

Lesnická xylologie

# Makroskopická stavba dřeva

*přednáška*



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR InoBio – CZ.1.07/2.2.00/28.0018

# Ústav nauky o dřevě

- budova B, 6. NP
- zaměření ústavu:
  - anatomická stavba dřeva
  - dendrochronologie
  - arboristika
  - fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva
  - sušení a modifikace dřeva
  - numerické simulace pohybu fyzikálních polí ve dřevě

# Obsah předmětu

- Stavba dřeva
  - makroskopická stavba dřeva
  - mikroskopická stavba dřeva
  - submikroskopická stavba dřeva
- Chemické složení dřeva
- Vznik dřeva
- Vady dřeva
- Fyzikální vlastnosti dřeva
- Mechanické vlastnosti dřeva

# Doporučená literatura

**GANDELOVÁ, L., HORÁČEK, P., ŠLEZINGEROVÁ, J.** Nauka o dřevě. MZLU Brno 2009. 184 s.

**ŠLEZINGEROVÁ, J., GANDELOVÁ, L.** *Stavba dřeva. Cvičení.* MZLU Brno 1999. 132 s.

**HOADLEY, R. B.:** *Identifying wood.* Newtown 1990. 223 s.

**POŽGAJ, A., CHOVANEC, D., KURJATKO, S., BABIAK, M.:** *Štruktúra a vlastnosti dreva.* Príroda, a.s., Bratislava, 1997, 488 s.

**WAGENFÜHR, R.:** *Holz. Anatomie – Chemie – Physik. Anatomie des Holzes.* DRW-Verlag Weinbrenner GmbH & Co., 1999, 188 s.

# Doporučené online zdroje

**Stavba dřeva – multimediální výukové texty**

<http://stavbadreva.zapto.org>

**Wood Anatomy (EN/CZ)**

<http://wood.mendelu.cz/woodanatomy>

**Lexikon tropických dřev**

<http://tropickadreva.zapto.org>

*Vše dostupné i na CD nosiči.*

# Původ slova xylogogie

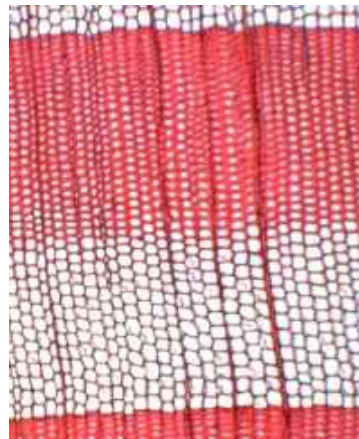
Složeno ze dvou řeckých slov:

- ξύλον, *xylon-*, tj. **dřevo**
- λογία, *-logia*, tj. **věda**



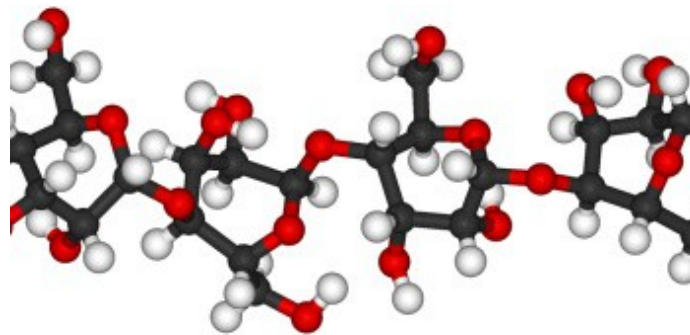
# Definice dřeva

- **z pohledu biologického**
  - dřevo (*xylém*) – soubor rostlinných pletiv, která se nacházejí mezi *kambiem* (dělivé pletivo) a *dření*.  
Většina buněk:
    - zdřevnatělá (lignifikovaná) buněčná stěna
    - mrtvé buňky



# Definice dřeva

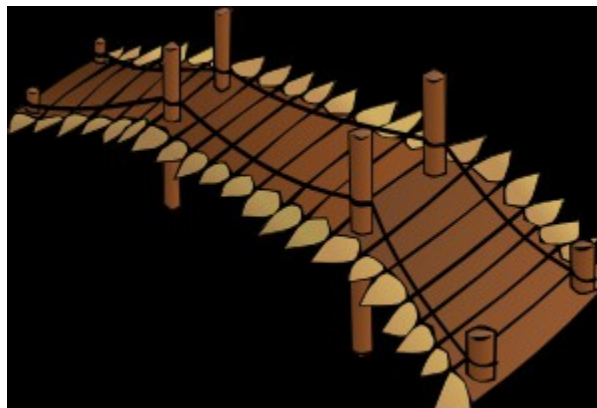
- **z pohledu chemického**
  - přírodní látka tvořená především třemi přírodními biopolymery:
    - celulózou
    - hemicelulózami
    - ligninem





# Definice dřeva

- **z pohledu materiálového inženýrství**
  - Materiál, který při relativně nízké hustotě vykazuje:
    - vysokou pevnost
    - dobrou pružnost
    - dobrou opracovatelnost
    - závislost vlastností materiálu na jeho vlhkosti



# Kde se dřevo nachází

## Dřeviny (*plantae lignosae*)

- Víceleté semenné rostliny, jejichž nadzemní části i kořeny druhotně tloustnou a dřevnatí (*lignifikují*), přičemž postupně vytvářejí kmeny a větve.
- rozlišují se na:
  - strom (*arbor*)
  - dřevnatá liana (*liana*)
  - keř (*frutex*)
  - polokeř (*hemixyla*)

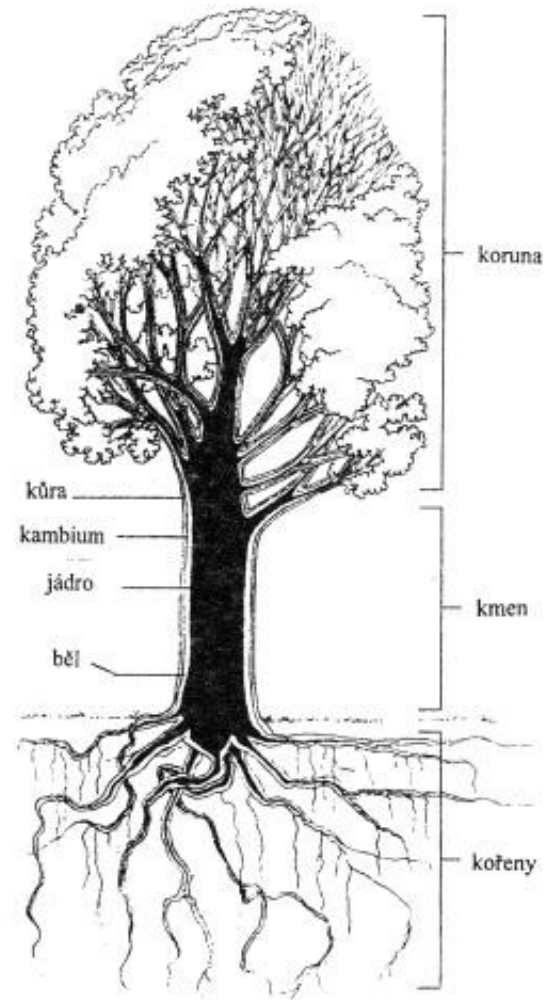
# Taxonomické zařazení dřevin

říše: **rostlinná** (*Plantae*)

- oddělení: **nahosemenné** (*Pinophyta, Gymnospermae*)
- oddělení: **krytosemenné** (*Magnoliophyta, Angiospermae*)
  - třída: **jednoděložné** (*Monocotyledonae*)
  - třída: **dvouděložné** (*Dicotyledonae*)

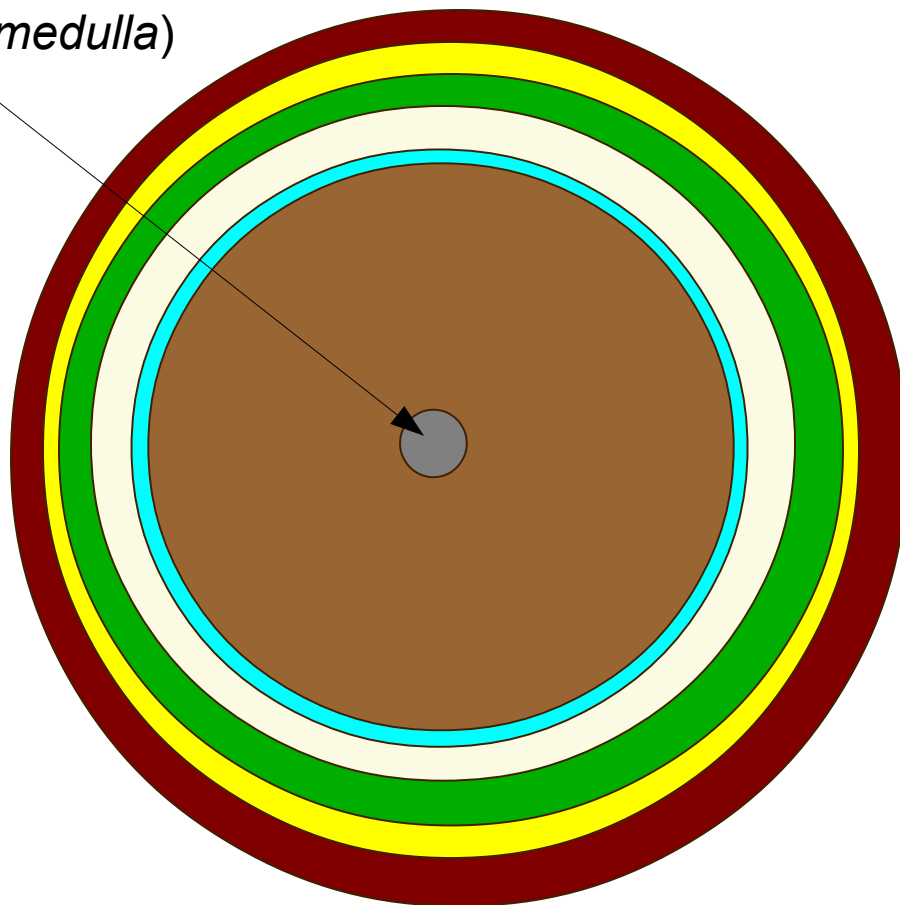


# Části stromu



# Příčný řez kmenem – schéma

dřeň (*medulla*)



**korek (felém)**

***felogen***

**zelená kůra**

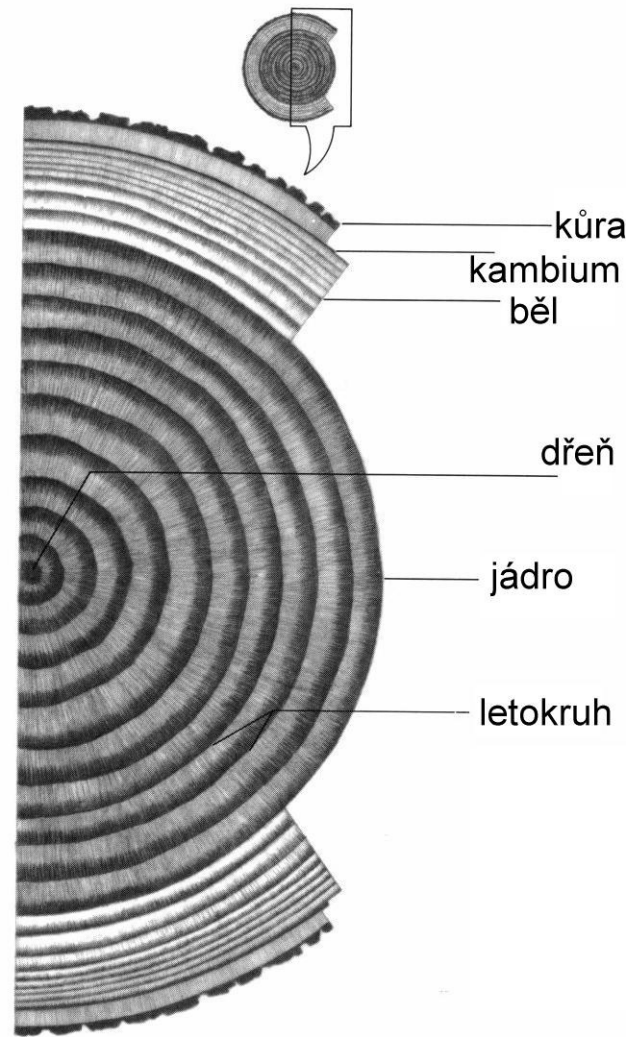
**lýko (*floém*)**

***kambium***

**dřevo (*xylém*)**

# Příčný řez kmenem

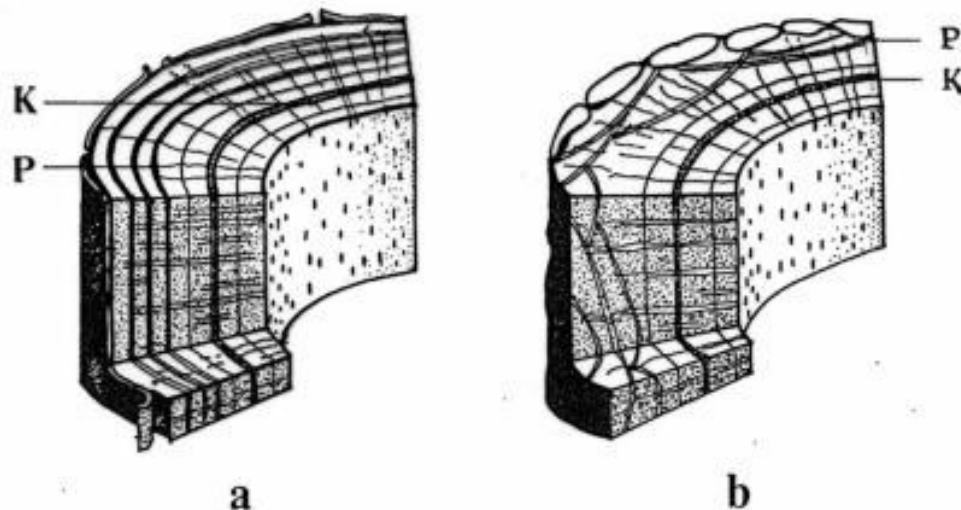
- kůra
  - vnější (periderm)
    - korek (*suberoderm, felém*)
    - *felogen* – dělivé pletivo
    - zelená kůra (*feloderm*)
  - vnitřní = lýko (floém)
- *kambium* (dělivé pletivo)
- dřevo (*xylém*)
- dřeň (*medulla*)



# Borka

**Borka** (*rhytidoma*) je soubor odumřelých pletiv primární kůry (*cortex*), peridermů a lýka nad nejvnitřnější vrstvou peridermu.

- a) borka odlupčivá v pásech
- b) borka rozpukaná příčně i podélně



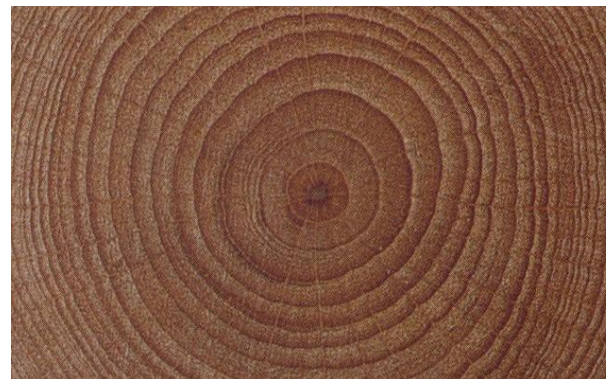
# Dřeň

Tvary dřeně na P řezu

- *eliptický* – LP, JV, JM
- *trojúhelníkový* – OL, BK, BR
- *čtyřúhelníkový* – JS
- *laločnatý* – DB
- *hvězdicovitý* – BO

Průměr dřeně na P řezu

- 2–5 mm



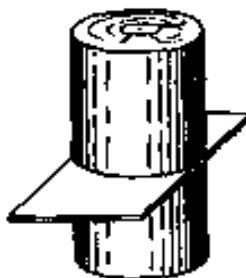


# Znaky makroskopické stavby dřeva

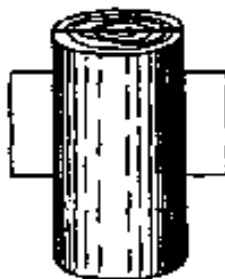
- základní
  - letokruhy
  - dřeňové paprsky
  - cévy
  - pryskyřičné kanálky
  - dřeňové skvrny
  - suky
- doplňkové
  - barva (jádro, běl, vyzrálé dřevo)
  - lesk
  - vůně
  - hustota
  - tvrdost

# Základní řezy dřevem

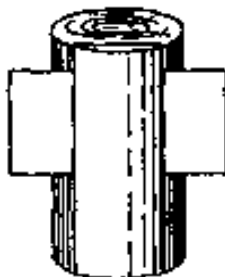
příčný (P)



radiální (R)



tangenciální (T)



# Letokruh

# Letokruh

**Letokruh** je tloušťkový (radiální) přírust dřeva za vegetační období  
Vytváří se u dřevin mírného pásma.

Vzhled na řezech:



P



R

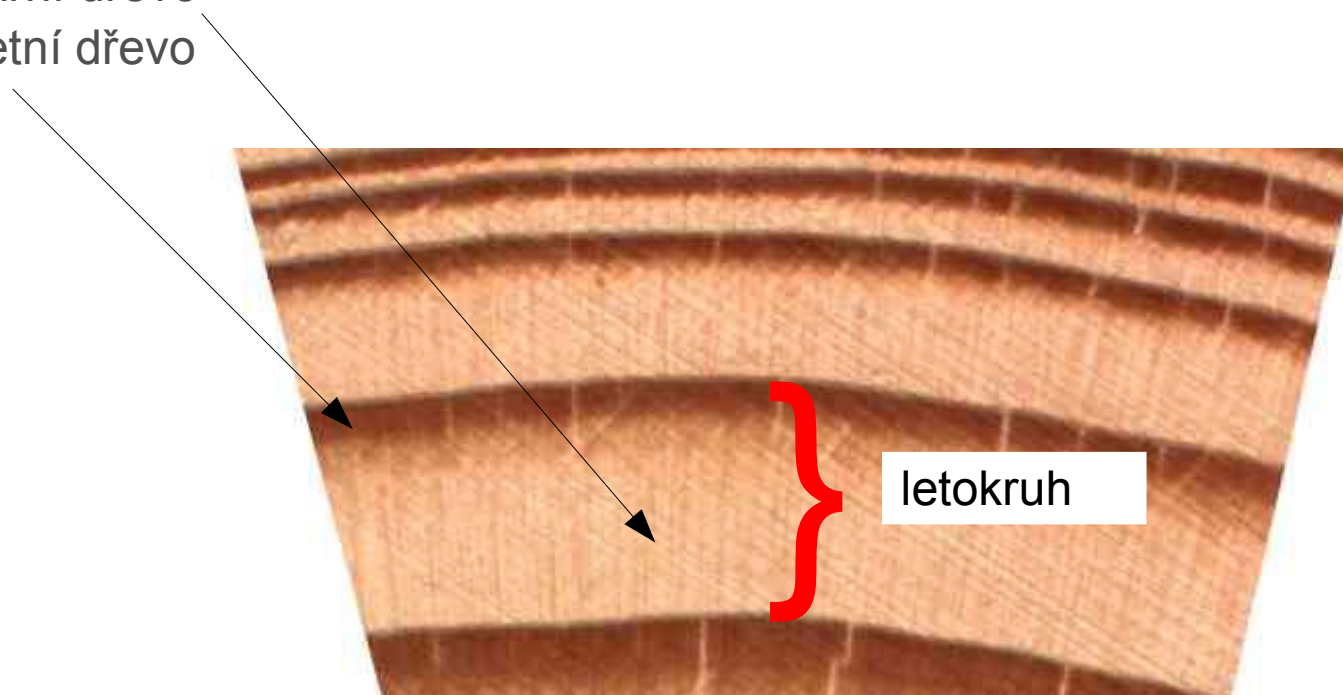


T

# Letokruh

Letokruh složen ze dvou zón:

- jarní dřevo
- letní dřevo



# Rozdělení dřev do skupin

Na základě stavby letokruhu, a to podle:

- viditelnosti hranic letokruhů
- zastoupení jarního a letního dřeva

# Rozdělení dřev do skupin



dřevo jehličnatých  
dřevin



listnaté dřeviny s  
kruhovitě pórovitou  
stavbou dřeva



listnaté dřeviny s  
roztroušeně  
pórovitou stavbou  
dřeva

# Letokruhy

## Nesouvislé letokruhy

- nejsou vytvořeny po celém obvodu

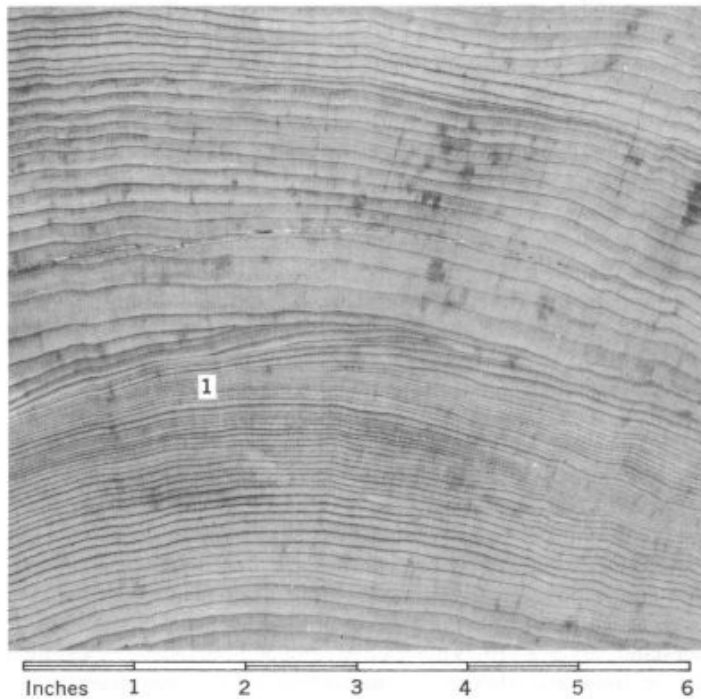
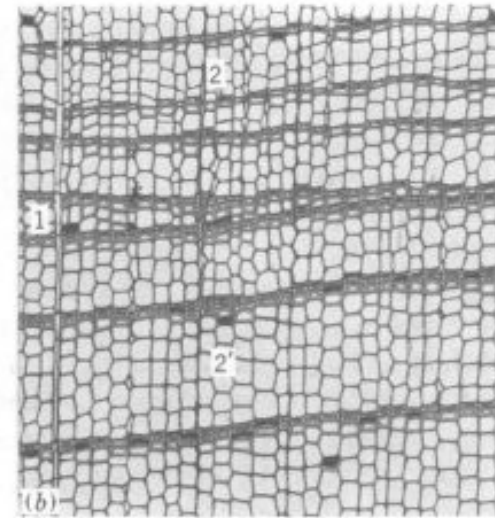


Figure 1-3 Discontinuous rings (above 1) in redwood [*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.].  
(Photograph by E. Fritz.)





# Letokruhy

nepravé letokruhy (*false rings*)

- v rámci pravého letokruhu (obr. vlevo) je dvakrát letní dřevo

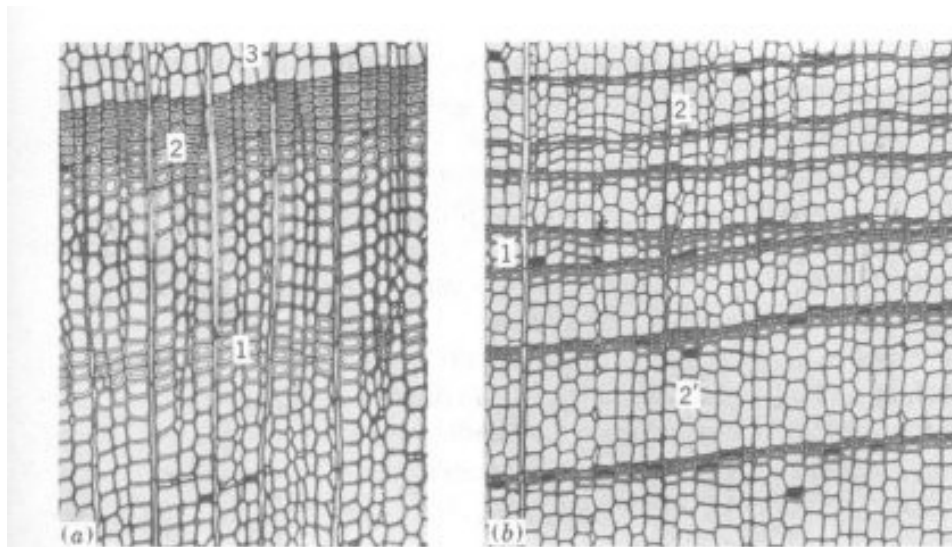


Figure 1-4 Discontinuous and false rings.

(a) False rings in baldcypress [*Taxodium distichum* (L.) Rich.]. (1) Flattened, thicker-walled tracheids denoting outer boundary of a false ring; the cells grade into wider-lumened tracheids above and below. (55×) (2) Dense late wood marking the true boundary of the ring. (3) Early wood of the succeeding ring.

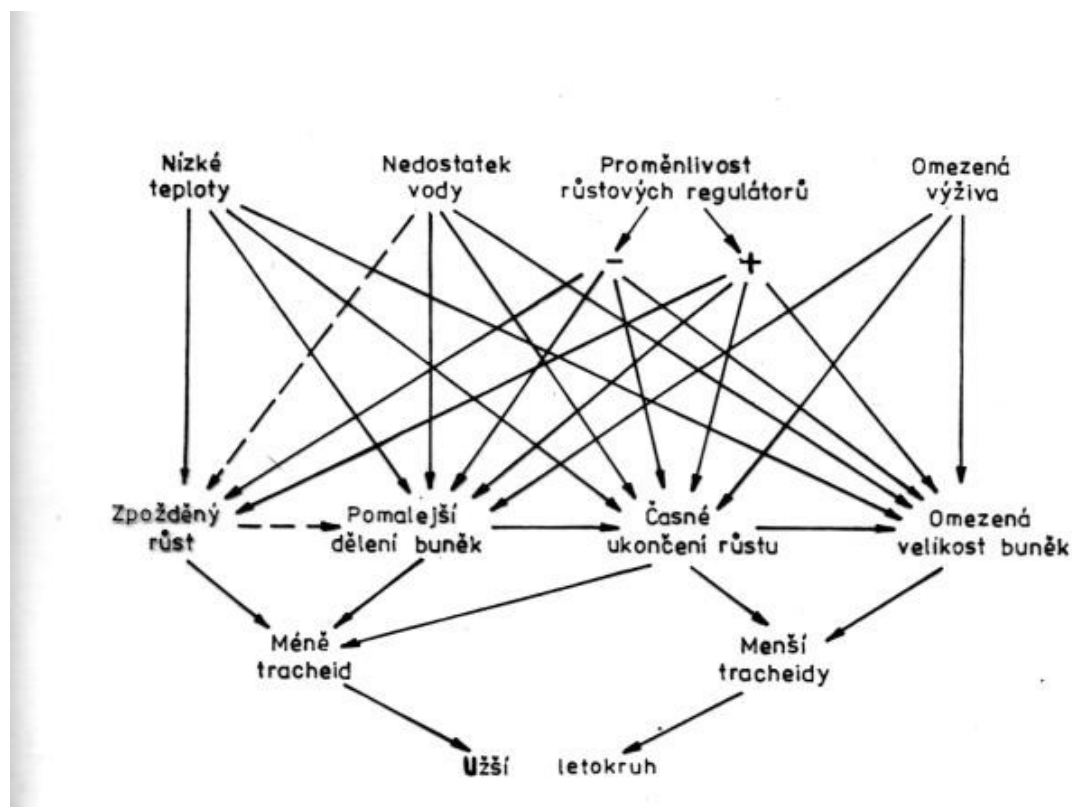
(b) Discontinuous rings in redwood [*Sequoia sempervirens* D. Don) Endl.]. (70×) (1) A discontinuous ring. (2 and 2') Normal rings.

Příčiny:

- pozdní mrazy s následnou částečnou defoliací
- poškození listů hmyzem
- období sucha následované obdobím vydatných srážek a teplot vhodných pro růst

# Letokruhy

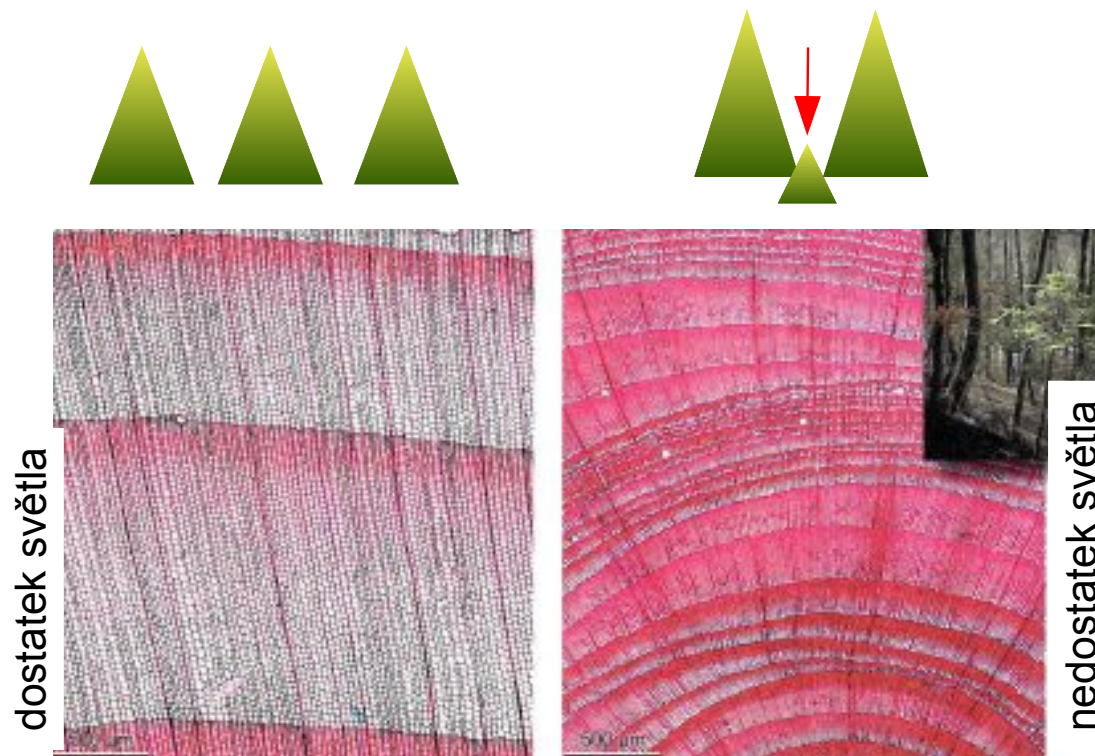
## Faktory ovlivňující šířku letokruhu



*Příčinné vztahy mezi podmínkami prostředí, vnitřními faktory a růstem letokruhů*

# Letokruhy

Vliv světla

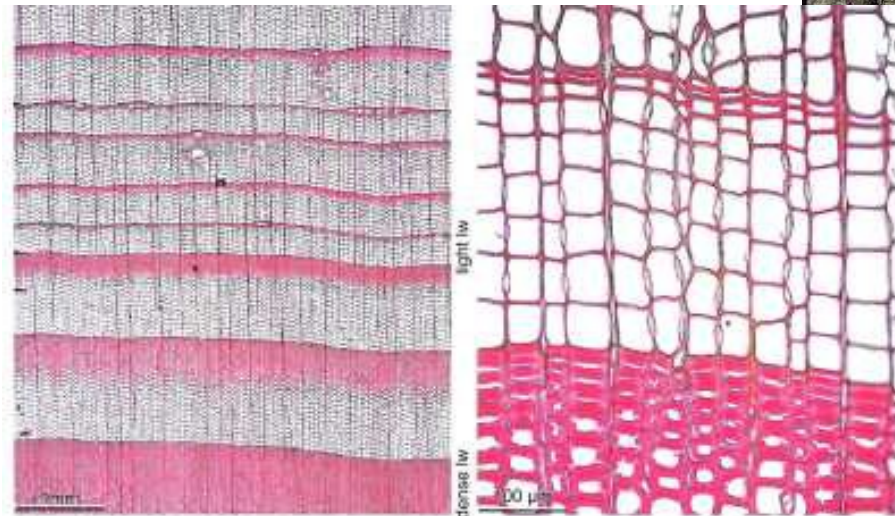


Schweingruber et al. 2006

*Vliv světla na šířku letokruhu u Picea abies L. Karst.*

# Letokruhy

## Vliv defoliace

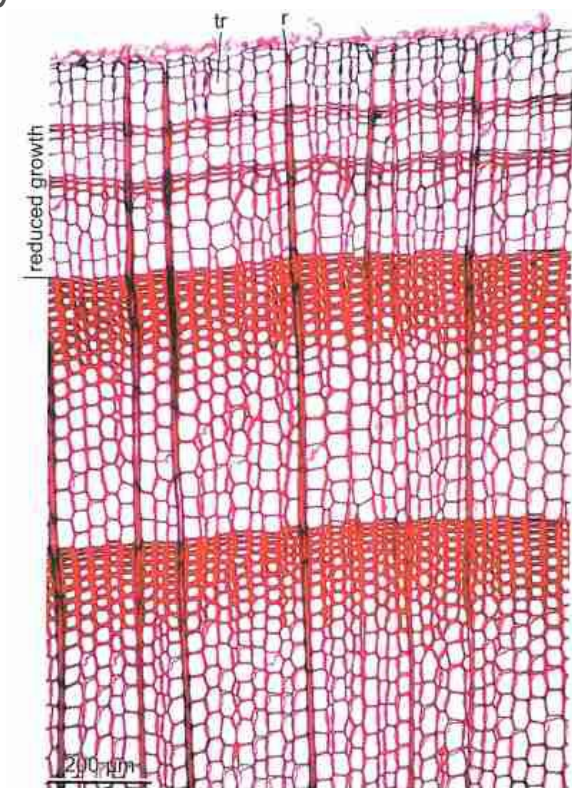


Schweingruber et al. 2006

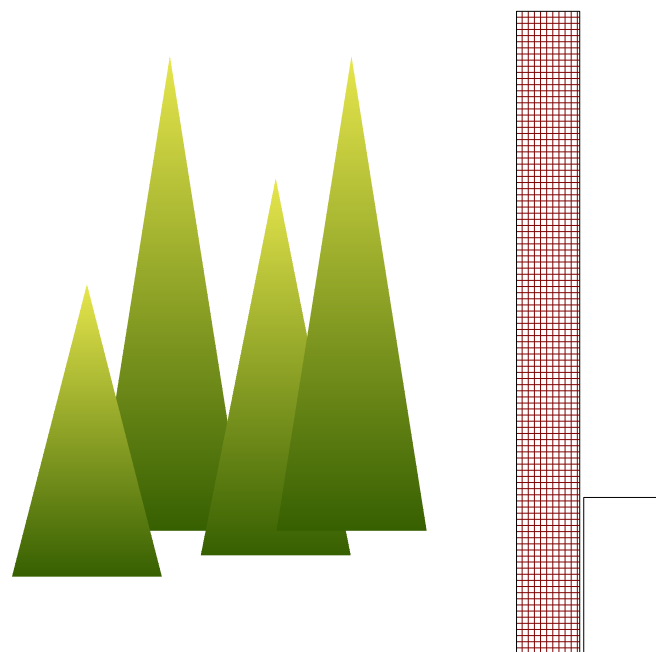
*Pokles šířky letokruhu u Larix decidua Mill. v důsledku defoliace*

# Letokruhy

Vliv kyselých dešťů



Schweingruber et al. 2006

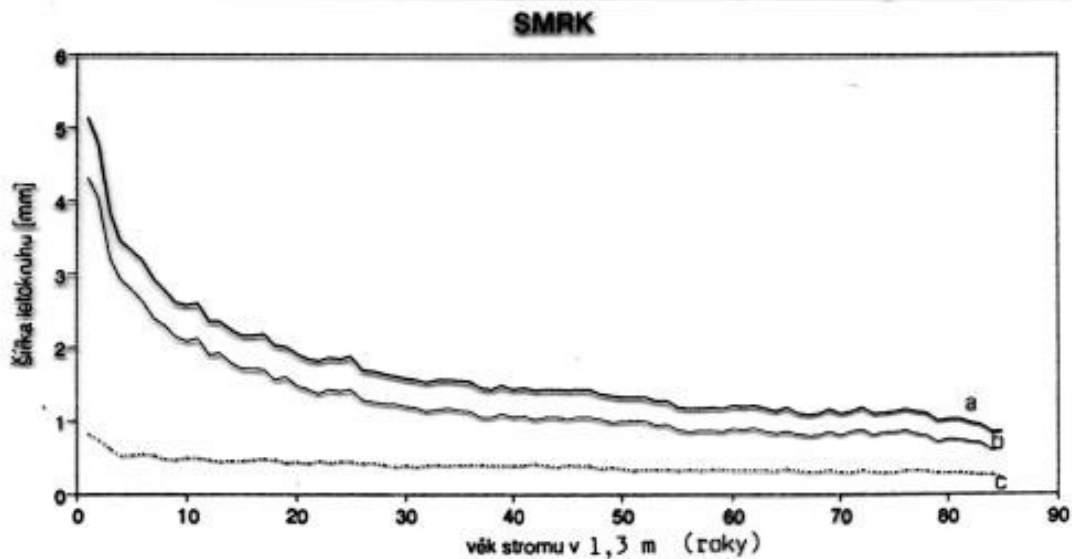


*Pokles šířky letokruhu u Larix sibirica Mill. v důsledku kyselých dešťů*

# Letokruhy

Vliv věku – s věkem šířka letokruhu klesá

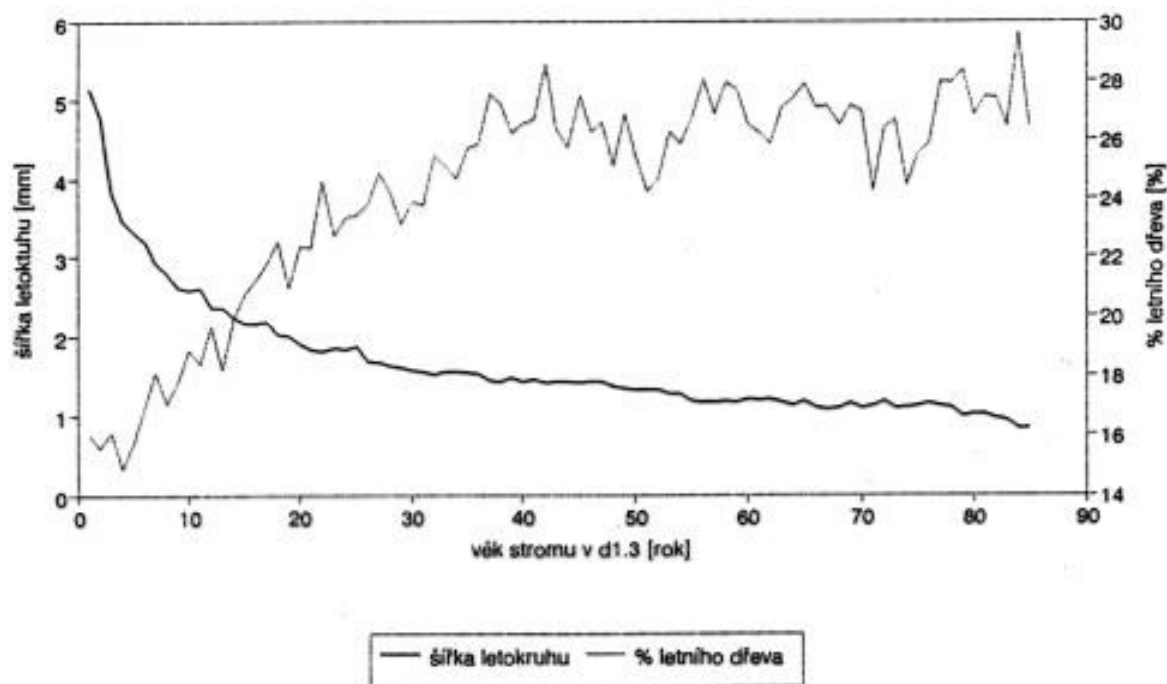
Průběh šířky letokruhů (a), jarního (b) a letního (c) dřeva s věkem  
Průběh šířky letokruhů (a) a % letního dřeva (b) s věkem





# Letokruhy

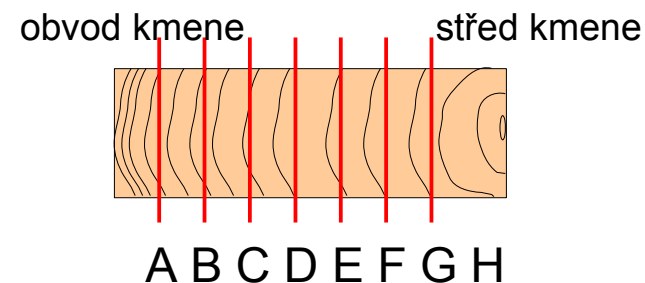
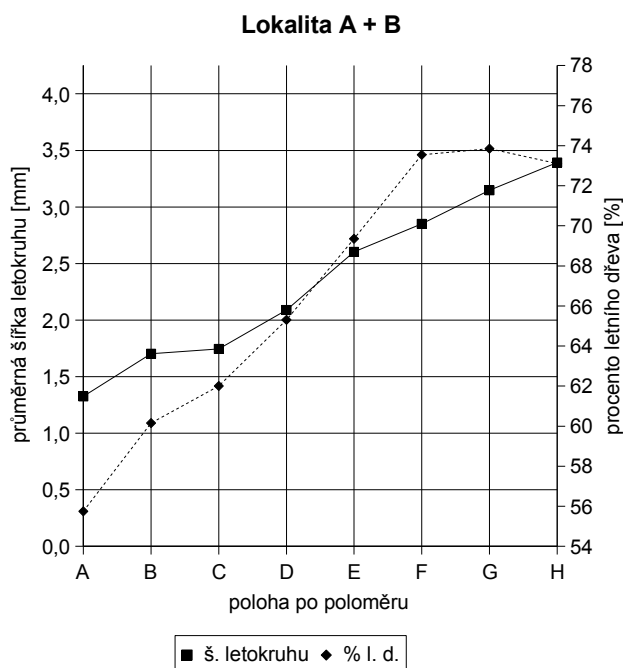
Vztah mezi šířkou letokruhu a zastoupením letního dřeva (jehličnany)



*Závislost šířky letokruhu a procentuálního zastoupení letního dřeva na věku stromu (SM)*

# Letokruhy

- Vztah mezi šířkou letokruhu a zastoupením letního dřeva (listnáče KP)



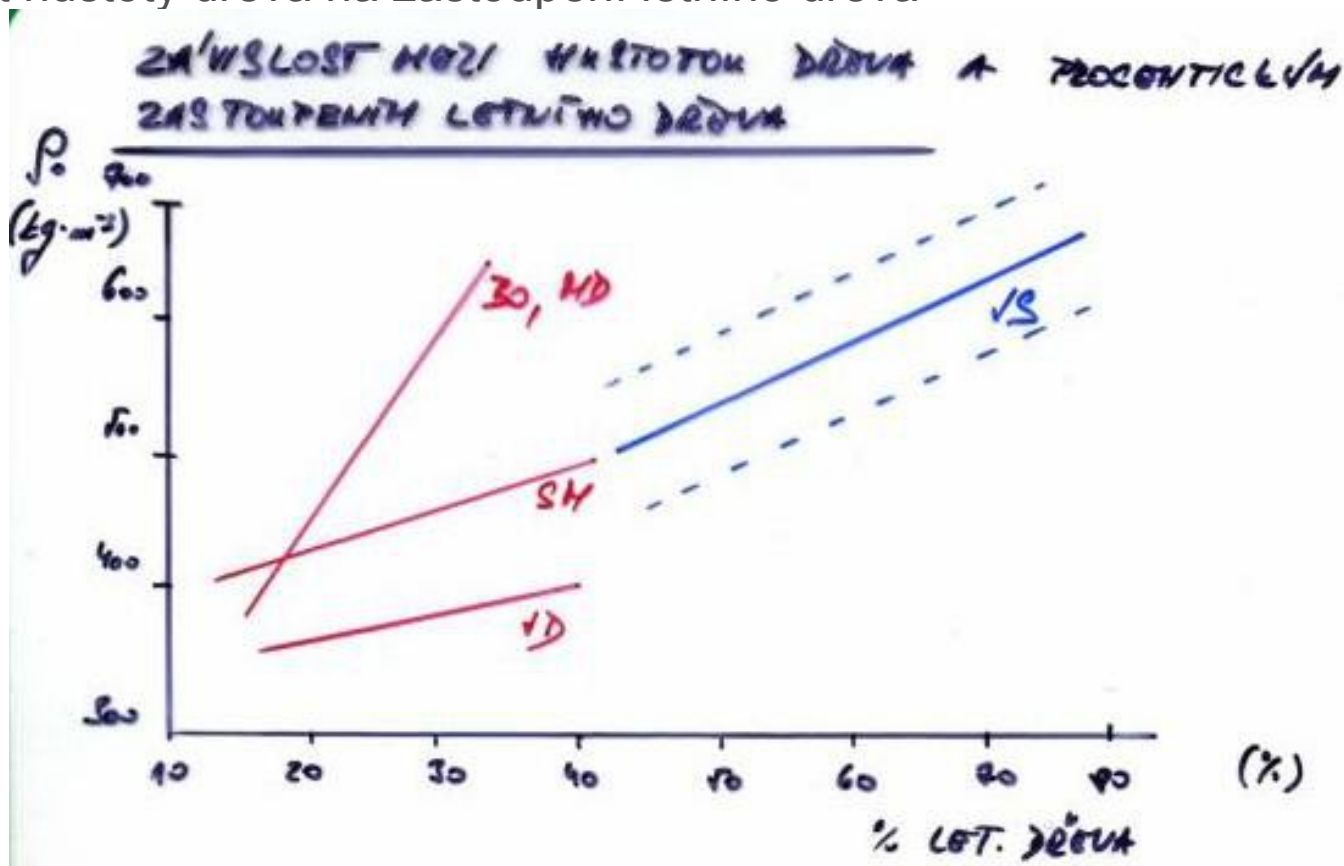
Vavrčík et al. 2008

*Variabilita šířky letokruhu a procentuálního zastoupení letního dřeva po poloměru kmene (= vliv věku stromu) u dubu letního*



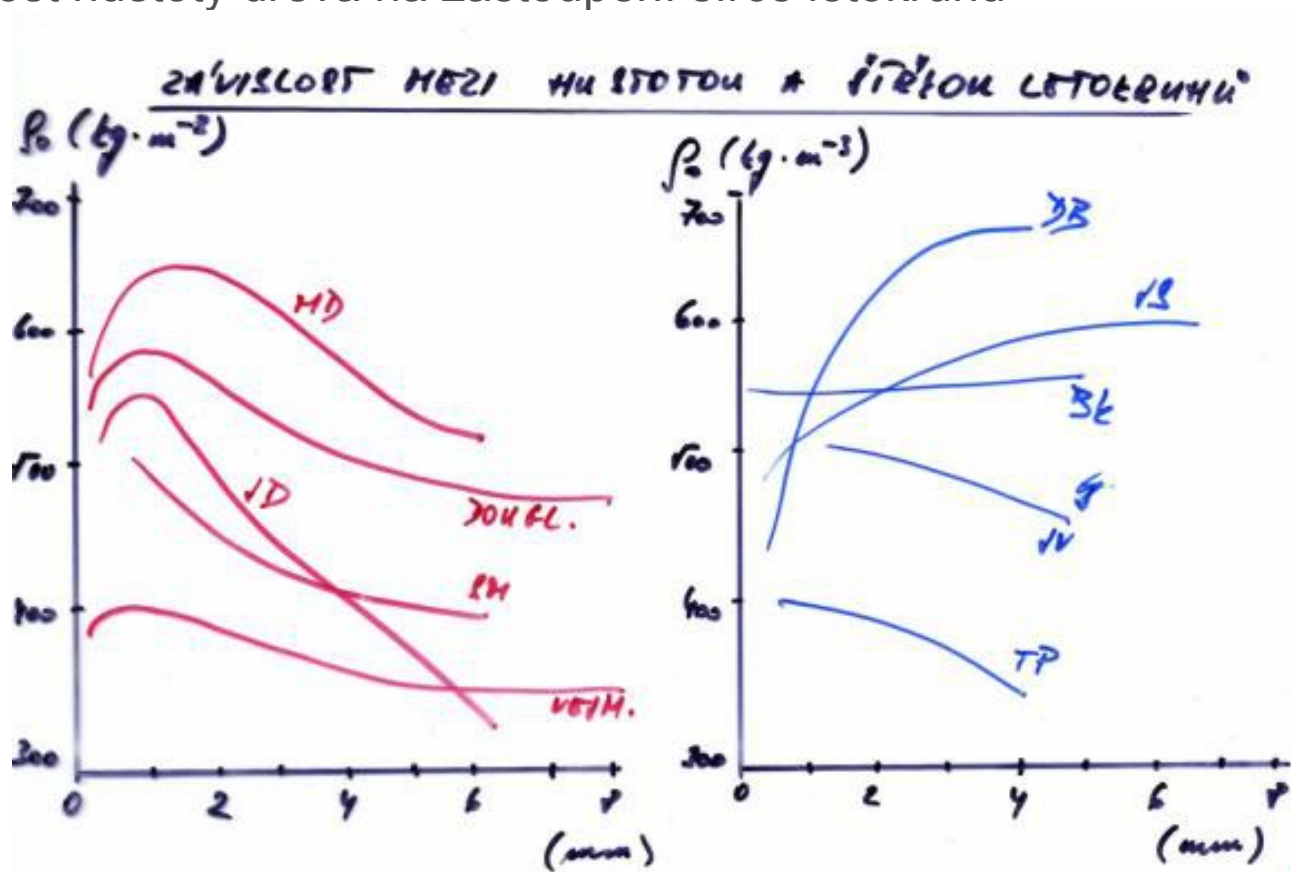
# Letokruhy

Závislost hustoty dřeva na zastoupení letního dřeva



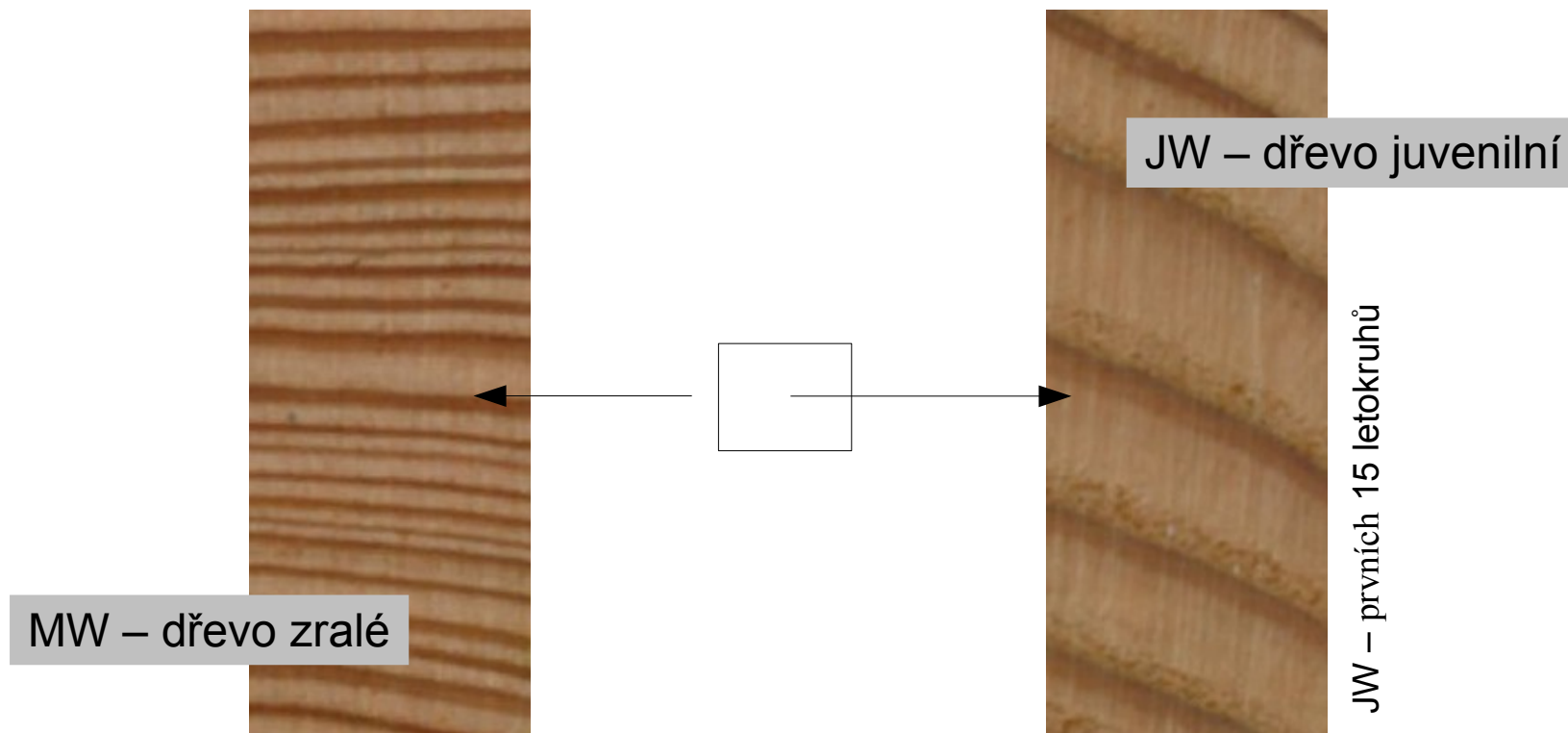
# Letokruhy

- Závislost hustoty dřeva na zastoupení šířce letokruhu



# Letokruhy

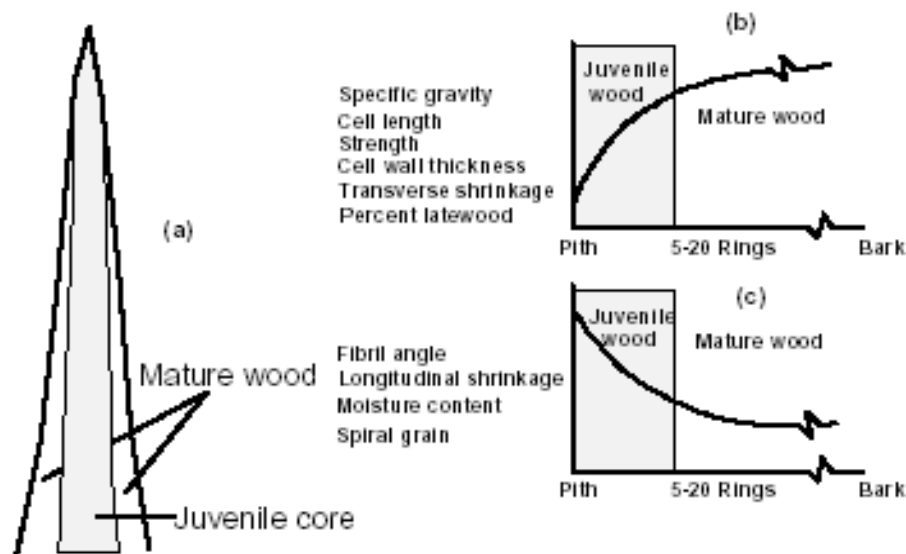
Vliv juvenilního dřeva



*Pokles šířky letokruhu u Larix decidua Mill. s věkem*

# Letokruhy

Juvenilní dřevo – vliv na fyzikální a mechanické vlastnosti



*Effect of juvenile wood on physical and mechanical properties: (a) juvenile core located in interior of tree bole; (b) properties that increase from juvenile to mature wood; and (c) properties that decrease from juvenile to mature wood.*

# Letokruhy

Dendrochronologie – měření šířek letokruhů



# Nejstarší stromy na světě

jméno	věk (let)	druh	lokality	poznámka
Sunland Baobab	6 000	baobab	jižní Afrika	netvoří letokruhy
Prometheus	5 000	<i>Pinus longaeva</i>	Nevada, USA	smýcen 1964
Methuselah	4 800	<i>Pinus longaeva</i>	Kalifornie, USA	



*Prometheus*  
(pařez)

*Methuselah*



<http://en.wikipedia.org/w/index.php?oldid=384372863>



# Největší objem kmene na světě

## „The General Sherman“

- druh: *Sequoiadendron giganteum*
- strom s největším objemem kmene
- výška: 83,6 m
- průměr: 825 cm
- objem: 1473,4 m<sup>3</sup>
- lokalita: Sequoia National Park, CA

<http://www.botanik.uni-bonn.de/conifers/cu/se2/index.htm>



# Nejvyšší strom na světě

## „Hyperion“

- druh: Sekvoj vždyczelená – *Sequoia sempervirens*
- výška: 115,66 m
- lokalita: Redwood National Park, Kalifornie, USA

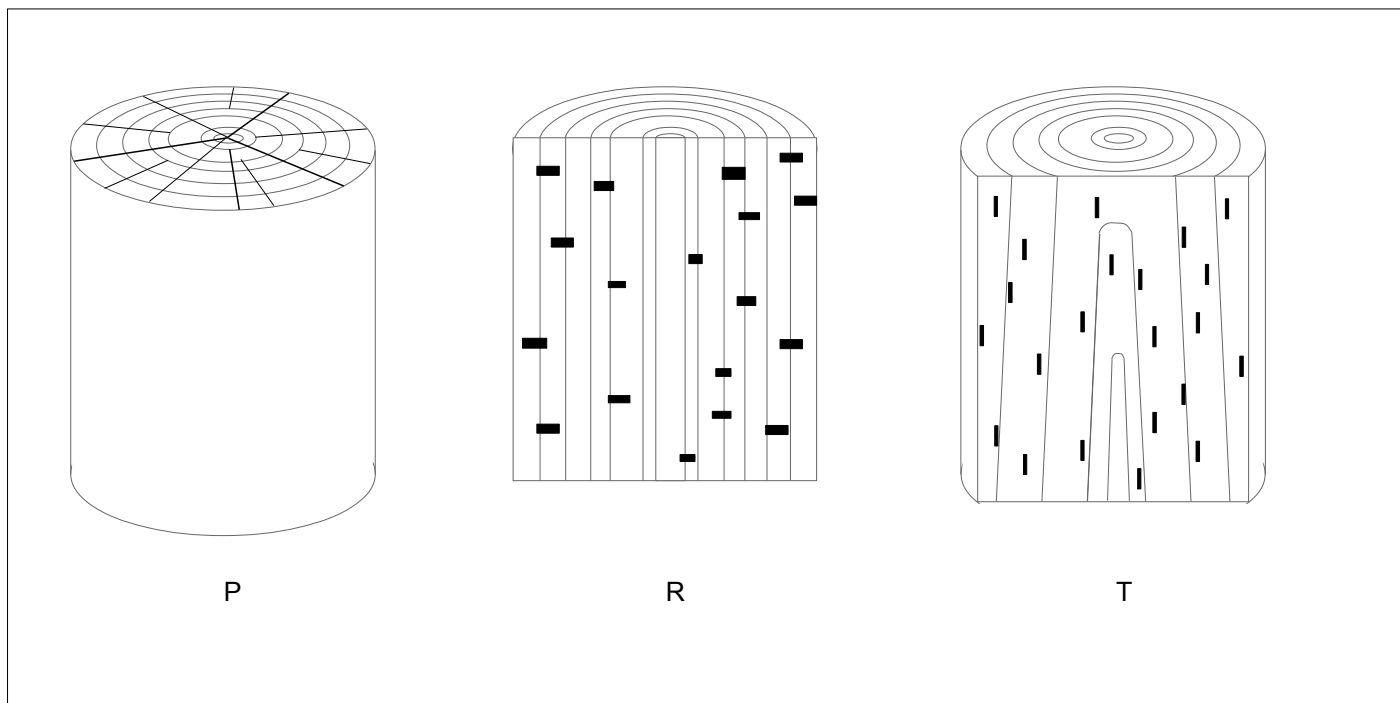




# Dřeňové paprsky

# Dřeňové paprsky

- pásy kolmé na podélnou osu kmene



# Dřeňové paprsky

a) široké (viditelné na P, R, T)



P



R



T

# Dřeňové paprsky

b) úzké (viditelné na R)



P



R



T

# Dřeňové paprsky

c) velmi úzké (neviditelné)



P



R

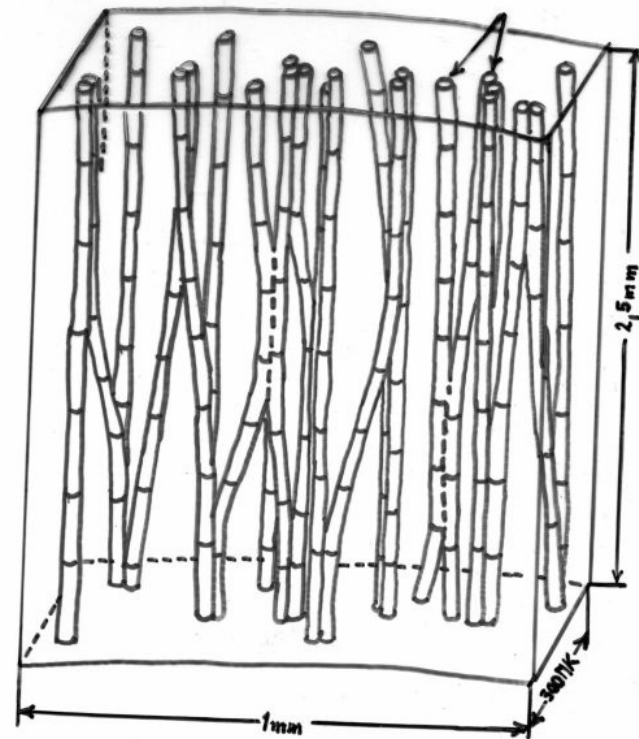


T

# Cévy

# Cévy

- představují kapiláry rovnoběžné s podélnou osou kmene
- jen ve dřevě listnáčů
- dělíme je na
  - makrocévy  $\varnothing > 100 \mu\text{m}$
  - mikrocévy  $\varnothing < 100 \mu\text{m}$



# Rozdělení dřev do skupin dle cév

- a) dřeva listnatých dřevin s kruhovitě pórovitou stavbou dřeva  
– makrocév (j. d.) + mikrocévy (l. d.)



P



R



T



# Rozdělení dřev do skupin dle cév

- b) dřeva listnatých dřevin s roztroušeně pórovitou stavbou dřeva  
– jen mikrocévy



P



R



T

# Rozdělení dřev do skupin dle cév

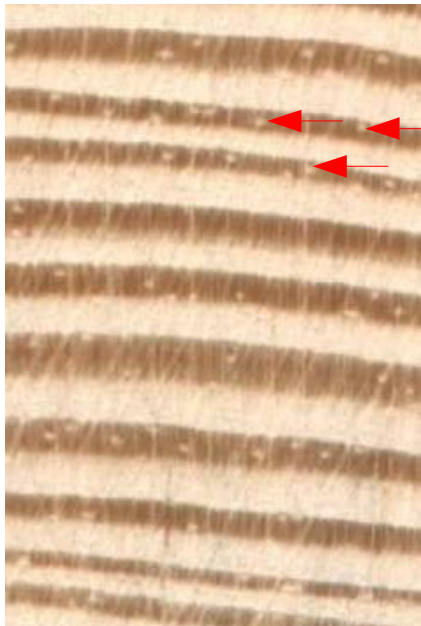
- c) dřeva listnatých dřevin s polokruhovitě pórovitou stavbou dřeva  
– buď jen makrocévy (OR) nebo jen mikrocévy (TR, SV)



# Pryskyřičné kanálky

# Pryskyřičné kanálky

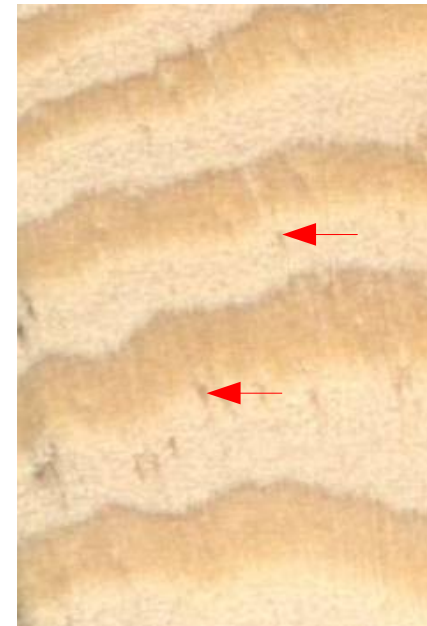
- jedná se o mezibuněčné prostory (vertikální a horizontální)
- jen u některých jehličnatých dřev



P



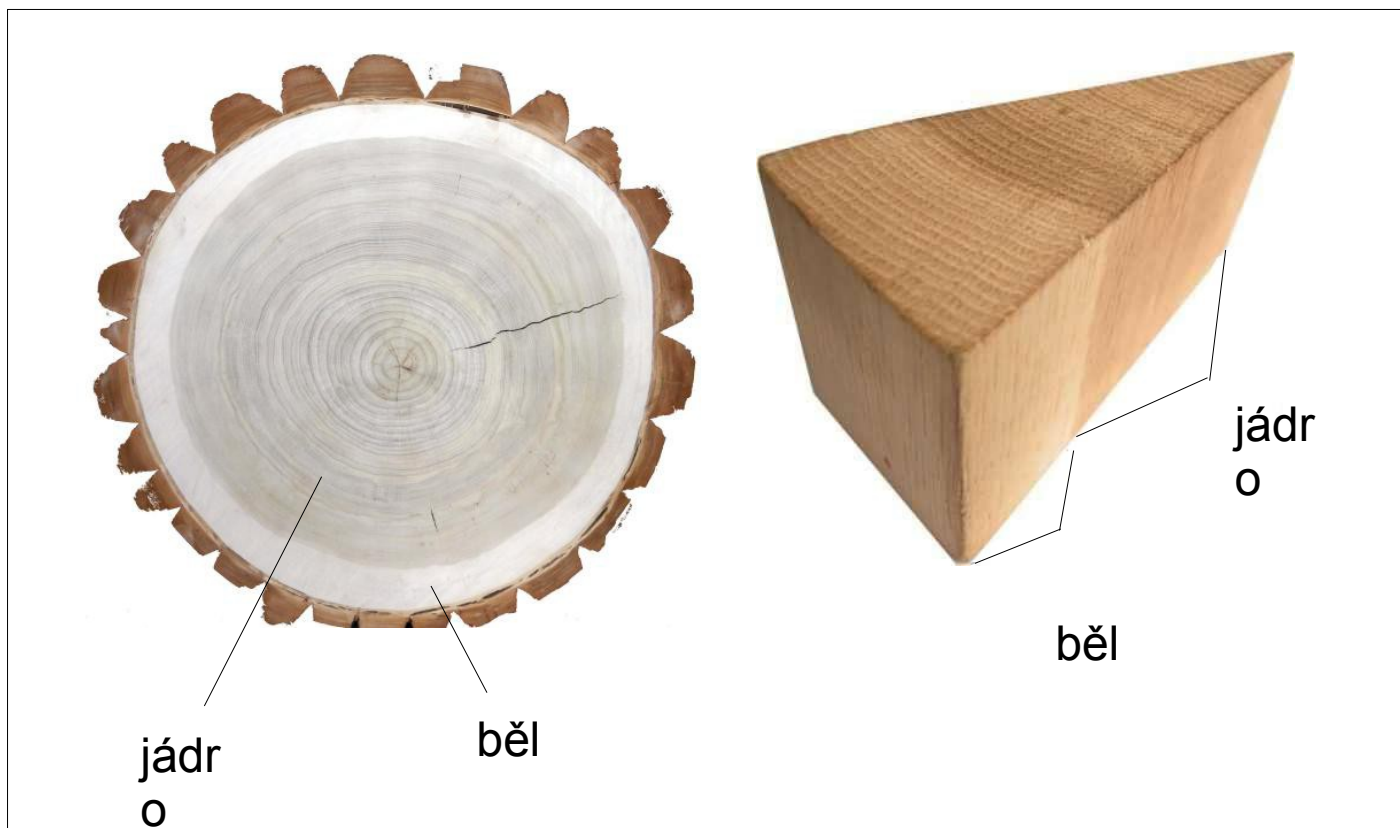
R



T

# Doplňkové znaky

# Barva dřeva (jádro a běl)



# Barva dřeva (jádro a běl)

## **jádro** (oproti běli)

- centrální část
- tmavěji zbarvené
- jen mrtvé buňky
- nízká propustnost pro kapaliny
- obecně vyšší trvanlivost a odolnost

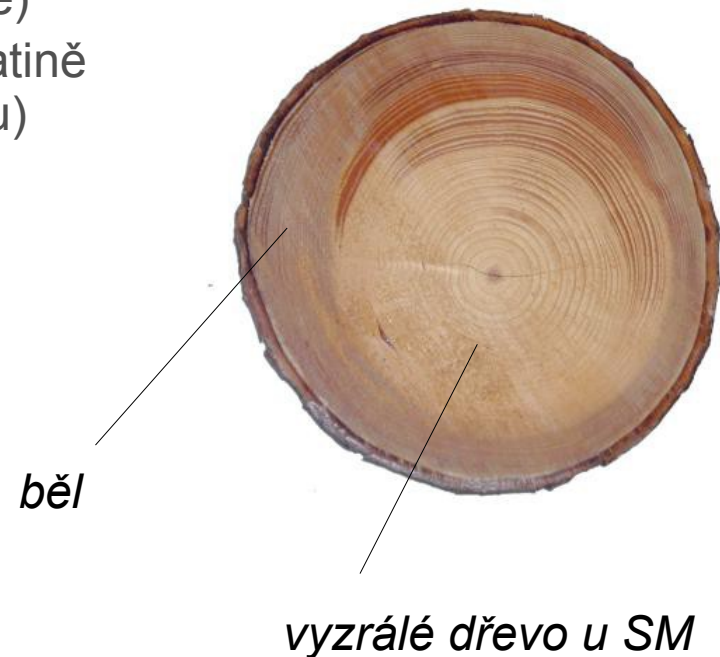
## **Proces zjadernění**

- *jehličnany* – odumírání parenchymatických buněk a uzavírání dvojteček
- *listnáče* – odumírání parenchymatických buněk a tvorba jádrových látek a thyl → uzavírání vodivých cest

# Barva dřeva (jádro a běl)

## vyzrálé dřevo

- všechny charakteristiky jádra
- má odstín jako běl (na suchém dřevě)
- odlišitelné od běli jen na čerstvé kulatině (běl s vyšší vlhkostí má tmavší barvu)





# Barva dřeva (jádro a běl)

## Rozdělení dřev dle výskytu běli, jádra a vyztalého dřeva

- **dřeva bělová**
  - HB, OL, BR, JV, HR
- **dřeva jádrová**
  - MD, BO, DB, AK, JM, TR, SV
- **dřeva bělová s vyztalým dřevem**
  - JD, SM, BK, LP
- **dřeva s bělím, jádrem a vyztalým dřevem**
  - JS, JM, VR



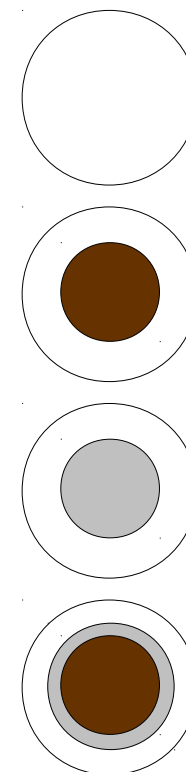
běl



vyztalé dřevo



jádro



# Barva dřeva (jádro a běl)

## Nepravé jádro

- vzniká porušením fyziologických pochodů u bělových dřev
- považováno za vadu dřeva
- nejčastěji u BK, BR, JV, jírovec, ...



# Lesk dřeva

Lesk dřeva – schopnost dřeva odrážet světelné paprsky

Lesklá dřeva

- PL, JV, BK, JM

Matná dřeva

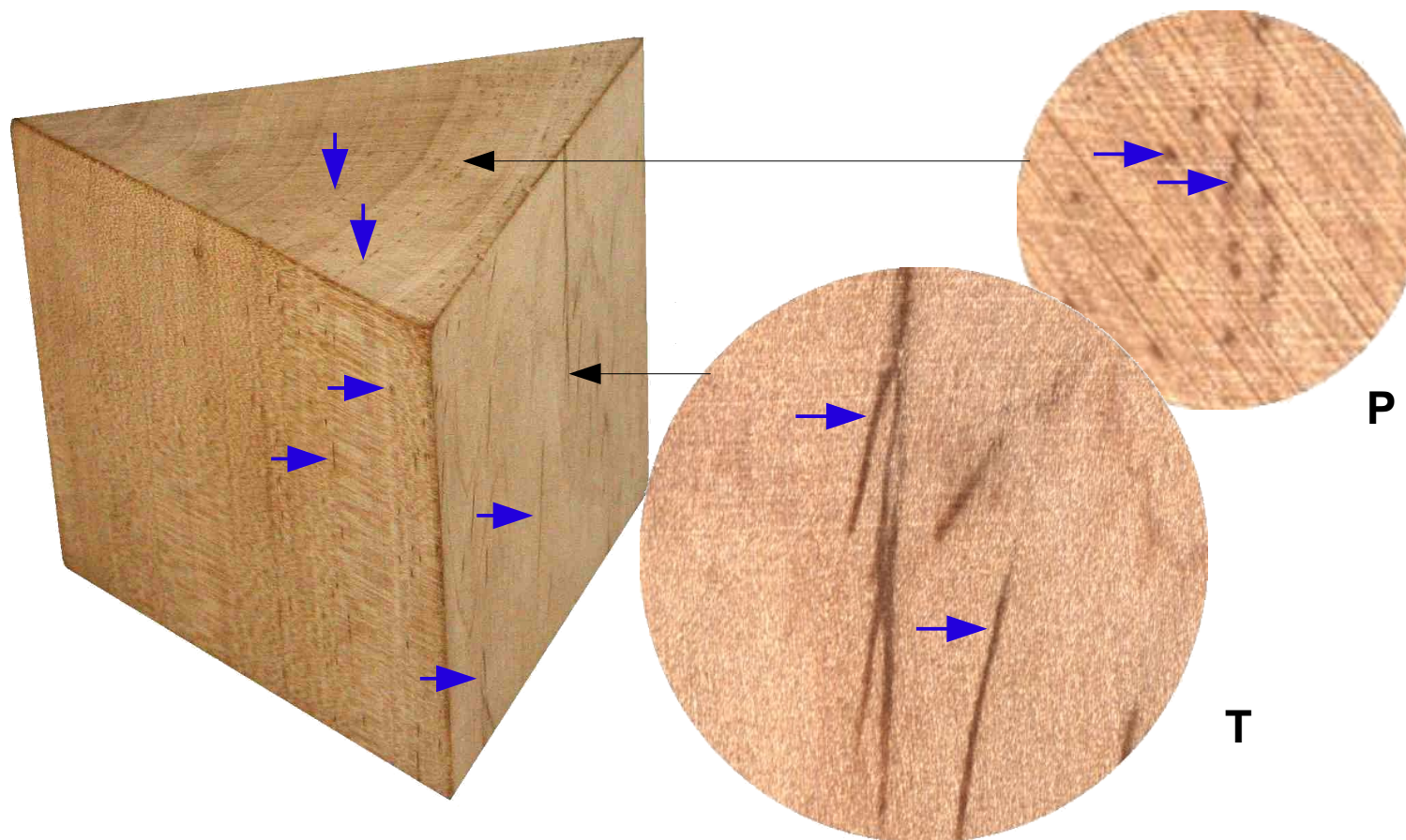
- HB, JB

# Vůně dřeva

**Vůně dřeva** – záleží na obsahu éterických olejů, pryskyřic, tříslovin a jiných látek obsažených ve dřevě

AK, LP – *nepříjemná vůně*  
jalovec, TR – *příjemná vůně*

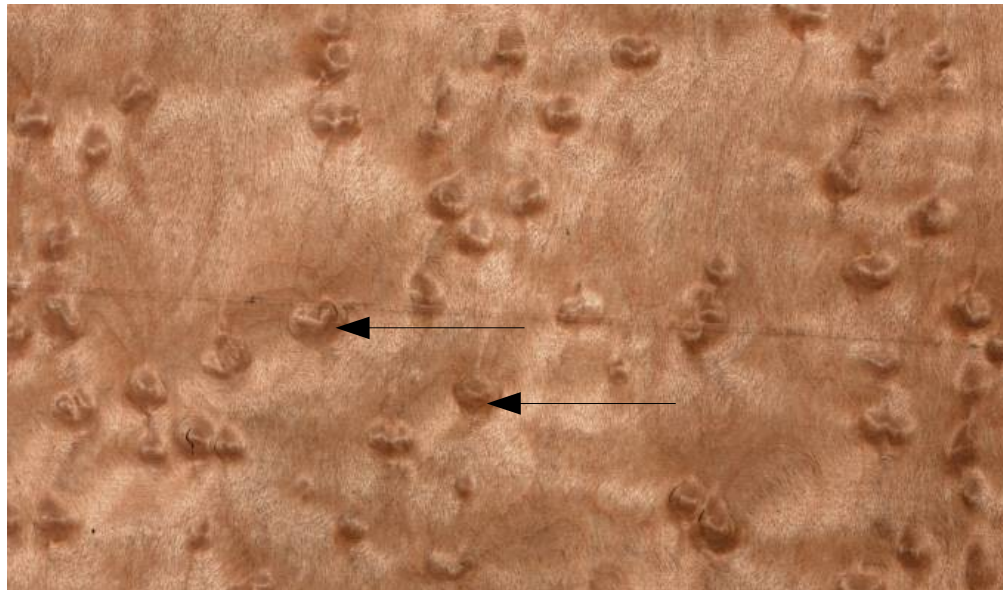
# Dřeňové skvrny



# Zvláštnosti textury

# Zvláštnosti textury

- očková kresba (JV dýha)



# Zvláštnosti textury

- svalovitost (vlnitost dřevních vláken) – JS dýha





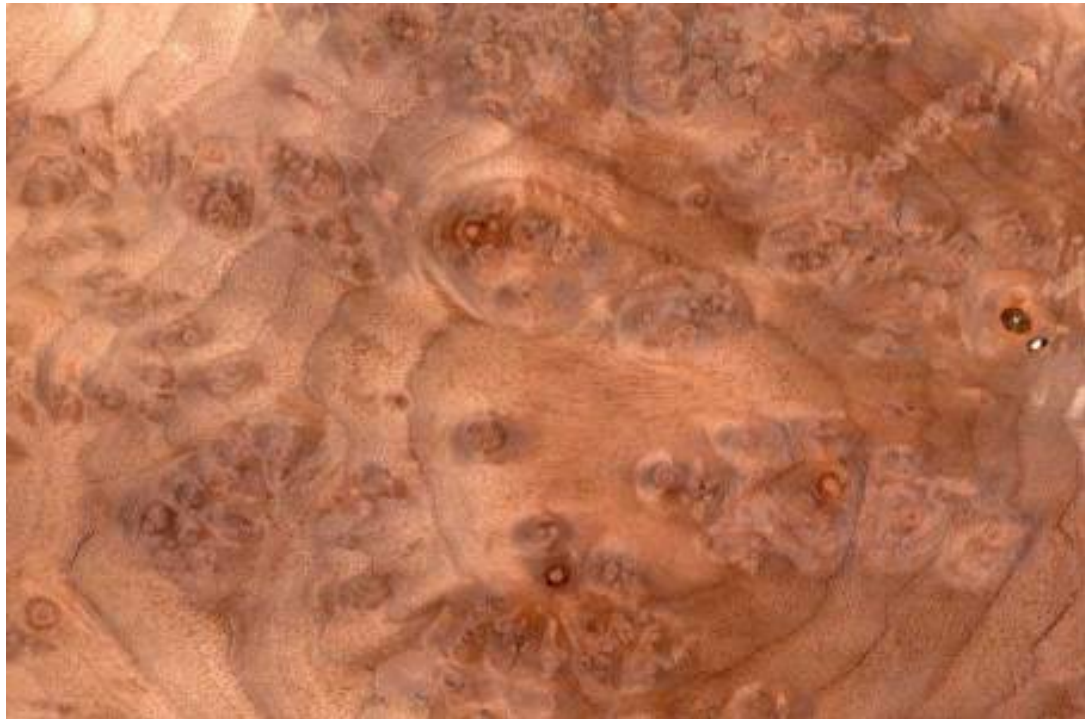
# Zvláštnosti textury

- lískovcové dřevo



# Zvláštnosti textury

- kořenice (OR dýha)



# Zvláštnosti textury

- reakční dřevo (tlakové × tahové)



SM, tlakové dřevo

# Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva

## Hustota dřeva

- dřeva s nízkou hustotou ( $\rho_{12} < 540 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )
  - SM, JD, BO, TP, OL, LP aj.
- dřeva se střední hustotou ( $\rho_{12} = 540\text{--}750 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )
  - MD, BK, DB, JM, JS, PL, OR aj.
- dřeva s vysokou hustotou ( $\rho_{12} > 750 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )
  - AK, HB

Dřevo s nejnižší hustotou: balsa ( $\rho_0 = 130 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )

Dřevo s nejvyšší hustotou: guajak ( $\rho_0 = 1300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )

# Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva

## Tvrдость dřeva

- měkká dřeva ( $H_J < 40$  MPa)
  - SM, JD, BO, TP, LP aj.
- středně tvrdá dřeva ( $H_J = 40\text{--}80$  MPa)
  - MD, BK, DB, JM, JS, PL, OR aj.
- tvrdá dřeva ( $H_J = 81\text{--}100$  MPa)
  - AK, HB
- velmi tvrdá dřeva ( $H_J = 100\text{--}150$  MPa)
  - zimostřez
- super tvrdá dřeva ( $H_J > 150$  MPa)
  - eben, guajak