

# Nauka o dřevě

*přednáška*

Mikroskopická stavba dřeva  
jehličnatých dřevin

Ústav nauky o dřevě

---

2006/2007

# Mikroskopická stavba dřeva

---

## Rostlinný organismus

- základní stavební jednotkou jsou *buňky* různého typu (např. parenchymatická buňka)
- *buňky* stejného původu, funkce a tvaru tvoří *pletiva* (např. parenchym)
- *pletiva* tvoří jednotlivé anatomické struktury (např. dřevňový paprsek)
- *pletiva* tvoří systémy pletiv, např. dřevo

# Mikroskopická stavba dřeva

---

## Vznik dřevin

### oddělení: *Ginkgophyta* (jinany)

- gink-go = stříbrný plod
- před 355 mil. let: prvohory (Paleozoikum) – již ve spodním karbonu
- vrcholu dosáhly během druhohor (Mezozoikum)

### oddělení: *Pinophyta, Gymnospermae* (jehličnany, nahosemenné rostliny)

- prvohory (Paleozoikum) – již koncem karbonu

### oddělení: *Magnoliophyta, Angiospermae* – krytosemenné rostliny

- druhohory (Mesozoikum) – křída (před 135 mil. let)

# F A N E R O Z O I K U M

ERATEM	ÚTVAR	ODDĚLENÍ	STUPEŇ
1,8	KVARTÉR	HOLOCÉN	
		PLEISTOCÉN	
	NEOGÉN	PLIOCÉN	svrchní gelas
			spodní piacenz
			zandl
			dak
			messin
			pont
		MIOCÉN	svrchní
			torton
			pannon
			serravall
			sarmat
			střední
		spodní	langh
			baden
			karpat
			burdigal
23	T E R C I É R	PALEOGÉN	eggenburg
			equitan
			eger
			svrchní
			chat
			oligocén
			spodní
			rupel
			kiscell
			priabon
			barton
		EOCÉN	střední
			lutet
			spodní
			ypres
		PALEOCÉN	svrchní
			thanet
65			spodní
			dan

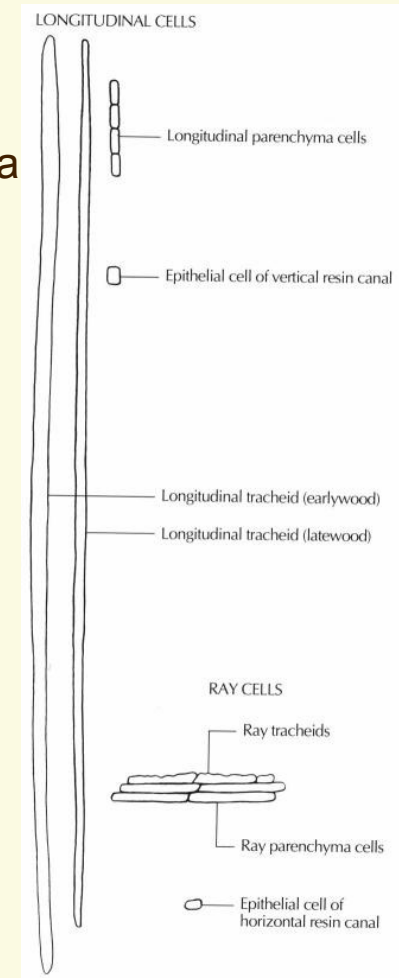
ERATEM	ÚTVAR	ODDĚLENÍ	STUPEŇ
stáří (Ma)			
144	KŘÍDA	SVRCHNÍ	maastricht
			campan
			santon
			coniac
			turon
			cenoman
		SPODNÍ	alb
			apt
			barrem
			hauteriv
	JURA	SVRCHNÍ (MALM)	valangin
			berrias
			tithon
		STŘEDNÍ (DOGGER)	kimmeridž
oxford			
callov			
bathon			
SPODNÍ (LIAS)		bajok	
		aalen	
		toark	
	piensbach		
208	TRIAS	SVRCHNÍ	sinemur
			hettang
			rhaet
		STŘEDNÍ	nor
			carn
			ladin
			anis
245	SPODNÍ	scyth (werfen)	

ERATEM	ÚTVAR	ODDĚLENÍ	STUPEŇ
286	PERM	SVRCHNÍ	thuring
			saxon
		SPODNÍ	autun
	KARBON	SVRCHNÍ	stephan
			westphal
			namur
		SPODNÍ	visé
			tournai
			famen
360	DEVON	SVRCHNÍ	frasn
			glivet
		STŘEDNÍ	eifel
			ems
			prag
			lochkov
408	SILUR	SVRCHNÍ	přídolí
			ludlow
		SPODNÍ	wenlock
			llandoverý
438	ORDOVIK	SVRCHNÍ	ashgill
			caradok
			llandeilo
		SPODNÍ	llanvirn
			arenig
			tremadok
505	KAMBRIUM	SVRCHNÍ	
		STŘEDNÍ	
		SPODNÍ	
550			

# Mikroskopická stavba dřeva

## Jehličnaté dřeviny

- vývojově starší → velmi jednoduchá mikroskopická stavba
- jen dva typy anatomických elementů:
  - 1) tracheidy
  - 2) parenchymatické buňky





# Mikroskopická stavba dřeva

## Jehličnaté dřeviny

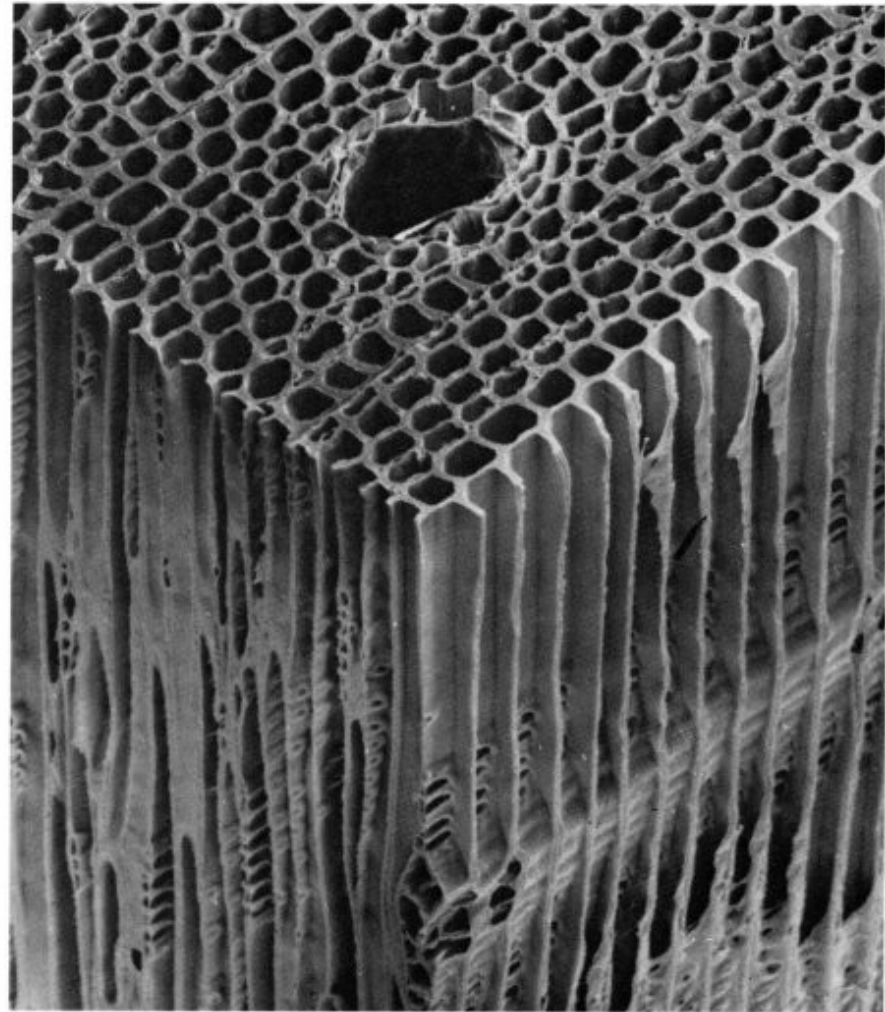
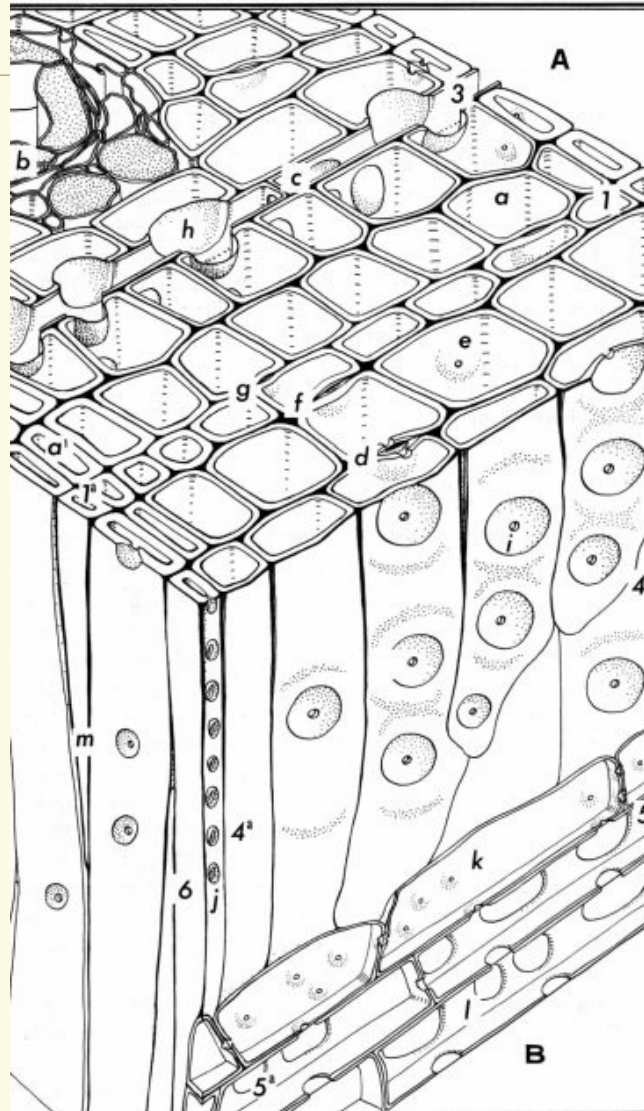


Figure 4-1 Eastern white pine (*Pinus strobus* L.) wood as viewed with the scanning electron microscope. (150 $\times$ ) The structures visible are noted in Fig. 4-2. (Courtesy of Center for Ultrastructure Studies, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, N.Y.)

# Mikroskopická stavba dřeva

## Jehličnaté dřeviny



# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## tracheidy

### tvár

Protáhlé na koncích uzavřené buňky. Na příčném průřezu zpravidla čtvercový průřez, příp. až šestiúhelníkový.

### zastoupení

Tvoří až 95 % dřeva jehličnatých dřevin.

### typy

*jarní tracheidy* – tenkostěnné, kratší, větší příčné rozměry, zaoblené konce, fce vodivá

*letní tracheidy* – tlustostěnné, delší, menší příčné rozměry, zašpičatělé konce, fce mechanická

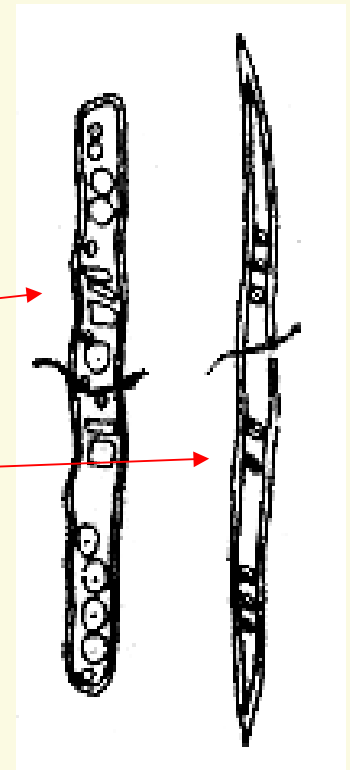
*vertikální* – orientovány rovnoběžně s osou kmene

*příčné* (ležaté) – orientovány kolmo na osu kmene

### rozměry

příčné: 0,02-0,1 mm

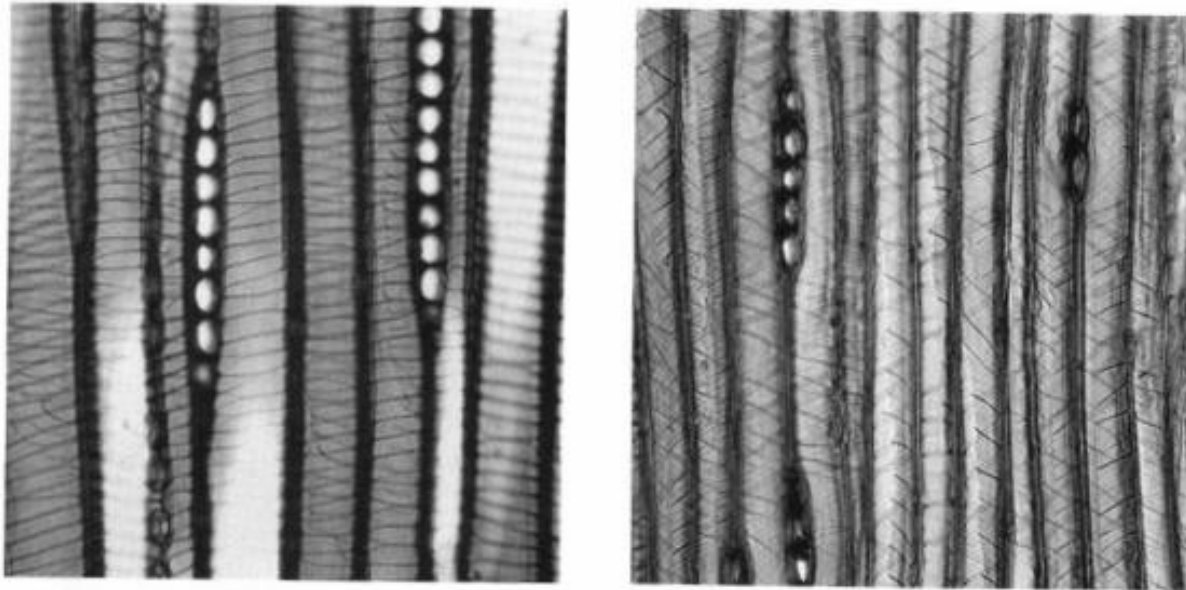
délka: 4-6 mm





# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## tracheidy – spirální ztlustěnin



### SPIRAL THICKENINGS

In Douglas-fir (left), which has resin canals, spiral thickenings are nearly perpendicular to the tracheid axis. In yew (right), which lacks resin canals, spiral thickenings form a less regular pattern and a steeper spiral. (200x)

# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## parenchymatické buňky

### tvár

Protáhlý hranolovitý tvar. Na příčném průřezu zpravidla čtvercový až okrouhlý průřez.



### zastoupení

Tvoří 5-12 % dřeva jehličnatých dřevin.

V běli – živé

V jádře – mrtvé

### typy

buňky uložené kolmo na osu kmene tvoří:

*dřeňové paprsky a horizontální pryskyřičné kanálky*

buňky uložené rovnoběžně s osou kmene tvoří:

*axiální dřevní parenchym a vertikální pryskyřičné kanálky*

# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

---

## **dřeňové paprsky**

### **orientace**

- kolmo k ose kmene

Tvořeny parenchym. b. průměr: 10–15  $\mu\text{m}$ , délka: 40–70  $\mu\text{m}$

### **vrstevnatost**

*jednovrstevné* – většina

*vícevrstevné* – pokud dřeňovým paprskem prochází horizontální pryskyřičný kanálek

### **funkce**

- zásobní, (vodivá)

# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

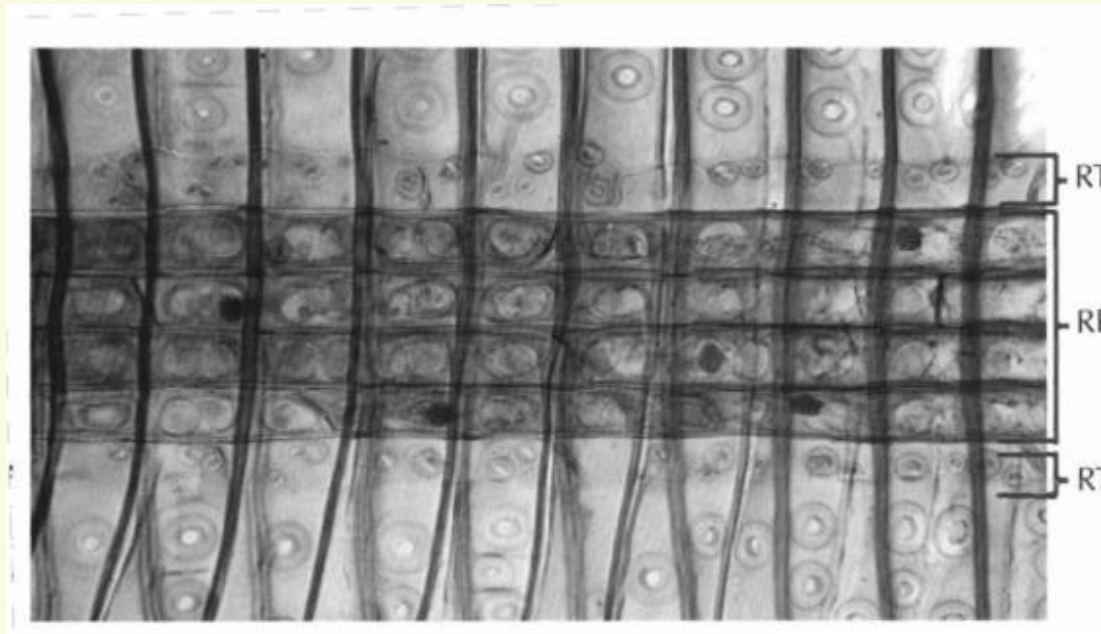
## dřeňové paprsky - typy

*homocelulární dř. p.*

- tvořen pouze parenchymatickými buňkami

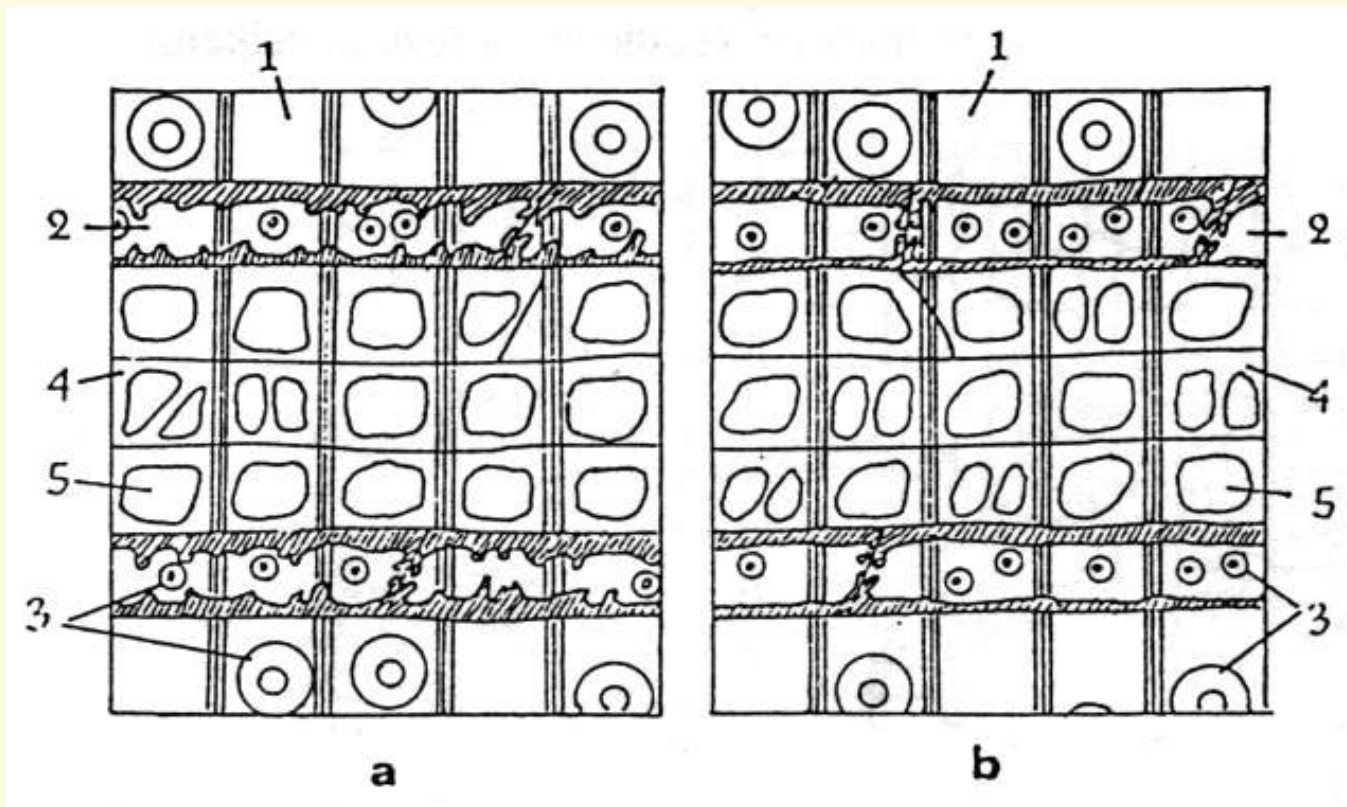
*heterocelulární dř. p.*

- tvořen parenchymatickými buňkami a ležatými tracheidami



# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## dřeňové paprsky a ležaté tracheida





# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## dřeňové paprsky – lignifikace u borovic (R)

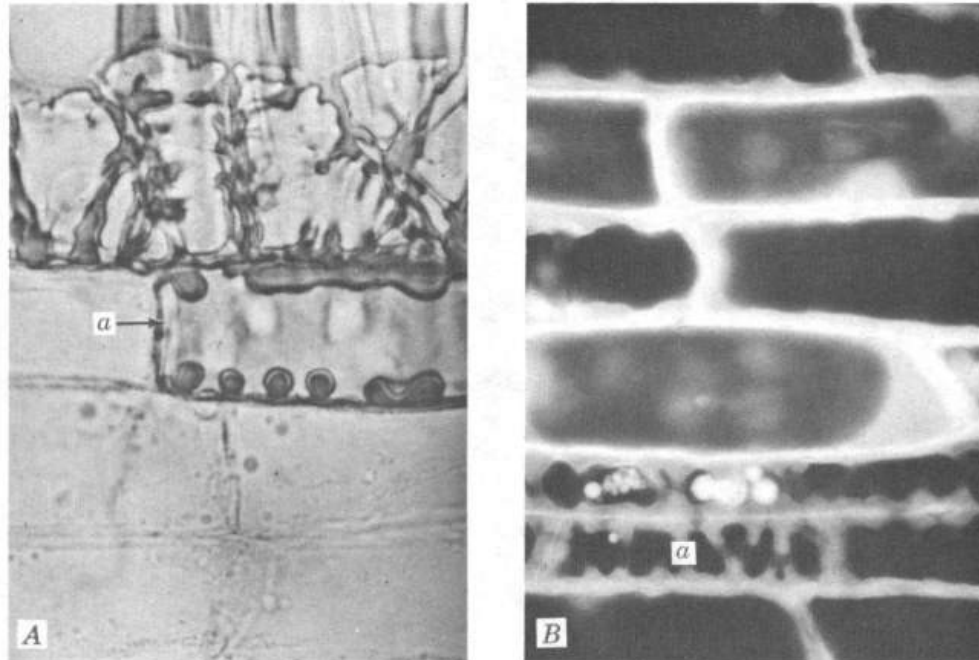


Figure 4-15 (A) A ray in sapwood of *Pinus contorta* Dougl. ex Loud., (r), stained with phloroglucinol-HCl. Only a single parenchyma cell (a) has thickened and lignified. (B) Fluorescence micrograph of *Pinus banksiana* Lamb., indicating general wall thickening and lignification of ray cells typical of heartwood of the hard pines. Note interspersed ray tracheids at a. (Photographs courtesy of J. J. Balatinecz and R. W. Kennedy, Ref. 1)

# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## dřeňové paprsky – lignifikace u borovic (T)

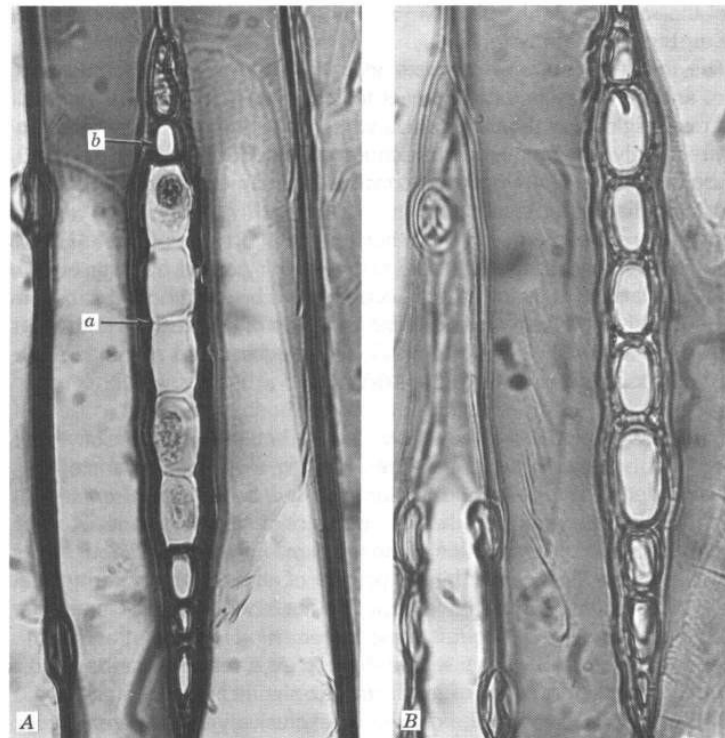


Figure 4-16 Tangential sections of *Pinus banksiana* Lamb., stained by the Coppick and Fowler technique. (A) Tangential section from sapwood. The almost transparent ray parenchyma cell wall (a), contrasted with thick, lignified walls of ray tracheid (b). (B) Tangential section from heartwood. Ray parenchyma walls are thickened and lignified and stain identically to ray tracheids. (Photographs courtesy of J. J. Balatinecz and R. W. Kennedy, Ref. 1)

# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

---

## **krystaly v dřevných paprscích**

- šřavelan vápenatý (např. u jedle, cedru)
- např. u *Pseudolarix* byly pozorovány i v axiálních tracheidách

# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## dřeňové paprsky – zastoupení, četnost, rozměry

### Zastoupení

- 5–9 %
- nejnižší zastoupení: *Thuja occidentalis* 3,4 %
- největší zastoupení: *Pinus eliottii* 11,7 %, *Larix* spp. 11,0 %

### Četnost dř. p.

- 6–9 paprsků na 1 mm (T-řez)

### Výška dř. p. (T-řez)

- závisí na druhu dřeviny a poloze v kmeni
- běžně: 10–15 buněk
- nejvyšší: *Taxodium distichum* 40–60 buněk (500–1000  $\mu\text{m}$ )
- nejnižší: *Taxus* 3 buňky

### Vícevrstevné vs. jednovrstevné dř. p.

- poměr: *Pseudotsuga* 1:25, *Picea* 1:40, *Larix* 1:60

# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## axiální dřevní parenchym

### orientace

- rovnoběžně s osou kmene.

### rozměry

*P* – jako tracheidy

*R, T* – kratší než tracheidy

### funkce

- zásobní

### výskyt

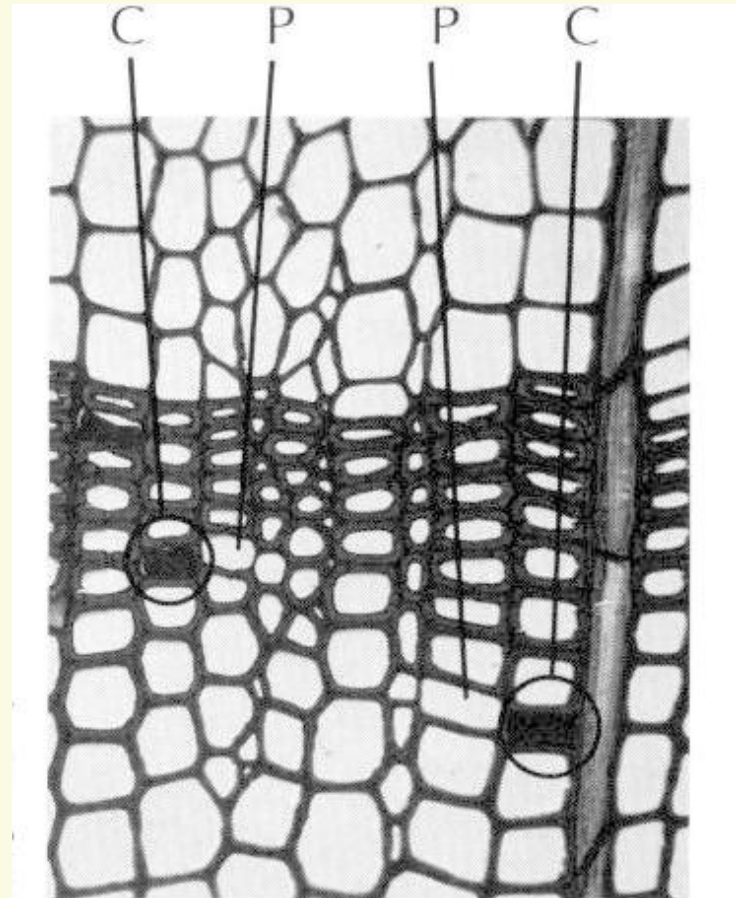
- nejvíce ve dřevě jalovce, sekvoje a tisovce

- chybí ve dřevě borovice, tisu

*Parenchymatické buňky na příčném řezu.*

*P – tenkostěnná buňka,*

*C – buňka s tmavým obsahem*

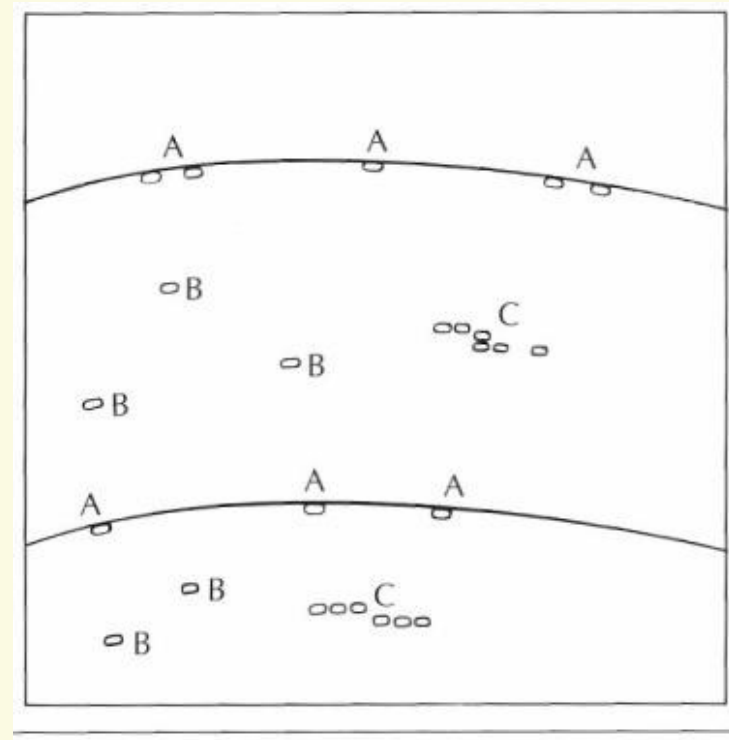




# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

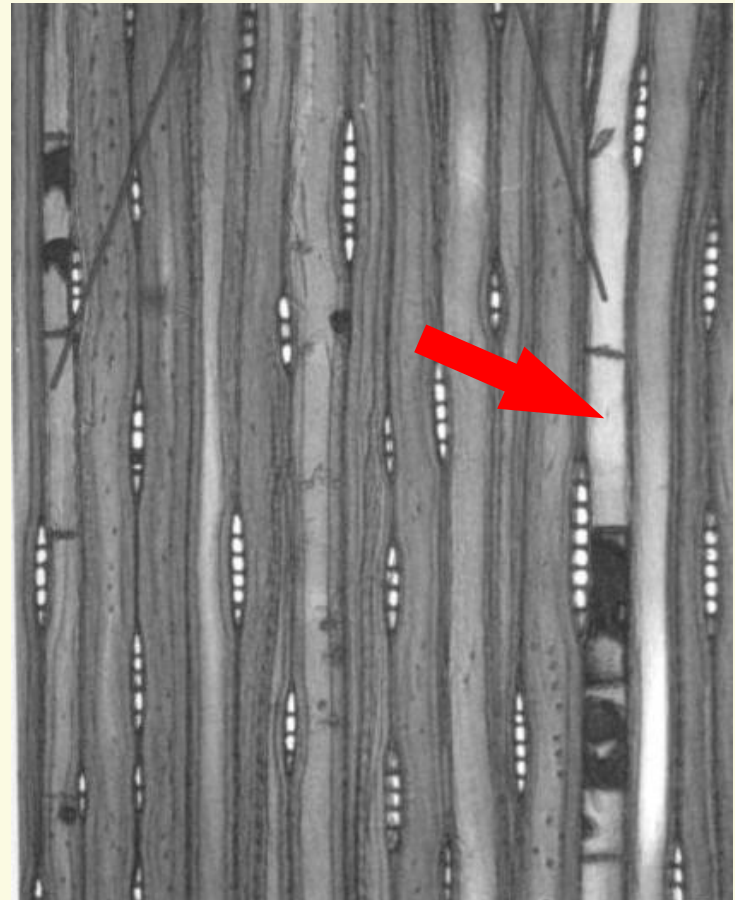
## axiální dřevní parenchym

*Klasifikace uspořádání buněk  
axiálního parenchymu.  
A – marginální  
B – difuzní  
C – metatracheální*



# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

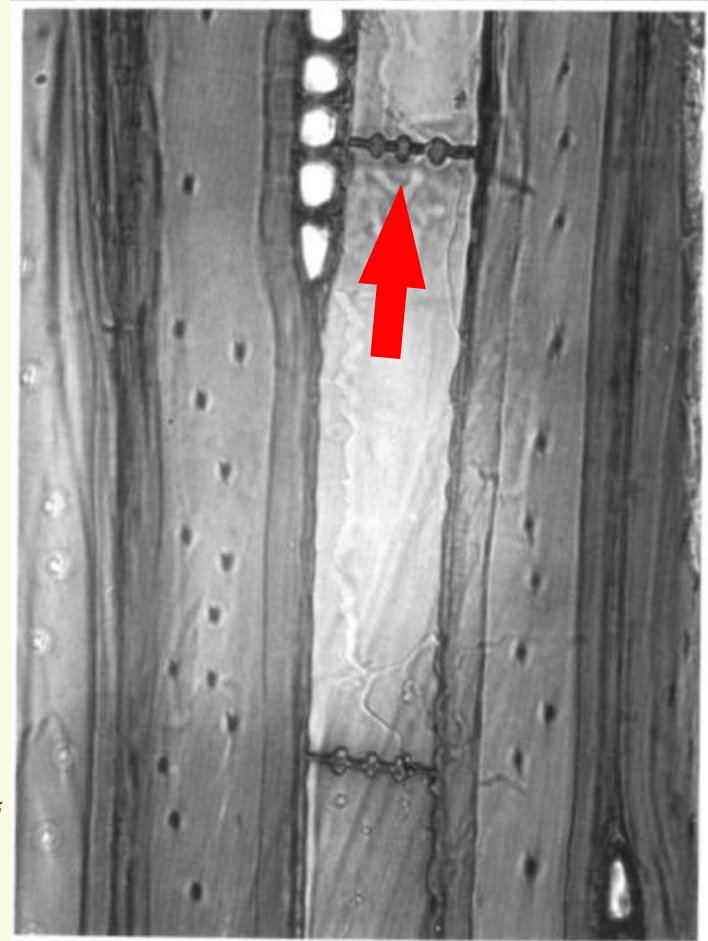
## axiální dřevní parenchym



*Tangenciální řez*

# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

**axiální dřevní parenchym**



„Uzliny“  
*Taxodium distichum.*  
Tangenciální řez

# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## pryskyřičné kanálky

### orientace

Rovnoběžně nebo kolmo k ose kmene.

### typy

*vertikální* – větší příčné rozměry, větší četnost

*horizontální* – menší příčné rozměry, menší četnost

### příčný rozměr

borovice (V): 135–150  $\mu\text{m}$ , ostatní (V): 50–90  $\mu\text{m}$

(H): do 60  $\mu\text{m}$

**zastoupení:** 0,2 % (BO 0,7 %)

**funkce:** sekreční

### výskyt

- ve dřevě všech druhů 4 rodů čeledi *Pinaceae*:

- borovice (*Pinus spp.*)

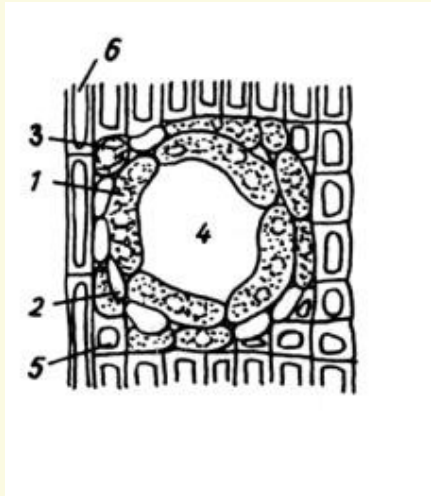
- smrk (*Picea spp.*)

- modřín (*Larix spp.*)

- douglaska (*Pseudotsuga spp.*)

# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

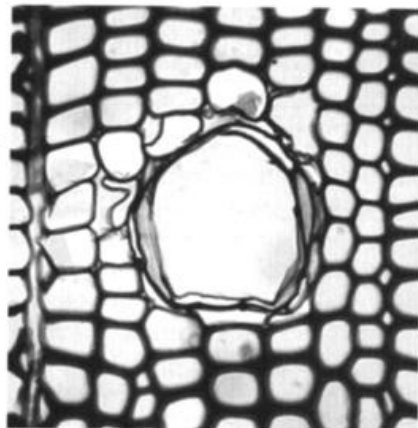
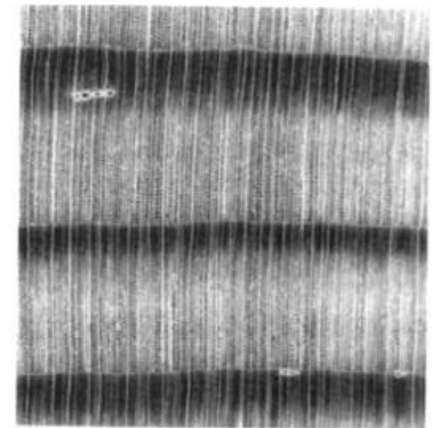
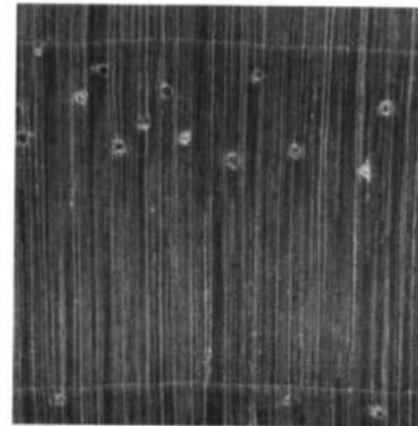
## pryskyřičné kanálky



### typy

*typ „borovice“* - velké  
tenkostěnné epitelové  
buňky (5)

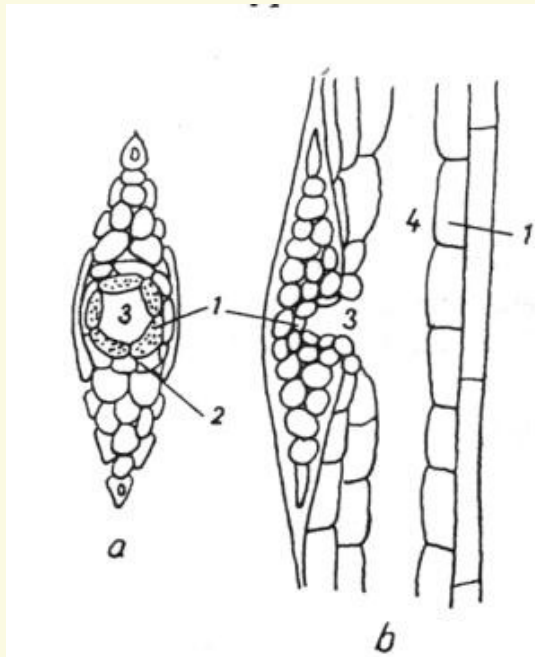
*typ „smrk“* - menší  
tlustostěnné epitelové  
buňky (8-12)



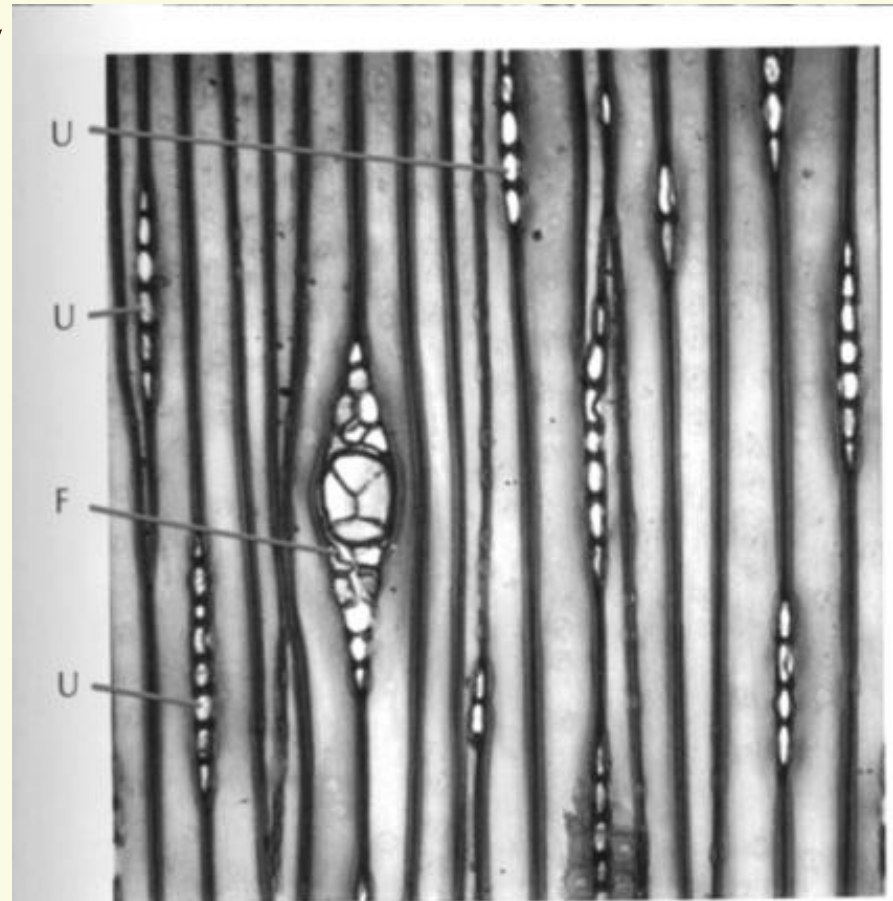


# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## pryskyřičné kanálky



*Pryskyřičné kanálky  
horizontální*



# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

---

## **pryskyřičné kanálky**

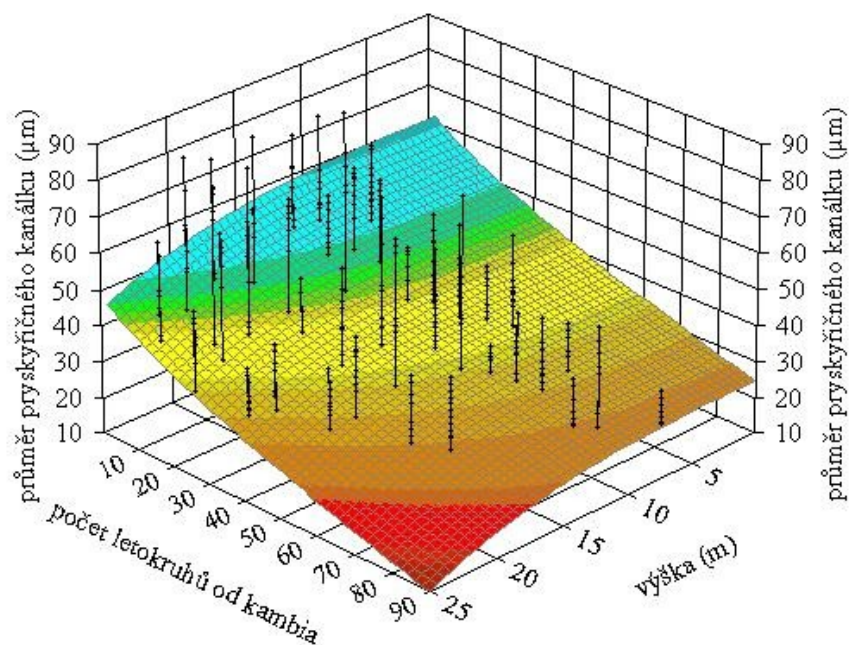
### **vznik**

Shluky buněk dceřiných buněk, které nedozrají normálním způsobem do podoby vertikálních tracheid nebo axiálního parenchymu. Každá z těchto dceřiných buněk sousedících s dutinou se mitoticky dělí na několik menších buněk zarovnaných do řady rovnoběžné k ose kanálku, který tvoří.

Následně střední lamela mezi buňkami blízko středu shluku buněk praskne a mezibuněčná dutina zvaná pryskyřičný kanálek je vytvořena (pravděpodobně tlakem pryskyřice produkované epitelovými buňkami).

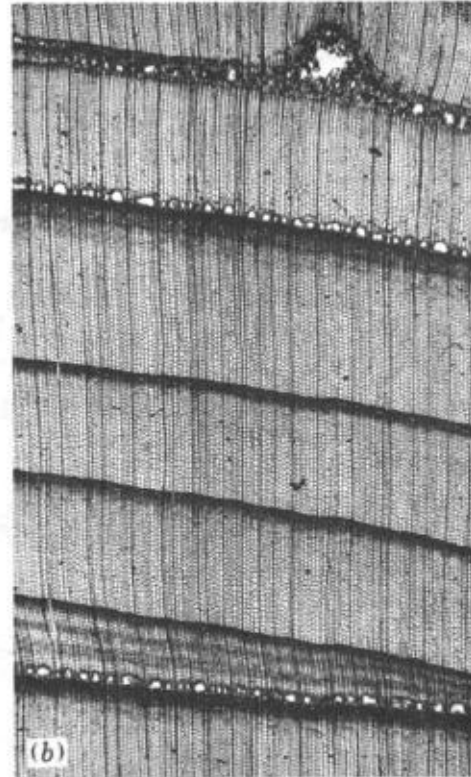
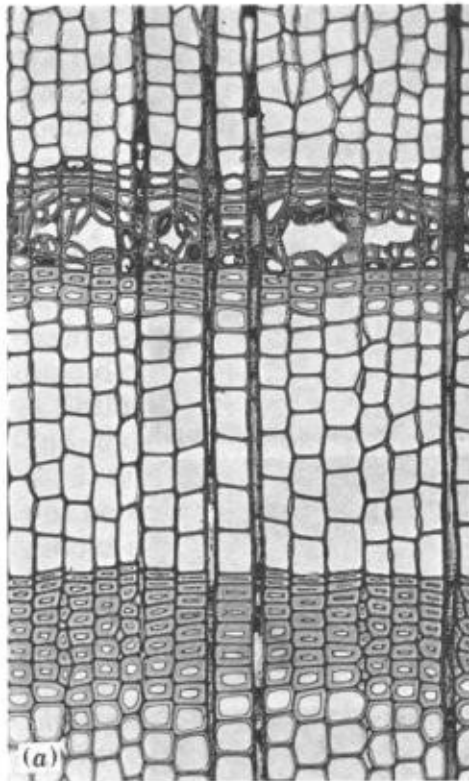
# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## pryskyřičné kanálky



# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

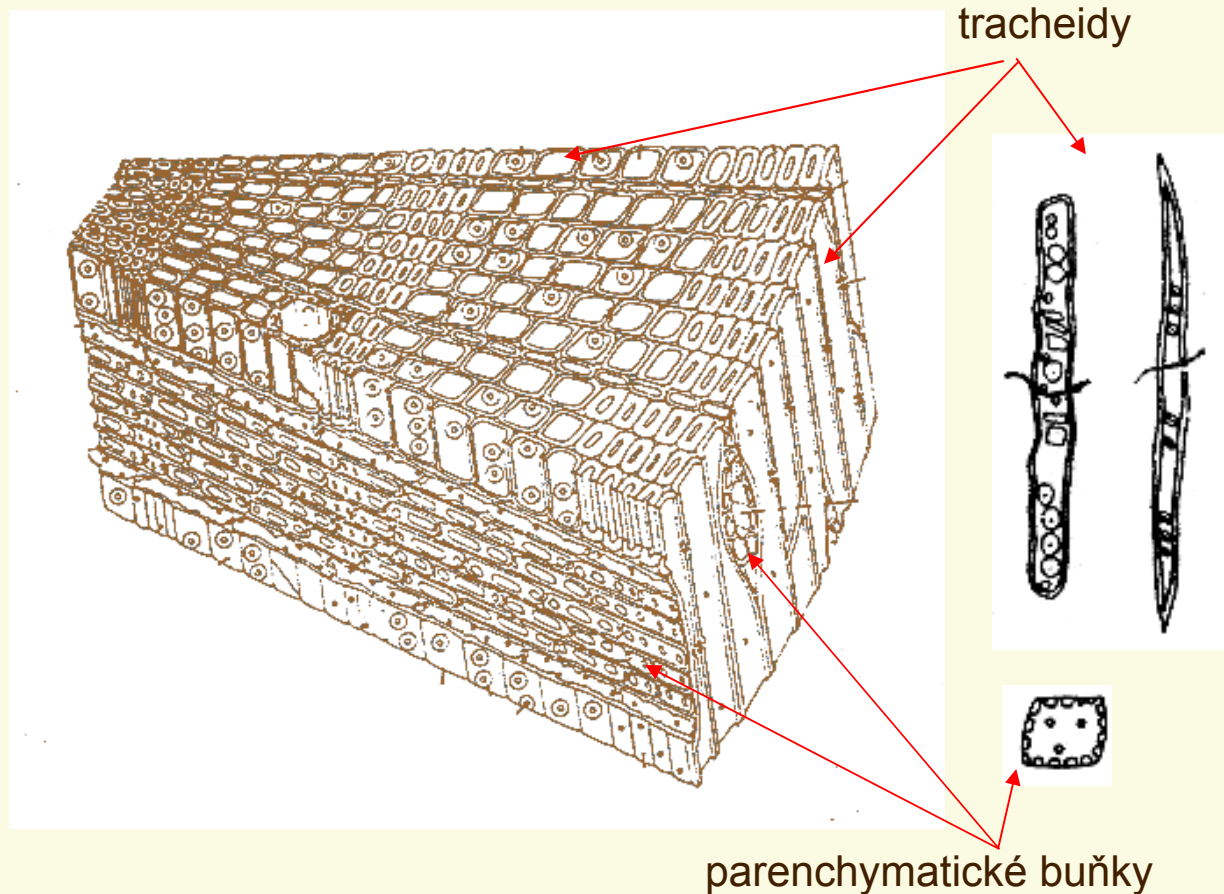
## traumatické pryskyřičné kanálky





# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## prostorové uspořádání anatomických elementů

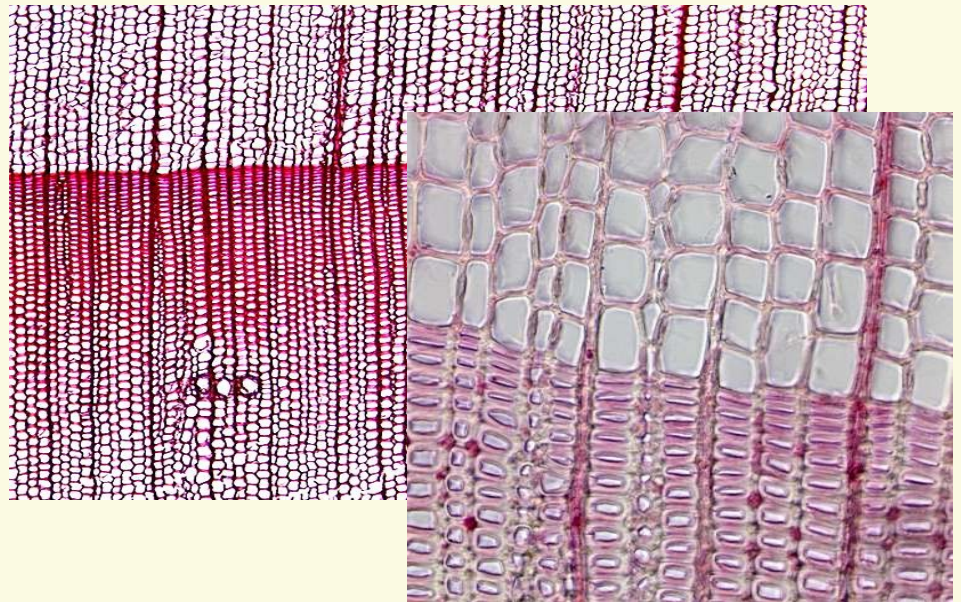


# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## Základní řezy dřevem

### příčný (transverzální) řez

- *tracheidy* – řezány v příčných rozměrech
- *parenchym. b. dř. p.* – řezány v podélných rozměrech
- *parenchym. b. ax. dřev. p.* – řezány v příčných rozměrech
- *parenchym. b. vertikálních pryskyřičných kanálků* – řezány v příčných rozměrech
- *parenchym. b. horizontálních pryskyřičných kanálků* – řezány v podélných rozměrech



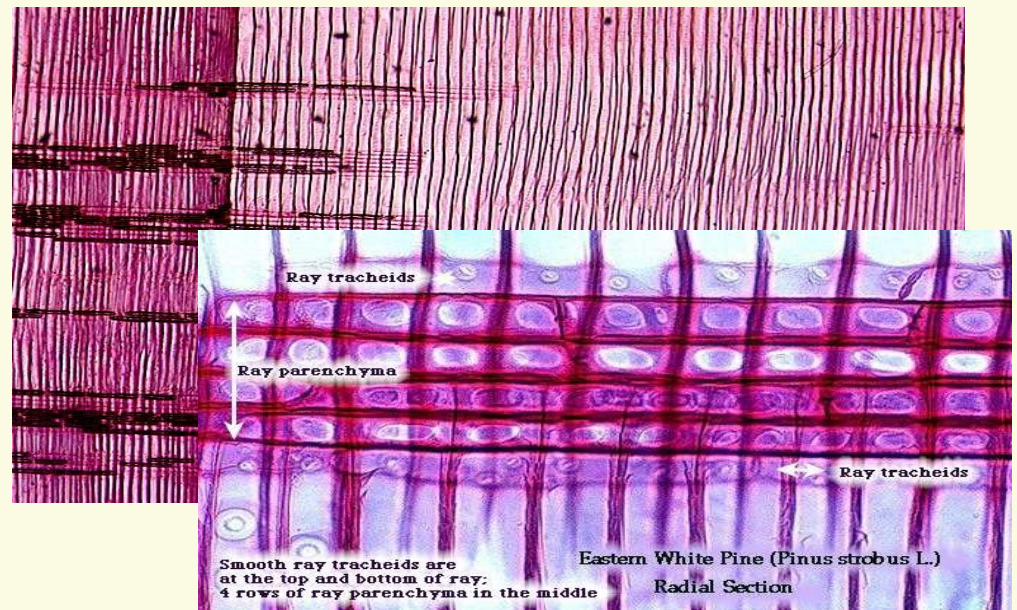


# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## Základní řezy dřevem

### radiální řez

- *tracheidy* – řezány v podélných rozměrech
- *parenchym. b. dř. p.* – řezány v podélných rozměrech
- *parenchym. b. ax. dřev. p.* – řezány v podélných rozměrech
- *parenchym. b. vertikálních pryskyřičných kanálků* – řezány v podélných rozměrech
- *parenchym. b. horizontálních pryskyřičných kanálků* – řezány v podélných rozměrech

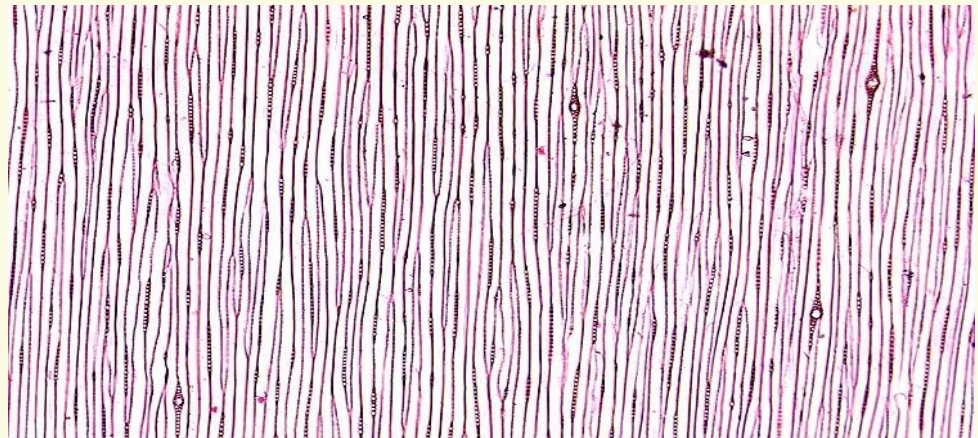


# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## Základní řezy dřevem

### tangenciální řez

- *tracheidy* – řezány v podélných rozměrech
- *parenchym. b. dř. p.* – řezány v příčných rozměrech
- *parenchym. b. ax. dřev. p.* – řezány v podélných rozměrech
- *parenchym. b. vertikálních pryskyřičných kanálků* – řezány v podélných rozměrech
- *parenchym. b. horizontálních pryskyřičných kanálků* – řezány v příčných rozměrech

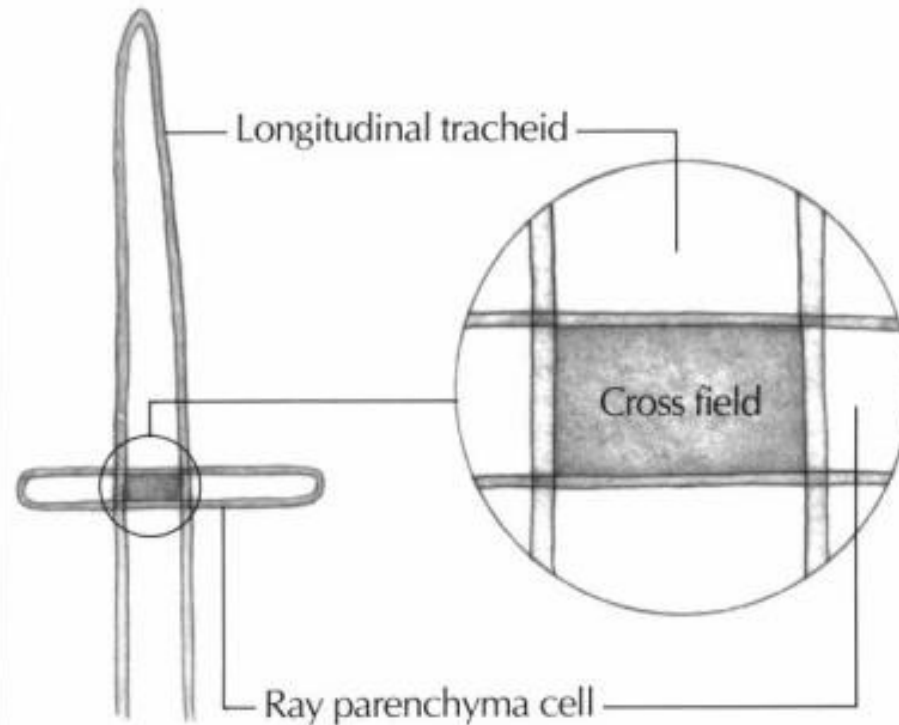


# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## Křížové pole

### CROSS FIELD

The common wall joining a ray parenchyma cell and an earlywood longitudinal tracheid, as seen in radial view, is called a cross field or ray crossing.

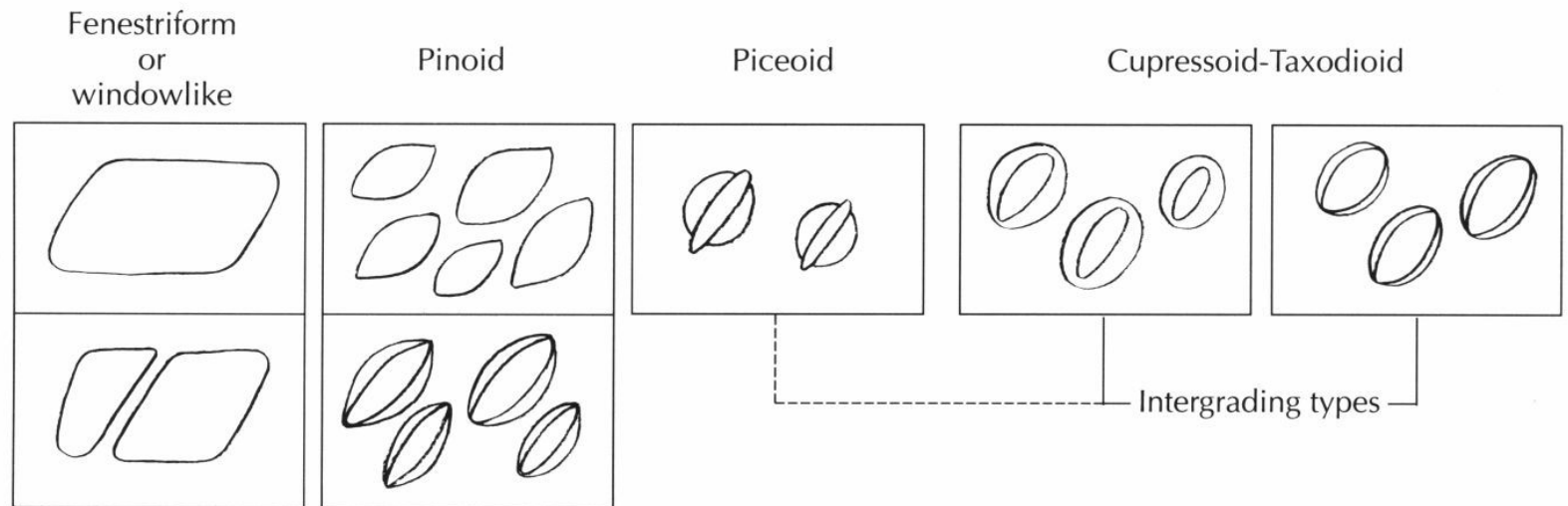


# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## Typy teček v KP

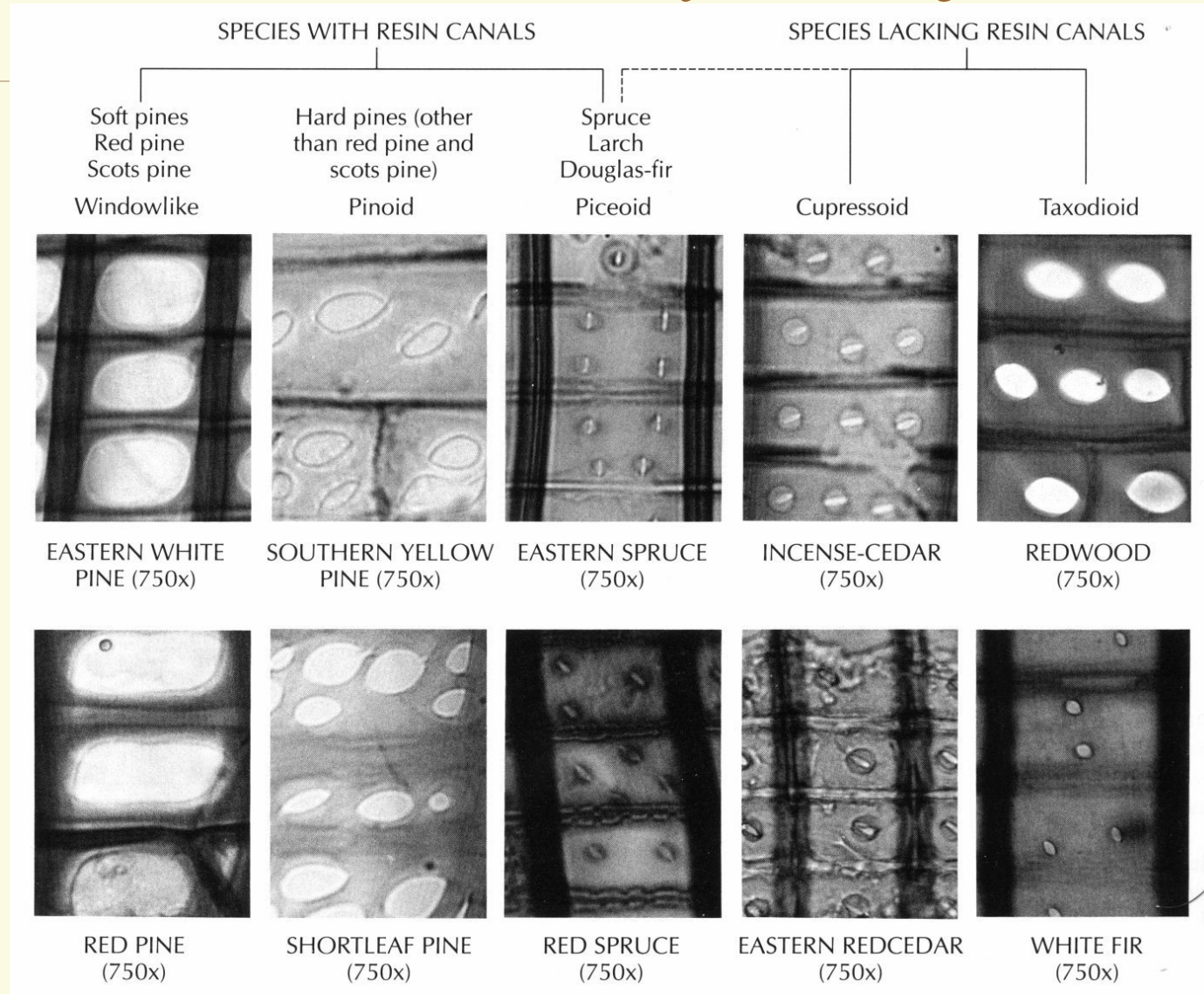
### TYPES OF CROSS-FIELD PITTING

This chart summarizes the major classifications of cross-field pitting types. There is considerable intergrading between taxodioid and cupressoid pitting and, to some extent, between piceoid and cupressoid pitting. The photos show radial views.

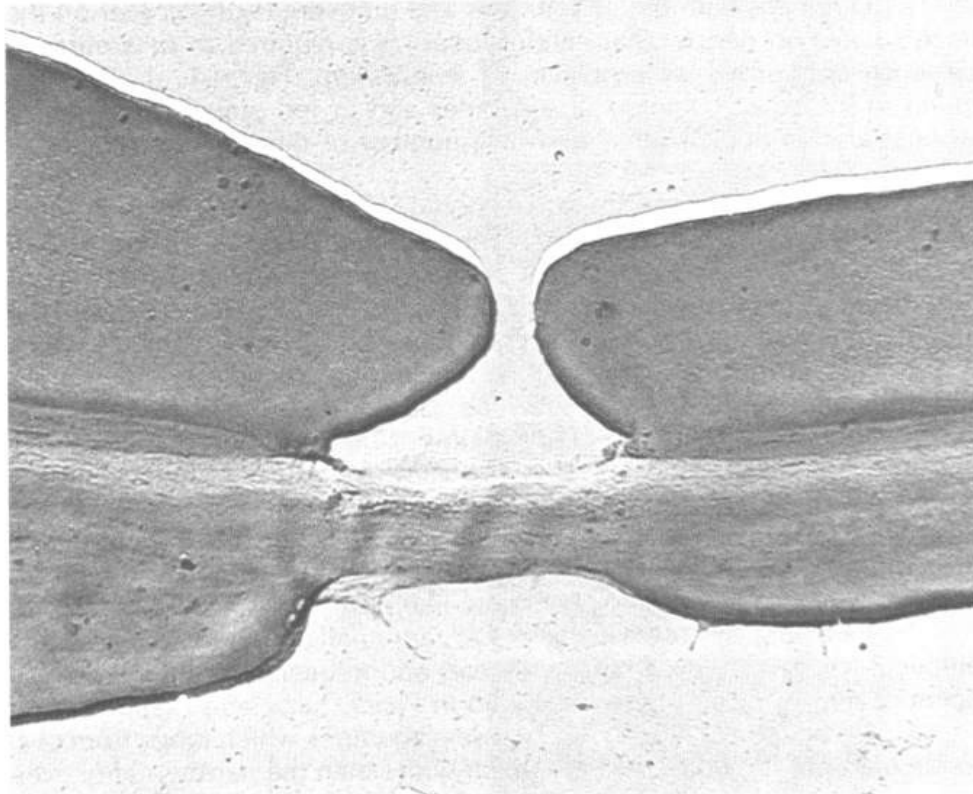




# Anatomické elementy dřeva jehličnanů



# Anatomické elementy dřeva jehličnanů



**Figure 4-13** Cross section of a half-bordered pit pair between a longitudinal tracheid and a ray parenchyma cell in tamarack [*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch]. Electron micrograph of a thin section at 6500 $\times$ . (Courtesy of W. A. Côté, Jr.)



# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

---

## Typy teček v KP typické pro jednotlivé dřeviny

### oknový typ

- *Pinus sylvestris*, *P. resinosa*, *P. strobus*, *P. monticola*, *P. lambertiana*

### pinoidní typ

- ostatní borovice

### piceoidní typ

- rody *Picea*, *Larix*, *Pseudotsuga*

### taxodioidní typ

- Taxodiaceae: *Sequoia* a *Taxodium*

- Pinaceae: *Abies*

- Cupressaceae: *Thuja*

### cupressoidní typ

- Cupressaceae: *Chamecyparis*, *Calocedrus* a *Juniperus*

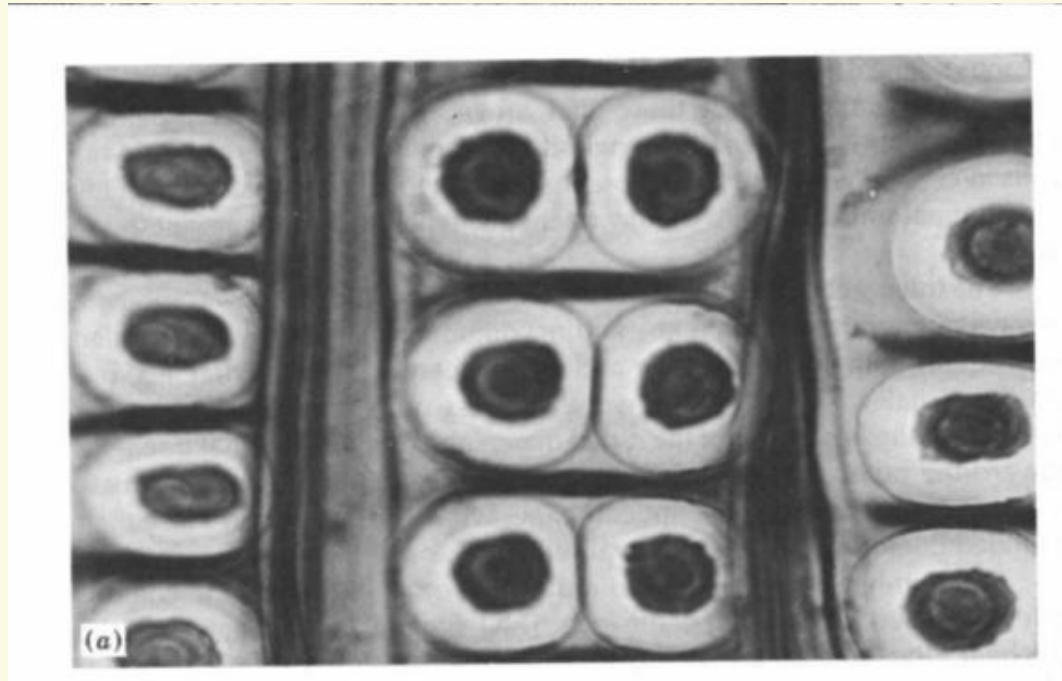
- Pinaceae: *Tsuga*

# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## Ztluštěniny BS tracheid

**Krasuly (*crassullae*) = Saniovy valy**

- ohraničují dvojtečky
- převážně z celulózy



# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## Ztluštěniny BS tracheid

### Spirální ztluštěniny

- lokálně ztloustlá  
vrstva S3 ve tvaru  
spirály

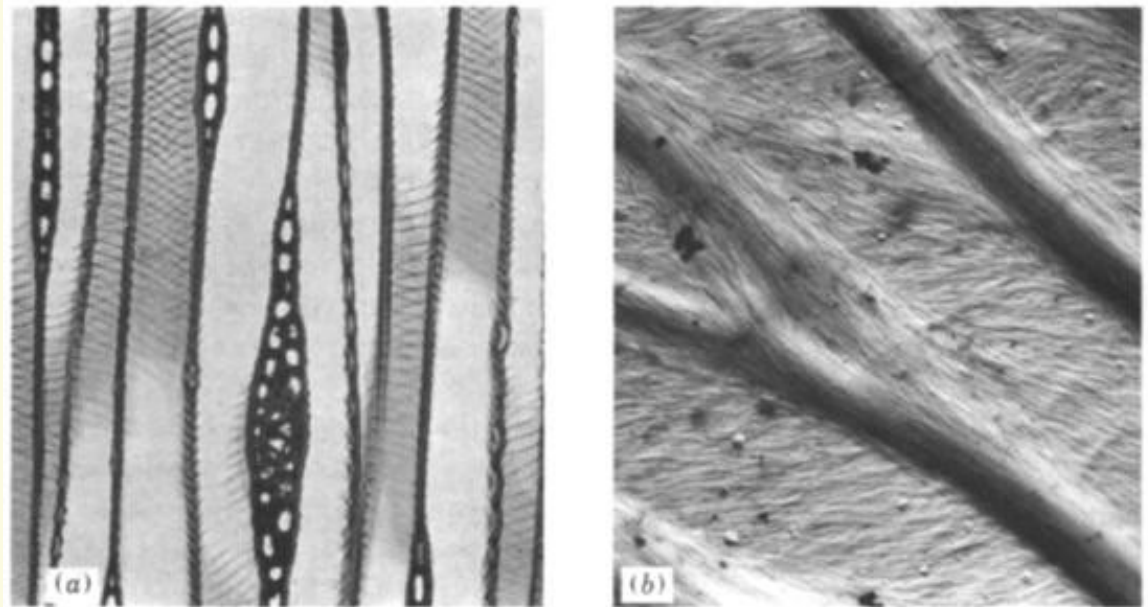
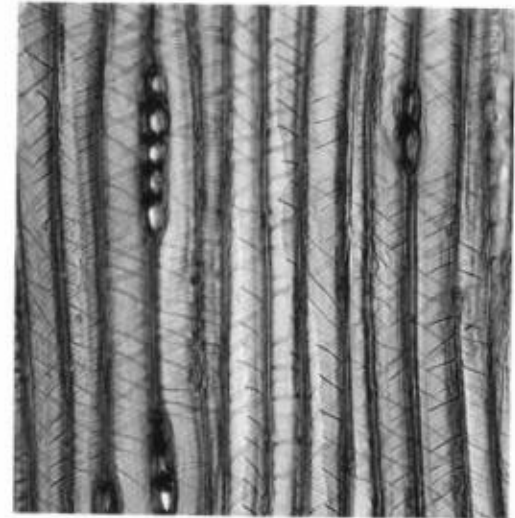
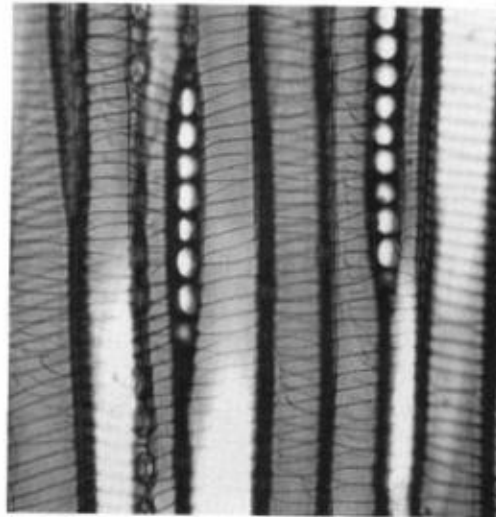


Figure 4-5 Spiral thickening in Douglas-fir [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco].  
(a) Appearance of spiral thickenings under a light microscope. (110 $\times$ )  
(b) Electron micrograph of the surface of a tracheid showing the microfibrillar structure of the spiral thickenings. (6800 $\times$ ) (Courtesy of W. A. Côté, Jr.)

# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## Ztluštěniny BS tracheid

### Spirální ztluštěniny



#### SPIRAL THICKENINGS

In Douglas-fir (left), which has resin canals, spiral thickenings are nearly perpendicular to the tracheid axis. In yew (right), which lacks resin canals, spiral thickenings form a less regular pattern and a steeper spiral. (200x)

# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## Ztluštěniny BS tracheid

Trabekuly (*trabeculae*)

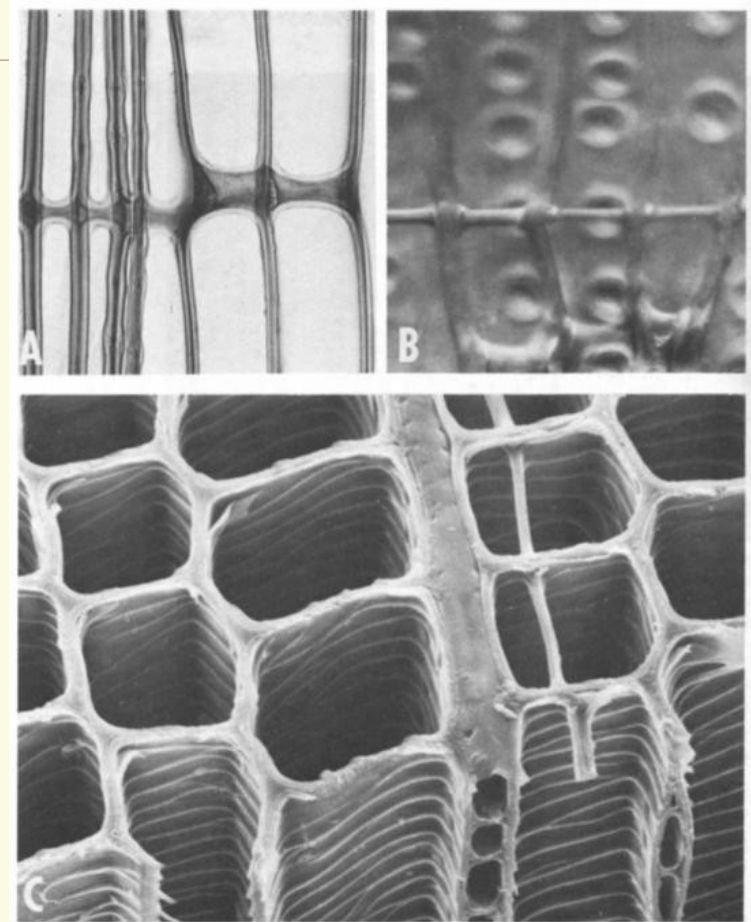


Figure 4-7 Trabeculae in softwoods.

(A) Alaska-cedar [*Chamaecyparis nootkatensis* (D. Don) Spach.]. Radial view. (360×)

(B) Western white pine (*Pinus monticola* Dougl.), radial view photographed with incident light. (430×)

(C) Douglas-fir [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco]. Scanning electron micrograph. (700×)  
[(B) photograph by R. E. Pentoney; (C) courtesy of Center for Ultrastructure Studies, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, N.Y.]

# Anatomické elementy dřeva jehličnanů

## Znaky pro mikroskopické určování dřev

### příčný řez

- *ostrost přechodu z j.d. do l.d.* – MD, DG, BO, JD, tis, SM, jalovec, VJ
- *přítomnost a typ pryskyřičných kanálků* – chybí u JD, tisu, jalovce
- *přítomnost ax. dřev. parenchymu* – nejvíce ve dřevě jalovce

### radiální řez

- *typ dřeňového paprsku* – homocelulární, heterocelulární
- *typ a počet ztenčenin v křížovém poli* – piceoidní, taxodiodní, oknový typ ...
- *párový výskyt dvojteček na tracheidách* – je typický pro MD
- *přítomnost spirálních ztluštěnin na stěnách tracheid* – DG, tis

### tangenciální řez

- *přítomnost horizontálních pryskyřičných kanálků* – chybí u JD, tisu, jalovce
- *přítomnost spirálních ztluštěnin na stěnách tracheid* – DG, tis