

NAUKA O DŘEVĚ

Připravil: Vavrčík H.

# Fyzikální vlastnosti dřeva

## přednáška



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

# Charakteristiky dřeva jako materiálu

## **Anizotropie**

= na směr závislé vlastnosti

## **Pórovitost**

= porézní materiál

## **Hygroskopicitá**

= schopnost měnit svoji vlhkost podle podmínek prostředí

## **Nehomogenita**

= různorodost na submikroskopické , mikroskopické i makroskopické úrovni

# Vlhkost dřeva

## definice

*Vlhkost dřeva* = množství vody (hmotnost) ve dřevě vztažená k hmotnosti dřeva téhož vzorku

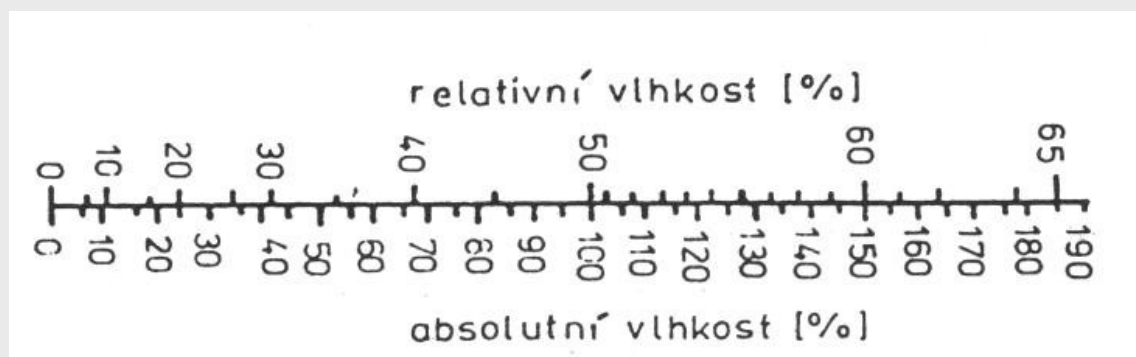
## Absolutní vlhkost dřeva

$$w_{abs} = \frac{m_w - m_0}{m_0} \cdot 100 \text{ (\%)}$$

## Relativní vlhkost dřeva

$$w_{rel} = \frac{m_w - m_0}{m_w} \cdot 100 \text{ (\%)}$$

## Vlhkost dřeva



*Nomogram pro vzájemný převod absolutní a relativní vlhkosti dřeva*

## Vlhkost dřeva

*Průběh vlhkosti v kmeni rostoucích stromů v průběhu roku.*

*a – borovice*

*b – smrk*

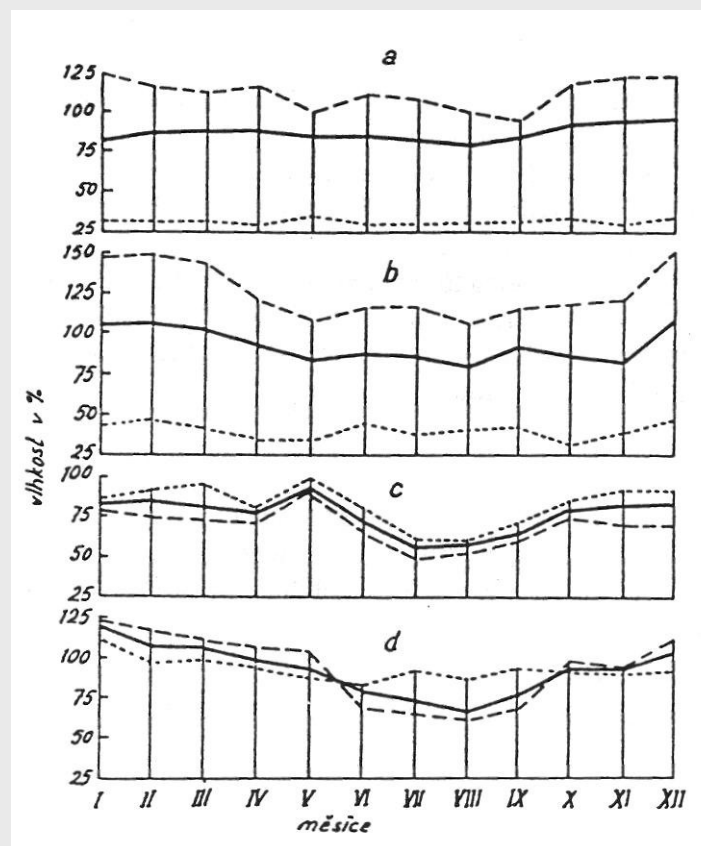
*c – bříza*

*d – osika*

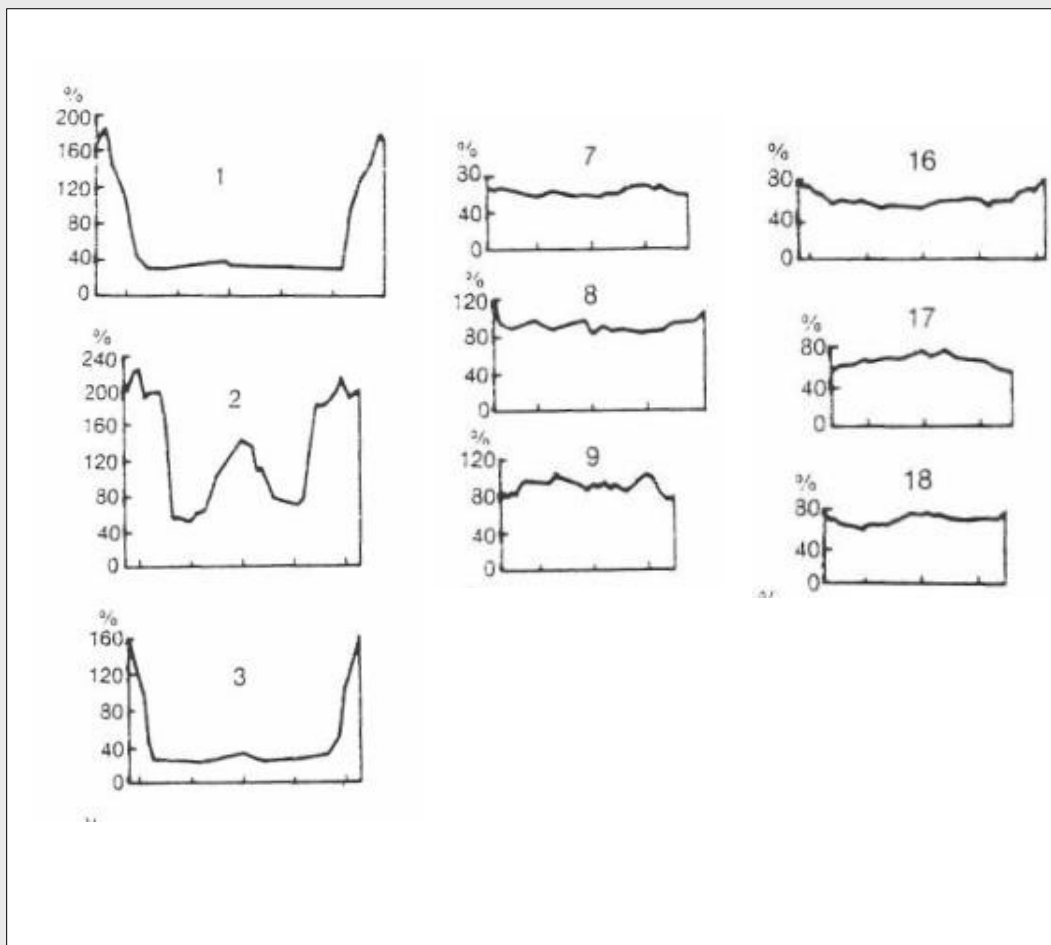
*--- běl (obvod),*

*... jádro,*

*— průměrná*



## Vlhkost dřeva



*Variabilita vlhkosti dřeva  
po průměru kmene.*

1 – smrk

2 – jedle

3 – borovice černá

7 – dub

8 – kaštanovník

9 – jilm

16 – buk

17 – habr

18 – javor

## Rozdělení dřeva podle vlhkosti

- a) **dřevo mokré** ( $w > 100 \%$ )
- b) **dřevo čerstvě skácené** ( $w = 50\text{--}100 \%$ )
- c) **dřevo vysušené na vzduchu** ( $w = 15\text{--}22 \%$ )
- d) **dřevo vysušené na pokojovou teplotu** ( $w = 8\text{--}15 \%$ )
- e) **dřevo absolutně suché** ( $w = 0 \%$ )

### Technická vlhkost dřeva

- a) *výrobní*
- b) *provozní*

Doporučeno: *výrobní = provozní*

## Typy vody ve dřevě

### a) chemicky vázaná

- součást chemických sloučenin

### b) voda vázaná (hygroskopická) ( $w = 0\text{--}MH \%$ )

- v buněčných stěnách

### c) voda volná (kapilární) ( $w > MH$ )

- v lumenech a mezibuněčných prostorech

### Mez nasycení buněčných stěn (MNBS)

- BS plně nasycena vodou a lumen bez vody

### Mez hygroskopicity (MH)

= RVD, kterou dřevo dosáhne při dlouhodobém vystavení prostředí s rel. vlhkostí vzduchu 99,5 %

- přibližně  $w = 30 \%$



# Metody měření vlhkosti dřeva

## I – Přímé metody

### a) gravimetrická (váhová) metoda

1. zjištění hmotnosti vlhkého vzorku dřeva ( $m_w$ )
2. sušení vzorku při  $103 \pm 2 \text{ °C}$  → zjištění hmotnosti abs. suchého vzorku ( $m_0$ )
3. vážení každé 2 h dokud změna hmotnosti není nižší jak 0,02 g, resp. 1 %.

+ vysoká přesnost

– časová náročnost

– náročnost na přípravu zkušebních těles

## Metody měření vlhkosti dřeva

### **b) destilační**

1. piliny do baňky s kapalinou (xylén)
2. zahřívání
3. kondenzace vypařené vody – zjištění objemu vody

# Metody měření vlhkosti dřeva

## II – Nepřímé metody

### c) měření elektrickými vlhkoměry

- jiné rozsahy pro různé dřeviny (hustoty)

#### i) odporové

- s rostoucí  $w$  (do MH) klesá el. Odpor
- použitelné pro  $w = 5\text{--}30\%$ , přesnost  $\pm 1\%$

#### ii) dielektrické

- rozsah  $w = 0\text{--}30\%$

# Navlhavost dřeva

## Rovnovážná vlhkost dřeva (RVD)

- ustálená vlhkost dřeva uloženého v prostředí s konstantními podmínkami prostředí

## Stav vlhkostní rovnováhy (SVR)

- stav, kdy dřevo vlhkost ani nepřijímá, ani neodevzdává

## Adsorpce

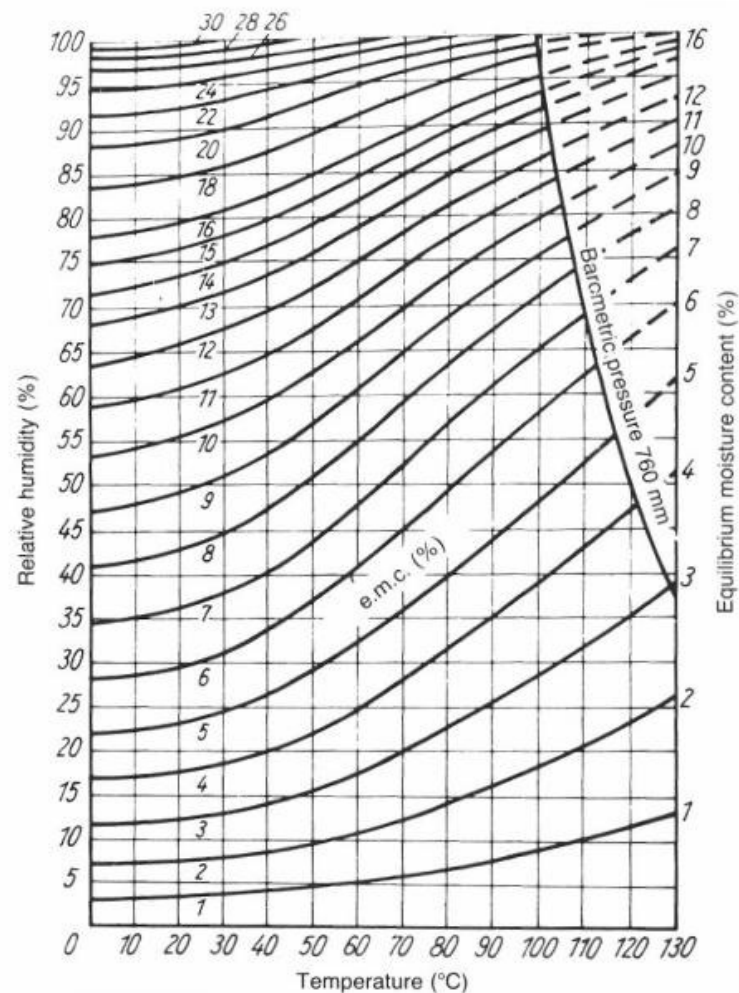
- je-li vlhkost dřeva je nižší než odpovídá SVR → dřevo přijímá vodu ve formě vodní páry

## Desorpce

- je-li vlhkost dřeva je vyšší než odpovídá SVR → dřevo ztrácí vodu ve formě vodní páry

# Navlhavost dřeva

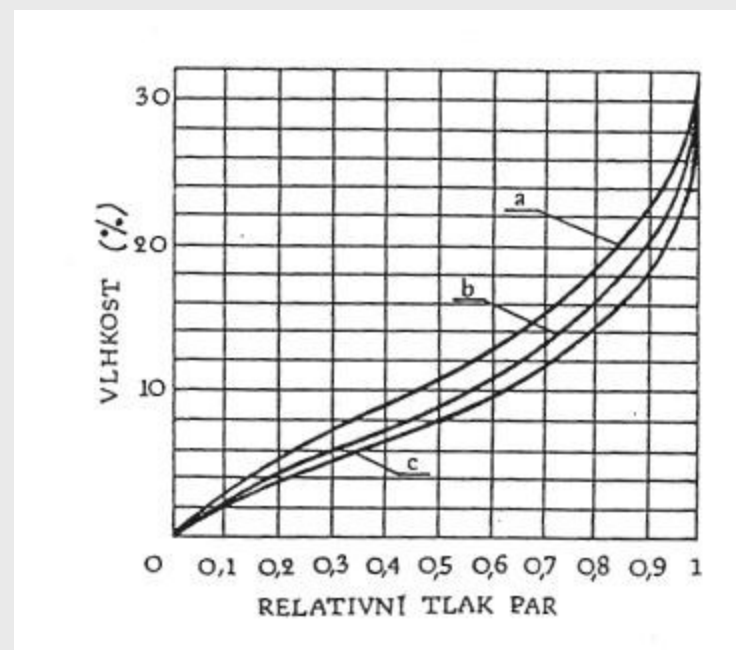
*Isohygrické křivky –  
závislost RVD na teplotě  
a relativní vlhkosti  
vzduchu.*



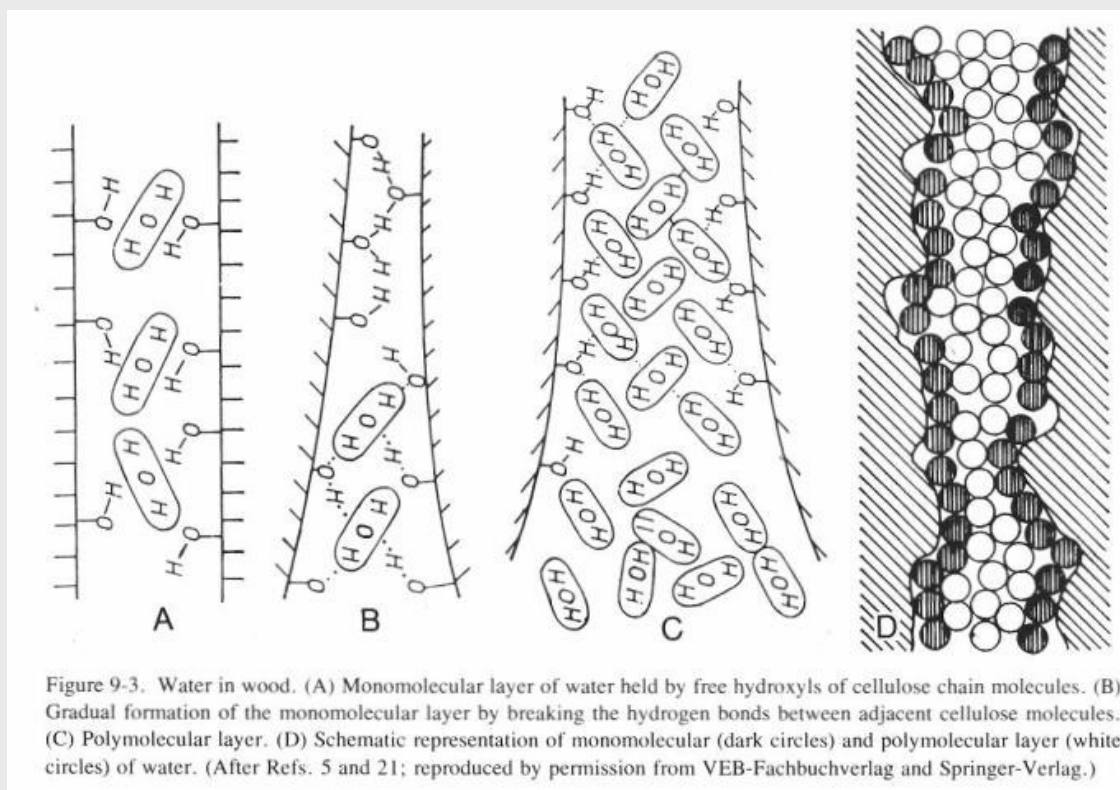
## Navlhavost dřeva

Hystereza sorpce

- proces adsorpce/desorpce je vratný, ale ne po stejné křivce



# Navlhavost dřeva

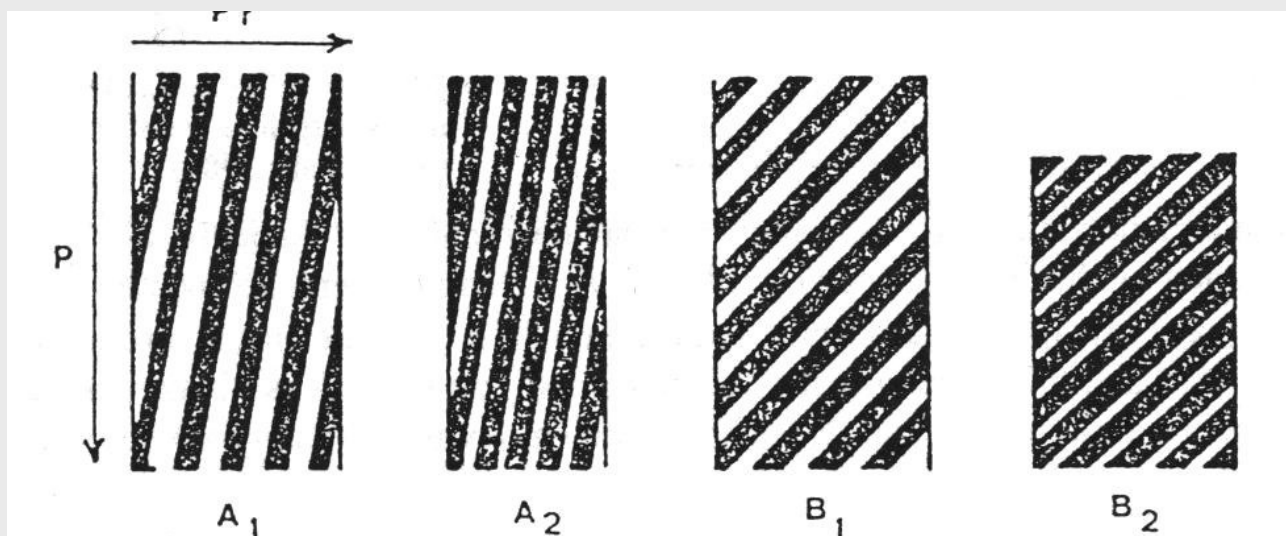


## Bobtnání a sesychání dřeva

Při změně vlhkosti dřeva v oblasti vody vázané

→ *rozměrové změny*

Jedná se o důsledek přibližování/oddalování fibril.





# Bobtnání a sesychání dřeva

## Bobtnání

= schopnost dřeva zvětšovat svoje rozměry vlivem zvyšování vlhkosti dřeva v oblasti vody vázané

- lineární, plošné, objemové

$$\alpha_i = \frac{\alpha_{iw_2} - \alpha_{iw_1}}{\alpha_{iw_1}} \cdot 100 (\%)$$

## Celkové bobtnání

- od 0 % až do MH

## Částečné bobtnání

- v kratším intervalu

Vyjadřuje se podílem změny rozměru vůči původní hodnotě (v %).

# Bobtnání a sesýchání dřeva

## Koeficient bobtnání

$$K_{\alpha_i} = \frac{\alpha_i}{w_2 - w_1} \text{ (%/1 \%)}$$

## Celkové bobtnání v jednotlivých směrech

$\alpha_i$ : 0,1–0,4 %

$\alpha_r$ : 3–6 %

$\alpha_t$ : 6–12 %

## Diferenciální bobtnání

$$\alpha_{\text{dif}} = \alpha_t / \alpha_r$$

- s rostoucí hustotou se snižuje
- běžně 1–3,5

## Bobtnání a sesýchání dřeva

### Rozdělení dřev dle objemového sesýchání

a) málo sesýchavá  $K < 0,4$

- tis, OL, VR, TP, KS, AK

b) středně sesýchavá  $K = 0,4–0,47$

- BO, SM, JD, DB, JM, JS, JV, OR, JR

c) hodně sesýchavá  $K > 0,47$

- MD, BR, BK, HB

## Bobtnání a sesýchání dřeva

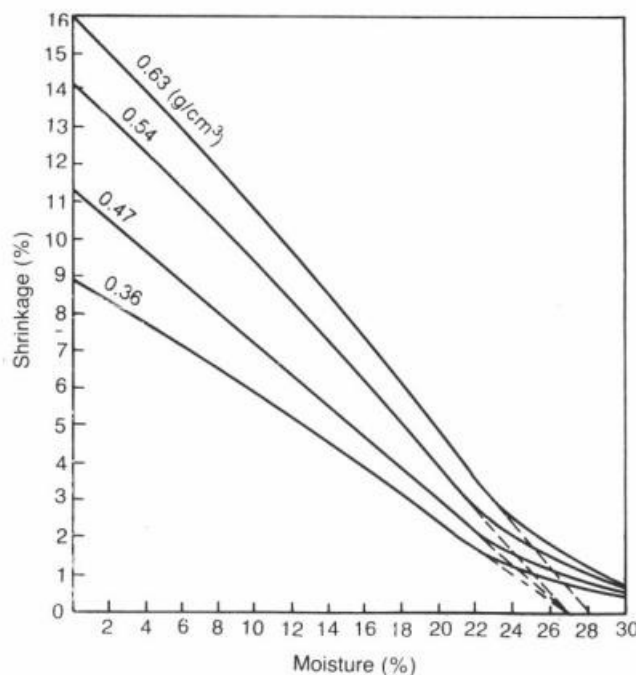


Figure 10-2. Relationships of volumetric shrinkage and moisture content of pine wood of varying density. (After Ref. 40).

*Závislost mezi objemovým sesýcháním a vlhkostí při různých hustotách dřeva borovice.*

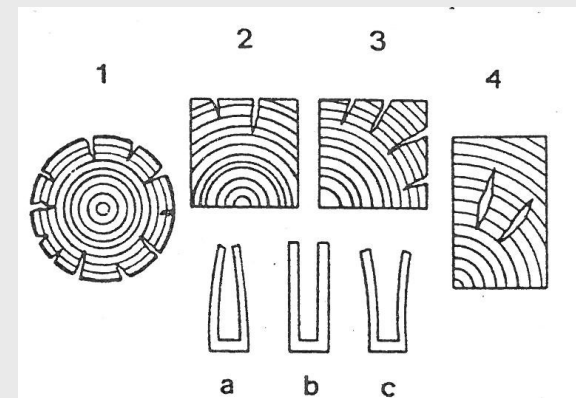
# Vnitřní napětí při vysychání dřeva

Při vysychání vznikají ve dřevě **vnitřní napětí**

– důsledek nerovnoměrného sesychání dřeva

– dvě složky:

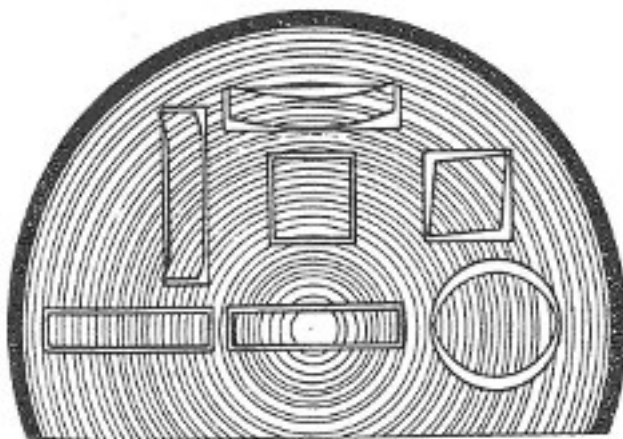
- *vlhkostní napětí*
  - jsou dočasná – zanikají po vyrovnání vlhkosti
- *zbytková napětí*
  - jsou trvalá
  - při rychlém sušení jim nelze zabránit



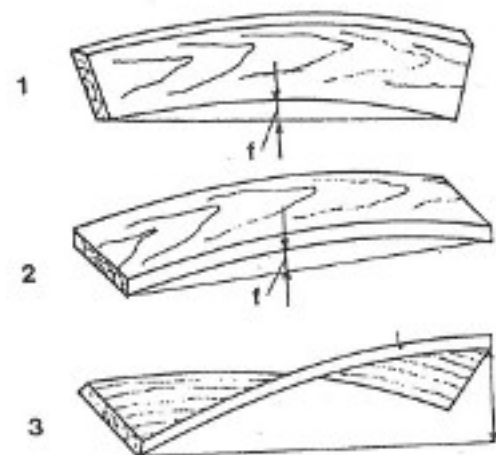
Obr. 135: Důsledky vnitřních napětí ve dřevě (podle Perelegina 1965). 1 - 3 - povrchové výsušné trhliny, 4 - vnitřní trhliny, a - c příklady vidličkové zkoušky, a - v sortimentu je na povrchu tlakové a uvnitř tahové napětí, b - sortiment bez vnitřních napětí, c - v sortimentu je na povrchu tahové a ve vnitřních vrstvách tlakové napětí.

# Borcení

V důsledku anizotropie při sesýchání (bobtnání) dochází ke změnám tvaru sortimentu, tj. k **borcení**.



Obr. 136: Příklady příčného strukturního borcení výřezů rozdílných tvarů z různých míst příčného průřezu kmene (podle Kollmanna 1951)



Obr. 137: Příklady podélného borcení leživa (podle Ugoleva 1986). 1 - obloukové prohnutí po hraně desky, 2 - obloukové prohnutí po šířce desky, 3 - stočení desky,  $t$  - velikost deformace vzhledem k podélné ose desky

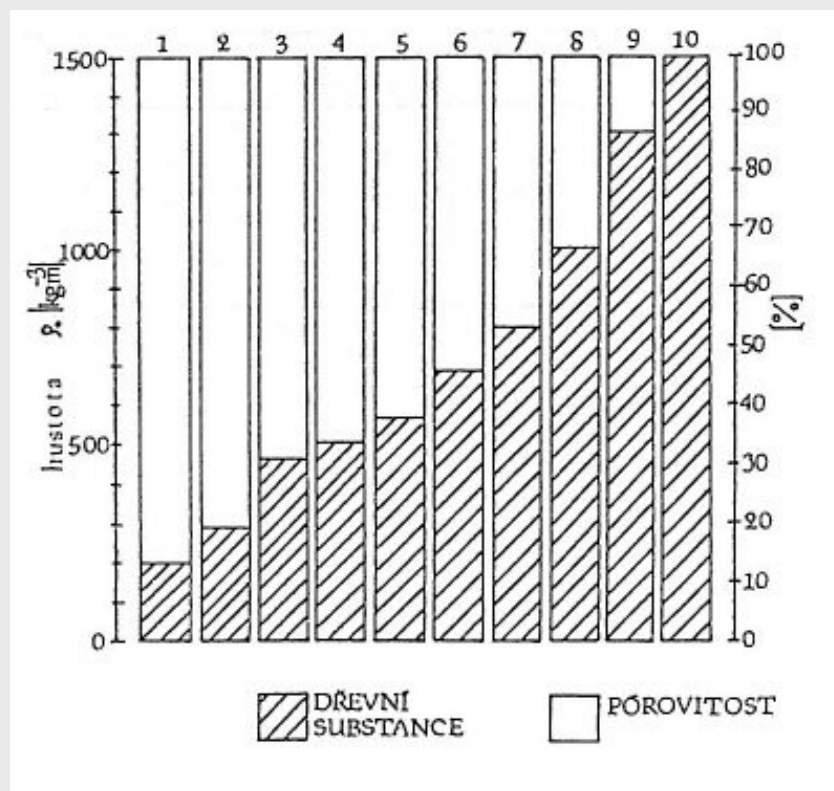
# Hustota dřeva

## Hustota dřevní substance

= hmota buněčných stěn bez submikroskopických dutin

- 1460–1570 kg·m<sup>-3</sup>

- průměrná hodnota pro všechny dřeviny: 1530 kg·m<sup>-3</sup>



# Hustota dřeva

## Hustota dřeva

a) absolutně suchého

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0}$$

b) při dané vlhkosti

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w}$$

S rostoucí vlhkostí dřeva hustota dřeva při dané vlhkosti roste.



# Hustota dřeva

## Hustota dřeva

### c) reduková

- udává kolik sušiny se nachází v nabobtnalém objemu dřeva

$$\rho_{rw} = \frac{m_0}{V_w}$$

### d) konvenční

- speciální případ redukové

$$\rho_k = \frac{m_0}{V_{max}}$$