

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 xylologie

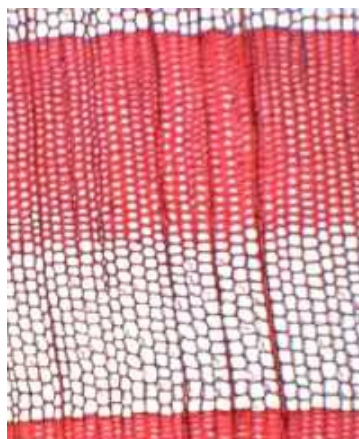
Složeno ze dvou řeckých slov:

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



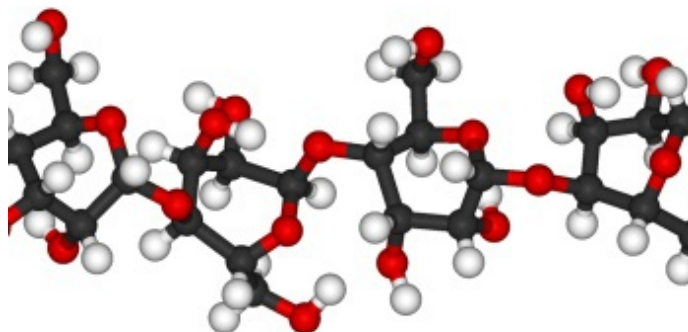
Definice dřeva

- **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



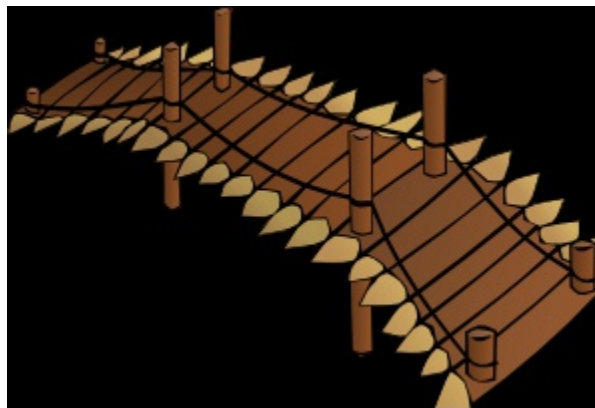
Definice dřeva

- **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*)

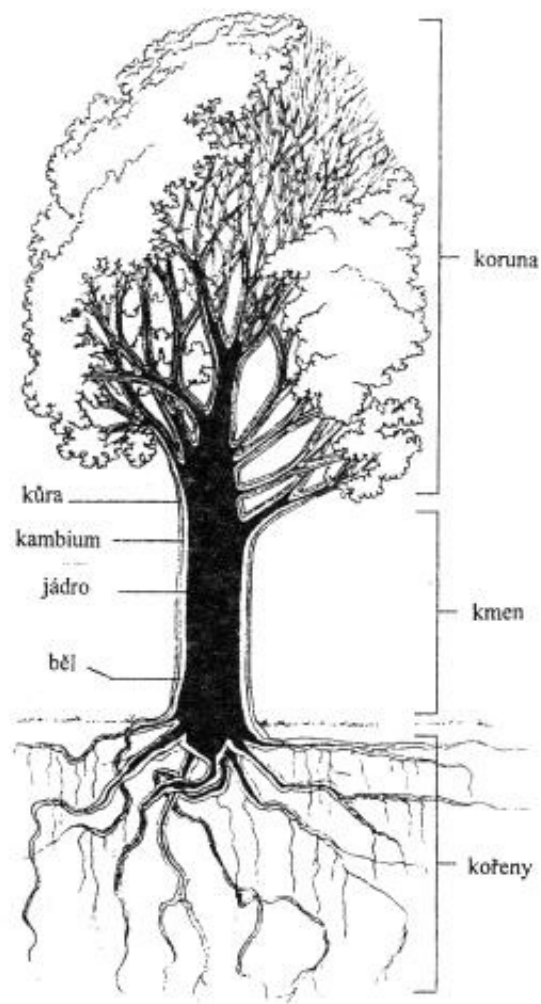
Taxonomické zařazení dřevin

říše: **rostlinná** (*Plantae*)

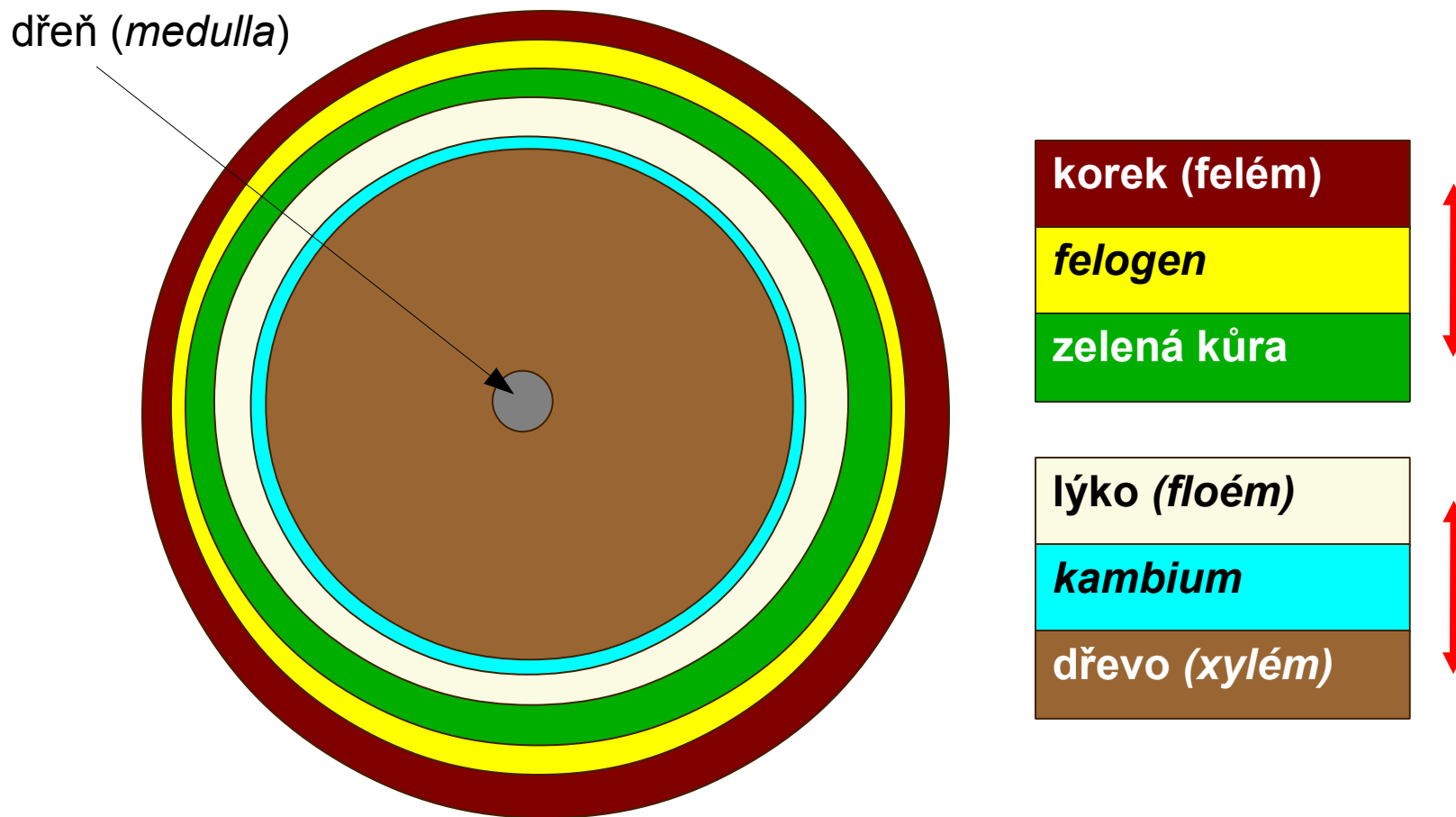
- oddělení: **nahosemenné** (*Pinophyta, Gymnospermae*)
- oddělení: **krytosemenné** (*Magnoliophyta, Angiospermae*)
 - třída: **jednoděložné** (*Monocotyledonae*)
 - třída: **dvouděložné** (*Dicotyledonae*)



Části stromu

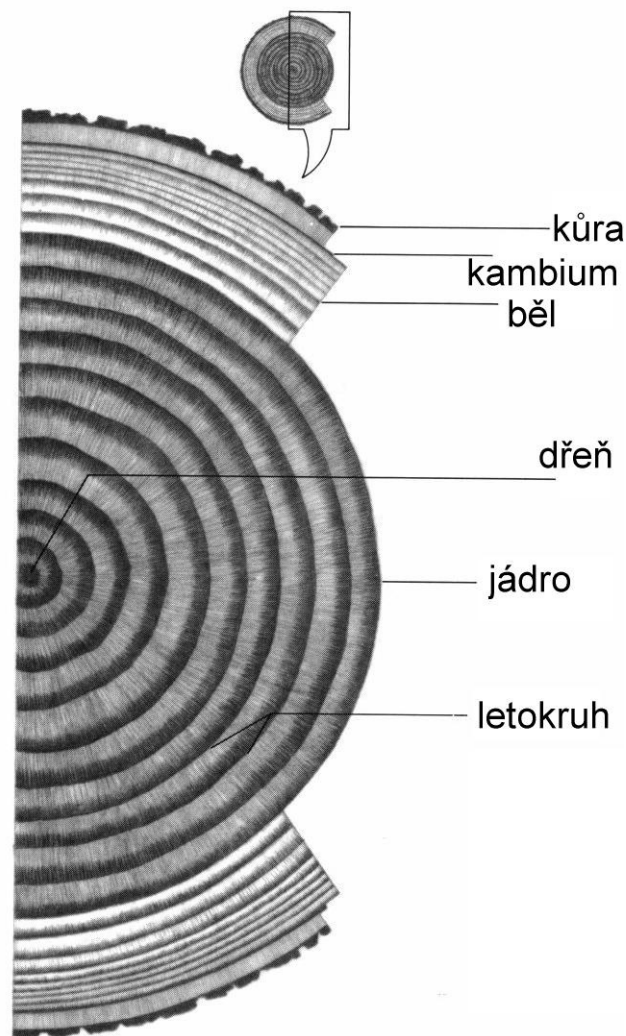


Příčný řez kmenem – schéma



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*)

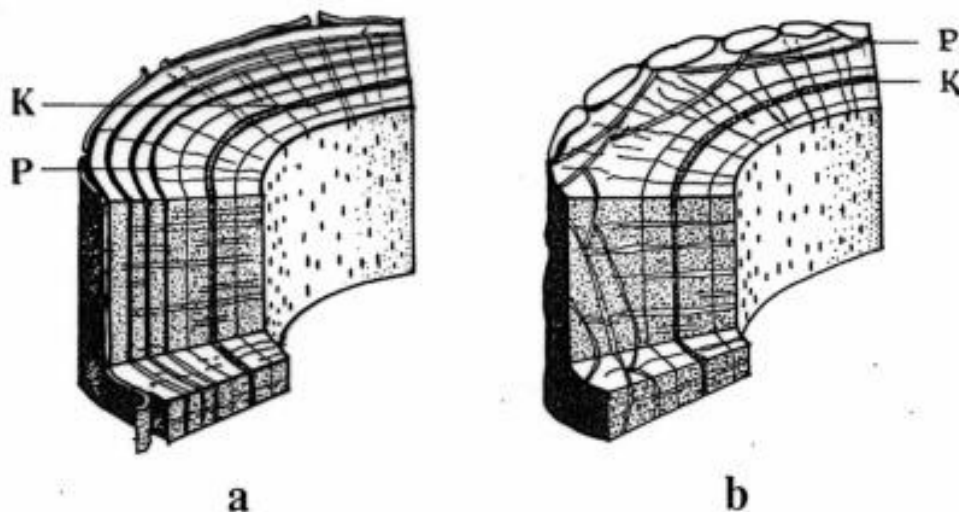


Borka

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



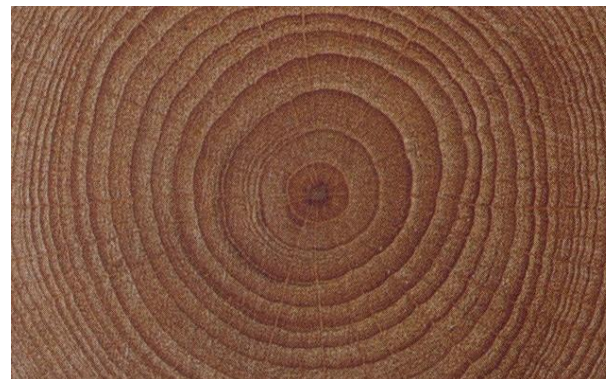
Dřeň

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

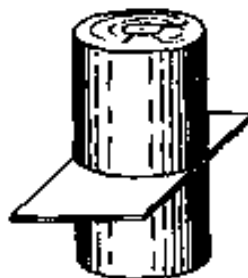


Znaky makroskopické stavby dřeva

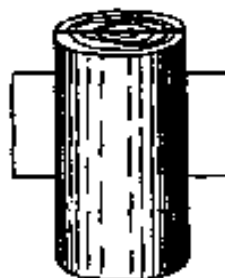
- základní
 - letokruhy
 - dřeňové paprsky
 - cévy
 - pryskyřičné kanálky
 - dřeňové skvrny
 - suky
- doplňkové
 - barva (jádro, běl, vyzrálé dřevo)
 - lesk
 - vůně
 - hustota
 - tvrdost

Základní řezy dřevem

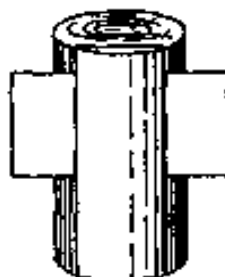
příčný (P)



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

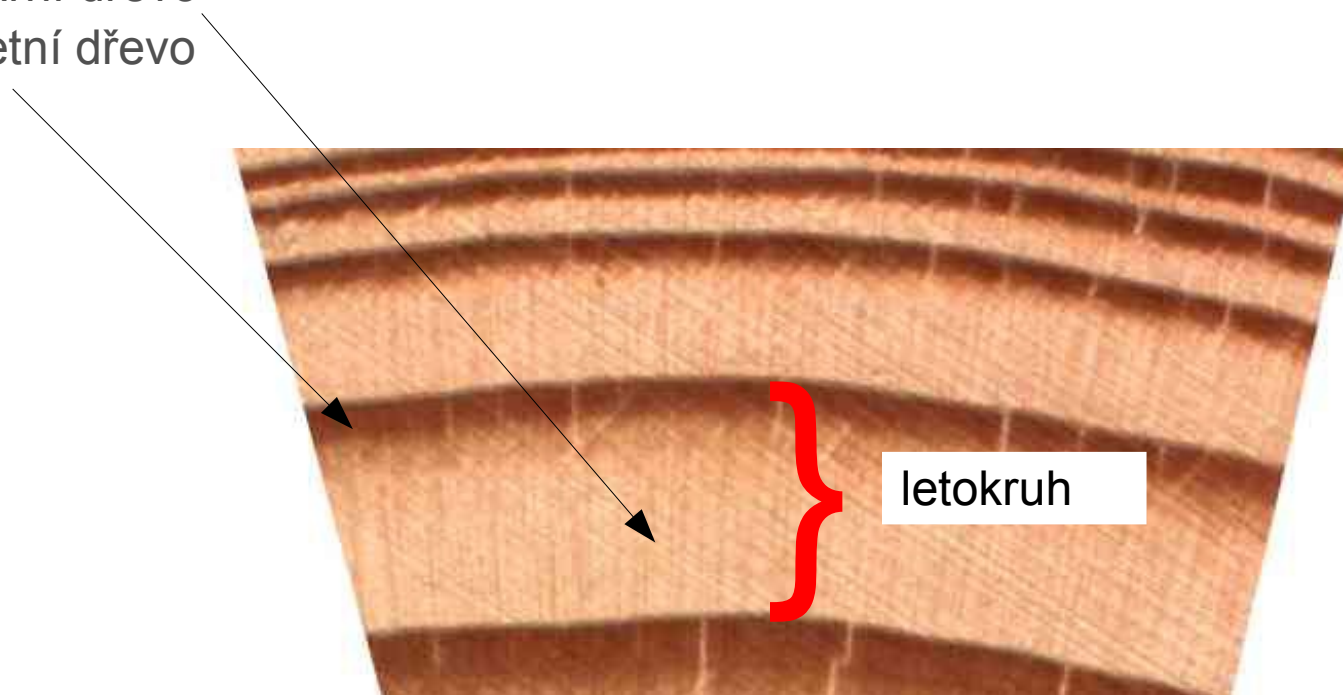


T

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

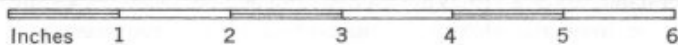
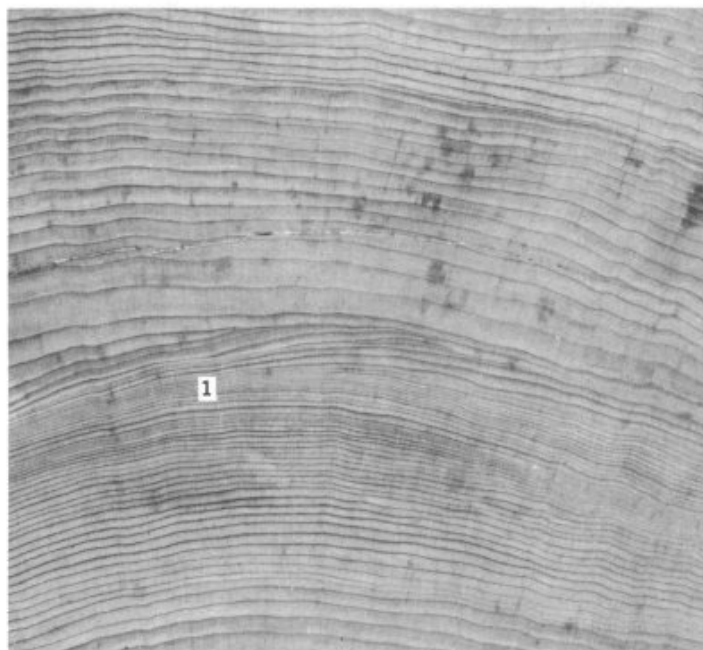
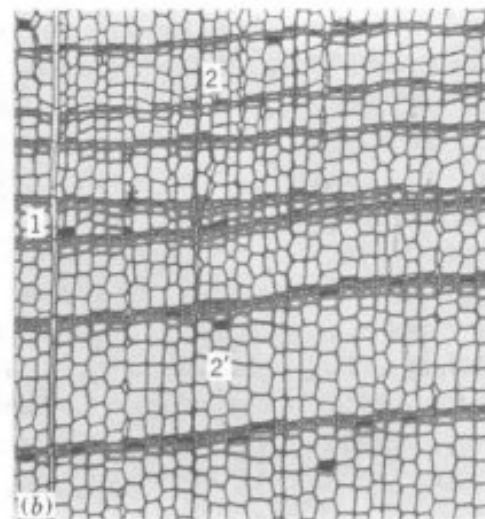


Figure 1-3 Discontinuous rings (above 1) in redwood [*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.].
(Photograph by E. Fritz.)



Letokruhy

nepravé letokruhy (*false rings*)

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

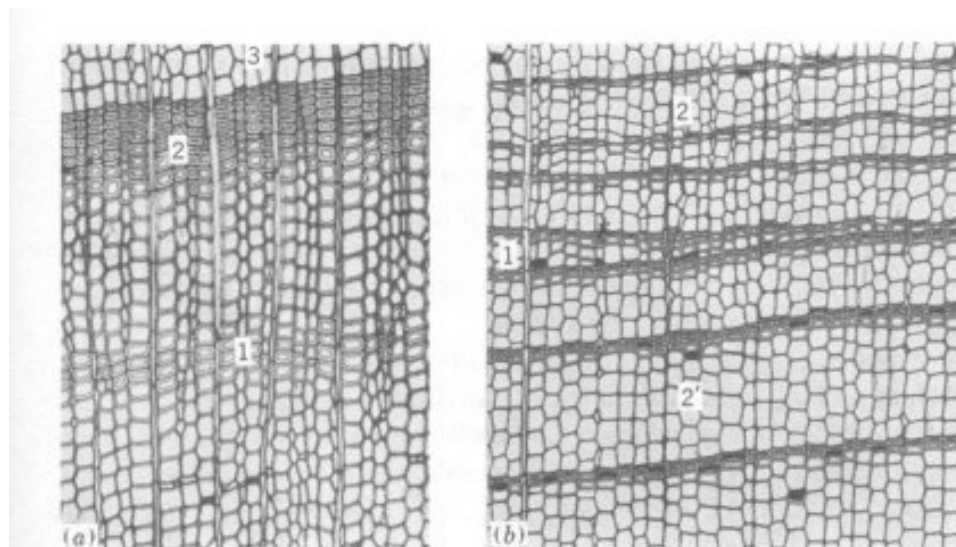


Figure 1-4 Discontinuous and false rings.

(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.

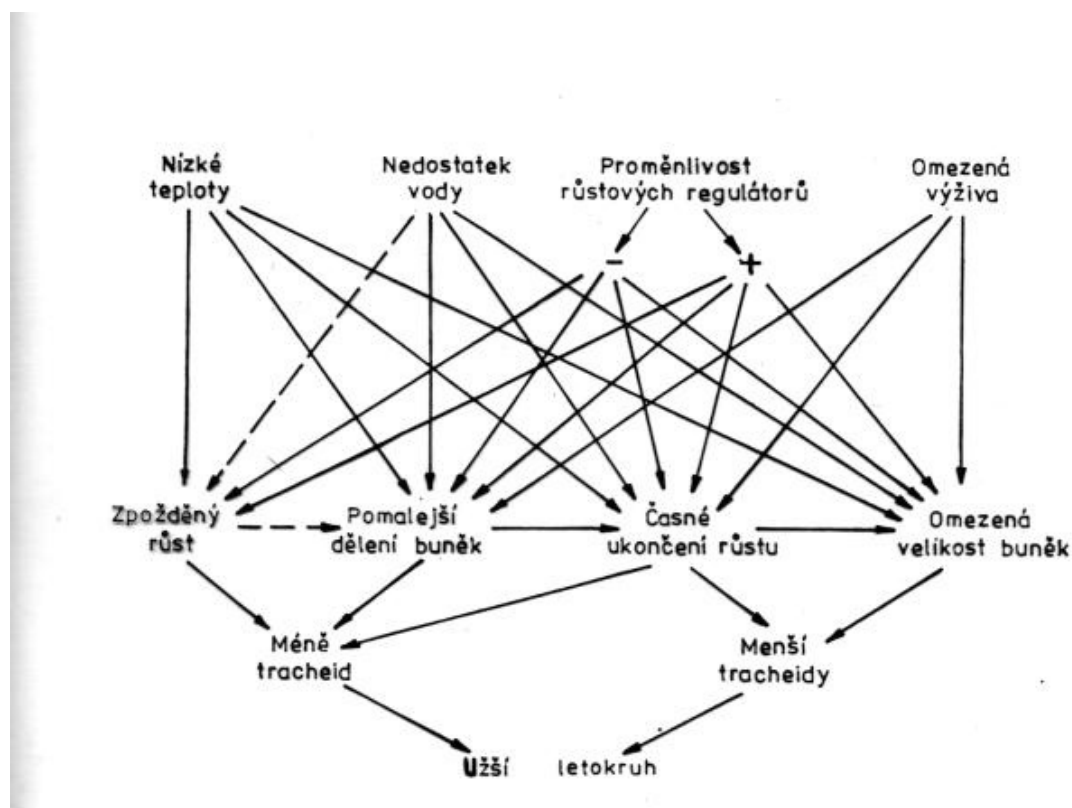
(b) Discontinuous rings in redwood [*Sequoia sempervirens* D. Don Endl.]. (70×) (1) A discontinuous ring. (2 and 2') Normal rings.

Příčiny:

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

Letokruhy

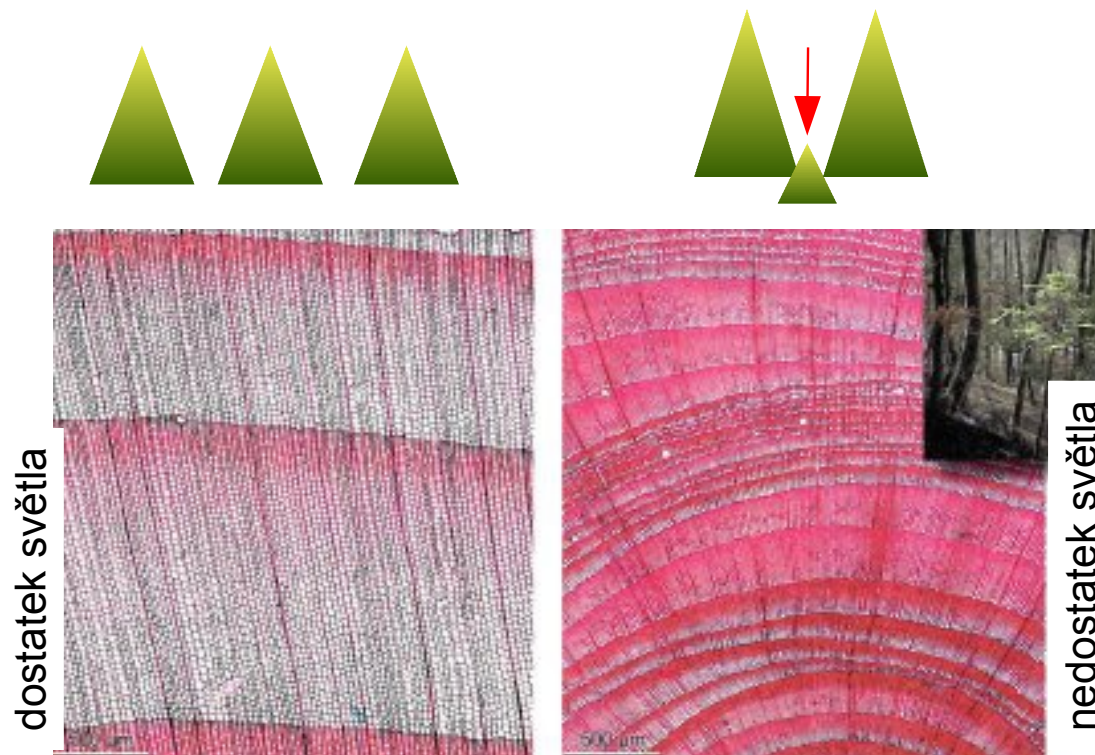
Faktory ovlivňující šířku letokruhu



Příčinné vztahy mezi podmínkami prostředí, vnitřními faktory a růstem letokruhů

Letokruhy

Vliv světla

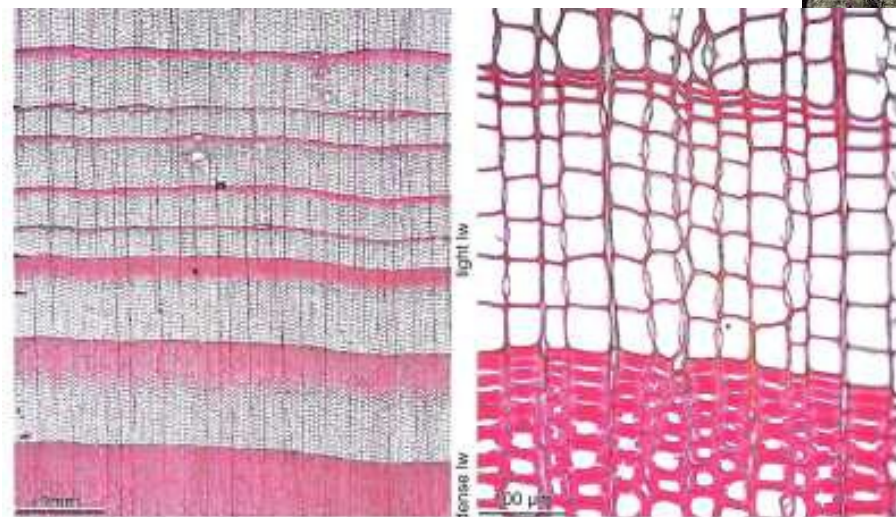


Schweingruber et al. 2006

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

Letokruhy

Vliv defoliace

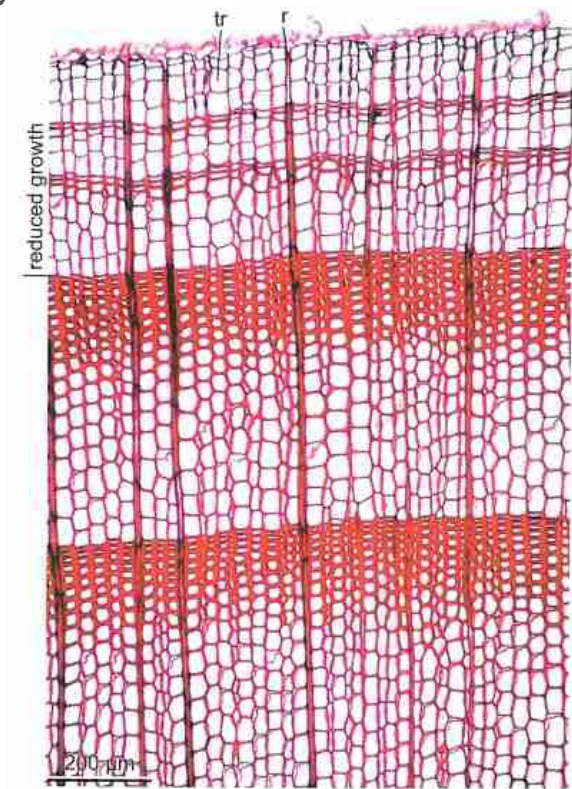


Schweingruber et al. 2006

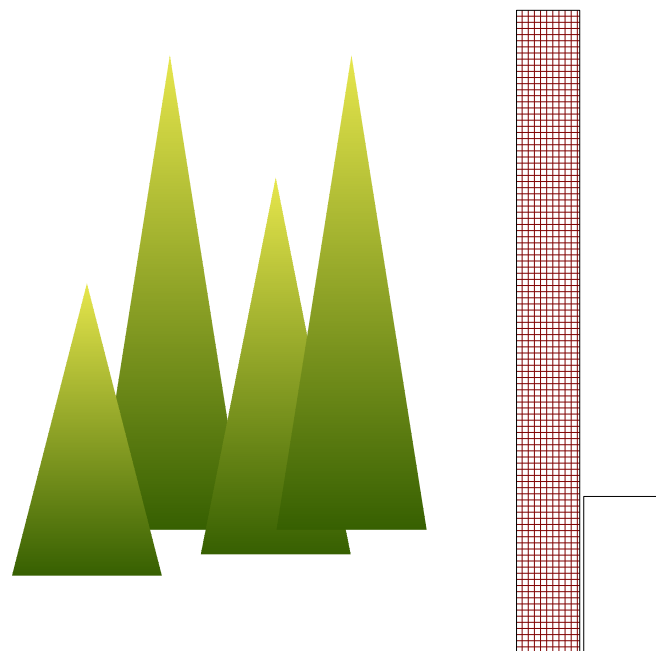
Pokles šířky letokruhu u Larix decidua Mill. v důsledku defoliace

Letokruhy

Vliv kyselých dešťů



Schweingruber et al. 2006

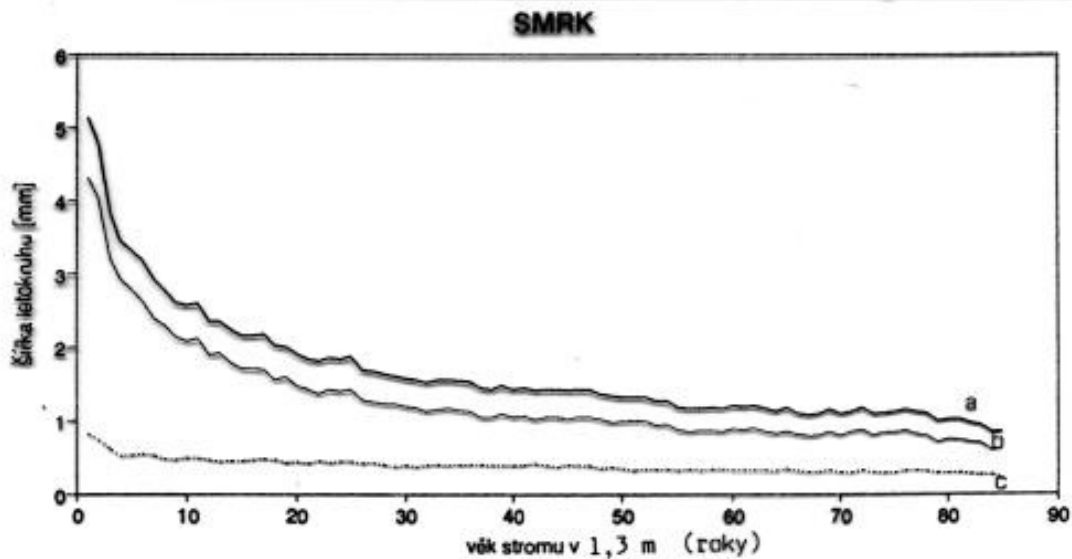


Pokles šířky letokruhu u Larix sibirica Mill. v důsledku kyselých dešťů

Letokruhy

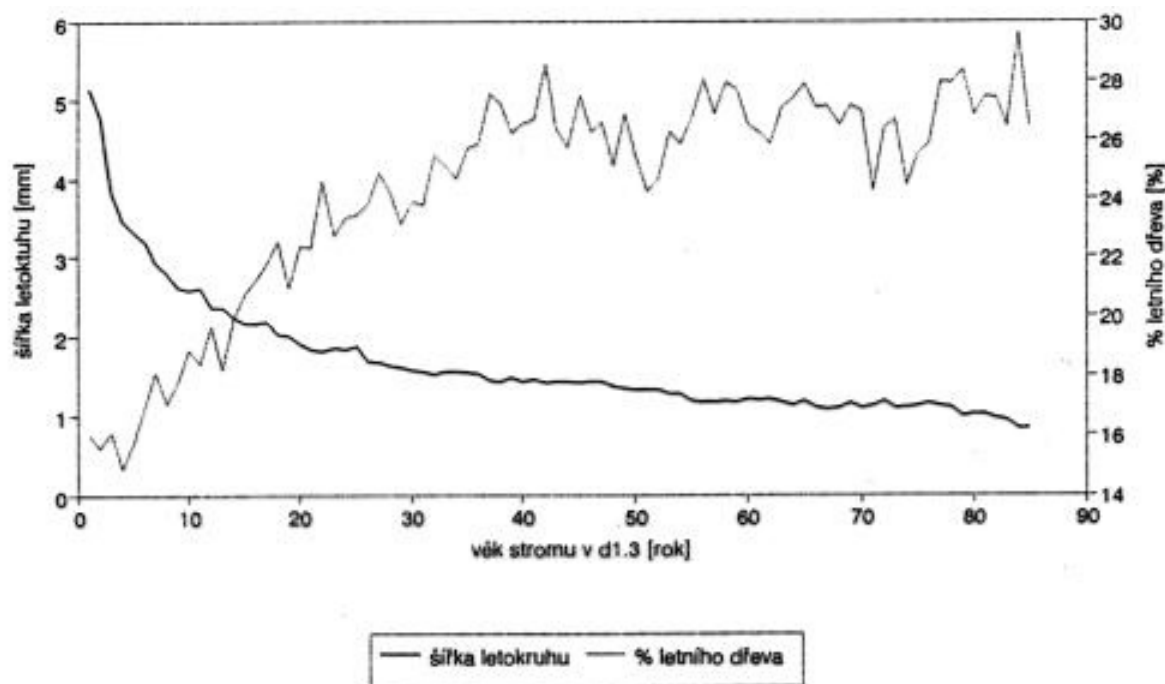
Vliv věku – s věkem šířka letokruhu klesá

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



Letokruhy

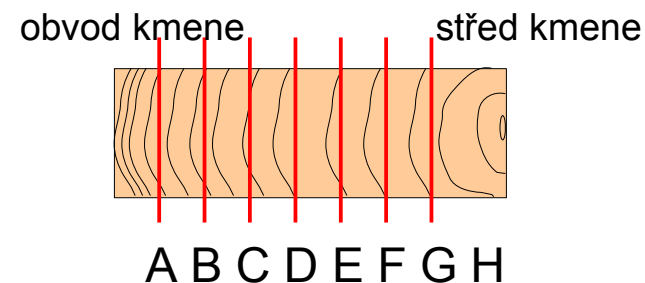
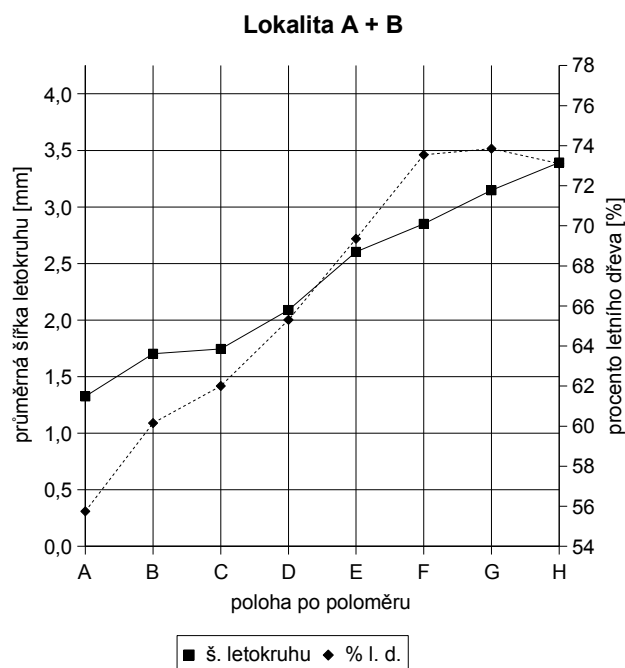
Vztah mezi šířkou letokruhu a zastoupením letního dřeva (jehličnany)



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

Letokruhy

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

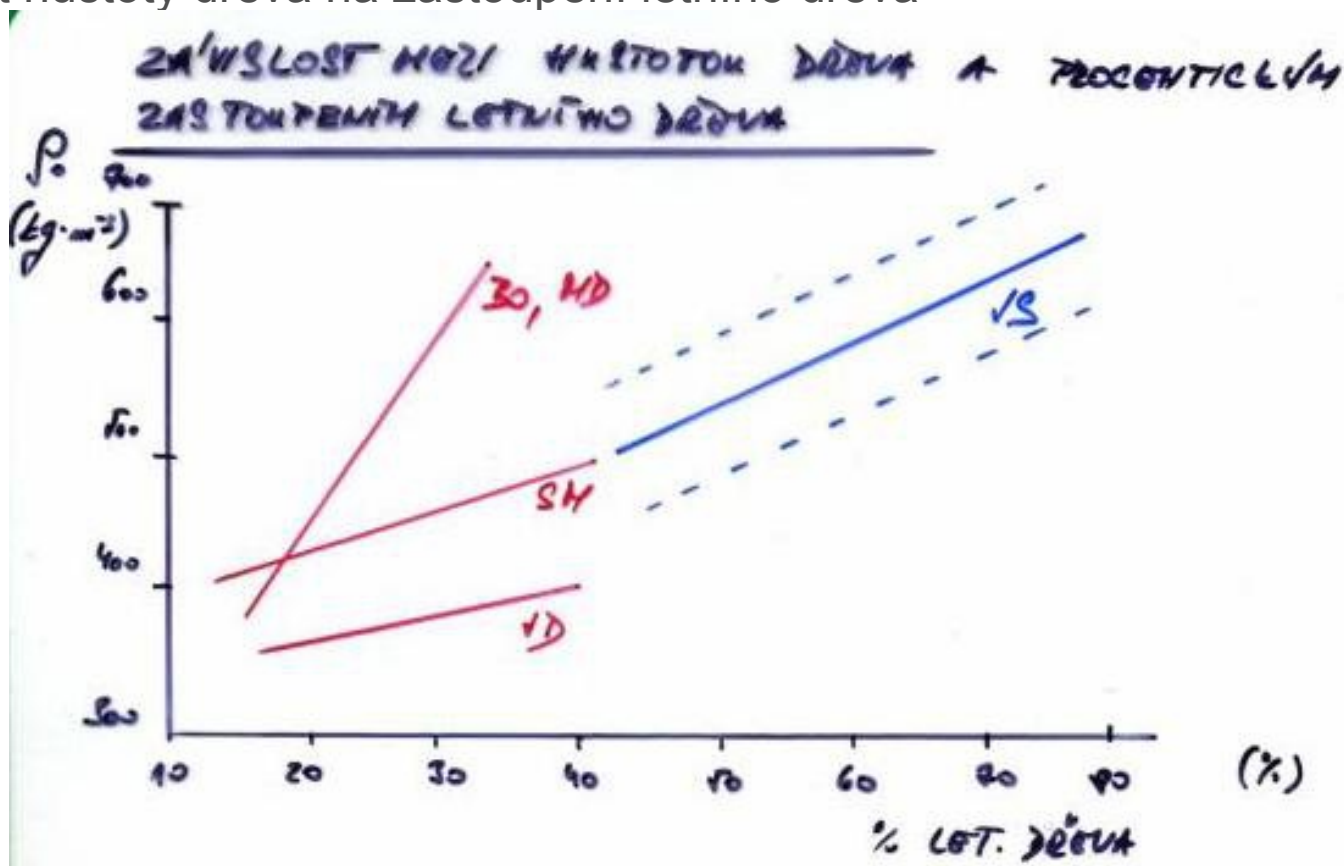


Vavrčík et al. 2008

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

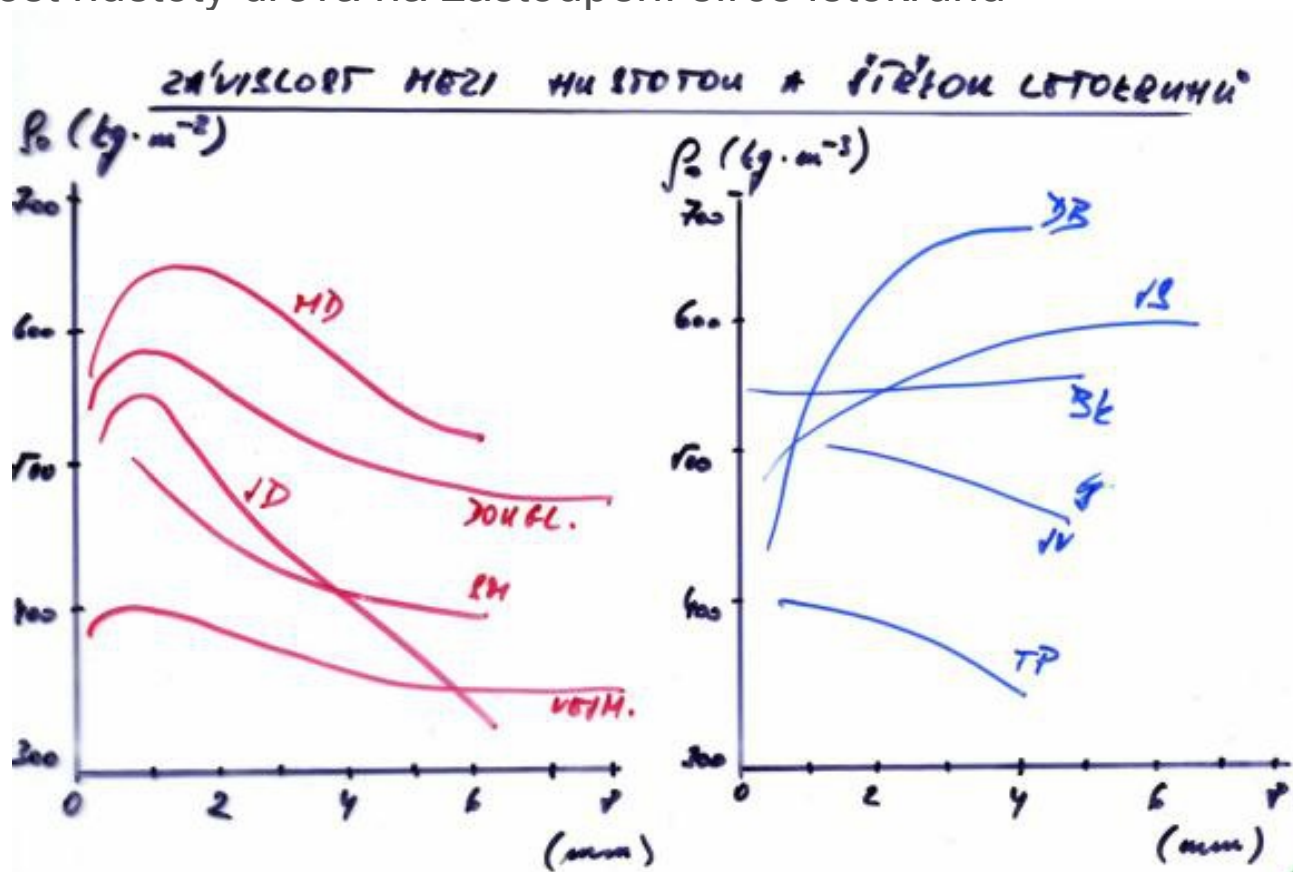
Letokruhy

Závislost hustoty dřeva na zastoupení letního dřeva



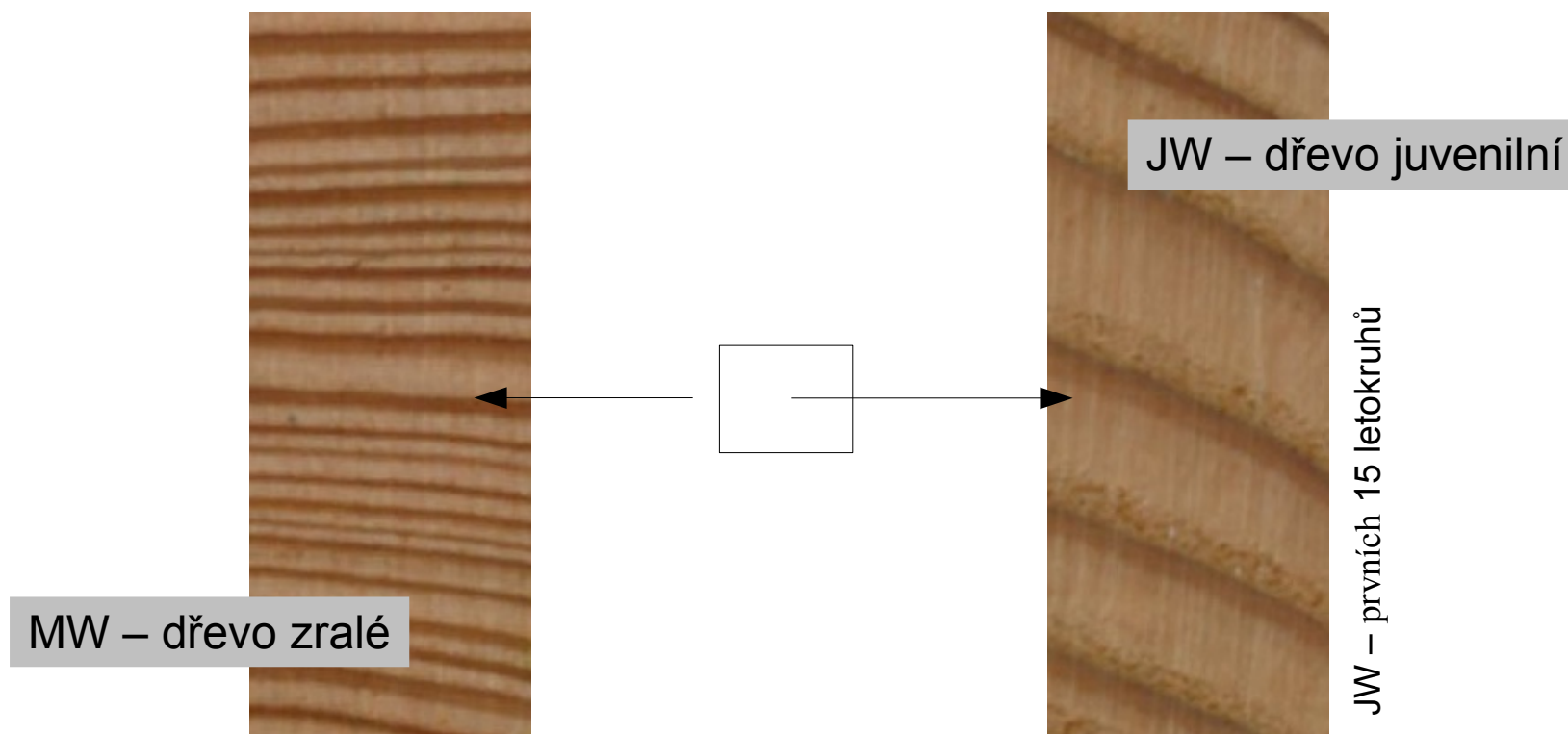
Letokruhy

- Závislost hustoty dřeva na zastoupení šířce letokruhu



Letokruhy

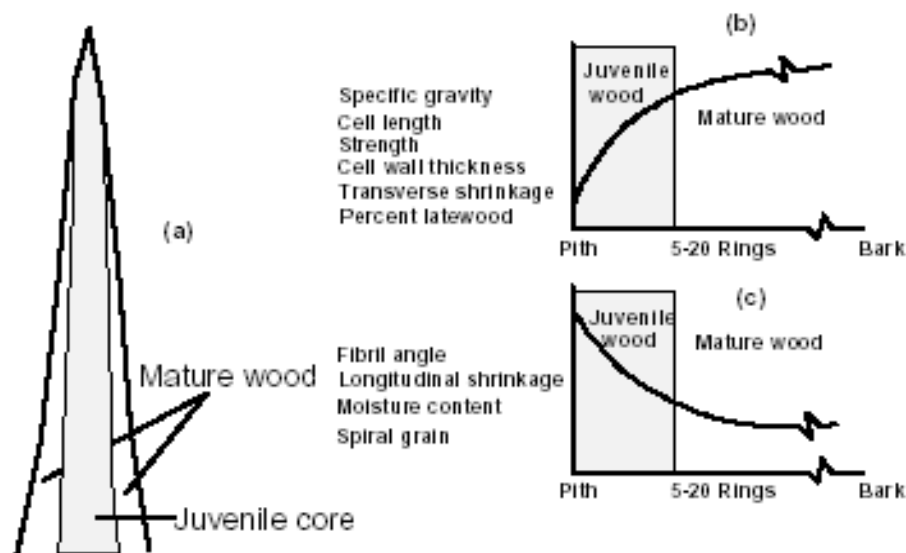
Vliv juvenilního dřeva



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	lokalita	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 m³
- lokalita: Sequoia National Park, CA

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



Nejvyšší strom na světě

„Hyperion“

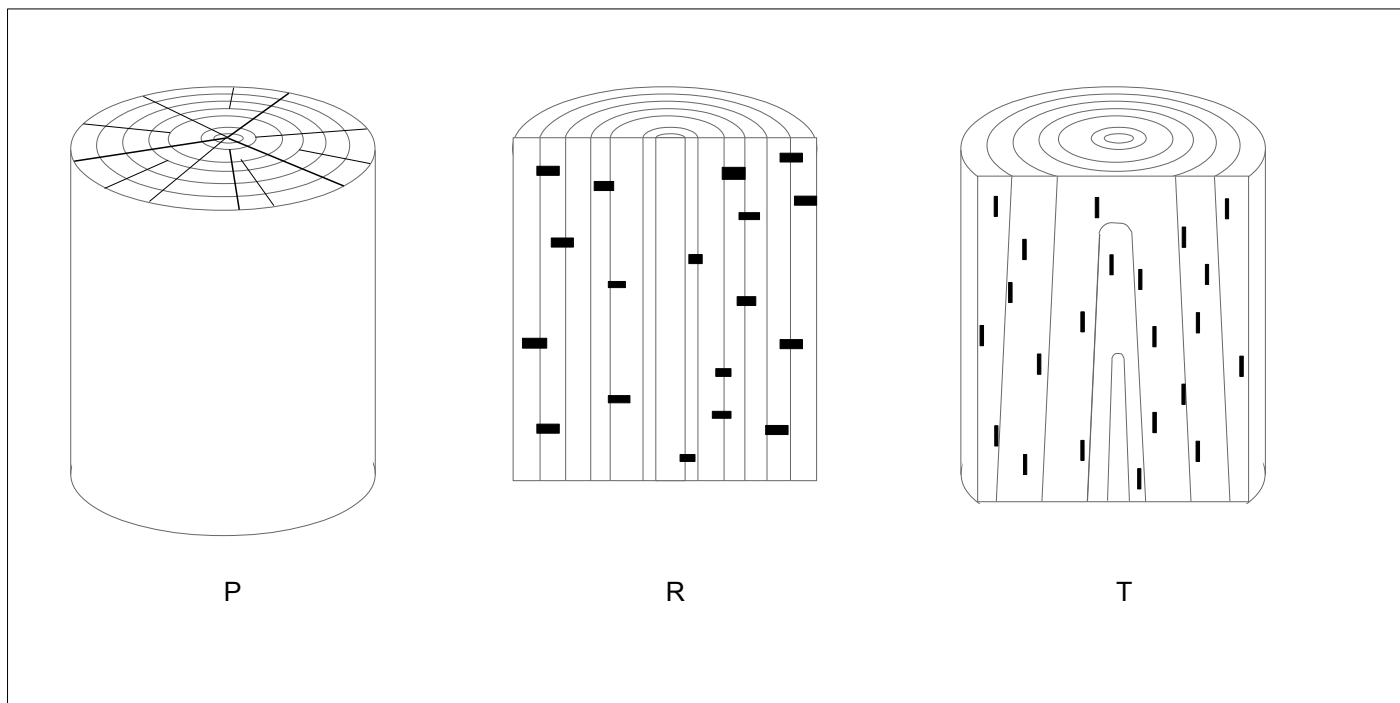
- druh: Sekvoj vždyzelená – *Sequoia sempervirens*
- výška: 115,66 m
- lokalita: Redwood National Park, Kalifornie, USA



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

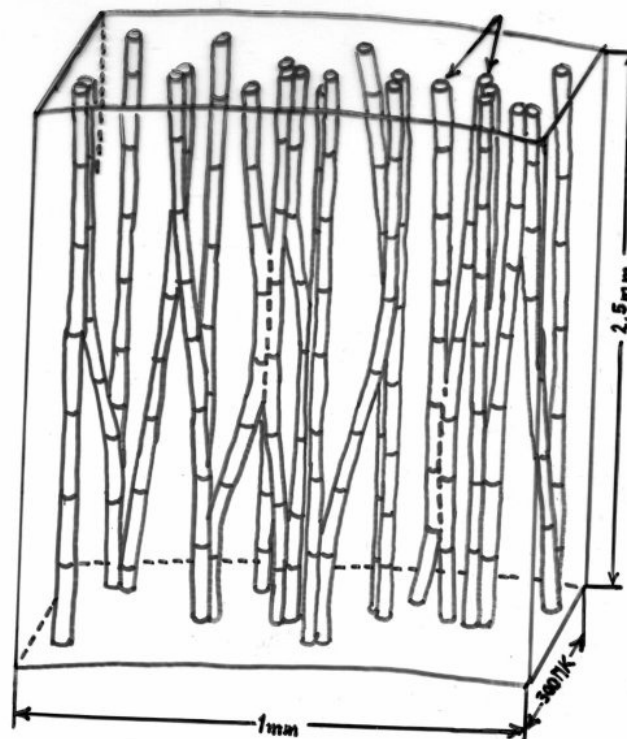


T

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

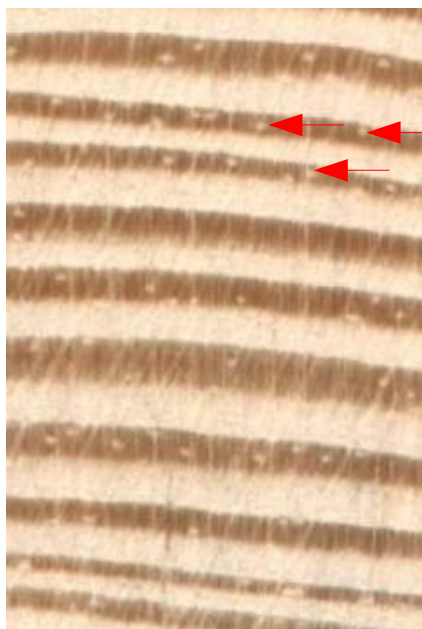
- c) dřeva listnatých dřevin s polokruhovitě pórovitou stavbou dřeva
– buď jen makrocévy (OR) nebo jen mikrocévy (TR, SV)



Pryskyřičné kanálky

Pryskyřičné kanálky

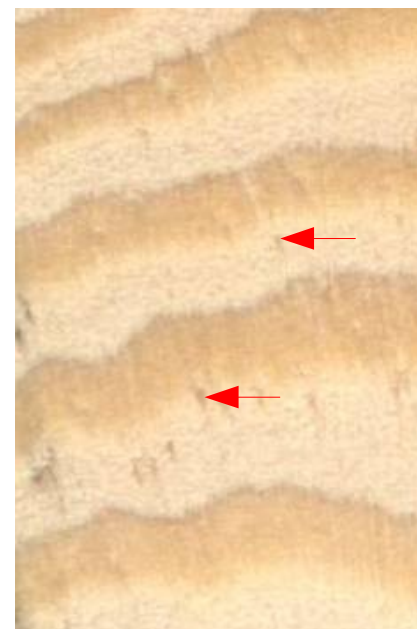
- jedná se o mezibuněčné prostory (vertikální a horizontální)
- jen u některých jehličnatých dřev



P



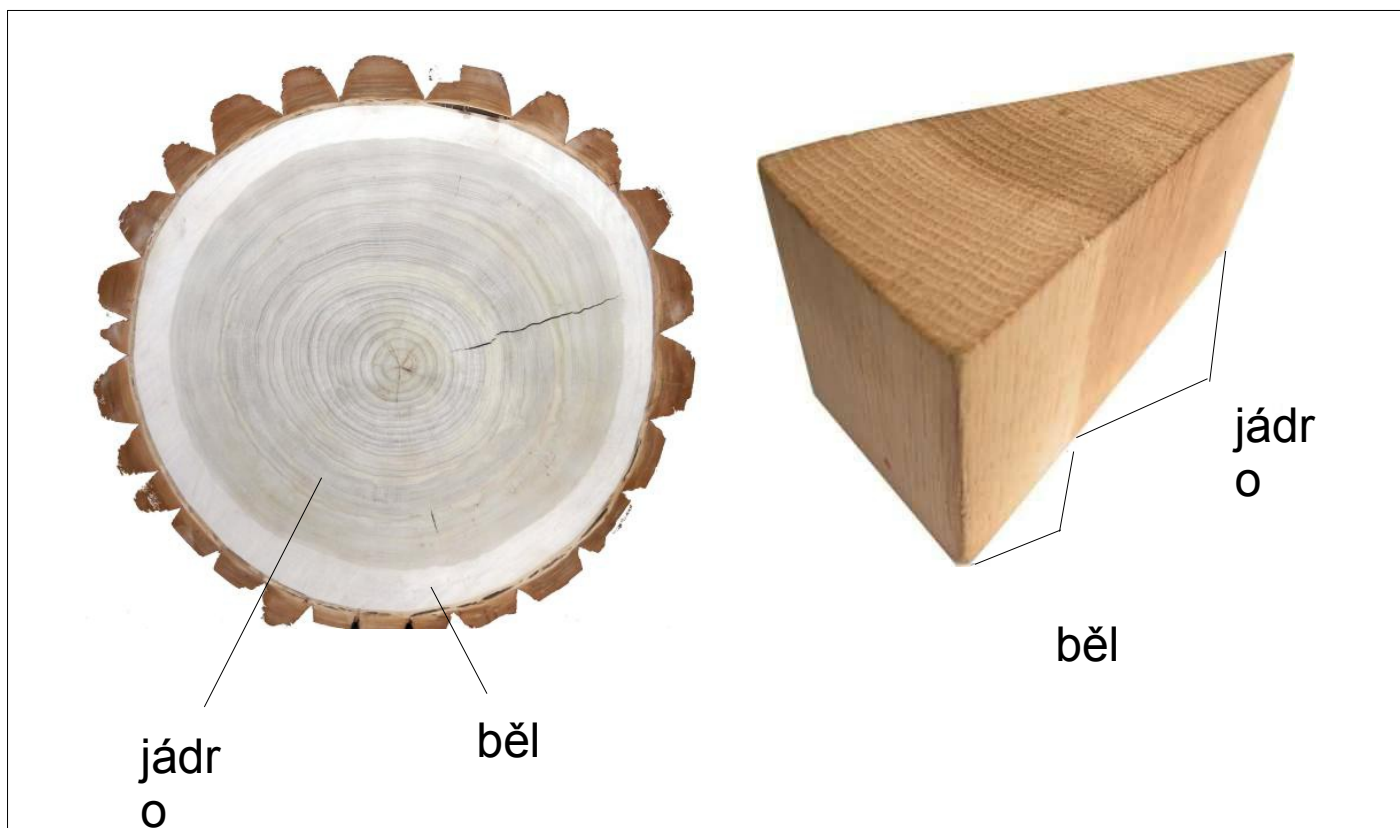
R



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

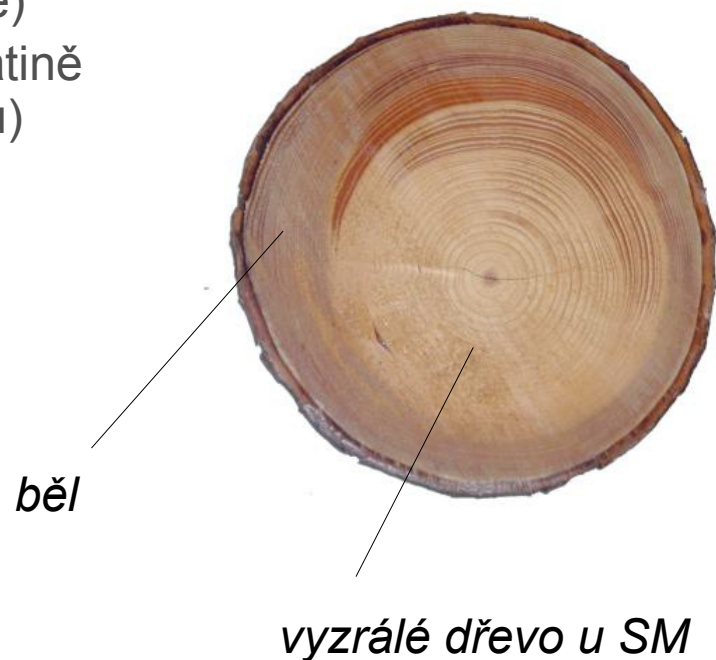
Proces zjadernění

- *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 bělí, jádra a vyvrátého dřeva

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



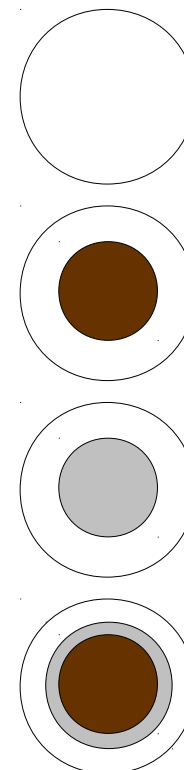
běl



vyvráté 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

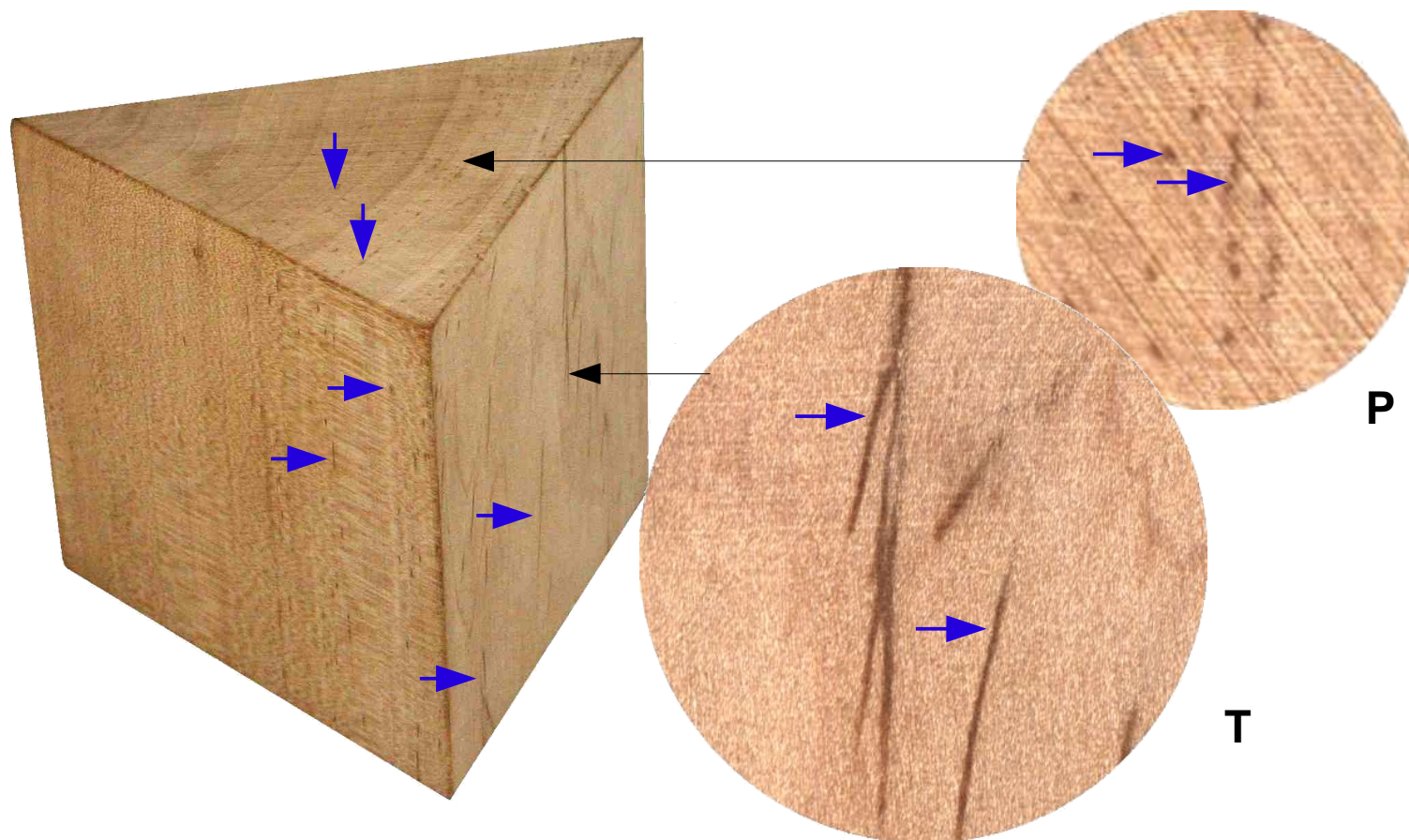
- HB, JB

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*

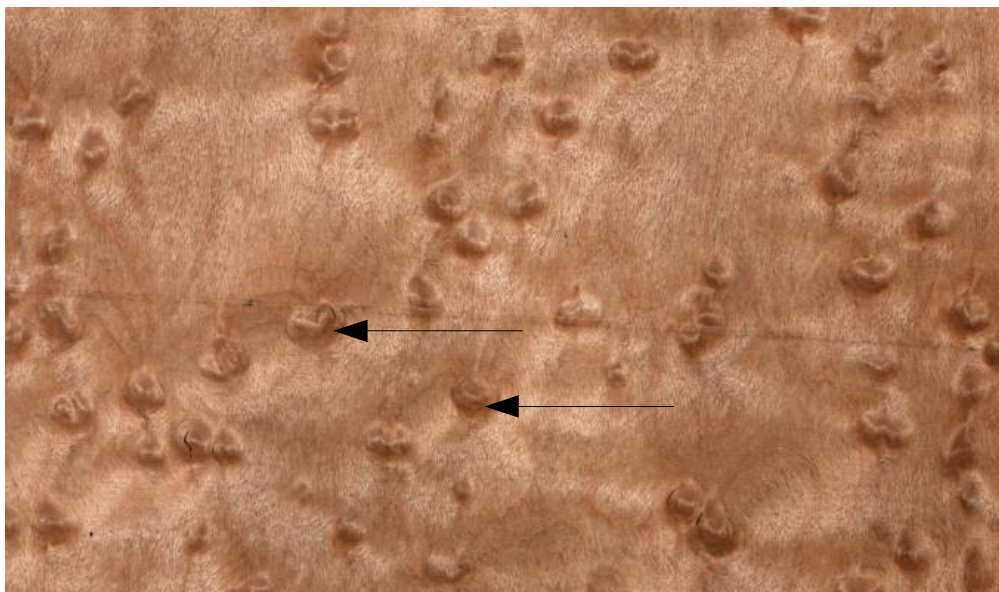
Dřeňové skvrny



Zvláštnosti textury

Zvláštnosti textury

- očková kresba (JV dýha)



Zvláštnosti textury

- svalovitost (vlnitost dřevních vláken) – JS dýha



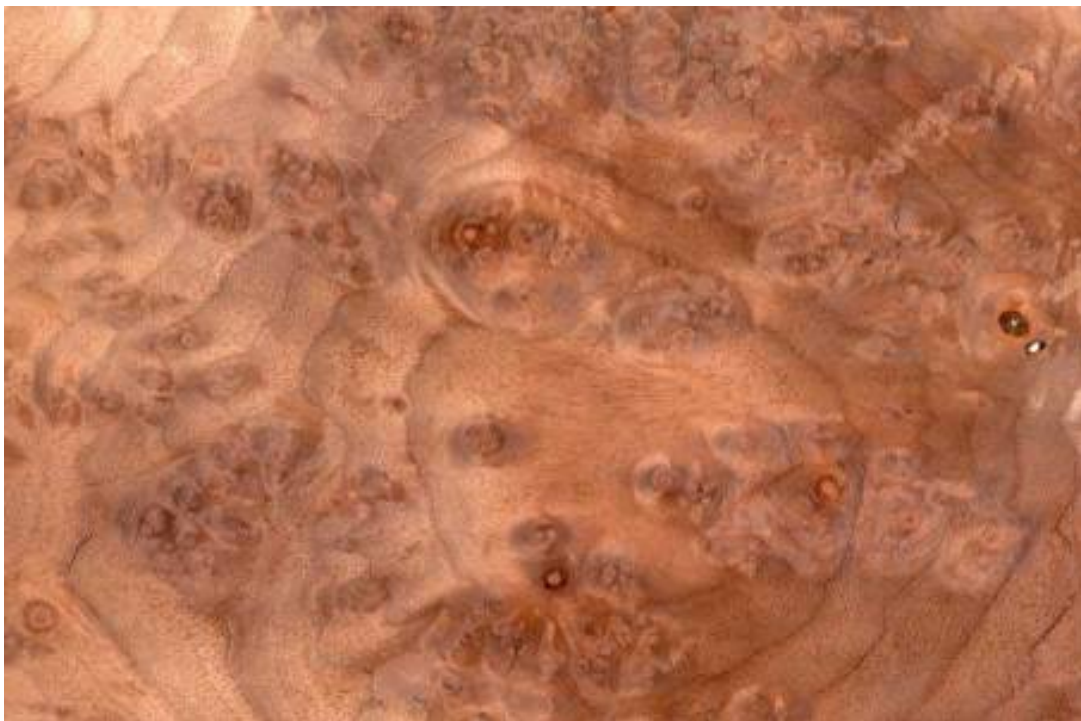
Zvláštnosti textury

- 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

Tvrdost 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

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 xylogologie

Složeno ze dvou řeckých slov:

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



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR inoV4 – CZ.1.07/2.2.00/28.0018

Definice dřeva

- **z pohledu biologického**

- **dřevo (*xylém*)** – soubor rostlinných pletiv, která se nacházejí mezi *kambiem* (dělivé pletivo) a *dření*.

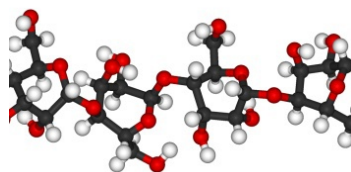
Většina buněk:

- zdřevnatělá (lignifikovaná) buněčná stěna
- mrtvé buňky



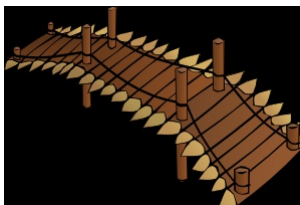
Definice dřeva

- **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



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

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*)

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

Dřevo je rostlinného původu. Ne ve všech rostlinách se však nachází, a ne všechny rostliny, ve kterých se dřevo nachází patří mezi dřeviny.

Aby rostlina patřila mezi dřeviny, musí být splněny následující podmínky:

- 1) Musí patřit mezi cévnaté rostliny (xylém + floém).
- 2) Musí patřit mezi trvalky.
- 3) Stonek musí stále přetrvávat z roku na rok.
- 4) Musí sekundárně tloustnout činností kambia.

Zařazení mezi stromy, liany apod. se může s věkem měnit. Také může být ovlivněno vnějšími faktory.

Strom – výška aspoň 6 m a zpravidla jeden kmen.

Keř – zřídka přes 6 m a více kmínků (např. ptačí zob)

Liána – nemůže růst vzhůru bez opory

Polokeř – je cévnatá rostlina, která se od keře liší tím, že nepříznivé období (zimu) přečkává jen přibližně 10–20 centimetrový zdřevnatělý stonek. Zbylé části stonku jsou bylinné a na zimu odumírají (mateřídouška, levandule). Také mívají menší výšku než keře. Zvláštním případem je **keřík** – od polokeře se liší tím, že je *celý dřevnatý*, od keře pouze nápadně menším vzrůstem. Příkladem keříku je třeba brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) nebo vřes obecný (*Calluna vulgaris*).

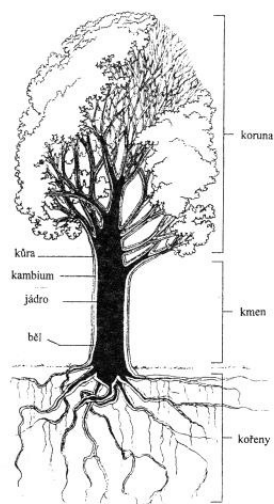
Taxonomické zařazení dřevin

říše: **rostlinná** (*Plantae*)

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

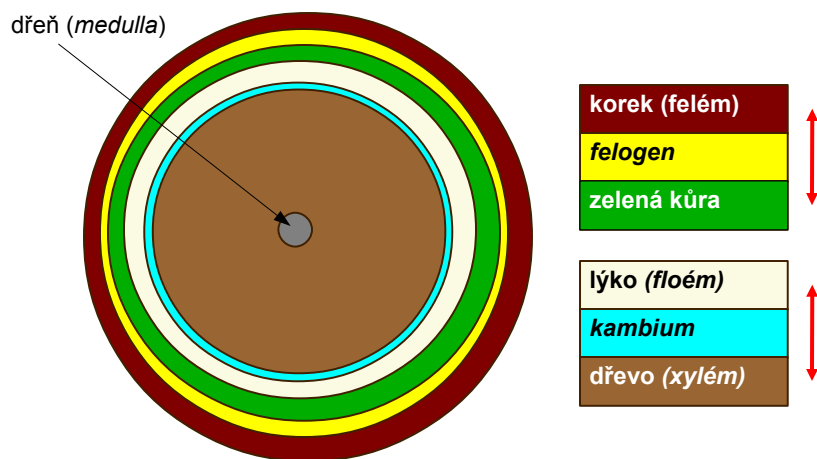


Části stromu



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

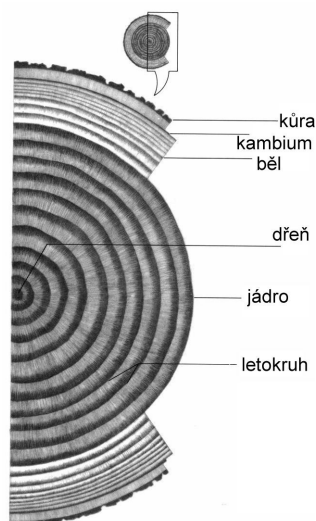
Příčný řez kmenem – schéma



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

Příčný řez kmenem

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



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

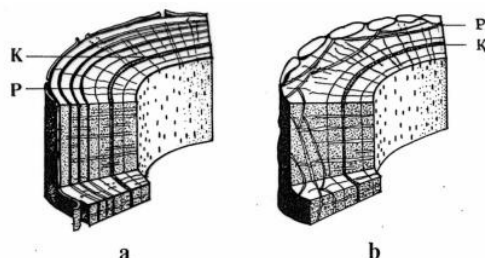
Zelená kůra vzniká jen činností prvního felogenu. Následné felogeny již produkují jen korek.

Vnější kůra má u našich dřevin **zastoupení 6–25 %** z celkového objemu kmene.

Borka

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

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



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

U dřevin většinou *felogen* periodicky odumírá a v hlubších vrstvách kůry se zakládá nový. Starší větve a kmeny jsou pak často kryty nápadnou rozpraskanou borkou. Typické pro DB, MD, BO, ...

Borka (*rhytidoma*) je soubor odumřelých pletiv primární kůry (*cortex*), peridermů a lýka nad nejvnitřnější vrstvou peridermu. Některé naše dřeviny mají v činnosti jen jeden kruh *felogenu*, který odděluje pouze slabé vrstvy korku. Kmen a větve těchto druhů mají pak povrch hladký (buk, habr). V tomto případě pak nehovoříme o borce.

Vzhled borky se také mění s věkem a vlivem různých faktorů prostředí.

Silnou vrstvu korku tvoří **dub korkový** (*Quercus suber*) a **korkovník amurský** (*Phellodendron amurense*). Korek z těchto stromů je periodicky těžen a využíván (zátky, podlahy apod.).

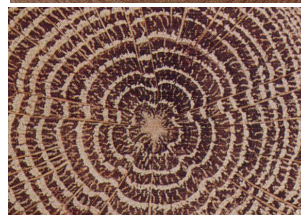
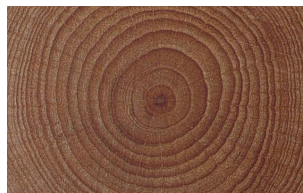
Dřeň

Tvary dřeně na P řezu

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

Průměr dřeně na P řezu

- 2–5 mm



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

Dřeň – centrální řídké pletivo, které se v prvním roce života stromu podílí na vodivé funkci.

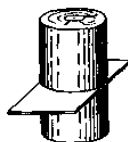
Negativní vliv na vlastnosti dřeva, především vznikem dřeňových trhlin.

Znaky makroskopické stavby dřeva

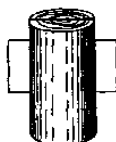
- základní
 - letokruhy
 - dřevné paprsky
 - cévy
 - pryskyřičné kanálky
 - dřevné skvrny
 - suky
- doplňkové
 - barva (jádro, běl, vyzrálé dřevo)
 - lesk
 - vůně
 - hustota
 - tvrdost

Základní řezy dřevem

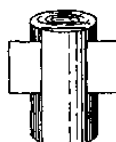
příčný (P)



radiální (R)



tangenciální (T)



Letokruh

Letokruh

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

Vzhled na řezech:



P



R

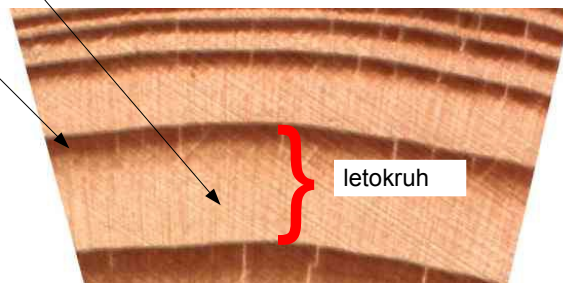


T

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

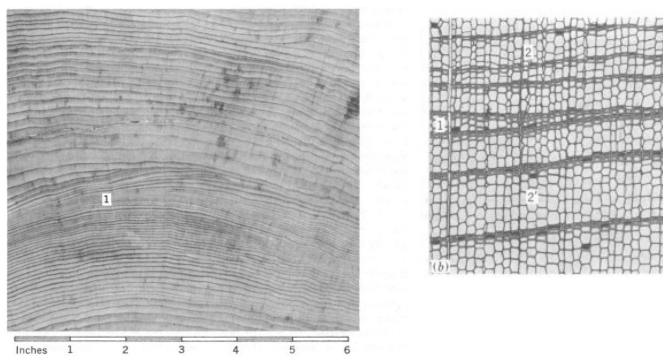


Figure 1-3 Discontinuous rings (above 1) in redwood (*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.).
(Photograph by E. Fritz.)

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

Nesouvislé letokruhy (discontinuous rings)

U starých, případně stresovaných, stromů mohou být přerušeny tloušťkové přírůsty, tj. letokruh obklopuje kmen, ale ne po celém obvodu.

Vznikají pokud kambium je na jednom nebo více částech obvodu v daném vegetačním období neaktivní, zatímco na jiných částech je více či méně funkční. Výsledkem je, že nově vytvořený letokruh jakoby vychází z letního dřeva letokruhu předchozího.

Hartig rozšířil „nutriční teorii“, aby vysvětlil tento fenomén. Zásobní látky, které jsou vytvořeny v koruně, mohou být prvně využity v horních částech kmene a tudíž v dolních částech kmene jsou dostupné v znatelně menším množství. Pokud je tedy koruna silně stresována, letokruh je pak velmi úzký, případně v některých částech kmene zcela chybí. Teorie však neobjasňuje skutečnost, že letní dřevo bývá v takových letokruzích vytvořeno normálně.

Novější teorie předpokládá, že nesouvislé letokruhy jsou dány opožděným přísunem nebo deficitem růstových hormonů během první části vegetačního období. Takový lokální deficit má pak za následek úplnou dormanci části kambiální vrstvy.

Kvalita takového dřeva je, jestli vůbec, o něco horší.

Letokruhy

nepravé letokruhy (*false rings*)

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

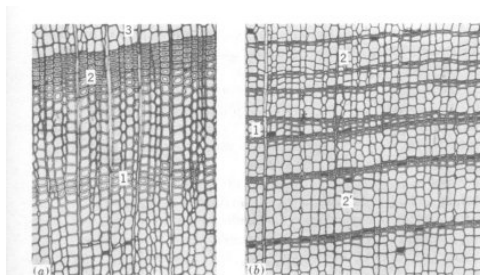


Figure 1-4 Discontinuous and false rings.

(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

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

Nepravé letokruhy

Na rozdíl od nesouvislých letokruhů vedou po celém obvodu, ale jsou v vytvořeny rámci hranic pravých letokruhů. Vypadají jako úzký pás letního dřeva v rámci pravého letokruhu. Pak následuje zase jarní dřevo, příslušného letokruhu a po něm normální letní dřevo.

Lze je odlišit na základě toho, že letní dřevo, které je tvoří plynule přechází do jarního z obou stran.

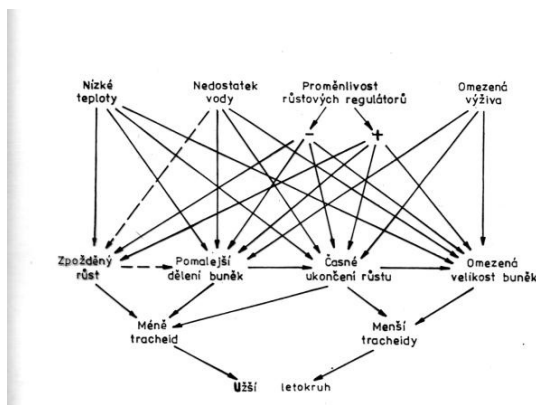
Jestliže je v letokruhu jen jeden falešný letokruh, hovoříme o *zdvojeném letokruhu*. Jestliže je v rámci letokruhu více než jeden takovýto nepravý letokruh, tak hovoříme o *násobném letokruhu*.

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

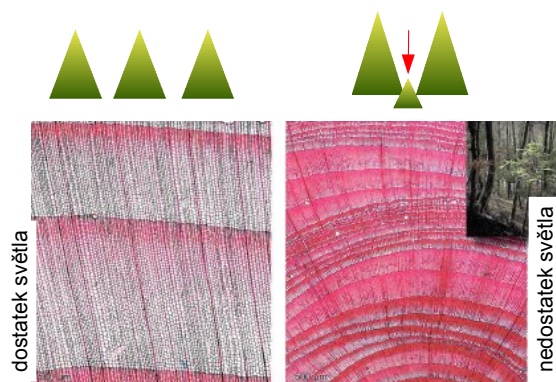


Příčinné vztahy mezi podmínkami prostředí, vnitřními faktory a růstem letokruhů

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

Letokruhy

Vliv světla



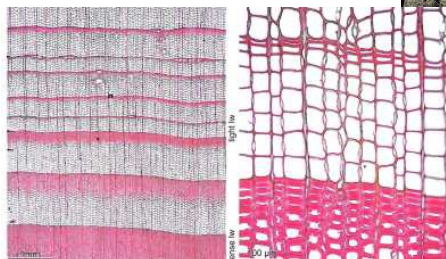
Schweingruber et al. 2006

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

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

Letokruhy

Vliv defoliace



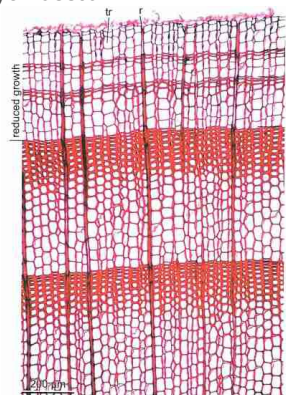
Schweingruber et al. 2006

Pokles šířky letokruhu u Larix decidua Mill. v důsledku defoliace

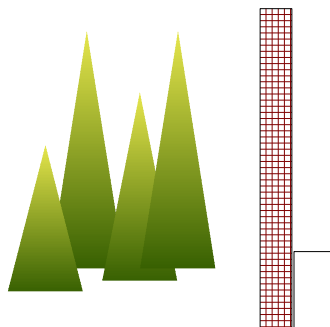
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR InoBio – CZ.1.07/2.2.00/28.0018

Letokruhy

Vliv kyselých dešťů



Schweingruber et al. 2006



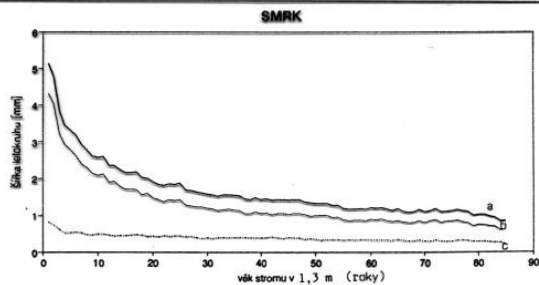
Pokles šířky letokruhu u Larix sibirica Mill. v důsledku kyselých dešťů

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

Letokruhy

Vliv věku – s věkem šířka letokruhu klesá

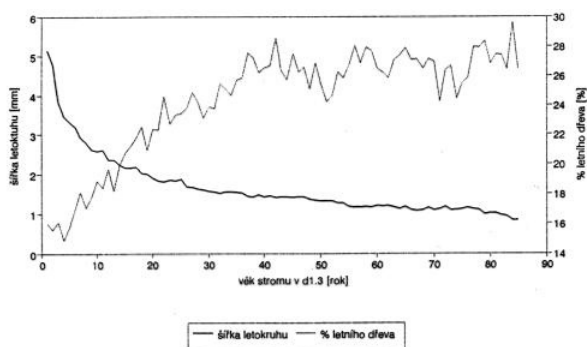
Průběh šířky letokruhů (a), jarního (b) a letního (c) dřeva s věkem
Průběh šířky letokruhů (a) a % letního dřeva (b) s věkem



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

Letokruhy

Vztah mezi šířkou letokruhu a zastoupením letního dřeva (jehličnany)

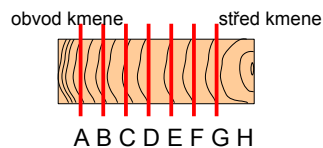
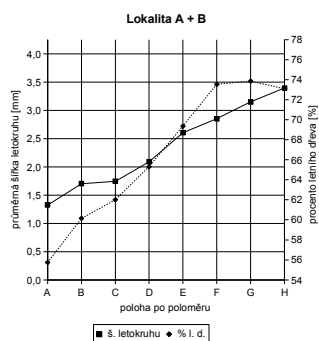


Závislost šířky letokruhu a procentuálního zastoupení letního dřeva na věku stromu (SM)

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

Letokruhy

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



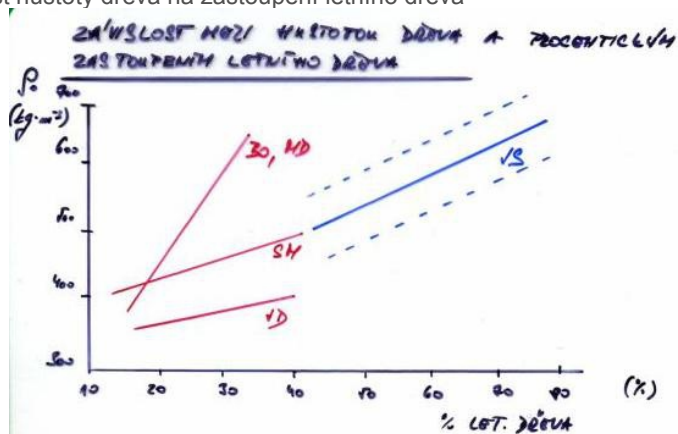
Vavřík et al. 2008

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

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

Letokruhy

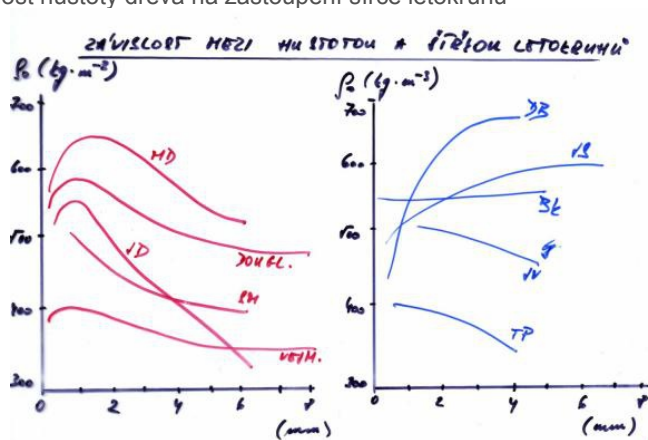
Závislost hustoty dřeva na zastoupení letního dřeva



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

Letokruhy

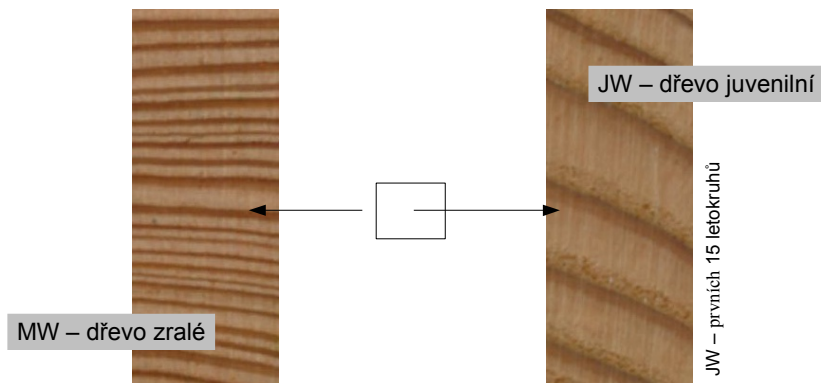
- Závislost hustoty dřeva na zastoupení šířce letokruhu



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

Letokruhy

Vliv juvenilního dřeva

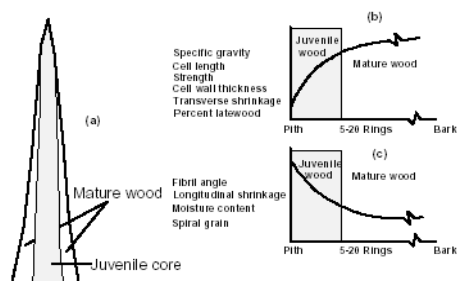


Pokles šířky letokruhu u Larix decidua Mill. s věkem

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

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

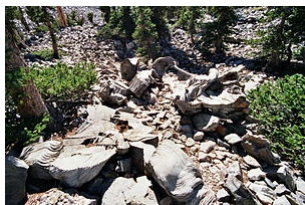
Dendrochronologie – měření šířek letokruhů



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

Nejstarší stromy na světě

jméno	věk (let)	druh	lokalita	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>

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

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 m³
- lokalita: Sequoia National Park, CA

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



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

Nejvyšší strom na světě

„Hyperion“

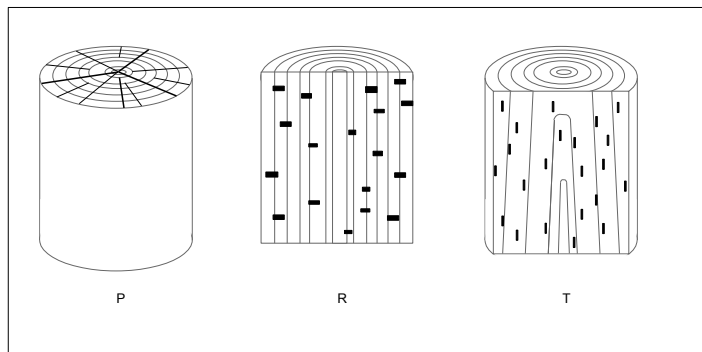
- druh: Sekvoj vždyzelená – *Sequoia sempervirens*
- výška: 115,66 m
- lokalita: Redwood National Park, Kalifornie, USA



Dřeňové paprsky

Dřeňové paprsky

- pásy kolmé na podélnou osu kmene



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

Dřeňové paprsky

a) široké (viditelné na P, R, T)



P



R



T

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

Dřeňové paprsky

b) úzké (viditelné na R)



P



R



T

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

Dřeňové paprsky

c) velmi úzké (neviditelné)



P



R



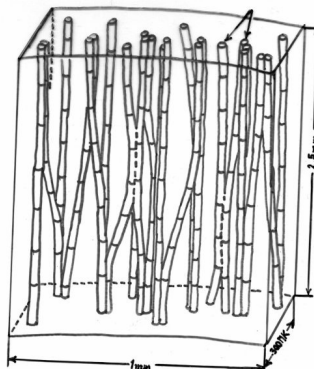
T

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

Cévy

Cévy

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



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

Rozdělení dřev do skupin dle cév

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



P



R



T

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

Rozdělení dřev do skupin dle cév

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



P

R

T

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

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

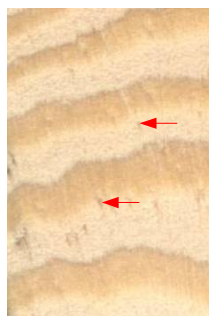
- jedná se o mezibuněčné prostory (vertikální a horizontální)
- jen u některých jehličnatých dřev



P



R

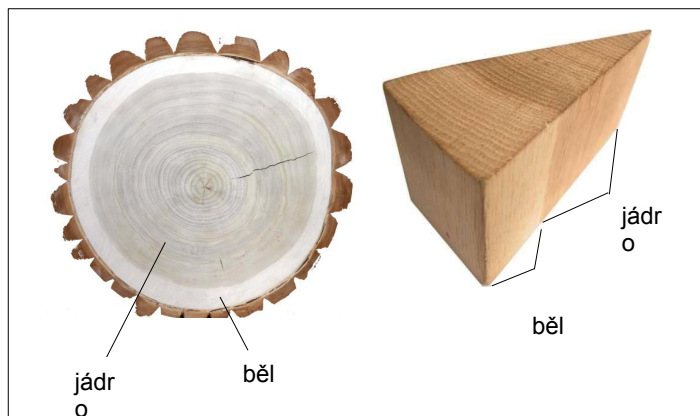


T

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

Doplňkové znaky

Barva dřeva (jádro a běl)



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

Barva dřeva (jádro a běl)

jádro (oproti běli)

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

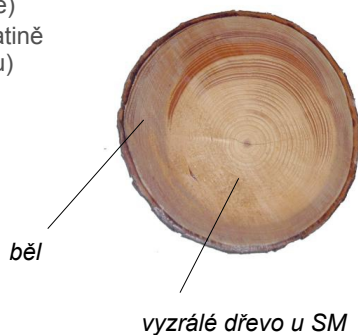
Proces zjadernění

- *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)

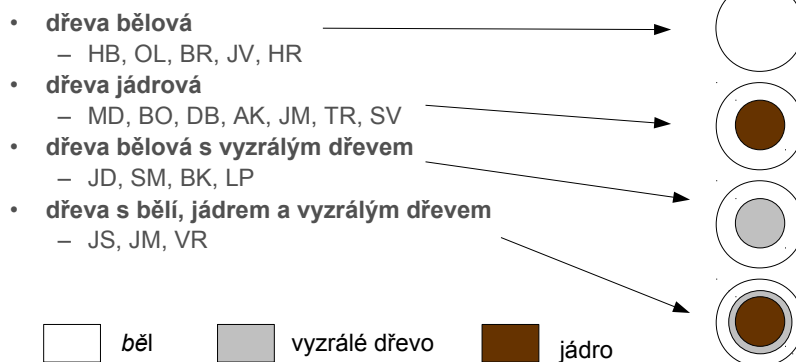
vyzrálé dřevo

- 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 vyvrátého dřeva



Barva dřeva (jádro a běl)

Nepравé 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*

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

Jádrová dřeva mají zpravidla více výše uvedených látek a tedy i intenzivnější vůni.

Nejvíce čerstvě skácené jehličnany s pryskyřicí.

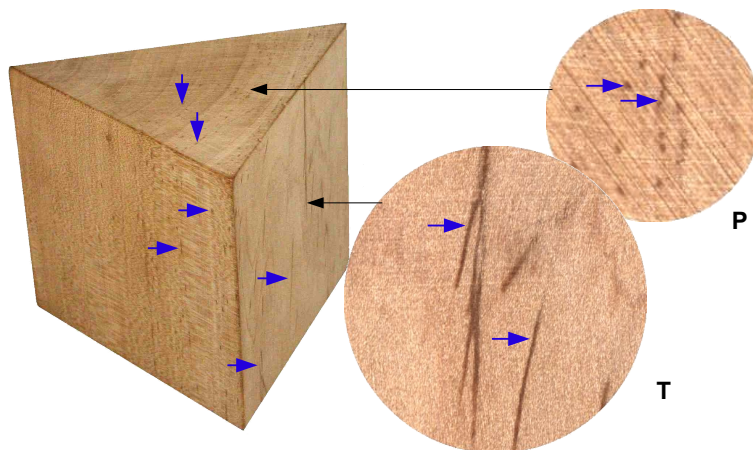
JD – kyselá vůně (nemá pryskyřici)

Třísloviny dodávají typickou vůni (DB? AK, ...)

Nepříjemně voní mokré dřevo TP, BR.

Nevhodné z BO vyrábět obaly na potraviny apod.

Dřeňové skvrny



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

Dřeňové skvrny – seskupení parenchymatických buněk (tzv. traumatický parenchym). Vznikají jako reakce na poškození kambia hmyzem nebo bakteriemi.

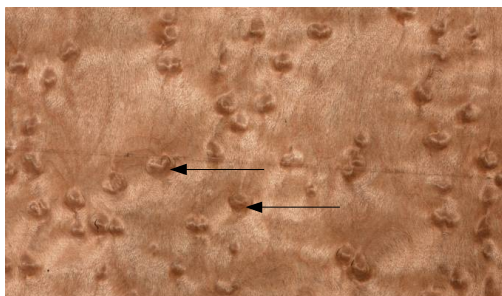
Nejčastěji u BR, OL, VR, HR, jírovec, (JV). Zřídka u jehličnanů.

Neovlivňují fyz. a .mech. vlastnosti.

Zvláštnosti textury

Zvláštnosti textury

- očková kresba (JV dýha)



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

Textura (kresba) dřeva – výsledek kombinace makroskopických znaků (výrazné letokruhy, široké dř. p., široké cévy, kontrast jádra a běli apod.).

U některých dřevin je textura obohacena o zvláštnosti, které souvisí s růstovými odchylkami (svalovitost, lískovcové dřevo), modifikacemi stavby dřeva (rekační dřevo), výskyt zarostlých pupenů (očka) a zvláštní struktura dřeva v oddenkové části (kořenice).

Očková kresba – zarostlé nevyviuté úžlabní (spící) pupeny. Po rozřezání vytváří zajímavou kresbu. U dřeviny, které často vytvářejí adventivní pupeny (javor klen). Méně často BR, DB, OR, TP, ...

Zvláštnosti textury

- svalovitost (vlnitost dřevních vláken) – JS dýha



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

Svalovistost – růstová odchylka, kdy vlákna neprobíhají rovnoběžně s osou kmene. Na podélných řezech se projevuje střídáním matných a lesklých ploch.

Nejčastěji u BR ze severu (označována jako severská, plaměncová, švédská apod.), dále pak u JV, JS, JM, tropická dřeva.

JV se svalovitostí – dolní deska houslí

Zvláštnosti textury

- lískovcové dřevo



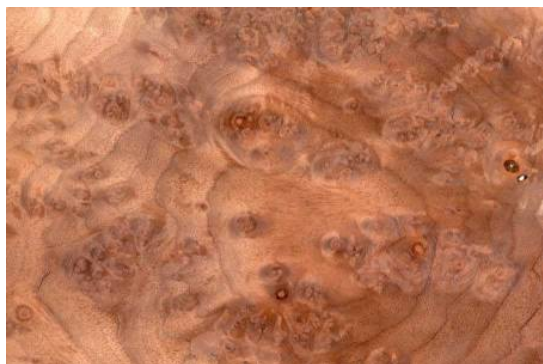
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR InoBio – CZ.1.07/2.2.00/28.0018

Lískovcové dřevo

- odchylka genetického původu.
- na P řezu viditelné lokální zvlnění letokruhů
- zejména u starších smrků z horských oblastí – rezonanční dřevo na hudební nástroje
- mírně horší mechanické vlastnosti

Zvláštnosti textury

- kořenice (OR dýha)



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

Kořenice

- dýha získaná z územkové části stromu
- výsledek vrůstání letokruhů kořenů do dřeva kmene
- do dřeva zarůstají drobné kořínky, někdy i s kůrou
- nejčastěji se získává z OR, JS, JV, DB, BR

Zvláštnosti textury

- reakční dřevo (tlakové × tahové)



SM, tlakové dřevo

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

Reakční dřevo

- modifikace stavby dřeva vlivem vnějších faktorů
- často provázeno excentrickou dření
- lokální změna struktury (makro, mikro, submikro, chemické složení)
- považováno také za vadu dřeva

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

Tvrdost 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)
 - zimostráz
- super tvrdá dřeva ($H_J > 150$ MPa)
 - eben, guajak

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

Tvrdost dřeva (čelní)

- odpor proti vnikání cizího tělesa do struktury dřeva
- orientační zkouška vrypem pomocí nehtu:
 - *měkká* – vryp na P, R, T
 - *středně tvrdá* – vryp jen na R, T
 - *tvrdá* – vryp nelze