

# 5 Technologická príprava dreva

## 5.1 Sušenie dreva

---

### 5.1.1 Požiadavky na vlhkosť dreva

Rastúci strom potrebuje k životu vodu, ktorú odoberá koreňmi z pôdy. Toto množstvo nie je malé. Uvádza sa, že v období vegetácie dospelý buk spotrebuje v horúcich letných dňoch až 400 litrov vody, ktorá sa vyparí povrchom listov koruny. Po zoťatí stromu voda zostáva v dreve dovtedy, kým sa z neho nevyparí.

**Vlhkosť dreva** udáva množstvo vody, ktorá sa v ňom nachádza, v pomere k hmotnosti dreva. Najčastejšie sa vyjadruje v percentách zo suchej hmotnosti dreva. Drevo stromu po zoťatí má 30 až 150 % vody (z hmotnosti úplne suchej hmoty). Táto voda je v dreve obsiahnutá v kvapalnej, plynnej a za určitých podmienok aj v tuhej forme. Je prítomná v stenách buniek, medzibunkovom priestore a v dutinách buniek.

Voda nachádzajúca sa v dreve sa rozdeľuje na:

- voľnú vodu – kapilárnu (transpiračnú),
- viazanú vodu – hygroskopickú (inhibičnú),
- molekulovú vodu – konštitučnú (viazanú chemicky).

Voľná a viazaná voda sa podieľajú na hodnote vlhkosti dreva.

**Molekulovú vodu** obsahuje aj drevo úplne suché, pretože táto voda tvorí podstatu drevnej hmoty, je súčasťou chemickej štruktúry látok tvoriacich drevo. Uvoľňuje sa len pri chemickom rozklade dreva.

**Voľnú vodu** obsahujú dutiny ciev a buniek rastúcich stromov v množstve nad 30 %. V rastúcom strome voľná voda dopravuje minerálne látky z pôdy do koruny stromu (*transpiračný prúd*). Po zoťatí stromu voľná voda uniká z dreva pomerne ľahko (vyparuje sa), a to najskôr z čiel. Zmenou množstva voľnej vody dre-

vo nemení objem, a ani významne nevlýva na zmenu fyzikálnych a mechanických vlastností dreva. Napriek tomu je potrebné, najmä v letných mesiacoch, vodu z dreva čo najskôr odstrániť, pretože môže napomáhať rozmnožovaniu drevokazných húb a drevokazného hmyzu. Keď sa strom po zoťatí (gulatina) včas neodkôrni, aby sa z neho mohla uvoľňovať voľná voda nielen z čiel, ale aj z povrchu kmeňa stromu, môže nastať nežiadúca zmena farby dreva – *zaparenie*.

**Viazaná voda** je obsiahnutá v bunkových stenách v množstve 0 až 30 %. Voda a celulóza sa vzájomne priťahujú veľkými silami, preto sa viazaná voda drží v dreve pevne a ťažko sa z neho odstraňuje. Viazanú vodu nemožno odstrániť mechanicky (lisovaním) ako voľnú vodu, ale len pomocou tepla, to znamená premenou kvapalného skupenstva na plynné. Odstraňovanie viazanej vody z dreva sprevádzajú zmeny rozmerov dreva, pretože sa mení vzdialenosť medzi vláknami. Veľkosť sily, ktorou sa viazaná voda drží v bunkových stenách závisí od jej obsahu. So znižovaním vlhkosti táto sila narastá. Zmena rozmerov, pri ktorej drevo stráca vodu, sa nazýva **zosychaním dreva**. Opačný proces sa nazýva **napúčanim**. Tlaky, ktoré sprevádzajú napúčanie dreva, sa v minulosti využívali napríklad pri trhaní kameňa drevenými klinmi. Zistilo sa, že tieto tlaky dosahujú pri vlhkosti dreva 3 % až 200 MPa (čo je tlak asi 100-násobne vyšší ako sa používa pri lisovaní drevotriekových dosiek). Preto sa treba vyvarovať náhlych zmien vlhkosti dreva najmä pri sušení, lebo rýchly úbytok vlhkosti môže spôsobiť popraskanie, a tým aj znehodnotenie reziva.

Hranicu medzi stavom, keď drevo obsahuje všetku viazanú vodu a neobsahuje voľnú vodu sa označuje ako **bod nasýtenia vlákien (BNV)**. Je to súčasne vlhkosť, na ktorej sa ustáli drevo dostatočne dlho uložené na vzduchu nasýtenom vodnou parou.

BNV má v priemere pri našich drevinách a pre praktické účely hodnotou asi 28 %. V skutočnosti sa BNV pri našich drevinách pohybuje v rozsahu od 20 do 40 %. Bod nasýtenia vlákien závisí od druhu dreveniny a od teploty. Drevo vyschnuté na vzduchu obsahuje 15 až 20 % vlhkosti v závislosti od ročného obdobia (vplyv teploty a vlhkosti okolitého vzduchu).

Po určitom čase pri teplote 100 až 150 °C drevo stráca všetku viazanú vodu, pričom vzniká **absolútne suché drevo**. Absolútne suché drevo pohlcuje zo vzduchu vodné pary až sa jeho vlhkosť ustáli na hodnote, ktorá sa volá **stav vlhkovostnej rovnováhy (SVR)**. Tento jav sa nazýva aj **navlhčanie dreva (sorbcia)**. Drevo dosiahne rovnovážnu vlhkosť vtedy, keď sa tlak pary okolitého vzduchu vyrovná tlaku vodných pár na povrchu dreva, teda prestáva výmena vlhkosti. Keď drevo ponoríme do vody, ďalej stúpa jeho vlhkosť.

Schopnosť dreva pohlcovať vodu, do ktorej bolo ponorené, sa nazýva **nasiakavosť**. Stupeň nasiakavosti závisí od času ponorenia vo vode. Drevo dosiahne maximálnu nasiakavosť len po veľmi dlhom máčaní. Najväčšie množstvo vody,

ktoré drevo môže prijať, sa skladá z maximálneho množstva viazanej a voľnej vody. Množstvo prijatej voľnej vody závisí od objemu pórov v dreve. Veľký rozdiel v nasiakavosti sa pozoruje v belí a v jadre, pretože dutiny buniek, ciev, tracheíd bývajú v jadrovom dreve zaplnené jadrovými látkami a niekedy sú zapchaté aj tyľmi. Nasiakavosť belí je väčšia ako jadrového dreva. Nasiakavosť dreva ponoreného do vodných roztokov je dôležitá pri napúšťaní (impregnácii) dreva ochrannými látkami.

Podľa toho, na aké výrobky a účely sa drevo použije, vysúša sa na takéto vlhkosti:

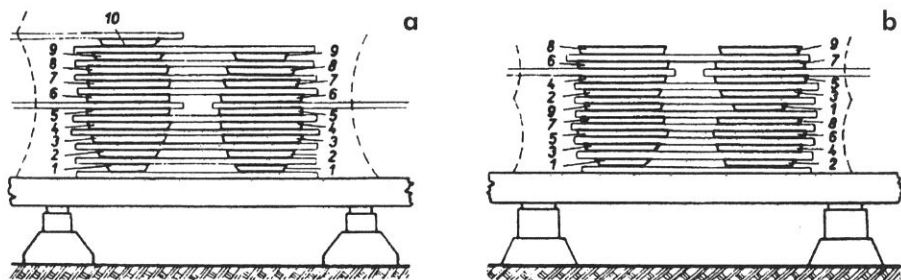
- okenné rámy a vonkajšie dvere na 12 až 15 %,
- drevo na nábytok umiestnený vo vykurovaných priestoroch ústredným kúrením na  $8 \pm 2$  %,
- drevo na nábytok do miestností bez ústredného kúrenia na 10 až 12 %,
- drevo na hudobné nástroje na 5 až 8 %,
- dužiny a sudy na 20 až 25 %.

### 5.1.2 Ukladanie reziva do klieťok

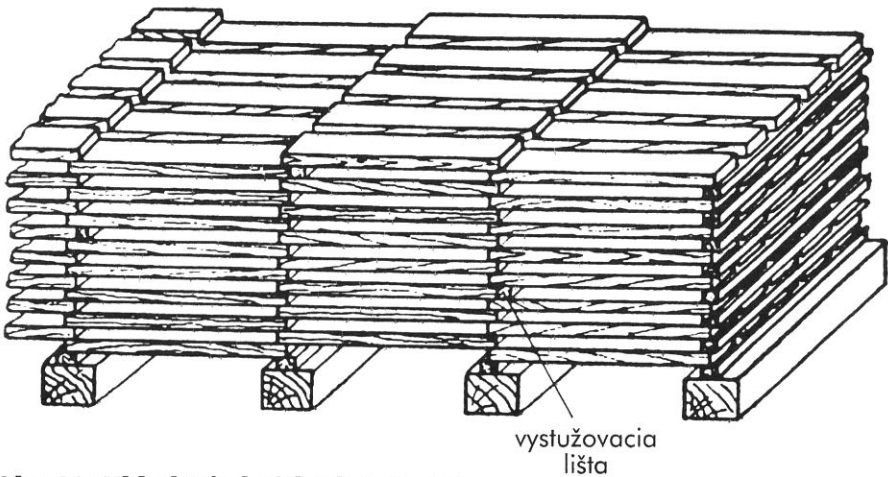
Na výrobu stavebno-stolárskych výrobkov a nábytku sa rezivo suší prirodzene a umele. Prirodzene sa rezivo vysúša v skladoch reziva. Doba vysušania závisí od ročného obdobia a poveternostných podmienok (pozri kapitolu 2.2.3).

Pri stavbe klieťky **na prirodzené sušenie reziva** treba zabezpečiť vhodný podklad klieťky, správny výber a polohu prekladov, ochranu čelných koncov a jej starostlivé uloženie a zakrytie klieťky. Postavením základov klieťky, uložením prekladov medzi vrstvami a vzdialenosťou medzi bočnými plochami reziva musí byť zabezpečené prúdenie vzduchu v klieťke.

Pokiaľ nám priestorové dôvody neumožňujú vhodne orientovať postavenie klieťky, treba čelá chrániť pred priamym slnečným žiarením. Robí sa to pomocou širších prekladov prečnievajúcich pred čelnú plochu reziva, tieniacich pásov alebo náterov. Rezivo sa ukladá buď do kmeňovej, alebo do hranatej klieťky.



**Obr. 89. Ukladanie neomietaného reziva:** a – do tvaru kmeňa, b – voľne

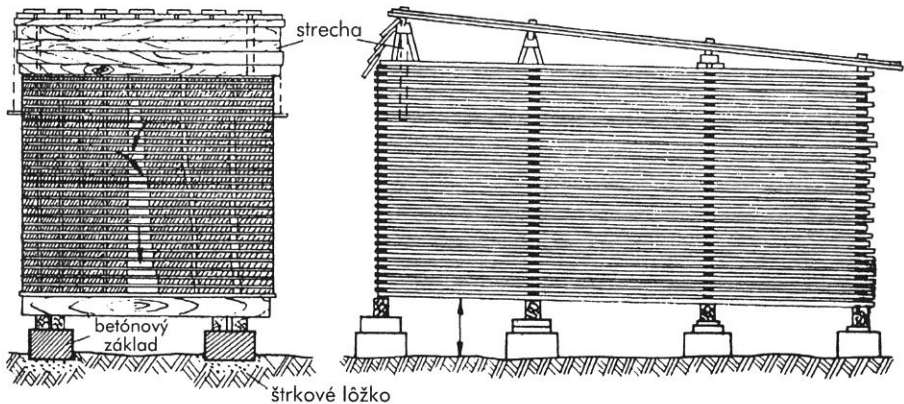


**Obr. 90. Ukladanie krátkych prírezov**

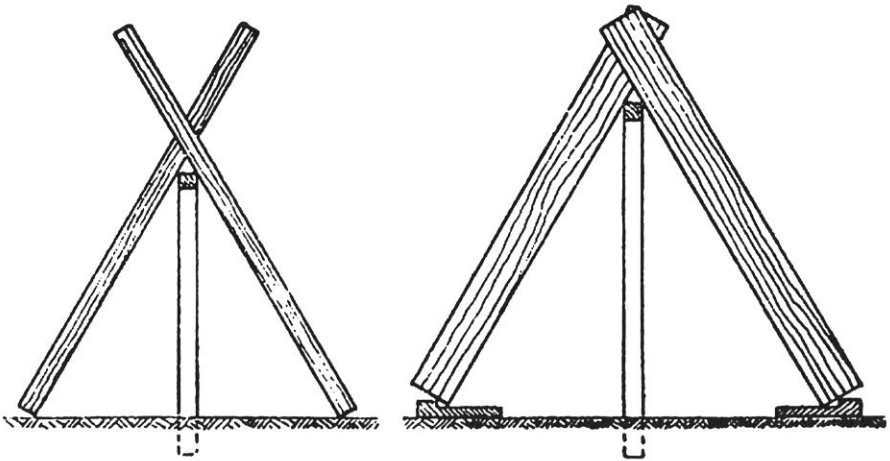
**Kmeňová klieťka** slúži na uloženie čerstvo narezaného neomietaného reziva. Obvykle sa do jednej klieťky uloží všetko rezivo získané porezom jedného kmeňa (obr. 89).

**Do hranatej klieťky** sa ukladá najčastejšie omietané rezivo. Rôzne druhy dreva vyžadujú pri sušení rôznu starostlivosť (obr. 90 a 91). Na sušenie sú citlivejšie listnaté dreviny ako ihličnaté. Pri širokých klieťkach sa robia komíny.

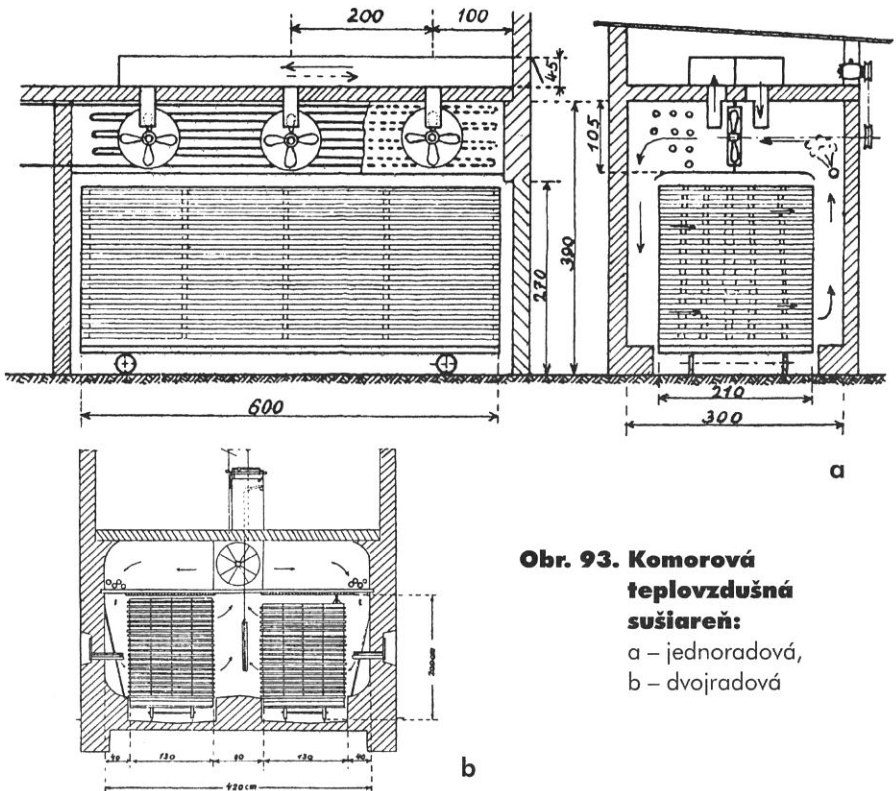
**Komíny** vznikajú pri zvislom usporiadaní reziva, v spodnej časti sú širšie ako 150 mm a smerom nahor sa zužujú (obr. 91). Počet, veľkosť a usporiadanie komínov závisí od šírky reziva a ako rýchlo sa má rezivo vysušovať. Ak sa pri širších



**Obr. 91. Stavba klieťky s komínom**



Obr. 92. Uloženie reziva do tvaru jaslí a stanu



Obr. 93. Komorová  
teplovzdušná  
sušiareň:

- a – jednoradová,
- b – dvojradová

klietkach nerobia komíny, rezivo sa vysúša v strede klietky zle a niekedy v nej aj splesnivie. Aby sa hrubé fošne vysýchali rovnomerne, treba zabezpečiť, aby fošne z vrchných častí kmeňa prišli na spodok klietky a bočné rezivo do vnútra klietky. Rezivo sa ukladá pravou stranou hore.

Niekedy sa veľmi mokré rezivo ukladá do tvaru **jaslí** alebo **stanu** (obr. 92). Týmto spôsobom sa rezivo vysúša rýchlejšie ako pri bežnejšom uložení na plocho. Po 2 až 14 dňoch je drevo dostatočne suché a kladie sa do klietok na plocho, aby sa nešúverilo a netrhlo na čelách. Strechy, ktoré klietky chránia pred slnkom, dažďom a snehom, majú mať sklon asi 12 % a prečnievať asi 30 cm na všetky strany. Medzi strechou a hornou plochou klietky sa necháva priestor asi 12 cm. V zime sa strechy zbavujú snehu a na záver zimy aj pôda v okolí klietok.

Správne uložené rezivo vplyva na rýchlosť a na kvalitu prirodzeného vysušania reziva. Vlhkosť dreva v klietke možno sledovať vyrezaním vlhkosťných vzoriek dlhých asi 60 cm. Postup je rovnaký ako pri sledovaní vlhkosti pri umelom sušení. Rezi-vo prirodzeným vysúšaním sa vysuší na vlhkosť 20 až 15 %.

Rezivo sa umelo suší v sušiarňach. **Sušiarne** sú uzatvorené pravouhlé alebo valcové zariadenia, do ktorých sa ukladá rezivo. Rezivo musí byť uložené tak, aby sa čo najlepšie využil priestor, ktorý vymedzuje izolovaný plášť sušiarne a zabudované technologické zariadenie, a súčasne zabezpečil aj odvod nepotrebnéj vlhkosti z reziva.

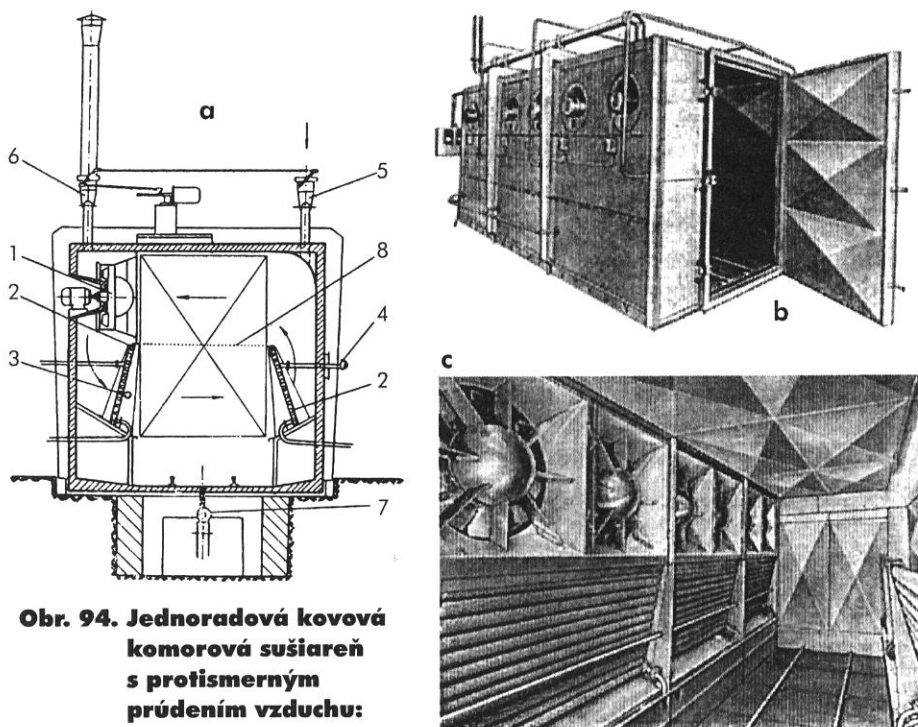
Podľa technológie sušenia sa sušiarne na umelé sušenie reziva rozlišujú najmä na teplovzdušné, kondenzačné, vysokofrekvenčné a vákuové.

#### ■ **Teplovzdušné sušiarne** môžu byť komorové a tunelové.

□ **Komorové sušiarne** majú v celom sušiacom priestore v rovnakom čase vždy rovnakú klímu a rezivo počas sušenia nemení svoje miesto v priestore sušenia. Tieto sušiarne majú obvykle prerušovanú prevádzku, to znamená, že potrebujú určitý čas na naplnenie a vyprázdnenie sušiarne (obr. 93 a 94).

□ **Tunelové sušiarne** majú neprerušovanú prevádzku, klietky s rezivom sa v sušiarňi pohybujú medzi zónami, ktoré majú rôznu klímu (obr. 95 a 96).

■ **Kondenzačné sušiarne.** Pri teplovzdušnom sušení teplota vzduchu s časom sušenia stúpa (do 80 °C a viac), naopak, pri kondenzačnom sušení sa vzduch v komore striedavo ohrieva a ochladzuje (obr. 97). Na vysušanie sa používajú nízke teploty do 40 °C. Kondenzačná sušiareň pracuje ako chladiaci stroj. Vzduch v komore, ktorý prijíma vlhkosť z dreva, sa vedie do výparníka, kde sa ochladzuje na teplotu rosného bodu a vlhkosť obsiahnutá vo vzduchu sa zrazí na vodu a odvedie sa von. Takto odvlhčený vzduch sa opäť ohreje. Tento postup sa opakuje dovtedy, kým vysušané rezivo nedosiahne požadovanú vlhkosť. Pri kondenzačnom sušení sa rezivo suší len do vlhkosti 12 %.



**Obr. 94. Jednoradová kovová komorová sušiareň s protismerným prúdením vzduchu:**

**a** – rez sušiarňou,

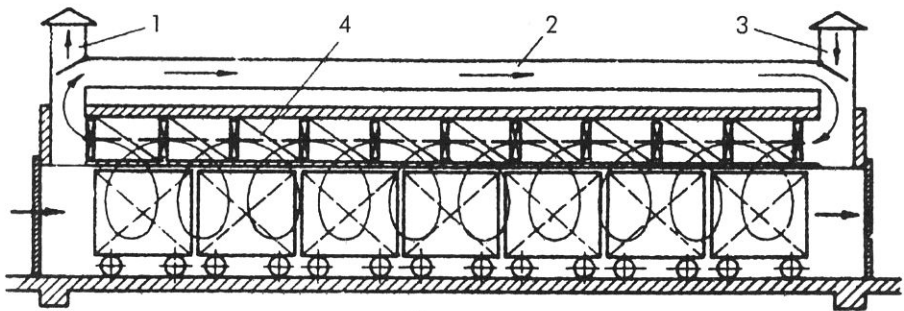
1 – ventilátor s elektromotorom, 2 – ohrievače vzduchu, 3 – vlhčiacia rúrka, 4 – psychrometer, 5 – nasávacie potrubie s klapkou, 6 – odvetrávacie potrubie s klapkou, 7 – odvod skondensovanej vodnej pary, 8 – deliaca vrstva,

**b** – pohľad na sušiareň, **c** – pohľad na vnútorné zariadenie

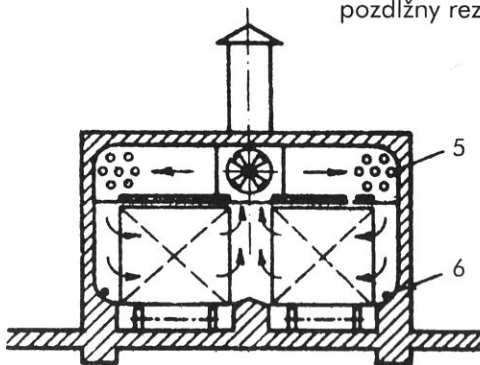
Rezivo sa do teplotovzdušných a kondenzačných sušiarňí ukladá do pravouhlých klieťok obvykle na pohyblivé koľajové vozíky. Do sušiarne sa musí uložiť rezivo jednej dreveniny, rovnakej hrúbky a začiatočnej vlhkosti. Výnimočne možno dreveniny vzájomne kombinovať. Nesmú sa však spolu sušiť dreveniny ihličnaté s listnatými alebo jadrové s beľovými. V klieťke by malo byť rezivo približne rovnakej dĺžky. Pokiaľ to nie je možné, kombinujú sa dlhé kusy s krátkymi tak, aby nevznikol voľný priestor.

Rezivo sa do klieťky ukladá približne rovnakej vlhkosti. Do jednej klieťky sa nesmie (sušiarne) uložiť rezivo čerstvé s predsušeným rezivom s vlhkosťou pod BNV.

**Prekladové latky** majú byť z rovnovláknitého, zdravého, vysušeného dreva, bez hrčíc a smolníkov, ohobľované na rovnakú hrúbku. Hrúbka prekladových latiek býva 25 mm, šírka 40 a 60 mm, dĺžka závisí od šírky klieťky. Vzďialenosť prekladov v smere dĺžky reziva závisí od hrúbky a druhu sušenej dreveniny, a tým aj od jej

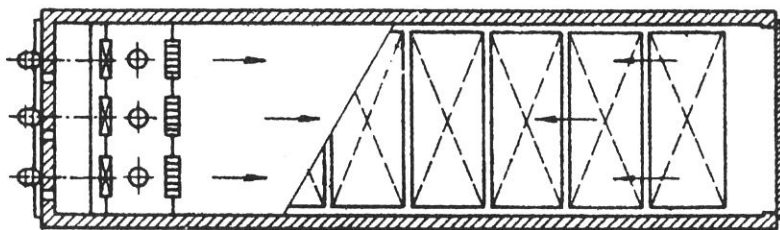
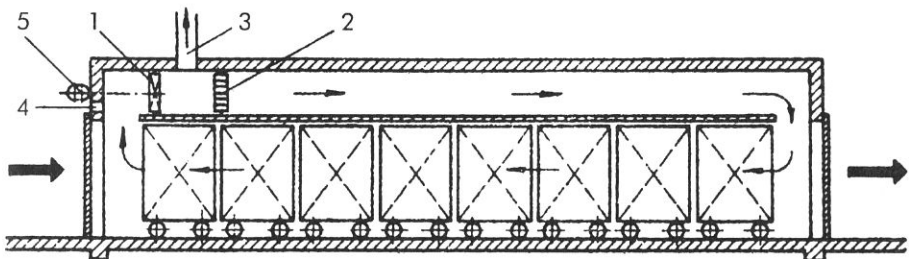


pozdĺžny rez



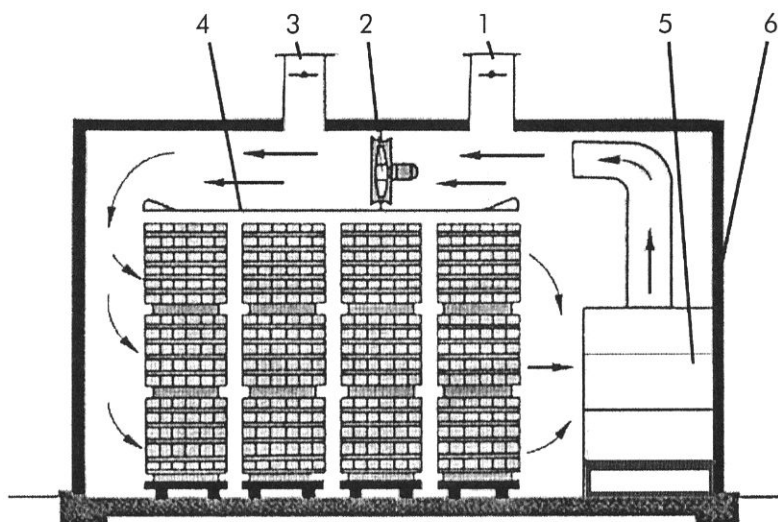
priečny rez

**Obr. 95. Tunelová sušiareň s priečnym prúdením vzduchu**



**Obr. 96. Tunelová sušiareň s pozdĺžnym prúdením vzduchu**





**Obr. 97. Kondenzačná sušiareň:** 1 – komín s prívodom vzduchu, 2 – osový ventilátor, 3 – komín na odvod vlhkého vzduchu, 4 – medzistrop, 5 – kondenzačná jednotka, 6 – plášť sušiarne

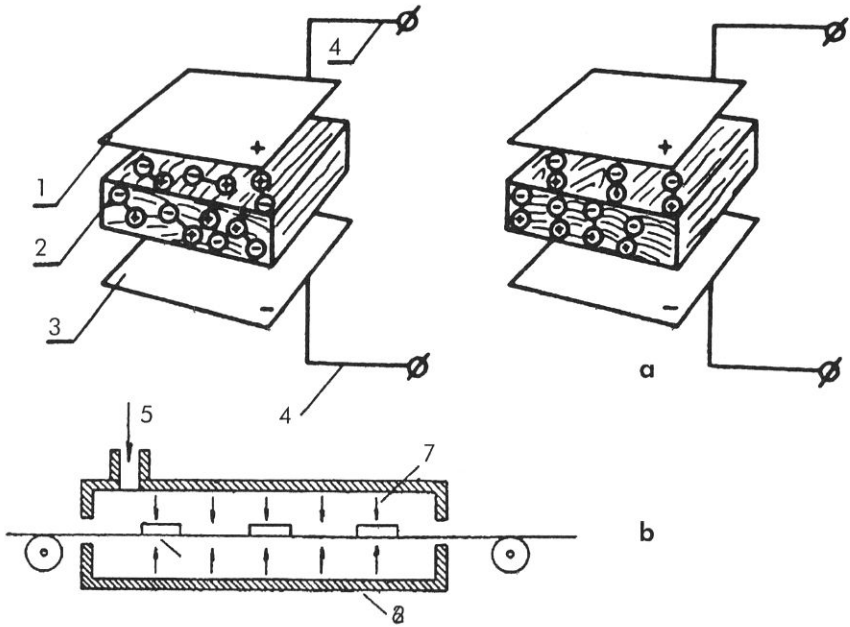
sklonu k šúvereniu. Obvykle sa pri mäkkom a hrubšom rezive ako 25 mm volí vzdialenosť 120 cm a pri tvrdom a tenšom rezive 60 až 90 cm.

Prekladové latky musia ležať nad sebou a nesmú prečnievať z klietky. Pri niektorých teplovzdušných sušiarňach, kde sa počíta so vstupom obsluhujúceho personálu, treba nechať medzi stenou klietky a vnútornou stenou sušiarne, prípadne technologického zariadenia priestor na pohyb zamestnanca. Je vhodné, keď sa pred sušiarňou postaví stabilný kovový rám vymedzujúci profil klietky.

### ■ Vysokofrekvenčné (dielektrické) sušiarne

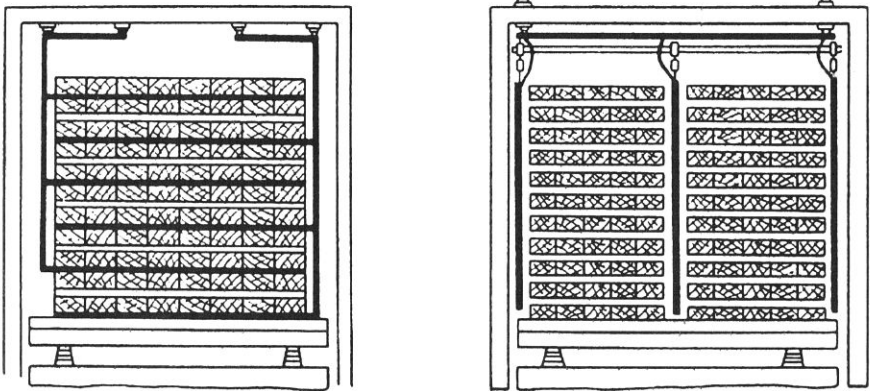
Vysušanie je založené na princípe kondenzátora, v ktorom je nevodivé drevo (dielektrikum) vystavené vysokofrekvenčným prúdom (obr. 98 a 99). Drevo v kondenzátorovom poli sa polarizuje, to znamená, že jeho molekuly dostávajú kladný a záporný pól a orientujú sa k opačnému pólu. Rýchlym striedaním (frekvenciou) prúdu sa trením molekúl drevo ohrieva (počet cyklov až 500 000 za sekundu) a začína z neho unikať voda.

Tento spôsob sa významne líši od ostatných spôsobov sušenia dreva, pretože teplo sa neprivádza z vonku, ale vzniká trením priamo v dreve. Vzhľadom na to, že drevo je zlým vodičom tepla, rezivo sa zohrieva pomaly od stredu prierezu k povrchu. Aj vlhkosť sa pohybuje od stredu k povrchu pomaly, čo môže spôsobiť vznik

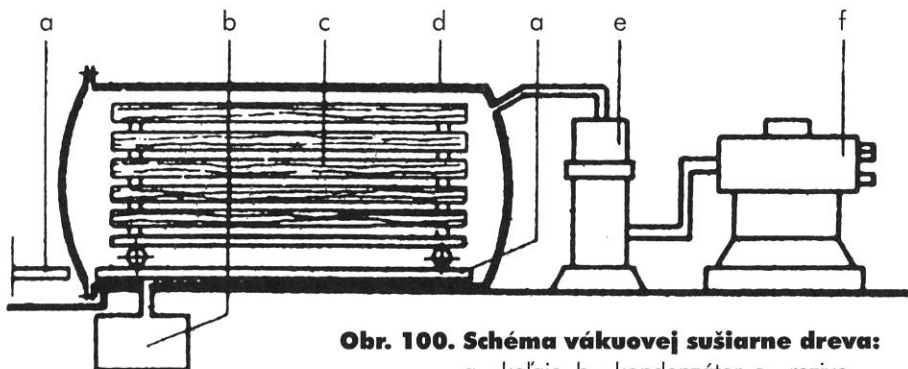


**Obr. 98. Dielektrický ohrev materiálu: a** – schéma dielektrického sušenia, 1, 3 – elektródy, 2 – sušené drevo, 4 – prívod vzduchu, **b** – schéma zariadenia, 5 – prívod k magnetrónu, 6 – vlnovod, 7 – elektromagnetické pole

napätí a trhlin v dreve. Vysokofrekvenčné sušenie je energeticky náročné, a tým málo efektívne. Tento spôsob sušenia je málo pracný, prebieha v linke, bez nutnosti ukladať rezivo do kliebok.



**Obr. 99. Schéma diskontinuálnej dielektrickej sušiarne**



**Obr. 100. Schéma vákuovej sušiarne dreva:**

a – koláže, b – kondenzátor, c – rezivo,  
d – kovový valec, e – zásobník, f – vývevy

### ■ Vákuová sušiareň

Pri sušení v tejto sušiarňi sa voda z dreva odstraňuje pri zníženom tlaku vzduchu (obr. 100). Poklesom tlaku vzduchu sa znižuje bod varu vody, čím nastáva vyparovanie vody z dreva pri nižších teplotách ako pri teplovzdušnom sušení. Pri vákuovom sušení ide o dva spôsoby: sušenie s vykurovacími doskami a sušenie bez nich.

**Pri sušení s vykurovacími doskami** (elektrickými alebo teplovodnými) sa medzi jednotlivé vrstvy uloženého reziva umiestnia vykurovacie dosky (kontaktný ohrev). Odparená voda z dreva sa ochladzuje a vylučuje sa na vstavaných chladiacích plochách. V priebehu sušenia sa vlhkosť vzduchu znižuje za súčasného zvyšovania teploty do 65 °C. Krátko pred dosiahnutím požadovanej konečnej vlhkosti sa vykurovanie vypne a komora sa vyvetrá.

**Pri sušení bez vykurovacích dosiek** sa medzi jednotlivé vrstvy reziva položia prekladové latky a ohrievaný vzduch prúdi medzi vrstvami ako pri teplovzdušnom vysušaní. Vykurovanie vzduchu sa vykonáva vykurovacími registrami ako pri komorových teplovzdušných sušiarňach. Po dosiahnutí požadovanej teploty sa vykurovanie vypne a vytvorí sa vákuum. Proces sa niekoľkokrát opakuje.

Vákuové sušiarne sa používajú len vtedy, ak sa má rýchlo vysušiť malé množstvo reziva. Dnes sa dodávajú malým stolárskym dielňam **plnoautomatizované vákuové sušiarne** nevyžadujúce osobitnú starostlivosť.

#### 5.1.3 Vysušacie postupy

Vysušacie postupy zahŕňajú práce od uloženia reziva na sušiarenské vozíky, cez vlastné sušenie až po uloženie vysušeného reziva.

Vysušacie postupy majú tieto spoločné etapy:

- prípravné práce pred sušením,
- vlastný sušiaci proces,

- zohrievanie reziva a vlhčenie,
- vlastné sušenie a na záver podľa požiadavky ošetrovanie reziva (egalizácia a zlahodňovanie),
- ochladzovanie,
- klimatizácia a hodnotenie kvality vysušeného reziva.

Prípravné práce pred sušením zahŕňajú stanovenie sušiaceho režimu, prípravu reziva na sušenie, prípravu a kontrolu sušiaceho zariadenia a vloženie reziva do sušiarne.

**Sušiace režimy** boli stanovené po viacročných skúsenostiach a po dôkladnej laboratórnej a experimentálnej príprave, na základe podrobného poznania vzťahu voda drevo. Ide o časové závislosti teploty, relatívnej vlhkosti vzduchu v sušiarňe a vlhkosti dreva.

Sušiacim režimom sa pripravuje vlastné sušenie, ktoré sa skladá z týchto úsekov:

- zohrievanie reziva,
- vlastné sušenie,
- ošetrovanie reziva.

**Sušenie** má iný priebeh, keď sa suší rezivo so začiatočnou vlhkosťou nad BNV alebo rezivo predsušené v sklade reziva na vlhkosť dreva pod BNV. Sušiaci režim môže byť zostavený podľa sledovania vlhkosti dreva alebo podľa času. Pri riadení sušenia na základe vlhkosti dreva sú zmeny teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu (RVV) v sušiarňe reakciami na zmeny vlhkosti dreva. Pri riadení sušenia podľa času zmeny teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu závisia od doby sušenia. Aj keď toto sušenie vychádza zo zistení začiatočnej vlhkosti reziva a známeho úbytku vlhkosti dreva na teplote a na čase v sušiarňe, používa sa v praxi len obmedzene.

V súčasnosti je najrozšírenejším spôsobom riadenie sušenia na základe zmeny vlhkosti dreva. V podstate existujú dva režimy sušenia: *sušenie mäkké* a *sušenie tvrdé* (tabuľky 7 až 10).

**Kritérium tvrdosti sušiaceho režimu** je charakterizované intenzitou odparovania vlhkosti z reziva do prostredia. Určuje sa parametrami sušiaceho procesu (teplota a relatívna vlhkosť vzduchu) a vlhkosťou dreva. Režimy sušenia sú pre väčšinu drevín normalizované.

**Príprava reziva na sušenie** má veľký význam na kvalitu sušenia. Okrem všeobecných zásad platných pre uloženie reziva do kliebok treba rešpektovať aj požadovaný smer prúdenia vzduchu, ktorý je daný konštrukciou tohto technologického zariadenia.

Tabuľka 7

**Sušiaci režim smreka, borovice, jedle, douglasky, vejmutovky s hrúbkou 15 až 20 mm**

Vlhkosť dreva (%)	Mäkké sušenie			Tvrdé sušenie		
	$t_s$ °C	$t_v$ °C	$p_r$ °C	$t_s$ °C	$t_v$ °C	$p_r$ °C
Viac ako 60	70	65	5	80	72	8
60 – 40	75	68	7	80	72	8
40 – 30	75	65	10	80	70	10
30 – 25	80	67	13	80	65	15
25 – 20	85	70	15	85	65	20
20 – 15	90	70	20	90	65	25
15 – 10	90	70	20	90	65	25
10 – 8	90	65	25	90	65	25

Tabuľka 8

**Sušiaci režim smreka, borovice, jedle, douglasky, vejmutovky s hrúbkou 32 až 60 mm**

Vlhkosť dreva (%)	Mäkké sušenie			Tvrdé sušenie		
	$t_s$ °C	$t_v$ °C	$p_r$ °C	$t_s$ °C	$t_v$ °C	$p_r$ °C
Viac ako 60	70	66	4	80	74	6
60 – 40	75	69	6	80	74	6
40 – 30	75	67	8	80	72	8
30 – 25	80	70	10	80	68	12
25 – 20	85	72	13	85	67	18
20 – 15	90	72	18	90	67	23
15 – 10	90	70	20	90	65	25
10 – 8	90	67	23	90	65	25

Súčasťou prípravných prác na zistenie vlhkosti dreva je aj

- umiestnenie vlhkosťových vzoriek váhovou metódou,
- pri moderných poloautomatických sušiarňach umiestnenie vlhkosťových sond, ktoré snímajú vlhkosť reziva počas celej doby sušenia.

Na zistenie vlhkosti dreva váhovou metódou sa do jednej klietky umiestňuje 3 až 5 vzoriek na rôzne miesta tak, aby sa vybralo rezivo najvlhšie, menej vlhké a najsuchšie.

Tabuľka 9

**Sušiaci režim buka, gaššana jedlého, jaseňa, javora, orecha s hrúbkou 15 až 28 mm**

Vlhkosť dreva (%)	Mäkké sušenie			Tvrdé sušenie		
	$t_s$ °C	$t_v$ °C	$p_r$ °C	$t_s$ °C	$t_v$ °C	$p_r$ °C
Viac ako 60	50	48	2	70	68	2
60 – 40	50	47	3	70	67	3
40 – 30	53	49	4	70	66	4
30 – 25	56	51	5	75	69	6
25 – 20	60	50	10	75	65	10
20 – 15	65	50	15	80	65	15
15 – 10	70	50	20	80	55	25
10 – 8	70	45	25	80	55	25

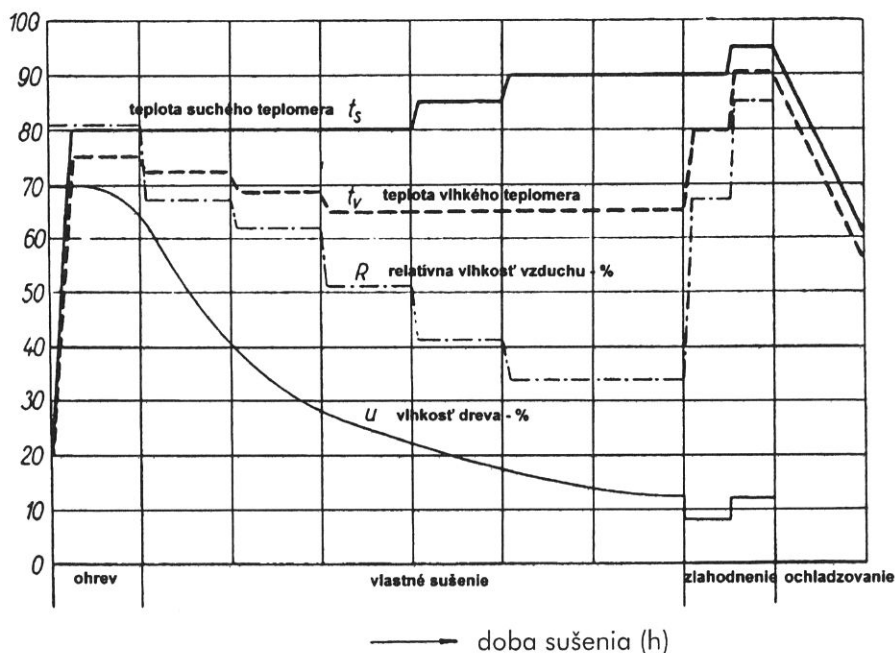
Tabuľka 10

**Sušiaci režim buka, gaššana jedlého, jaseňa, javora, orecha s hrúbkou 32 až 60 mm**

Vlhkosť dreva (%)	Mäkké sušenie			Tvrdé sušenie		
	$t_s$ °C	$t_v$ °C	$p_r$ °C	$t_s$ °C	$t_v$ °C	$p_r$ °C
Viac ako 60	50	48	2	65	63	2
60 – 40	50	48	2	65	63	2
40 – 30	53	50	3	70	67	3
30 – 25	56	51	5	70	65	5
25 – 20	60	52	8	75	67	8
20 – 15	65	50	15	75	60	15
15 – 10	70	50	20	80	60	20
10 – 8	70	50	20	80	55	25

Na zistenie rozloženia vlhkosti reziva v kletke sa používa elektrický vlhkomer. Pri meraní elektrickým vlhkomerom sa vykoná viac meraní na rôznych kusoch reziva, aby sa čo najpresnejšie zistilo rozpätie vlhkosti v kletke.

**Pri teplovzdušnom sušení** majú významný vplyv na dobu sušenia ventilátory. V rámci prípravy na sušenie treba práve ich údržbe venovať veľkú pozornosť. Ďalšou podmienkou efektívneho sušenia je dostatočné uzavretie a utesnenie dverí sušiarne po navezení reziva.



**Obr. 101. Sušiarenský graf**

Vlastný sušiaci proces sa začína **ohrevom a vlhčením**. Teplota a relatívna vlhkosť vzduchu sa pri ohreve riadi stanoveným sušiacim režimom, ktorý môže byť vyjadrený aj graficky (obr. 101). Čas ohrievania sa určuje podľa hrúbky reziva. Platí všeobecné pravidlo, že každý centimeter hrúbky reziva treba zohrievať asi 1 hodinu. Účelom ohrevu a vlhčenia pred sušením je vyrovnanie vlhkosťných rozdielov dreva v kletke.

**Vlastné sušenie** sa začína až po ohriatí reziva. Vlhkosť reziva sa znižuje sušením podľa sušiarenských režimov. Počas sušenia sa zisťuje vlhkosť reziva vzorkami alebo prostredníctvom trvalého merania pomocou sond zavedených do reziva. Teplota v sušiarenskom zariadení sa riadi pomocou regulovateľného spínacieho teplomera vpúšťaním alebo zastavovaním vykurovacieho média.

Vlhkosť v zariadení je regulovaná na základe relatívnej vlhkosti vzduchu vyjadrenej tzv. teplotou suchého teplomera ( $t_s$ ) a rozdielom teplôt vlhkého ( $t_v$ ) a suchého teplomera (psychometrický rozdiel). Keď treba zmenšiť psychometrický rozdiel ( $p_r$ ) medzi vlhkým a suchým teplomerom, vnútorný priestor sušiarne sa zvlhčí napríklad vpúšťaním vlhkej pary cez vlhčiacu rúrku (tabuľky 7 až 10).

Naopak, ak sa má psychometrický rozdiel zväčšiť, vpúšťa sa do sušiarne čerstvý vzduch za súčasného odvetrávania vlhkého vzduchu zo sušiarne. Odvetráva-

nie prebieha pomaly, aby relatívna vlhkosť vzduchu v sušiarňi príliš nekolísala. V moderných sušiarňach sú procesy vlhčenia, odvetrávania a regulovania teploty plne automatizované.

Sušenie je skončené, keď vlhkosť väčšiny vzoriek nachádzajúcich sa v kletke klesne pod požadovanú konečnú vlhkosť dreva. Meraním vzoriek sa treba presvedčiť, či sa dosiahla požadovaná konečná vlhkosť. Vlhkosť sa môže merať elektrickými vlhkomermi. Pred vyvezením reziva zo sušiarne ho najprv ochladíme.

Najpoužívanejší spôsob ochladzovania je ten, že po vypnutí sušiarne sa otvorí dvere sušiarne a rezivo sa nechá v sušiarňi pri otvorených dverách.

Teoreticky má ochladzovanie trvať tak dlho ako ohrev. Platí pravidlo, že rezivo sa zo sušiarne nevyváža dovtedy, kým rozdiel medzi teplotou v sušiarňi a prostredím (kde sa má rezivo vyviezť) je väčší ako 30 °C. Keď sa kladú vysoké požiadavky na kvalitu vysušeného reziva pred ochladzovaním, do sušiaceho režimu sa musí zaradiť aj egalizácia a zlahodňovanie.

**Egalizáciou** sa má predovšetkým vyrovnáť vlhkosť medzi jednotlivými kusmi reziva, kým **zlahodňovaním** sa vyrovnáva vlhkosť v priereze reziva.

Proces egalizácie sa riadi vlhkosťou najsuchších a najvlhších vlhkosťných vzoriek. Egalizácia začína vtedy, keď vlhkosť najsuchších vzoriek klesla pod 2 % oproti požadovanej konečnej vlhkosti. Egalizácia končí vtedy, keď vlhkosť najvlhšej vzorky klesne pod požadovanú konečnú vlhkosť. Ihneď po egalizácii nastáva zlahodňovanie. Parametre prostredia sušiarne sa nastavujú na rovnovážnu vlhkosť dreva o 2 až 3 % vyššiu pre ihličnany a o 4 % vyššiu pre listnáče ako je žiadaná konečná vlhkosť reziva. V ošetrovaní sa pokračuje dovtedy, kým sa všetky vlhkosťné vzorky ustália na požadovanú vlhkosť. Čas potrebný na egalizáciu a zlahodňovanie závisí od drevinu a veľkosti skôrnatenia reziva.

Nevýhodou zlahodňovania je to, že sa predlžuje (niekedy podstatne) celková doba sušenia, čím sa znižuje kapacita sušiarne a zvyšujú sa náklady na sušenie. Zvýšenie nákladov by mala nahradiť kvalita vysušeného reziva. Po skončení zlahodňovania sa rezivo ochladí už uvedeným postupom.

Po vyvezení reziva zo sušiarne nasleduje **klimatizácia a hodnotenie kvality sušenia**.

- Klimatizácia môže prebiehať v priestoroch s teplotou prostredia 18 až 25 °C a s relatívnou vlhkosťou vzduchu 50 až 60 %. V tomto priestore má rezivo zostať niekoľko dní, aby sa prípadné vlhkosťné rozdiely a napätie v dreve vyrovnali ešte pred jeho spracovaním. Odporúča sa minimálna doba klimatizácie pre ihličnaté drevinu 24 hodín a pre listnaté 48 hodín. Rovnaké vlhkosťné pomery majú byť aj v prírezovni a v ďalších obrábacích, montážnych a dokončovacích dielňach.
- Kvalita sušenia sa hodnotí okrem dosiahnutej konečnej vlhkosti skúškami skôrnatenia a skúškami rozloženia vlhkosti po priereze (len fošne).



### 5.1.4 Sušiarenské záznamy a kontrola kvality sušenia

Správne sušenie je veľmi dôležité, pretože:

- umožňuje dodávku reziva požadovanej kvality do ďalších fáz stavebno-sto-lárskej a nábytkárskej výroby,
- zabraňuje zbytočnému poškodzovaniu nástrojov,
- obmedzuje, prípadne odstraňuje prestoje,
- umožňuje zvyšovať kvalitu výrobkov,
- zvyšuje produktivitu práce.

Aby sa dosiahli tieto ciele, proces sušenia sa musí kontrolovať. Z tohto dôvodu sa vedie **sušiarensky záznam**, ktorý sa

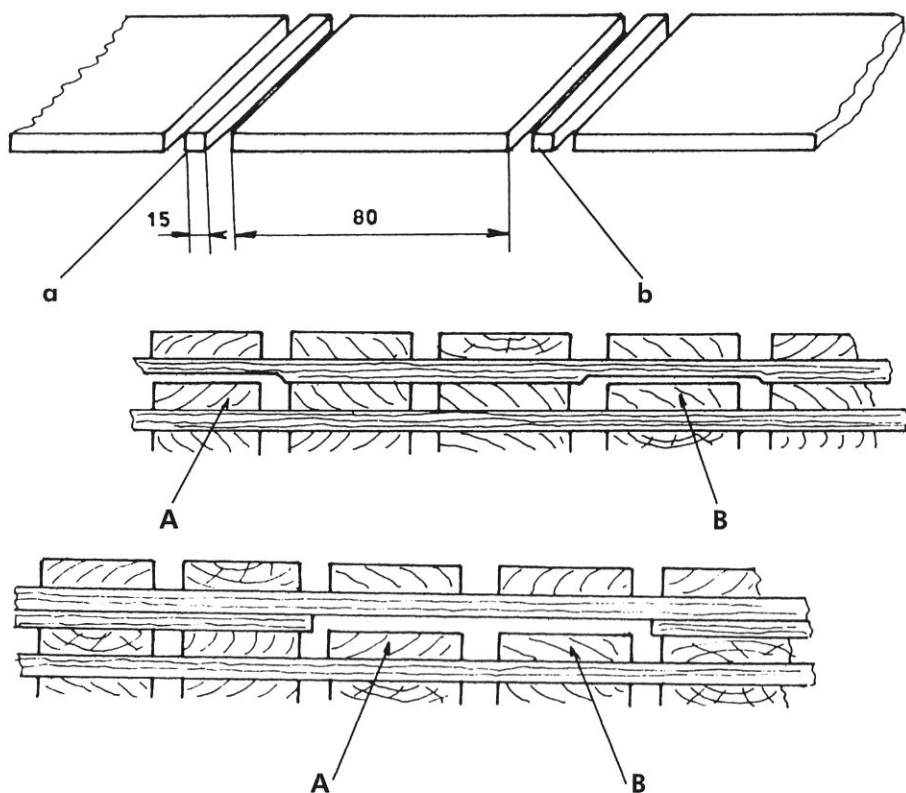
- vyhodnocuje a podáva podrobný prehľad o celom vysušacom postupe,
- stáva podkladom pre hodnotenie efektívnosti sušenia a vykonanie úprav sušiarenskeho režimu,
- najčastejšie vedie vo forme denníka, do ktorého sa v časovom slede zapisujú všetky práce a zásahy do sušiaceho procesu.

Sušiarenský záznam (denník) môže mať formu otvoreného veľkého linajkového zošita (formát A3), v ktorom je predpísané záhlavie. Keď je viac sušiarňí, treba pre každú sušiareň viesť osobitný denník.

#### **Do sušiarenskeho záznamu (denníka) sa zaznamenáva:**

- objem sušeného reziva v m<sup>3</sup>,
- drevina a hrúbka reziva,
- začiatková a konečná vlhkosť každej z vlhkosťnych vzoriek a priemerná vlhkosť dreva v kletke,
- sušiaci režim (jeho základné charakteristiky:  $(t_s; t_v; p_r)$ ),
- dátum a čas začiatku a konca ohrevu,
- dátum a čas začiatku a konca sušenia,
- konečné charakteristiky sušiaceho režimu  $(t_s; t_v; p_r)$ ,
- dátum a čas začiatku a konca egalizácie a jeho charakteristiky  $(t_s; t_v; p_r)$ ,
- dátum a čas začiatku a konca zlahodňovania a jeho charakteristiky  $(t_s; t_v; p_r)$ ,
- dátum a čas začiatku a konca ochladzovania,
- kvalita sušenia (kôrnatenie, rozloženie vlhkosti po priereze a iné poškodenia).

V denníku má byť priestor aj na záznamy o mimoriadnych zásahoch do sušiarenskeho režimu, jeho kontrole a pod. Na zistenie efektívnosti sušenia sa odporúča do záznamov zahrnúť aj náklady na spotrebu energií počas sušenia, ktoré sa zistia odčítaním stavu elektromerov alebo plynomerov pred a po vyvezení reziva zo sušiarňí.



**Obr. 102. Schéma vyrezávania:** a, b – vlhkostných vzoriek, A, B – sušiacich vzoriek a ich uloženie v kletke

Efektívnosť sušenia je úzko spojená s kvalitou sušenia. Kvalita sušenia sa hodnotí na vlhkostných vzorkách vyrezaných zo sušeného reziva pred a po sušení. Okrem percenta vlhkosti dreva sa na týchto vzorkách zisťuje spád vlhkosti medzi povrchovými a stredovými vrstvami, kôrnatenie, trhliny po vysušení, zrútenie buniek (kolaps) a farebné zmeny dreva.

**Stanovenie vlhkosti pri sušení** sa robí vážením a pomocou elektrických vlhkomerov.

■ **Stanovenia vlhkosti dreva vážením** spočíva na zistení hmotnosti vody obsiahnutej v dreve. Pri sušení sa vlhkosť dreva zisťuje na vlhkostných vzorkách a na sušiacich sa vzorkách.

Vlhkostná vzorka sa odrezáva v určitej vzdialenosti od čela reziva po celom pričnom priereze (asi 30 až 50 cm od konca) s dĺžkou 1 až 1,5 cm (obr. 102). Odrezaná vzorka sa očistí od vyčnievajúcich vlákien, odváži sa na

laboratórných váhach s presnosťou na 0,01 g a umiestni sa do laboratórnej sušiarne s teplotou 101 až 105 °C. Vzorka sa vysuší do ustálenej hmotnosti, to znamená, kým sa z nej neprestane vyparovať voda. Dosiahnutie ustálenej vlhkosti sa určuje niekoľkými váženiami. Sušenie je skončené vtedy, keď posledné dve váženiamajú rovnaký výsledok. Vzorky po vybratí zo sušiarne pred vážením ochladzujeme v exsikátore alebo pri horšej variante v nepriepustných igelitových vreckách. Táto ustálená hmotnosť sa pokladá za hmotnosť suchého dreva ( $m_o$ ). Vlhkosť sa vypočíta podľa vzťahu:

$$u = \frac{m_u - m_o}{m_o} \cdot 100 \quad (\%)$$

kde  $u$  – vlhkosť dreva v %;

$m_u$  – hmotnosť mokrého dreva (pred vysušením) v g;

$m_o$  – hmotnosť suchého dreva (po vysušení) v g.

V procese sušenia reziva sa vlhkosť dreva stanovuje podľa sušiacich vzoriek. Sušiacia vzorka je časť dosky alebo prierezu dĺžky 0,8 až 1,2 m, ktorej vlastnosti zodpovedajú priemerným vlastnostiam súboru materiálu uloženého do sušiarne. Sušiacia vzorka slúži na sledovanie vlhkosti dreva počas sušiaceho procesu. Sušiacia vzorka sa zväží súčasne s vlhkosťou vzorkou. Vzhľadom na väčšiu hmotnosť sa sušiacia vzorka váži na obchodných váhach s presnosťou na 5 gramov.

Uvedená rovnica na výpočet vlhkosti platí pre ľubovoľné vlhkosť a sušiacie vzorky nezávisle od rozmerov. Preto začiatočná vlhkosť sušiacej vzorky po vyrezaní je:

$$u_z = \frac{M_z - M_o}{M_o} \cdot 100 \quad (\%) \quad (1)$$

kde  $M_z$  – začiatočná hmotnosť sušiacej vzorky,

$M_o$  – hmotnosť sušiacej vzorky v absolútne suchom stave.

Z uvedeného vzťahu možno vypočítať hmotnosť absolútne suchej sušiacej vzorky:

$$M_o = \frac{100 \cdot M_z}{u_z + 100} \cdot 100 \quad (\%) \quad (2)$$

V procese sušenia sa vlhkosť sušiacej vzorky vypočíta zo vzťahu:

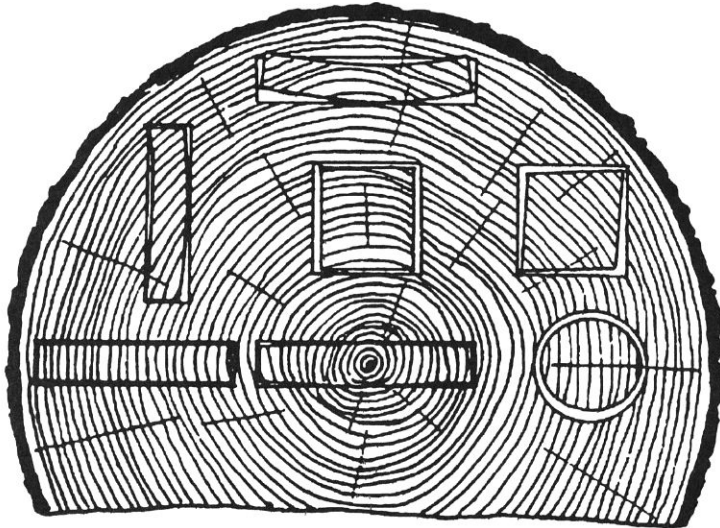
$$u = \frac{M_u - M_o}{M_o} \cdot 100 \quad (\%) \quad (3)$$

kde  $M_u$  – hmotnosť sušiacej vzorky v ľubovoľnom okamihu procesu sušenia, ktorá sa stanoví priamo vážením.

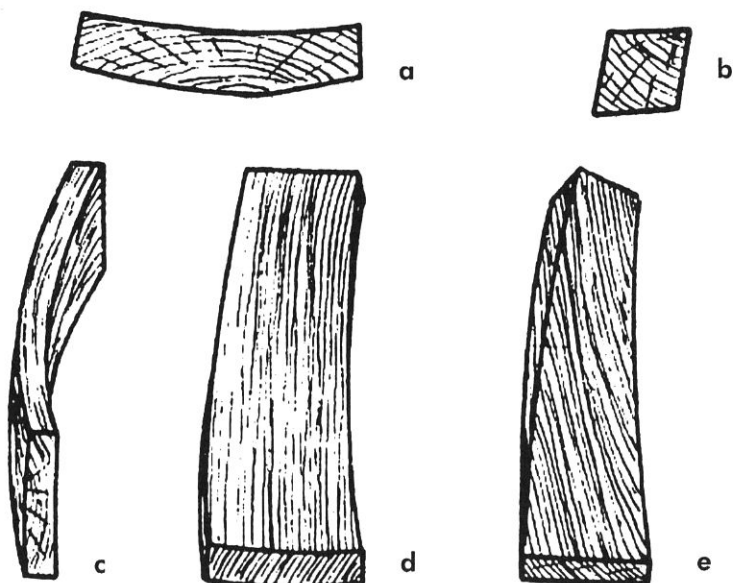
Sušiacia vzorka sa musí ukladať do kletky tak, aby ju bolo možné ľahko vybrať na odváženie a opäť uložiť do kletky. Pretože vlhkosť jednej sušiacej vzorky nemôže presne charakterizovať vlhkosť celej kletky, do kletky je vhodné ukladať dve alebo viac sušiacich vzoriek na miesta s najväčšou a najmenšou intenzitou sušenia. Steny sušiarne bývajú vybavené osobitnými dvierkami, cez ktoré je možné vyberať a vkladať sušiace vzorky tak, aby nebolo potrebné počas sušenia otvárať dvere a vchádzať do sušiarne pri vkladaní a vyberaní týchto vzoriek.

- **Stanovenie vlhkosti dreva elektrickými vlhkomermi.** Je to rýchlejší a pohodlnejší spôsob merania vlhkosti dreva. Tieto vlhkomery sú založené na meraní elektrických charakteristík dreva, ktoré závisia od jeho vlhkosti. Poznáme konduktometrické (odporové) vlhkomery, ktoré sú založené na meraní elektrickej vodivosti dreva. Kapacitné vlhkomery merajú vlhkosť dreva na princípe dielektrickej konštanty. Indukčné vlhkomery sú založené na princípe merania elektromagnetickej indukcie. Vplyv vlhkosti na elektromagnetickú vodivosť dreva spôsobuje, že najbežnejšími odporovými vlhkomermi sú spoľahlivo merané len vlhkosti dreva medzi 7 a 30 %.

**Nerovnaké zosychanie dreva v rôznych smeroch** sa prejavuje pri vysušaní vznikom napätí, ktoré ho deformujú. Na obr. 103 a 104 vidieť, že čím sa doska vyreže ďalej od drene, tým väčší je predpoklad jej zdeformovania. Pokiaľ



**Obr. 103. Šúverenie reziva v dôsledku nerovnomerného zosychania**



**Obr. 104. Šúverenie reziva:** a – prehnutie, b – šúverenie prierezu, c – do oblúku, d – hákové, e – cez roh

deformačné sily neprekročia hranicu pružnosti dreva, tieto zmeny sú vratné. Keď sa hranica pružnosti prekročí, vlhké drevo sa ustáli v novom tvare a nevráti sa do svojho pôvodného stavu. Toto ustálenie dreva v novom tvare sa nazýva **ustrnutie**. Do pôvodného stavu drevo možno vrátiť len parením alebo varením vo vode. Pri sušení môže ustrnutie nastať pri nesprávnom prekladaní reziva v klietke.

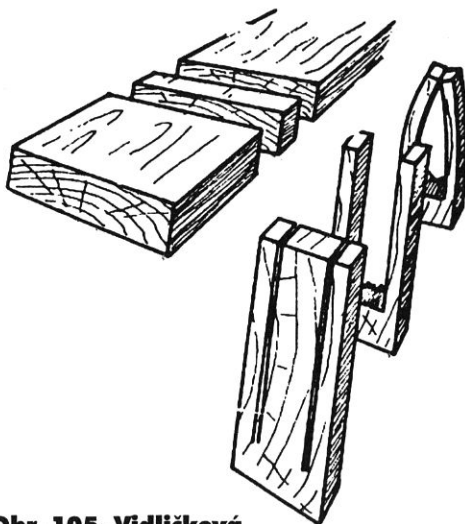
Rezivo uložené vo vrchných vrstvách klietky sa často šúverí. **Šúverenie** je zmena tvaru reziva spôsobená:

- rozdielnym zosychaním v radiálnom a tangenciálnom smere,
- chybami v stavbe dreva,
- vzniknutými vnútornými napätiami.

Drevo, ktoré vo svojich vrstvách rôzne ustrnulo sa volá **skôrnatené drevo**. Skôrnatenie môže vzniknúť aj pri ostrom režime sušenia, keď vonkajšie vrstvy vysychajú rýchlejšie ako stredové, najmä okolo BNV. Skôrnatenie je tým väčšie, čím je rezivo hrubšie, má vyššiu počiatočnú vlhkosť alebo bol kratší čas sušenia. Ide o veľmi vážnu výrobnú chybu, ktorá môže viesť pri opracúvaní reziva k znehodnoteniu výrobku. Prejavuje sa šúverením po odhobľovaní (najmä jednostrannom) povrchových vrstiev alebo štiepaním vo výdlaboch. Preto treba po skončení vlastného sušenia zisťovať veľkosť skôrnatenia. V prípade zistenia skôrnatenia reziva sa zaraďuje do sušiaceho režimu konečné ošetrovanie – zlahodňovanie.

V praxi sa skôrnatenie zisťuje **vidličkovou skúškou**. Rovnakým spôsobom, ako pri vyrezávaní vlhkostnej vzorky pred sušením reziva, sa vyreže vzorka na vidličkovú skúšku. Z doštičky sa potom vyreže stred, ako to zobrazuje obr. 105. Vyrezané vidličky sa vložia asi na dve hodiny do laboratórnej sušiarne vyhriatej na 50 °C. Tvar zubov po vyrovnaní vlhkosti charakterizuje zvyškové deformácie v dreve.

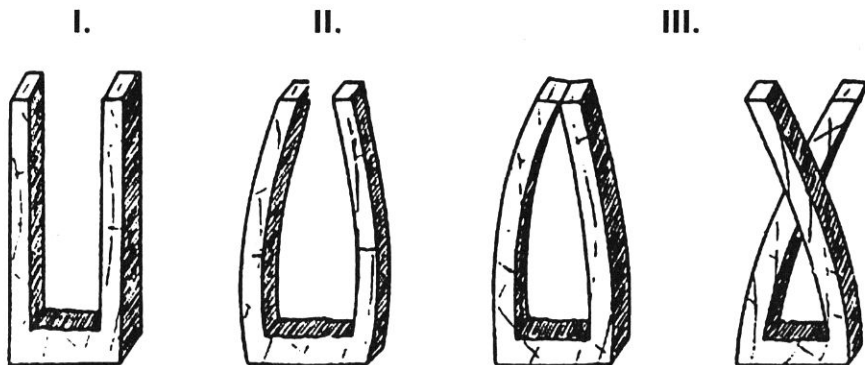
Keď sa tvar zubov vidličky nezmenil, vlhkosť dreva po hrúbke materiálu je rozložená rovnomerne. Keď sa tvar zubov zmenil, vlhkosť dreva po hrúbke je rozložená nerovnomerne. Zuby sa v takomto prípade ohýbajú smerom k väčšej vlhkosti.



**Obr. 105. Vidličková skúška skôrnatenia**

**Rozoznávajú sa tri štádiá skôrnatenia** (obr. 106).

- I. tvar – neskôrnatené drevo,
- II. tvar – drevo mierne skôrnatené, ktoré sa ešte na bežné účely nepokladá za chybné,
- III. tvar – rezivo je značne skôrnatené (vidličky sa dotýkajú až prekrývajú); toto rezivo treba podrobiť konečnému ošetreniu.



**Obr. 106. Štádiá skôrnatenia**

**Trhliny po vysušení** sú trvalým poškodením dreva. Drevo, ktoré už raz popraskalo, sa nemôže uviesť do pôvodného stavu. Preto sú trhliny najzávažnejšou chybou, ktorá vzniká pri sušení. Podľa príčin a miesta vzniku sa trhliny rozlišujú na povrchové, vnútorné, čelné a dreňové.

- **Povrchové trhliny** môžu vzniknúť najmä na začiatku sušenia pri ostrom sušení; vtedy sa vytvára veľký vlhkosťný spád spôsobený rýchlejšim znižovaním vlhkosti na povrchu oproti stredným vrstvám prierezu vysušáneho materiálu. Keď povrchové trhliny vzniknú počas sušenia, treba zastaviť ich rozširovanie. Nikdy sa nesnažíme ich ďalším vlhčením uzavrieť, pretože je to neúčelné až škodlivé.
- **Vnútorné trhliny** nie sú na sušenom rezive viditeľné. Tieto trhliny sú buď pokračovaním povrchových a čelných trhlín, ktoré sa na povrchu uzavreli, alebo vznikajú v druhej fáze skôrnatenia, keď sa rezivo po vysušení príliš dlho ošetruje. Vnútorné trhliny vznikajú najmä pri väčších hrúbkach, pri drevinách citlivých na sušenie, pri drevinách náchylných na zrútenie buniek (kolapsu), ale môžu vzniknúť aj pri skôrnatom rezive uskladnenom vo vlhkom prostredí.
- **Čelné trhliny** vznikajú ako dôsledok nerovnomerného úbytku vlhkosti z čiel a plochy reziva. Voda uniká z dreva v smere vlákien viac ako desaťnásobne rýchlejšie ako naprieč vlákien. Dôsledkom je vznik napätí medzi koncom reziva a jeho vnútornou časťou. Čelné trhliny vznikajú pri prirodzenom, ale aj pri umelom sušení dreva. Tejto chyby sa možno vyvarovať jednak pri umelom sušení úpravou režimu sušenia, jednak pri prirodzenom sušení správnym prekryvaním čiel reziva uloženého v klietke alebo náterom čiel.
- **Dreňové trhliny** vznikajú v okolí drene; sú dôsledkom štruktúry dreva v okolí drene, ktoré sa prejaví často až pri sušení. Ich účinok možno zmierňovať tak, že sa rez reziva vedie cez dreň.

**Zrútenie buniek – kolaps** vzniká pri sušení dreva s vlhkosťou nad BNV. Zrútenie buniek nastáva:

- pri unikaní voľnej vody z dreva (pri vlhkosti 50 až 60 %),
- pri rýchlom sušení,
- pri vysokých teplotách.

Rýchlou premenou vody (ktorá je obsiahnutá v bunkách) na paru a vznikom vnútorných napätí sa poškadzujú bunkové steny. Pri vysušenom rezive sa tento nedostatok prejavuje prepadnutými bočnými plochami reziva, šúverením, zvlhčením a zhustením dreva. Z našich drevín je na zrútenie najviac náchylný dub a vrbá. Tejto chybe možno predísť prirodzeným predsušením reziva. Zrútenie buniek (nie trhliny) možno napraviť konečným ošetrením dreva po sušení.

**Farebné zmeny dreva** vznikajú pri sušení, najmä vplyvom vysokých vysušiacich teplôt. Na zmene farby dreva sa podieľajú chemické zmeny niektorých látok nachádzajúcich sa v dreve (lignín, pentózany, farbivá). Nežiadúcemu sfarbeniu drevín, pri ktorom sa má zachovať prírodná farba (lipa, javor a pod.), sa možno vyhnúť sušením pri nižších teplotách (pod 60 °C).

## 5.2 Varenie a parenie dreva

Varenie a parenie sa zaraďujú medzi hydrotermické úpravy dreva. Pôsobením teploty a vlhkosti sa zníži tvrdosť a zvýši plasticosť dreva. Najčastejším spôsobom plasticosti je parenie, zriedkavejší je ohrev vo vode (varením). Varenie a parenie sa využíva najmä v preglejkovej výrobe pri zmäkčovaní výrezov pred lúpaním a krájaním. V stavebno-stolárskej výrobe sa parenie vyskytuje najmä pri spracovaní pareného bukového reziva na interiérové stavebno-stolárske výrobky a v nábytkárstve pri parení hranolov pred ohýbaním na stoličky alebo iný nábytok tvorený z dreva.

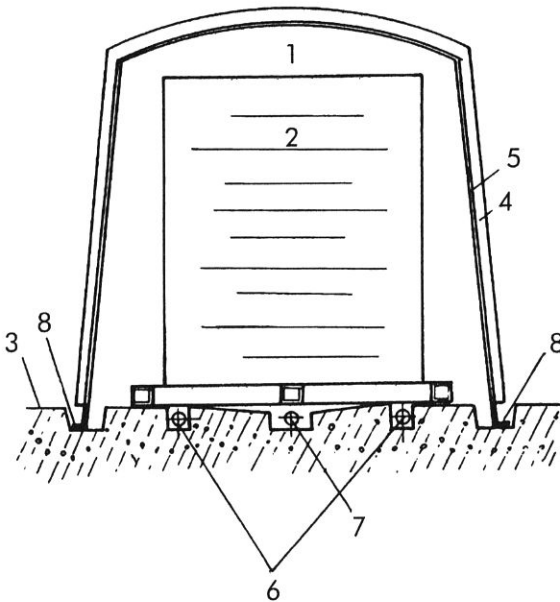
**Varenie dreva** je zaužívaný názov pre ohrev dyhových výrezov ponorených do vody. V skutočnosti nedochádza k vareniu, ale len k ohrevu dreva, pretože teplota vody pri tomto spôsobe úpravy nikdy nedosiahne 100 °C. Vodný ohrev sa vykonáva v bazénoch, ktoré sa naplnia výrezmi približne rovnakej hrúbky a dĺžky. Po naplnení výrezmi sa bazén naplní vodou, ktorá sa v bazéne začne ohrievať. Doba ohrevu sa počíta až od dosiahnutia predpísanej teploty, t.j. od 80 až 90 °C. Potom sa bazény zakryjú vekami a teplota sa udržiava počas celého ohrevu.

Aj keď tento spôsob hydrotermickej úpravy je vhodný v dyharniach pri spracovaní vzácnych drevín, postupne sa však od neho upúšťa, pretože ide o vysoké energetické nároky, o technologickú náročnosť spojenú s odčerpávaním vody, ale aj o väčšie nebezpečenie úrazov. Varenie (ohrev) vodou sa používa aj pri výrobe sudov.

**Parenie dreva** je ako spôsob hydrotermickej úpravy dreva častejšie ako varenie a možno ho rozdeliť na:

- plastifikačné parenie preglejkovej a dyhovej guľatiny – robí sa tak, aby sa dosiahlo hladké rovnomerné lúpanie a krájanie na dyhy pri minimálnom namáhaní strojového zariadenia a minimálnej spotrebe elektrickej energie,
- plastifikačné parenie prírezov – používa sa na výrobu ohýbaných dielcov,
- parenie bukových podvalov – robí sa z dôvodu sterilizácie, usmrtenia parenchymatických buniek a uľahčenia impregnácie,
- parenie bukového reziva, vlysov a iných polotovarov – robí sa na vyrovnanie skrytých napätí (zapríčinených najmä ľahovým drevom), na farebné zošľachtenie a na mierne predsušenie čerstvého reziva.

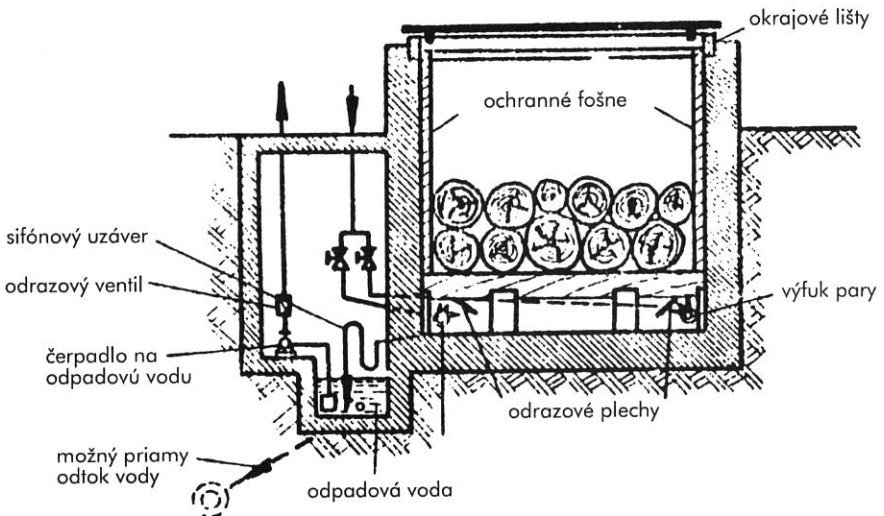




**Obr. 107. Pohľad na pariaci zvon:**

- 1 – pariaci priestor,
- 2 – parený materiál,
- 3 – betónový základ,
- 4 – drevená výstuž,
- 5 – sklolaminát,
- 6 – perforované rúrky na rozvod pary,
- 7 – odvod kondenzátu,
- 8 – vodný uzáver

Parenie môže prebiehať **v pariacich komorách, jamách** alebo **v pariacich zvonoch**. Pariace komory a zvony, čiastočne aj pariace jamy sa používajú na parenie piliarskych sortimentov, na parenie preglejkovej guľatiny sa používajú prevažne pariace jamy.



**Obr. 108. Pariaca jama na priame parenie**

Pariace komory sa pre veľké prevádzkové náklady nahrádzajú jednoduchšími pariacimi zvonmi.

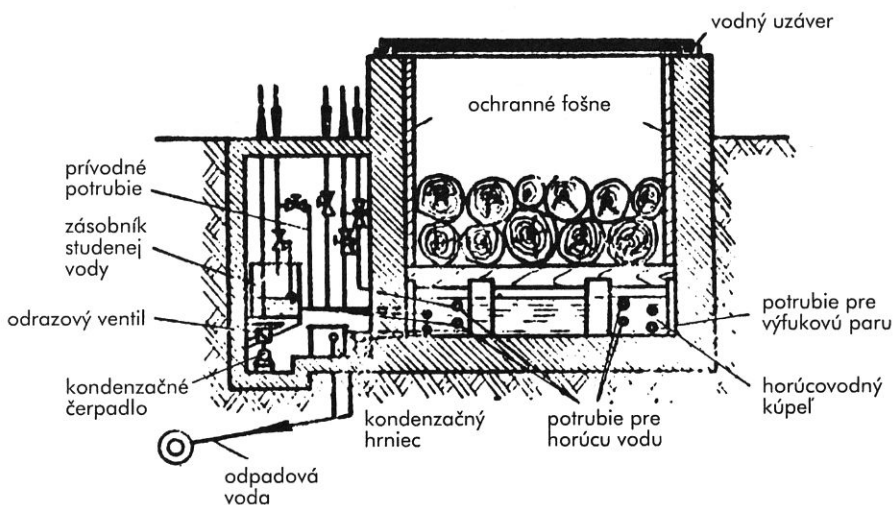
Pariace zvony sa používajú najmä na parenie reziva a vlysových prířezov (obr. 107). Steny sú obvykle zhotovené z antikorožného plechu alebo sklolaminátu.

### Z konštrukčného hľadiska sa parenie rozdeľuje na:

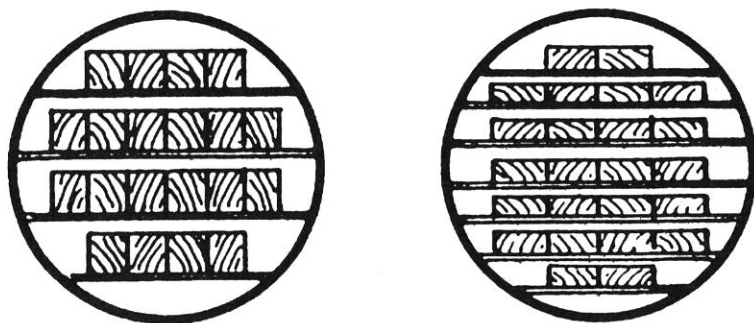
- priame parenie (obr. 108) – vykonáva sa odpadovou odolejovanou parou so slabým pretlakom (100 kPa), ktorá sa vedie bezprostredne do pariacej jamy; pri priamom parení sa rýchlejšie ohrieva sortiment, ale pri citlivých drevinách vznikajú častejšie trhliny;
- nepriame parenie – je výhodnejšie, pretože na dne pariacej jamy je napaustená voda do výšky asi 50 cm a v nej je uložené vyhrievacie potrubie; vykurovacím médiom môže byť voda alebo para (obr. 109); v dôsledku ohrevu sa voda vyparuje; zahrievanie guľatiny je pri tomto spôsobe rovnomernejšie, čím vznikajú menšie škody na guľatine.

**Najvýhodnejšie podmienky na plasticosť dreva na ohýbanie** sa dosahujú:

- pri použití nasýtenej pary,
- pri miernom pretlaku (20 až 50 kPa),
- pri vlhkosti dreva okolo BNV,
- pri čase potrebnom na prehriatie dreva na teplotu pary (102 až 105 °C) v tzv. parákoch (obr. 110).



**Obr. 109. Pariaca jama na nepriame parenie**



**Obr. 110. Ukladanie hranolov do paráka**

**Dĺžka času plastifikácie** závisí najmä od:

- rozmerov dielca a od jeho vlhkosti,
- drevíny,
- polomeru ohýbania,
- zaplnenia plastifikačného zariadenia.

Pri začiatočnej teplote hranolov 22 až 25 °C, pri predpísanej vlhkosti dreva 25 až 30 % a uvedenom tlaku a pri teplote pary je doba parenia uvedená v tab. 11.

Hranoly na mierne ohyby a sústružené súčastičky sa v parákoch neprekładajú prekladovými latkami. Hranoly väčších prierezov a zložitejších ohybov (napr. na sedadlové rámy, operadlá, podrúčky a pod.) sa ukladajú do parákov s prekladmi.

Tabuľka 11

**Dĺžka parenia hranolov na ohyby**

P. č.	Prierez hranola (mm)	Dĺžka parenia (minúty)
1	25 × 25	23
2	35 × 35	35
3	40 × 40	45

Keď je vlhkosť dreva menšia ako 25 %, parenie sa predlžuje na každé percento vlhkosti pod 25 % o 5 minút. Doba parenia väčšiny hranolov nemá presahovať 30 – 40 minút. Príliš dlhé parenie, to znamená parenie aj po dobe, keď drevo dosiahlo teplotu pary, je nielen neekonomické, ale aj škodlivé, pretože narúša štruktúru dreva, ktoré sa stáva ľahko štiepatelným a pri ohýbaní sa rozlupuje. Dlhé parenie je tiež príčinou tvorby tzv. záhybov.

Po naparení hranolov sa pristupuje k ohýbaniu. Keď je pracovisko ohýbania ďaleko od parákov, vložia sa vybrané hranoly do príručných zásobníkov nachádzajúcich sa v blízkosti pracoviska. Zásobník je vybavený tesným uzáverom, pariacim a vlhčiacim zariadením. Do zásobníka sa vkladá len toľko hranolov, koľko sa ich ohne počas 10 minút.

### **Kontrolné otázky:**

1. Čo je to vlhkosť dreva a aký je rozdiel medzi voľnou a viazanou vodou?
2. Čo je to bod nasýtenia vlákien a aký má vplyv na stanovenie sušiaceho režimu?
3. Aké sú požiadavky na stavbu klietky pre prirodzené a pre umelé vysušanie?
4. Čo je to napúčanie, nasiakavosť a zosychanie dreva a kedy vznikajú?
5. Aké sú požiadavky na hodnoty vlhkosti dreva pre jednotlivé sortimenty drevárskych výrobkov?
6. Ako prebiehajú vysušacie procesy pri teplotovzdušnom sušení?
7. Ako prebiehajú vysušacie procesy pri vysokofrekvenčnom (dielektrickom) sušení?
8. Ako prebiehajú vysušacie procesy pri vákuovom sušení?
9. Čo obsahuje sušiarenský záznam a ako sa kontroluje kvalita vysušeného reziva?
10. Na aké účely slúžia hydrotermické procesy pri varení?
11. Na aké účely slúžia hydrotermické procesy pri parení?
12. Ako sa plastifikuje drevo na ohýbanie?