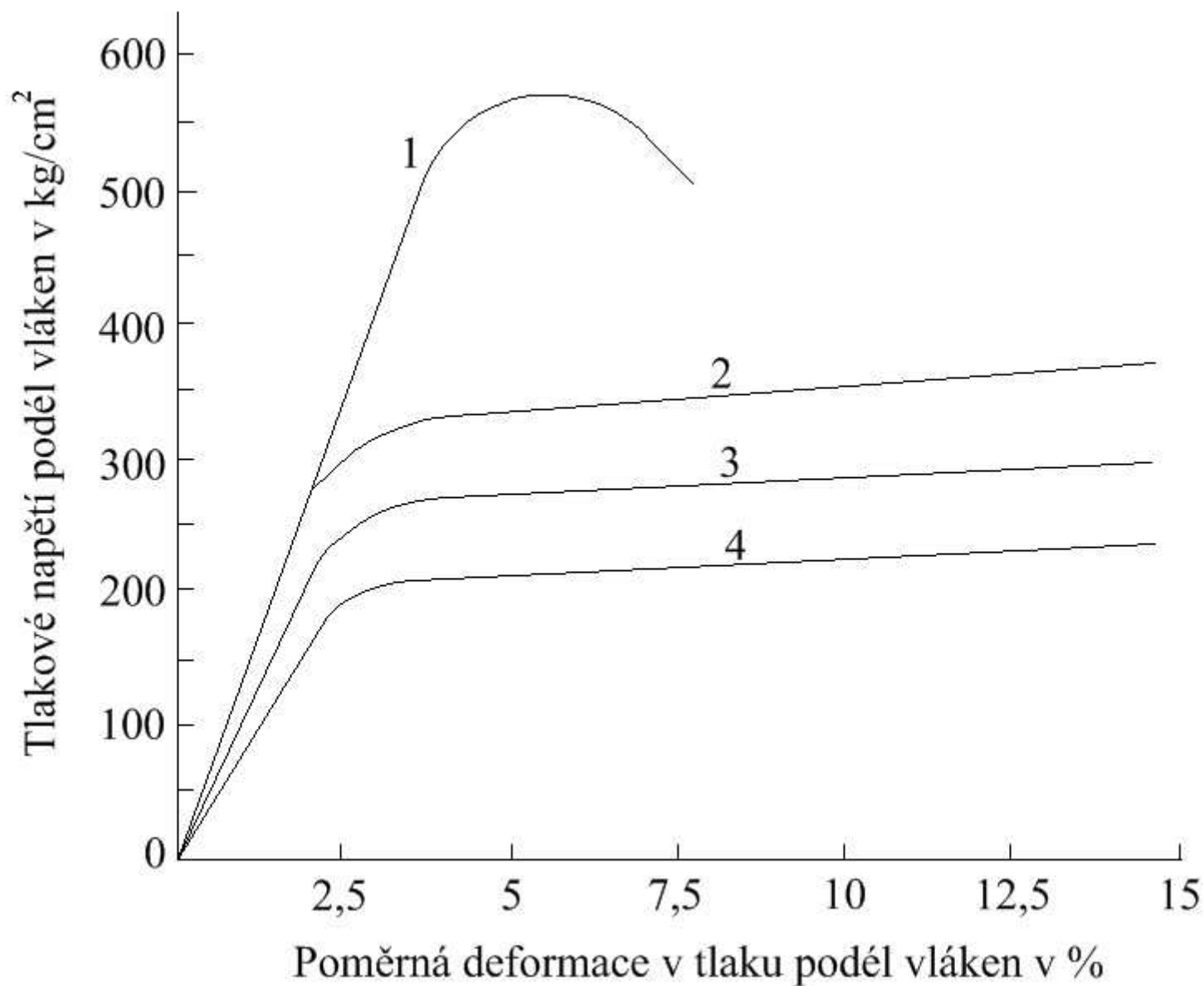
Technické parametry varných jam a bazénů

Varná jáma Varný bazén

• Rozměry			
délka	(mm)	12 000	4 000 - 8 000
šířka	(mm)	3 100	2 300 - 2 800
hloubka	(mm)	2 700	2 200 - 2 700
• Poloměr křížového ramene	(mm)	-	1 900-2 400
• Pracovní teplota vody	(°C)	80-90	80-90
• Světlost potrubí:			
pro přívod vody	(mm)	133	38-50
pro přívod páry	(mm)	57	25-32
pro odvod vody	(mm)	108	60-75
Tlak páry	(kPa)	50	50
• Hmotnost cca	(kg)	8 000	-



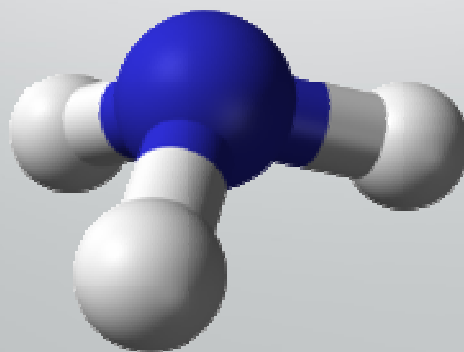
Rozdělení vlhkosti po průřezu dřeva dubu, při různých teplotách vaření a paření



Vliv vaření na vlastnosti dubového dřeva: 1 – bez vaření, 2 – po 30minutovém vaření, 3 – po 90minutovém vaření, 4 – po 180minutovém vaření

Chemická plastifikace

- Plastifikace dřeva amoniakem se řadí mezi chemické způsoby - plastifikační účinek je vyvolán jinou chemickou látkou než vodou, tj. amoniakem
- Aplikace amoniaku na dřevo je známa jako metoda změny barvy. Barevné změny jsou založeny na chemických změnách uvnitř dřeva. Amoniak reaguje s přírodními taniny ve dřevě a způsobuje změnu barvy.
- Nicméně využití amoniaku se více používá pro plastifikaci než pro barevné změny. Zejména plastifikace amoniakem pro účel lisování a napodobování některých exotických dřevin se ukázalo jako výhodné.



Vlastnosti amoniaku

- Amoniak je za normálních podmínek bezbarvý plyn ostře čpící a dráždící oči k slzení. Je mnohem lehčí než vzduch a dá se lehce zkapalnit. Tvoří kapalinu bezbarvou, pohyblivou, lehčí než voda. Ve vodě se snadno rozpouští za vzniku čpavkové vody.
- Plynný amoniak se získává zplyněním kapalného amoniaku. Plynný amoniak tvoří se vzduchem výbušnou směs při obsahu 15 – 28 objemových procent.

E 	O 	F+ 	F 	C 
výbušný	oxidující	extrémě hořlavý	vysoce hořlavý	žíravý
T+ 	T 	Xn 	Xi 	N 
vysoce toxický	toxický	zdraví škodlivý	dráždivý	nebezpečný pro životní prostředí

- **Plynný amoniak**
- Dřevo má za přítomnosti plynného amoniaku projev obdobný plasticitě dosažené klasickou hydrotermickou metodou.
- Po opětovném navlhčení suchého amoniakem upraveného dřeva vodou se materiál dostává do plastického stavu a struktura se jeví ještě uvolněnější než v případě přítomnosti čpavku. Z toho vyplývá pravděpodobné trvalé porušení některých vazebných sil v důsledku působení amoniaku (kovalentní vazby mezi řetězci celulózy)
- Plynným amoniakem se plastifikuje tak, že se dřevo uloží do tlakové nádoby (autoklávu), do kterého se přivádí plynný amoniak. Na obnovu spotřebovaného amoniaku se používá regenerační zařízení nebo zařízení na výrobu čpavkové vody.



Účinek plynného amoniaku

- Zvýšená aktivita v oblasti esterových vazeb mezi ligninem a hemicelulózami (amonolýza) je umožněna zvýšením teploty při aplikaci, čímž se zvýší labilnost vazeb i reaktivita amoniaku. Rozklad esterových vazeb v kombinaci s vyšší teplotou vede k přechodu ligninu do vizkoelastického až plastického stavu.
- Amonolýza – je obdoba hydrolýzy, ale prvotní atak esterové vazby není zahájen -OH skupinou, ale molekulou amoniaku

Kapalný amoniak

- Při aplikaci kapalného amoniaku nebylo pozorováno žádné poškození struktury střední lamely, znatelnější bylo uvolnění vazeb v buněčné stěně. Z toho se usuzuje, že kapalný amoniak ovlivňuje více celulózu než lignin.

Účinek čistého kapalného amoniaku

- Uvádí se, že při působení čistého kapalného amoniaku probíhají spíše změny vratné
- Vlivem polárního charakteru amoniak proniká do struktury celulózy v BS.
- Amoniak proniká narozdíl od vody i do krystalické mřížky celulózy v takové míře, že se mřížka změní z typu I na typ II a po úniku amoniaku přes amorfni celulózu přechází na amorfni typ III.
- Na rozvolnění již částečně volných makromolekul ligninu je třeba méně energie, tj. menší teplota skelného přechodu. Kapalně skupenství amoniaku je ohraničeno teplotami $-77,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-33,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, proto zvyšování teploty při plastifikaci, které způsobí vření amoniaku a přechod do plynného skupenství, nepřipadá v úvahu



Čpavková voda

- Obdobného efektu jako u kapalného amoniaku bylo dosaženo při modifikaci čpavkovou vodou. Dřevo je uloženo v beztlakových, těsně uzavřených nádobách ve kterých je 25 % roztoku amoniaku ve vodě. Nádoby musí být vybavené zařízením na odsávání a regeneraci odpařeného amoniaku.

Čpavková voda 25%				VÝSTRAŽNÉ SYMBOLY
CAS: 1336-21-6		EC: 215-647-6		C
Hmotnost netto: 45kg				
Chemická látka o obsahu 25% roztoku amoniaku ve vodě				 Derazivý
roztok		CAD	GPSCD	
Čpavková voda 25%		033-01-6	015-047-6	N
R	P 201	Oxidující		 nebezpečná pro životnou prostředí
R	P 202	Oxidující		
R	P 203	Oxidující		
R	P 204	Oxidující		
R	P 205	Oxidující		
R	P 206	Oxidující		
R	P 207	Oxidující		
R	P 208	Oxidující		
R	P 209	Oxidující		
R	P 210	Oxidující		
R	P 211	Oxidující		
R	P 212	Oxidující		
R	P 213	Oxidující		
R	P 214	Oxidující		
R	P 215	Oxidující		
R	P 216	Oxidující		
R	P 217	Oxidující		
R	P 218	Oxidující		
R	P 219	Oxidující		
R	P 220	Oxidující		
R	P 221	Oxidující		
R	P 222	Oxidující		
R	P 223	Oxidující		
R	P 224	Oxidující		
R	P 225	Oxidující		
R	P 226	Oxidující		
R	P 227	Oxidující		
R	P 228	Oxidující		
R	P 229	Oxidující		
R	P 230	Oxidující		
R	P 231	Oxidující		
R	P 232	Oxidující		
R	P 233	Oxidující		
R	P 234	Oxidující		
R	P 235	Oxidující		
R	P 236	Oxidující		
R	P 237	Oxidující		
R	P 238	Oxidující		
R	P 239	Oxidující		
R	P 240	Oxidující		
R	P 241	Oxidující		
R	P 242	Oxidující		
R	P 243	Oxidující		
R	P 244	Oxidující		
R	P 245	Oxidující		
R	P 246	Oxidující		
R	P 247	Oxidující		
R	P 248	Oxidující		
R	P 249	Oxidující		
R	P 250	Oxidující		
R	P 251	Oxidující		
R	P 252	Oxidující		
R	P 253	Oxidující		
R	P 254	Oxidující		
R	P 255	Oxidující		
R	P 256	Oxidující		
R	P 257	Oxidující		
R	P 258	Oxidující		
R	P 259	Oxidující		
R	P 260	Oxidující		
R	P 261	Oxidující		
R	P 262	Oxidující		
R	P 263	Oxidující		
R	P 264	Oxidující		
R	P 265	Oxidující		
R	P 266	Oxidující		
R	P 267	Oxidující		
R	P 268	Oxidující		
R	P 269	Oxidující		
R	P 270	Oxidující		
R	P 271	Oxidující		
R	P 272	Oxidující		
R	P 273	Oxidující		
R	P 274	Oxidující		
R	P 275	Oxidující		
R	P 276	Oxidující		
R	P 277	Oxidující		
R	P 278	Oxidující		
R	P 279	Oxidující		
R	P 280	Oxidující		
R	P 281	Oxidující		
R	P 282	Oxidující		
R	P 283	Oxidující		
R	P 284	Oxidující		
R	P 285	Oxidující		
R	P 286	Oxidující		
R	P 287	Oxidující		
R	P 288	Oxidující		
R	P 289	Oxidující		
R	P 290	Oxidující		
R	P 291	Oxidující		
R	P 292	Oxidující		
R	P 293	Oxidující		
R	P 294	Oxidující		
R	P 295	Oxidující		
R	P 296	Oxidující		
R	P 297	Oxidující		
R	P 298	Oxidující		
R	P 299	Oxidující		
R	P 300	Oxidující		
R	P 301	Oxidující		
R	P 302	Oxidující		
R	P 303	Oxidující		
R	P 304	Oxidující		
R	P 305	Oxidující		
R	P 306	Oxidující		
R	P 307	Oxidující		
R	P 308	Oxidující		
R	P 309	Oxidující		
R	P 310	Oxidující		
R	P 311	Oxidující		
R	P 312	Oxidující		
R	P 313	Oxidující		
R	P 314	Oxidující		
R	P 315	Oxidující		
R	P 316	Oxidující		
R	P 317	Oxidující		
R	P 318	Oxidující		
R	P 319	Oxidující		
R	P 320	Oxidující		
R	P 321	Oxidující		
R	P 322	Oxidující		
R	P 323	Oxidující		
R	P 324	Oxidující		
R	P 325	Oxidující		
R	P 326	Oxidující		
R	P 327	Oxidující		
R	P 328	Oxidující		
R	P 329	Oxidující		
R	P 330	Oxidující		
R	P 331	Oxidující		
R	P 332	Oxidující		
R	P 333	Oxidující		
R	P 334	Oxidující		
R	P 335	Oxidující		
R	P 336	Oxidující		
R	P 337	Oxidující		
R	P 338	Oxidující		
R	P 339	Oxidující		
R	P 340	Oxidující		
R	P 341	Oxidující		
R	P 342	Oxidující		
R	P 343	Oxidující		
R	P 344	Oxidující		
R	P 345	Oxidující		
R	P 346	Oxidující		
R	P 347	Oxidující		
R	P 348	Oxidující		
R	P 349	Oxidující		
R	P 350	Oxidující		
R	P 351	Oxidující		
R	P 352	Oxidující		
R	P 353	Oxidující		
R	P 354	Oxidující		
R	P 355	Oxidující		
R	P 356	Oxidující		
R	P 357	Oxidující		
R	P 358	Oxidující		
R	P 359	Oxidující		
R	P 360	Oxidující		
R	P 361	Oxidující		
R	P 362	Oxidující		
R	P 363	Oxidující		
R	P 364	Oxidující		
R	P 365	Oxidující		
R	P 366	Oxidující		
R	P 367	Oxidující		
R	P 368	Oxidující		
R	P 369	Oxidující		
R	P 370	Oxidující		
R	P 371	Oxidující		
R	P 372	Oxidující		
R	P 373	Oxidující		
R	P 374	Oxidující		
R	P 375	Oxidující		
R	P 376	Oxidující		
R	P 377	Oxidující		
R	P 378	Oxidující		
R	P 379	Oxidující		
R	P 380	Oxidující		
R	P 381	Oxidující		
R	P 382	Oxidující		
R	P 383	Oxidující		
R	P 384	Oxidující		
R	P 385	Oxidující		
R	P 386	Oxidující		
R	P 387	Oxidující		
R	P 388	Oxidující		
R	P 389	Oxidující		
R	P 390	Oxidující		
R	P 391	Oxidující		
R	P 392	Oxidující		
R	P 393	Oxidující		
R	P 394	Oxidující		
R	P 395	Oxidující		
R	P 396	Oxidující		
R	P 397	Oxidující		
R	P 398	Oxidující		
R	P 399	Oxidující		
R	P 400	Oxidující		
R	P 401	Oxidující		
R	P 402	Oxidující		
R	P 403	Oxidující		
R	P 404	Oxidující		
R	P 405	Oxidující		
R	P 406	Oxidující		
R	P 407	Oxidující		
R	P 408	Oxidující		
R	P 409	Oxidující		
R	P 410	Oxidující		
R	P 411	Oxidující		
R	P 412	Oxidující		
R	P 413	Oxidující		
R	P 414	Oxidující		
R	P 415	Oxidující		
R	P 416	Oxidující		
R	P 417	Oxidující		
R	P 418	Oxidující		
R	P 419	Oxidující		
R	P 420	Oxidující		
R	P 421	Oxidující		
R	P 422	Oxidující		
R	P 423	Oxidující		
R	P 424	Oxidující		
R	P 425	Oxidující		
R	P 426	Oxidující		
R	P 427	Oxidující		
R	P 428	Oxidující		
R	P 429	Oxidující		
R	P 430	Oxidující		
R	P 431	Oxidující		
R	P 432	Oxidující		
R	P 433	Oxidující		
R	P 434	Oxidující		
R	P 435	Oxidující		
R	P 436	Oxidující		
R	P 437	Oxidující		
R	P 438	Oxidující		
R	P 439	Oxidující		
R	P 440	Oxidující		
R	P 441	Oxidující		
R	P 442	Oxidující		
R	P 443	Oxidující		
R	P 444	Oxidující		
R	P 445	Oxidující		
R	P 446	Oxidující		
R	P 447	Oxidující		
R	P 448	Oxidující		
R	P 449	Oxidující		
R	P 450	Oxidující		
R	P 451	Oxidující		
R	P 452	Oxidující		
R	P 453	Oxidující		
R	P 454	Oxidující		
R	P 455	Oxidující		
R	P 456	Oxidující		
R	P 457	Oxidující		
R	P 458	Oxidující		
R	P 459	Oxidující		
R	P 460	Oxidující		
R	P 461	Oxidující		
R	P 462	Oxidující		
R	P 463	Oxidující		
R	P 464	Oxidující		
R	P 465	Oxidující		
R	P 466	Oxidující		
R	P 467	Oxidující		
R	P 468	Oxidující		
R	P 469	Oxidující		
R	P 470	Oxidující		
R	P 471	Oxidující		
R	P 472	Oxidující		
R	P 473	Oxidující		
R	P 474	Oxidující		
R	P 475	Oxidující		
R	P 476	Oxidující		
R	P 477	Oxidující		
R	P 478	Oxidující		
R	P 479	Oxidující		
R	P 480	Oxidující		
R	P 481	Oxidující		
R	P 482	Oxidující		
R	P 483	Oxidující		
R	P 484	Oxidující		
R	P 485	Oxidující		
R	P 486	Oxidující		
R	P 487	Oxidující		
R	P 488	Oxidující		
R	P 489	Oxidující		
R	P 490	Oxidující		
R	P 491	Oxidující		
R	P 492	Oxidující		
R	P 493	Oxidující		
R	P 494	Oxidující		
R	P 495	Oxidující		
R	P 496	Oxidující		
R	P 497	Oxidující		
R	P 498	Oxidující		
R	P 499	Oxidující		
R	P 500	Oxidující		
R	P 501	Oxidující		
R	P 502	Oxidující		
R	P 503	Oxidující		
R	P 504	Oxidující		
R	P 505	Oxidující		
R	P 506	Oxidující		
R	P 507	Oxidující		
R	P 508	Oxidující		
R	P 509	Oxidující		
R	P 510	Oxidující		
R	P 511	Oxidující		
R	P 512	Oxidující		
R	P 513	Oxidující		
R	P 514	Oxidující		
R	P 515	Oxidující		
R	P 516	Oxidující		
R	P 517	Oxidující		
R	P 518	Oxidující		
R	P 519	Oxidující		
R	P 520	Oxidující		
R	P 521	Oxidující		
R	P 522	Oxidující		
R	P 523	Oxidující		
R	P 524	Oxidující		
R	P 525	Oxidující		
R	P 526	Oxidující		
R	P 527	Oxidující		
R	P 528	Oxidující		
R	P 529	Oxidující		
R	P 530	Oxidující		
R	P 531	Oxidující		
R	P 532	Oxidující		
R	P 533	Oxidující		
R	P 534	Oxidující		
R	P 535	Oxidující		
R	P 536	Oxidující		
R	P 537	Oxidující		
R	P 538	Oxidující		
R	P 539	Oxidující		
R	P 540	Oxidující		
R	P 541	Oxidující		
R	P 542	Oxidující		
R	P 543	Oxidující		
R	P 544	Oxidující		
R	P 545	Oxidující		
R	P 546	Oxidující		
R	P 547	Oxidující		
R	P 548	Oxidující		
R	P 549	Oxidující		
R	P 550	Oxidující		
R	P 551	Oxidující		
R	P 552	Oxidující		
R	P 553	Oxidující		
R	P 554	Oxidující		
R	P 555	Oxidující		
R	P 556	Oxidující		
R	P 557	Oxidující		
R	P 558	Oxidující		
R	P 559	Oxidující		
R	P 560	Oxidující		
R	P 561	Oxidující		
R	P 562	Oxidující		
R	P 563	Oxidující		
R	P 564	Oxidující		
R	P 565	Oxidující		
R	P 566	Oxidující		
R	P 567	Oxidující		
R	P 568	Oxidující		
R	P 569	Oxidující		
R	P 570	Oxidující		
R	P 571	Oxidující		

Účinek čpavkové vody

- Spolupůsobení amoniaku s vodou zaručuje komplexní plastifikační účinek. Amoniak (příp. roztok amoniaku) působí především na esterové vazby mezi ligninem a hemicelulózami z důvodu jejich polaritu, přičemž jeho účinek roste se stoupajícím spolupůsobením vlhkosti.
- Po odstranění nenavázaného (přebytečného) amoniaku a snížení vlhkosti, příp. i teploty se ohyby stabilizují.
- pro obnovení plastifikačního účinku amoniakalizovaných hranolků stačí pouze zvýšení vlhkosti.
- Vytvořené ohyby jsou pak citlivější na změny vlhkosti.

Postup plastifikačního média hranolkem

- U všech způsobů amoniakalizace není plastifikační účinek po průřezu hranolku rovnoměrný.
- Než dojde k průniku amoniaku i do středových vrstev hranolků, získají již povrchové vrstvy značný stupeň plasticity.
- Také probíhající nevratné změny podílející se na plastifikačním účinku, zůstanou v povrchových vrstvách ve větším rozsahu i po vyjmutí hranolků z amoniaku a úplném odstranění jeho přebytečného množství z hranolků.

Optimální počáteční vlhkost hranolků

- na vyvození plastifikačního účinku amoniakem není nutná přítomnost vlhkosti v hranolku, avšak pro komplexnější plastifikační účinek a urychlení jeho nástupu je vhodné zajistit vstupní vlhkost hranolku mezi 17 – 20 %, jinak je potřebný čas plastifikace nepřiměřeně dlouhý.

Podmínky plastifikace

- plynňý amoniak se využívá o normální nebo zvýšené teplotě (40 – 50 °C). Hranolky by měly mít dílenskou teplotu (20 – 22 °C).
- Penetrace hranolku plynňým amoniakem je za normálního atmosférického tlaku příliš pomalá, proto se využívá přetlaku 0,6 – 0,7 N.mm⁻².
- Teplota kapalného amoniaku se pohybuje nejčastěji kolem -40 až -50 °C, tj. pod bodem varu (-33,4 °C). Aplikace kapalného amoniaku se provádí za normálního tlaku.
- Vodní roztok má výrazně vyšší teplotu varu než kapalný amoniak, což umožňuje aplikaci při normální i mírně zvýšené teplotě, a tak urychlení plastifikačního procesu. Teplota hranolku je odpovídající dílenským podmínkám. Aplikace probíhá za normálního tlaku.

Doba plastifikace

- pro plynný amoniak je dána rychlostí průniku amoniaku do dřeva, která je ovlivněna druhem dřeviny, tloušťkou a počáteční vlhkostí hranolku, teplotou a tlakem amoniaku.
- Optimální doba plastifikace kapalným amoniakem nebo roztokem amoniaku je dána opět rychlostí průniku amoniaku do hranolku a pohybuje v řádu několika hodin.
- Průběh stupně plasticity v čase vykazuje rostoucí charakter. V tom se liší od dosud popsaných způsobů plastifikace, které vykazují průběh s určitým maximem.
- V případě amoniakalizace stupeň plasticity roste s prodlužováním času. Dobu plastifikace však nelze neúměrně prodlužovat, neboť hrozí znehodnocení hranolku nevratnými změnami

Plastifikační zařízení

- Pro amoniakalizaci plynným amoniakem se nejčastěji využívá vakuově-tlakový způsob aplikace v autoklávu.
- Aplikace kapalného amoniaku se provádí máčením hranolku. Pro tuto aplikaci je vhodné používat izolované kovové beztlakové nádoby.
- Aplikace vodného roztoku amoniaku může v zásadě probíhat při shodných podmínkách i ve stejných zařízeních jako aplikace kapalného amoniaku. Pro výrobu zařízení, které přijdou do styku s amoniakem by se neměly používat barevné kovy a jejich slitiny, protože podléhají rozkladu amoniakem

Doprovodné změny vlastností dřeva po amoniakalizaci

- Amoniak vyvolává působením na extraktivní látky ztmavnutí barvy, přičemž míra ztmavnutí závisí na vlhkosti dřeva.
- Dále dochází ke zvýšení hydoreaktivity dřeva, tzn. zvýšení RVD. S vyšší RVD souvisí vyšší příjem vlhkosti v daných podmínkách okolního prostředí, tzn. větší bobtnání a sesychání.
- Dalším vedlejším účinkem amoniakalizace je samovolné zhuštění dřeva. Zvýšení hustoty je způsobeno zmenšením rozměru v radiálním a tangenciálním směru, avšak v podélném směru dochází naopak k mírnému prodloužení.
- Se zvýšením hustoty se zvyšují i hodnoty mechanických vlastností dřeva, mj. i pevnost v ohybu, což je pro ohýbání nežádoucí.
- Zásadité chování amoniaku za přítomnosti vlhkosti ve dřevě způsobuje nárůst pH.

Dielektrické metody plastifikace

- do této skupiny patří vysokofrekvenční ohřev (VF) a mikrovlnný ohřev (VVF).
- Zejména mikrovlnný ohřev je v poslední době předmětem zkoumání a pokusů o vhodnosti jeho použití pro plastifikaci nábytkových dílců.
- Naopak vysokofrekvenční ohřev je již delší dobu využívaná technologie.
- Elektromagnetické metody mají hodně společného s hydrotermickými metodami, protože při jejich aplikaci výsledek závisí také na teplotě, vlhkosti a času působení na dřevo.

Dřevo jako dielektrikum

- Dielektrické vlastnosti dřeva jsou závislé zejména na frekvenci elektrického pole, druhu dřeviny a jeho hustotě, anatomickém směru, teplotě a vlhkosti.
- Po dopadu MV záření na povrch hranolků se část odrazí, zbylá část proniká do dřeva. Při průchodu dřevem dochází k utlumování MV energie, vlivem přeměny její části na jiný druh energie. Pokud látka vykazuje tyto vlastnosti, označuje se jako dielektrikum. Dřevo se přesněji zařazuje do podskupiny nedokonalá dielektrika.
- EM vlnění se mění na mechanické kmitání molekul, tedy na kinetickou energii, která následně přechází v energii tepelnou.

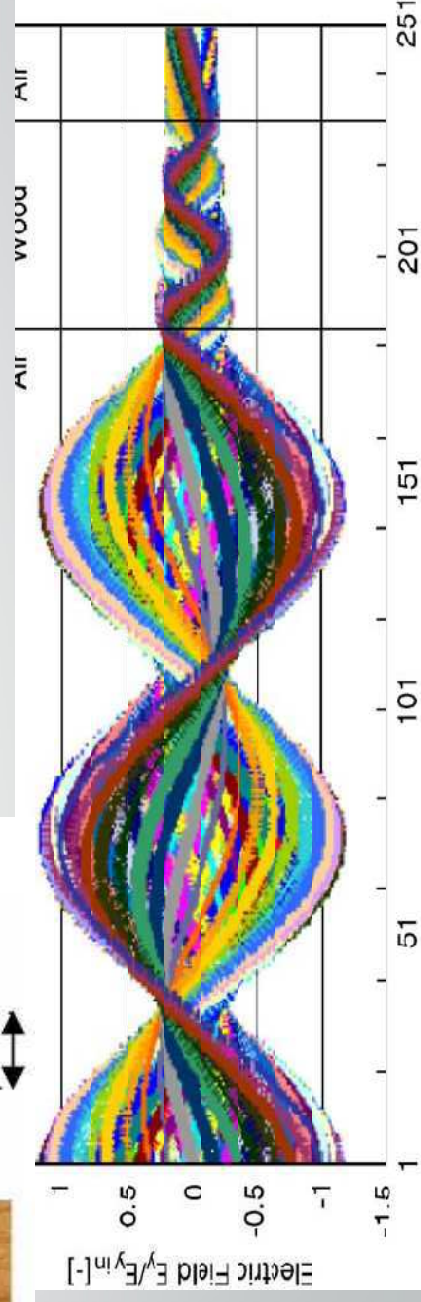
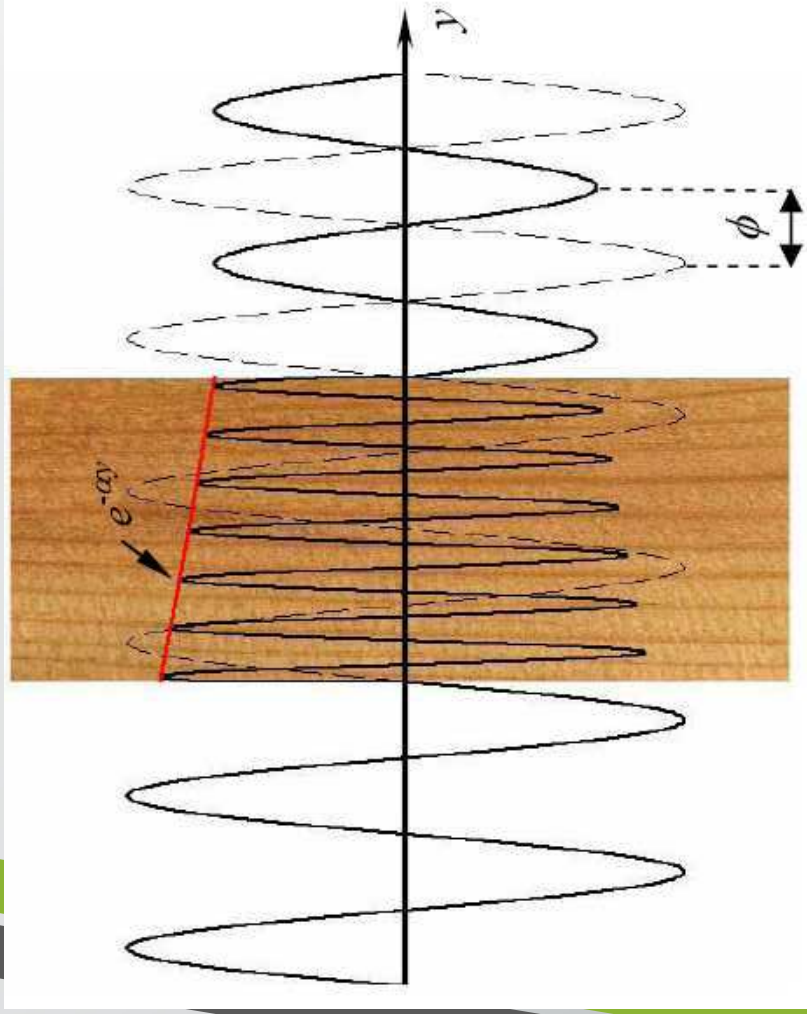
Již absolutně suché dřevo představuje polární dielektrikum.

Výhody a nevýhody použití dielektrického ohřevu

- Teplo se (při splnění určitých předpokladů) tvoří rovnoměrně v celém objemu dřeva absorpcí elektromagnetické energie. Přitom nezávisí na tloušťce materiálů, ani jeho tepelné vodivosti.
- Rychlost ohřevu je vysoká, přičemž ji můžeme do značné míry ovlivňovat regulováním zdrojů VF resp. VVF energie
- Ohřev je možné uspořádáním geometrie elektrod a materiálu usměrnit do určitých oblastí ohřívaného materiálu – lokální ohřev
- Vlivem rozdílných elektrofyzikálních vlastností ohřívaného materiálu se rychleji ohřívá část materiálu s vyšším ztrátovým číslem

Mechanismus plastifikace MV ohřevem

- Je obdobný s mechanismem hydrotermických způsobů plastifikace
- Klíčovými prvky zůstává narušení příčných vazeb v BS vlivem navázání molekul vody a narušení ostatních vazeb LS matrice vlhkostí v součinnosti s teplem. Třetím základním pilířem je přechod hydrofobního termoplastického ligninu do vizkoelastického až plastického stavu.
- Oproti hydrotermickým způsobům plastifikace přistupuje navíc jako částečný plastifikační činitel samotné MV záření.
- Přenos energie ve dřevě se uskutečňuje pomocí elektromagnetického vlnění. Po dopadu elektromagnetického vlnění na nedokonalé dielektrikum, jako např. dřevo se část vlnění odrazí, část proniká s postupným utlumováním, přičemž se energie elektromagnetického pole mění na teplo.



Postup plastifikačního média hranolkem

- Jelikož vlhkost pohlcuje maximum MV záření, dřevo je zahříváno zevnitř
- Ohřev dřeva není rovnoměrný v celém průřezu hranolku, protože intenzita vlnění postupně s hloubkou průniku klesá
- S klesající intenzitou EM vlnění úměrně klesá rozsah polarizace a tedy i produkce tepla v hlubších středových vrstvách.
- S postupem času jsou povrchové vrstvy spíše ochlazovány okolním vzduchem

Plastifikace dřeva MV ohřevem

- MV záření je EM vlnění. Jako každé záření je charakterizováno vlnovou délkou (λ) a frekvencí – kmitočtem (f).
- Mikrovlnný ohřev (VVF) využívá elektromagnetického vlnění o frekvencích 300 MHz – 30 GHz, vln. Délka 1 cm – 1 m
- Teplo vzniká přeměnou elektrické energie v dielektrických materiálech
- Rychlost šíření (c) je stejná pro všechny druhy EM vlnění, tj. 300 000 km.s⁻¹.

Optimální počáteční vlhkost hranolku

- doporučuje se kolem MH (30 %), popř. i vyšší (40 – 50 %).
- Vlhkost dřeva při plastifikaci MV ohřevem má tendenci se vždy snižovat, proto je nutné mírnit rychlost vysychání hranolku během plastifikace.
- Při MV plastifikaci dřeva se mohou umístit plastifikované hranolky nad vodní hladinu.
- Voda, která je na dně plastifikační nádoby se působením EM záření zahřívá současně s plastifikovanými hranolkami a začíná se intenzivněji odpařovat, čímž se sytí okolní vzduch vlhkostí a vytváří se tak podmínky pro vyšší RVD.

Plastifikační média

- jsou jimi vlhkost, teplo a vlastní MV záření.
- Nejčastěji využívanou frekvencí je 2,45 GHz s odpovídající délkou vlny cca 12 cm. Vlivem jejího utlumování dřevem projde pouze do určité hloubky, tzv. hloubky vniknutí.
- Do největší hloubky proniká vlnění v tangenciálním směru. V podélném směru jsou molekuly vody řazeny těsně za sebou v dlouhých řadách.
- Toto uspořádání molekul vody způsobí útlum EM vlnění na kratší dráze než v případě příčného směru, kdy jsou molekuly vody uspořádány v menších skupinách
- S rostoucí frekvencí klesá hloubka průniku.

Podmínky plastifikace

- optimální teplota plastifikace 95 ± 5 °C se udržuje termostatem, který zapíná a vypíná magnetrony během plastifikace. Jejich nepřetržitý chod během plastifikace by mohl způsobit příliš vysoké teploty povrchových vrstev hranolku.
- V době nečinnosti magnetronu může probíhat srovnávání teplot v průřezu hranolku. Teplota hranolku by se měla pohybovat v oblasti dílenských teplot.
- Při plastifikaci je v rezonátorovém prostoru běžný atmosférický tlak vzduchu. Pouze v plastifikační nádobě by mohlo dojít k mírnému nárůstu tlaku vlivem odpařování vlhkosti z hranolku a hromadění par v tomto prostoru.

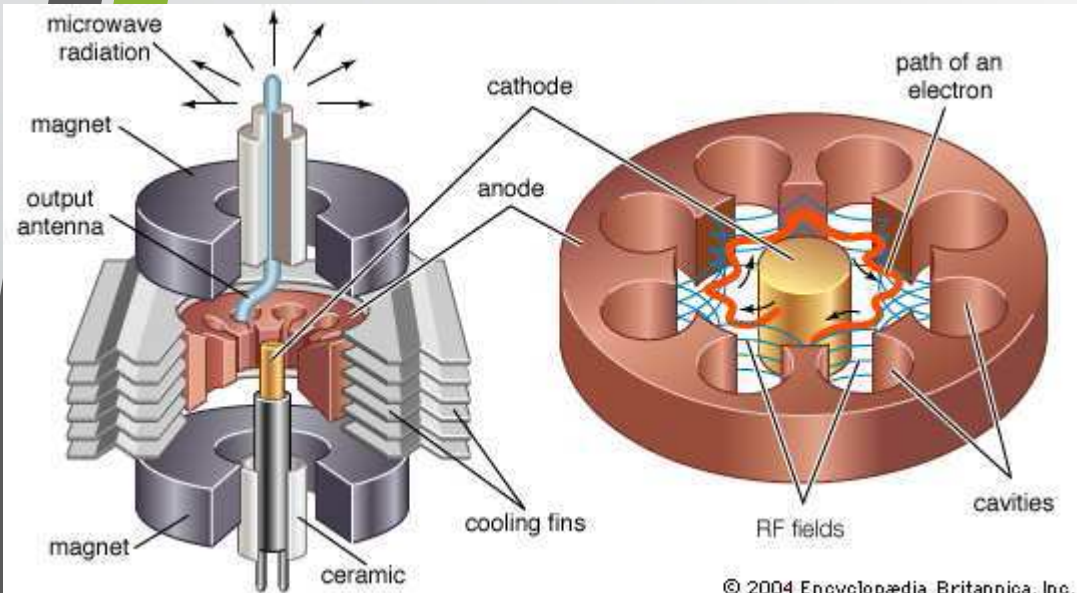
Doba plastifikace

- závisí na druhu dřeviny, tloušťce hranolku, obsahu vlhkosti a výkonu zdroje (ohřívacím výkonu).
- V průběhu plastifikace je dosaženo maximální plasticity, která se s prodlužováním doby již nezvyšuje, ale klesá.
- Jelikož probíhá ohřev hranolku zevnitř a MV záření je vodou v hranolcích maximální pohlcováno, je potřebná plastifikační doba pětinasobně až desetinásobně kratší než u paření či vaření.

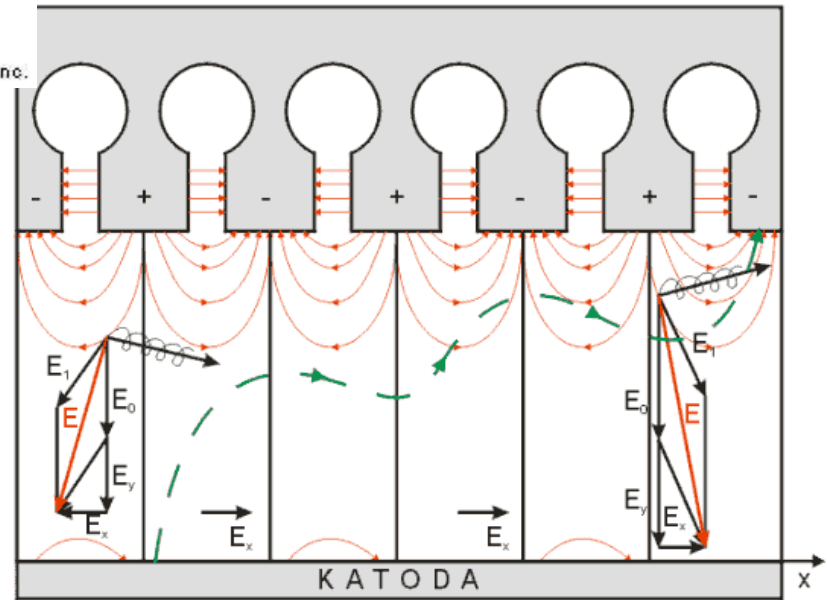
Plastifikační zařízení

- Zařízení se skládá z rezonátorové části a řídicí části. V rezonátorové skříni dochází k vlastnímu vzniku MV záření a jeho působení na plastifikované hranolky. MV záření produkují magnetrony, které pracují na principu elektromagnetu. Nadměrnému zahřívání magnetronu brání ventilátory nainstalované u každého z nich. Produkované MV záření je usměrňováno vlnovody do rezonátoru.
- Hranolky se ukládají do pracovní nádoby, která je vyrobena z nevodivého materiálu, aby netlumila MV záření, tzn. aby se neohřívala a zároveň nepropouštěla plastifikační teplo ven. Nádoba se ukládá na pohyblivou základní desku umístěnou těsně nad dnem rezonátoru.
- Deska je přes pákový mechanismus spojena se servopohonem zajišťujícím nepřetržitý pohyb desky i pracovní nádoby ve vodorovné poloze ve všech směrech.

Magnetron



© 2004 Encyclopædia Britannica, Inc.



Výhody x nevýhody

- Mikrovlnný ohřev lze klasifikovat jako vůbec nejrychlejší způsob zvyšování teploty dřeva, což vyplývá přímo z fyzikálního principu ohřevu absorpcí energie elektromagnetického pole.
- K intenzivní absorpci energie elektromagnetického pole vodou dochází právě v pásmu mikrovlnných frekvencí (dipólová polarizace), proto je mikrovlnný ohřev vlhkého dřeva zvláště účinný
- Nevýhodou VVF ohřevu dřeva je menší koeficient ohebnosti a menší maximální průhyb zkoušeného tělesa.

Plastifikace vysokofrekvenčním (VF) ohřevem

- Plastifikace VF ohřevem se řadí mezi způsoby plastifikace s EM ohřevem.
- Svojí podstatou opět spadá do způsobu hydrotermické plastifikace, protože plastifikační účinek je vyvolán vlhkostí v součinnosti s teplem.
- Pouze způsob dodání tepla je rozdílný. Teplo vzniká při působení VF ohřevu na hranolky přímo v nich.
- Množství tepla generovaného v objemu dřeva závisí přímo od intenzity elektrického pole, dielektrických vlastností dřeva, použité frekvenci VF generátoru a dalších činitelů

Mechanismus plastifikace

- Vysokofrekvenční ohřev je dielektrický ohřev, při němž se vysokou frekvencí změn elektrického pole rozkmitají molekuly vody, které se silně zahřívají, změkčují dřevo a vypařují se.
- ohřev probíhá na principu kondenzátoru, jehož elektrody (horní a spodní část lisovací formy) jsou připojeny na vysokofrekvenční generátor, jako dielektrikum (izolant mezi elektrodami) je vloženo ohřívané dřevo.
- Zařízení se skládá ze dvou částí. Proces plastifikace a tvarování probíhá v jednoetážovém lisu, kde jsou umístěny masivní lisovací formy sloužící současně jako elektrody, horní část je uložena na pohyblivé pracovní desce a spodní je připevněna k pevné lisovací desce

Vznik plastifikačního média (tepla)

- Z hlediska principu lze VF ohřev, stejně jako MV ohřev, klasifikovat jako ohřev dielektrický, protože se dřevo řadí mezi dielektrické materiály.
- Ohřev materiálu je opět založen na polárním charakteru dřeva a vlhkosti, v něm obsažené. Teplo vzniká vlivem tření při polarizaci (orientaci) dipólu ve dřevě podle aktuální polarity EM pole.
- Tím dochází k úbytku EM energie přeměnou na kinetickou energii dipólu a následně na tepelnou energii.
- Přeměna EM energie v tepelnou energii je nevratná změna

Postup plastifikačního média hranolkem

- Hlavním zdrojem tepla jsou molekuly vody obsažené ve dřevě, v nichž probíhá v největší míře přeměna EM energie v kinetickou a tepelnou energii.
- Při VF ohřevu se může vyskytnout nerovnoměrný ohřev, který v průřezu hranolku vzniká v důsledku utlumování EM pole při průchodu hranolkem přeměnou v teplo.
- Nestejná počáteční vlhkost po délce hranolku způsobí intenzivnější zahřívání v místech s vyšší vlhkostí
- Elektrody nejsou konstruovány jako rovné desky, ale kopírují tvar lisovacích desek, čímž vznikají různě velké vzduchové mezery mezi nimi a hranolkem.

Plastifikace VF ohřevem

- U VF ohřevu na dřevo působí VF elektrické pole, využívá se především EM složka pole.
- VF pole lze charakterizovat jako EM záření o určité frekvenci (f), vlnové délce (a) a rychlosti šíření (c), která je stejná jako u všech druhů EM záření ($300\,000\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$).
- Pro VF ohřev se využívá EM záření o $f = 30\text{ kHz} - 300\text{ MHz}$ a $a = 10\text{ km} - 1\text{ m}$.

Optimální počáteční vlhkost hranolků

- uvádí se v rozmezí 18 – 22 %
- Podmínky VF plastifikace ($T_{\text{vzduchu}} = 20 - 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{hranolku}} = 90 - 95\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $R_{\text{VV}} = 55 - 60\text{ \%}$) vytváří prostředí, ve kterém se R_{VD} blíží 6 %, což podněcuje vysušování dřeva během plastifikace.
- Snižováním vlhkosti klesá i účinnost plastifikace. Opatření proti přílišnému úniku vody používané u MV ohřevu nelze u VF ohřevu aplikovat z hlediska odlišného způsobu přenosu EM záření a bezpečnosti provozu.

Podmínky plastifikace

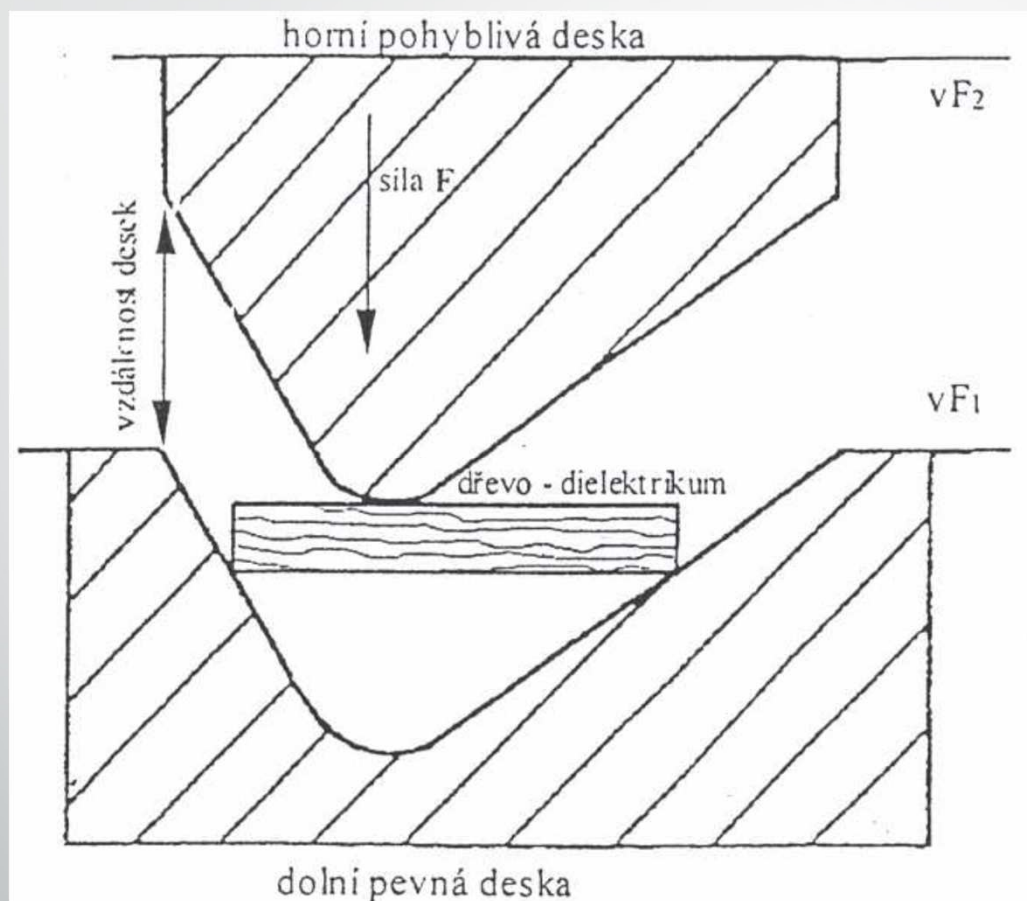
- během plastifikace by se měl hranolek ohřát na teplotu přibližně 90 – 95 °C.
- Počáteční teplota hranolku by měla odpovídat dílenské teplotě, tj. přibližně 20 – 22 °C.
- Během plastifikace se tlak vzduchu nezvyšuje ani nesnižuje, využívá se atmosférický tlak.
- Z důvodu nižší účinnosti VF ohřevu oproti MV ohřevu se používá vyšší napětí zdroje VF elektrického proudu 4 – 8 kV.

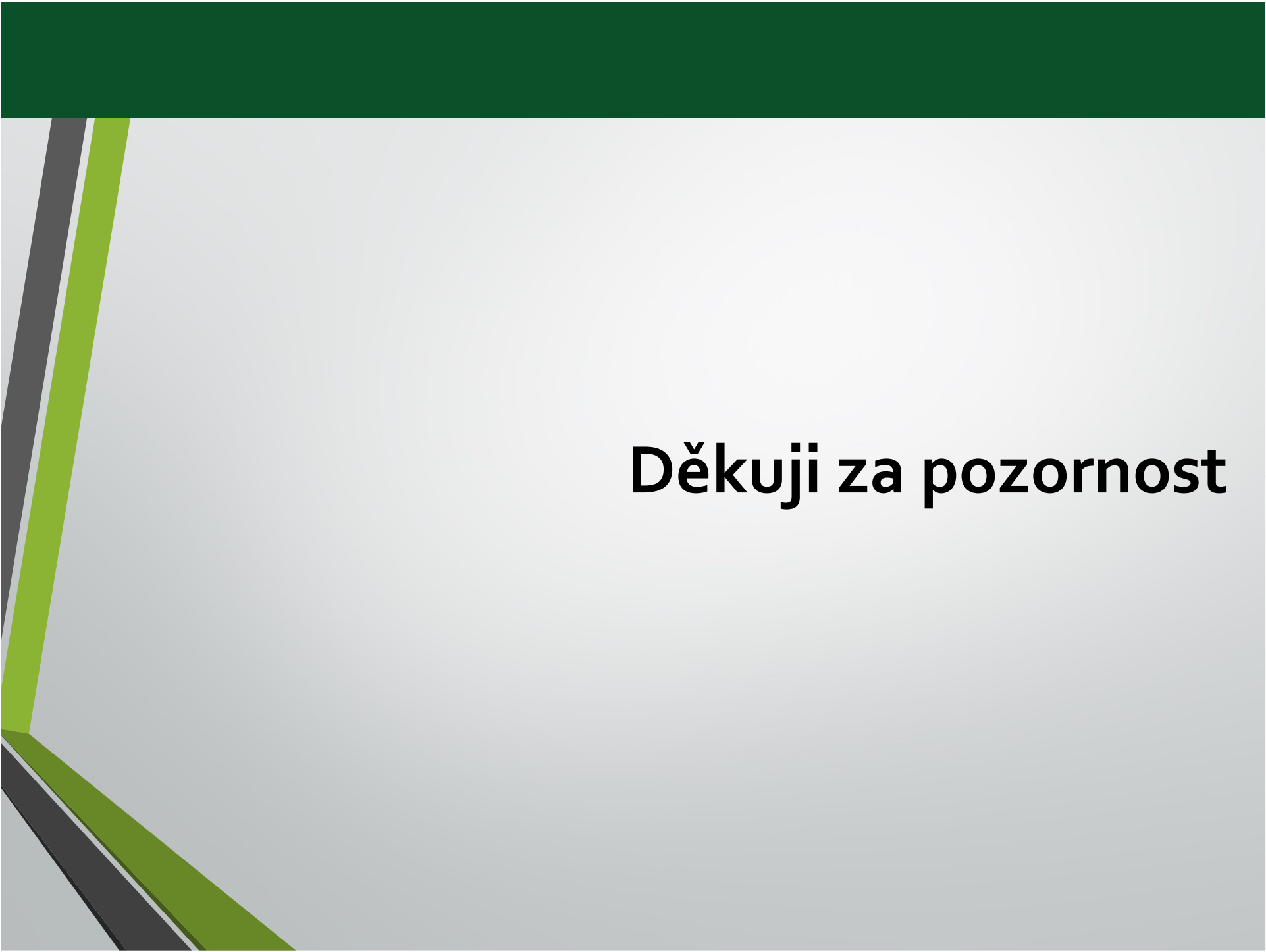
Doba plastifikace

- závisí na tloušťce hranolku, druhu dřeviny, vstupní vlhkosti, velikosti vzduchové mezery mezi elektrodou a hranolkem a ohřívacím výkonu zdroje.
- Stupeň plasticity se v průběhu času mění od minimálního přes maximální po opět minimální. Podobný časový průběh stupně plasticity se vyskytuje i u MV ohřevu, paření i vaření.
- Potřebná plastifikační doba činí průměrně 5 minut. Vzduchová mezera velmi ovlivňuje rychlost plastifikace.

Plastifikační zařízení

- má podobu jednoetážového lisu, který může mít pohyblivou buď horní nebo spodní desku.
- Hlavní částí VF generátoru je oscilátor, který mění frekvenci proudu po předchozí úpravě usměrňovačem a zvýšení síťového napětí (380 V) trojfázovým transformátorem.
- Uzavírání a otevírání lisu zajišťuje hydraulický obvod. Tvar forem musí být přesný, každá nepřesnost znamená rozdíl v tlaku po délce či šířce hranolku





Děkuji za pozornost