

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav nauky o dřevě

Užitková tropická dřeva

UTD-pod01

IAWA list mikroskopických znaků k určování dřeva listnatých dřevin

pracovní listy do cvičení

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR
TechDrev – CZ.1.07/2.2.00/28.0019



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

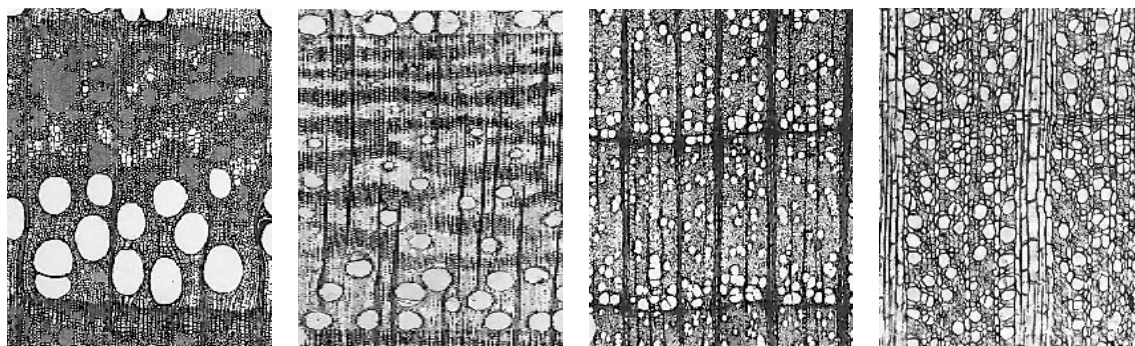
Letokruhy

- 1 hranice letokruhů zřetelné
- 2 hranice letokruhů nezřetelné nebo chybí

Cévy

Stavba dřeva

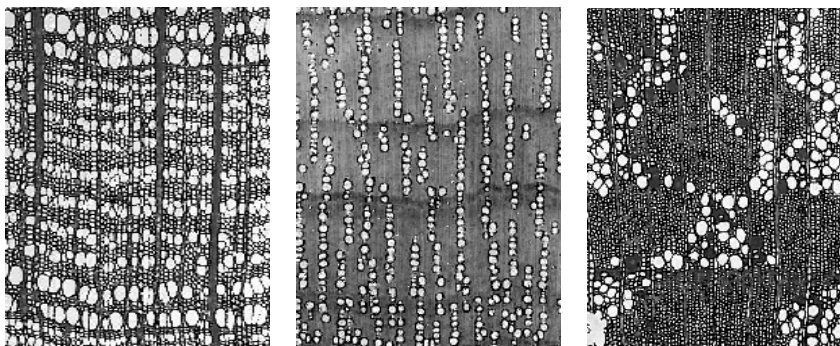
- 3 dřeviny s kruhovitě pórovitou stavbou
 - cévy v jarním dřevě jsou zřetelně větší než cévy v letním dřevě, dobře zřetelná hranice mezi dvěma letokruhy i přechod mezi letním a jarním dřevem
- 4 dřeviny s polokruhovitě pórovitou stavbou
 - a) pozvolně se zmenšující průměr cév v rámci letokruhu; b) jarní a letní cévy shodného průměru, v jarním dřevě větší výskyt cév (nahloučení cév); hranice letokruhu zřetelná, nelze však určit přechod letního a jarního dřeva
- 5 dřeviny s roztroušeně pórovitou stavbou
 - letní i jarní cévy přibližně stejných průměrů, nezřetelné hranice letokruhu i přechod mezi letním a jarním dřevem



Obr. 1 Zleva doprava: znak 3; 4a; 4b; 5 (IAWA 1989)

Uspořádání cév

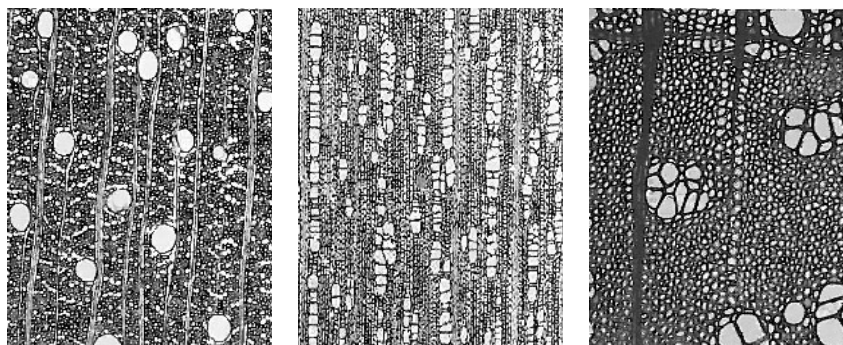
- 6 cévy v tangenciálních pásech
- cévy uspořádány v delších nebo krátkých tangenciálních řadách, řady jsou přímé nebo zvlněné
- 7 cévy v radiálních nebo diagonálních řadách
- cévy uspořádány v radiálních nebo diagonálních řadách
- 8 uspořádání cév rozvětveného charakteru
- cévy vytváří zřetelné zóny oddělené oblastmi bez cév



Obr. 2 Zleva doprava: znak 6; 7; 8 (IAWA 1989)

Seskupení cév

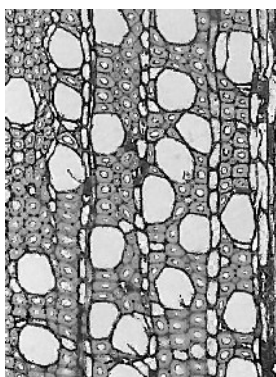
- 9 cévy výhradně jednotlivé (90 % a více)
- více než 90 % cév je zcela obklopeno jinými elementy, nedotýkají se tedy žádné jiné cévy
- 10 cévy v radiálních seskupeních (4 a více)
- radiální řada 4 a více cév
- 11 cévy ve shlucích
- skupina 3 a více cév, které mají vzájemný radiální i tangenciální kontakt



Obr. 3 Zleva doprava: znak 9; 10; 11 (IAWA 1989)

Tvar jednotlivých cév

- 12 víceúhelníkový tvar jednotlivých cév
 - na příčném řezu lze vidět víceúhelníkový tvar cévy

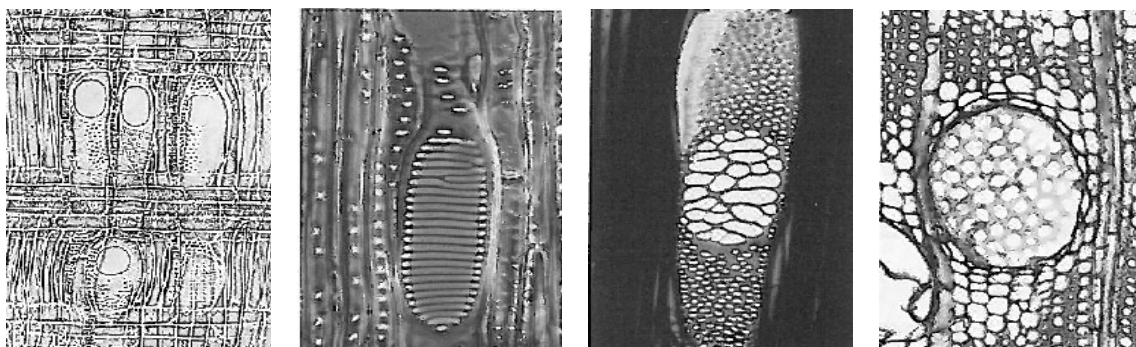


Obr. 4 Znak 12 (IAWA 1989)

Perforace

- pozůstatek příčných buněčných stěn mezi jednotlivými cévními články

- 13 jednoduchá perforace
 - perforace s jedním kruhovým nebo eliptickým otvorem
- 14 žebříčková perforace
 - perforace s více podlouhlými souběžnými otvory, které jsou od sebe oddělené žebry
- 15 žebříčková perforace s méně než 10 žebry
- 16 žebříčková perforace s 10–20 žebry
- 17 žebříčková perforace s 20–40 žebry
- 18 žebříčková perforace s více než 40 žebry
- 19 síťovitá, pórovitá nebo další typ složené perforace
 - a) síťovitá; b) pórovitá – perforace s kruhovými nebo oválnými otvory (jako síto), přepážky mezi otvory bývají silnější než u síťovité perforace



Obr. 5 Zleva doprava: znak 13; 14; 19a; 19b (IAWA 1989)

Ztenčeniný: uspořádání a velikost

- ztenčeniný v buněčné stěně mezi cévními články

20 žebříčkovité uspořádání

- podlouhlé ztenčeniný v řadách nad sebou, tvarem připomínající žebřík

21 protistojné řadové uspořádání

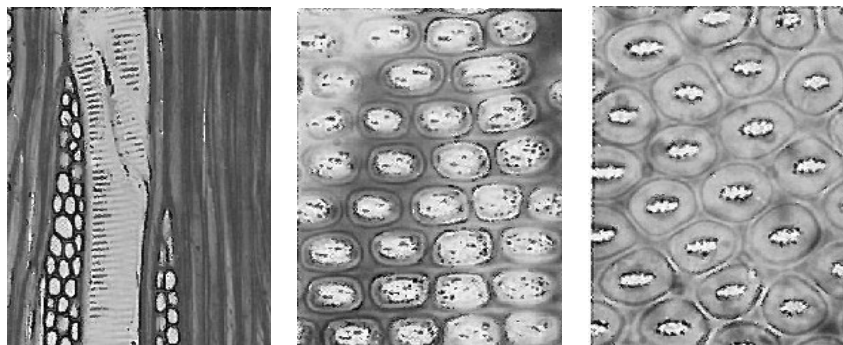
- ztenčeniný uspořádány v horizontálních řadách

22 střídavé uspořádání

- ztenčeniný uspořádány v diagonálních řadách

23 střídavě uspořádané ztenčeniný mnohoúhelníkového tvaru

- obrys ztenčenin hranatý s více než 4 stranami



Obr. 6 Zleva doprava: znak 20; 21; 22 (IAWA 1989)

Velikost ztenčenin (protistojné a střídavé)

- vodorovný průměr porusu ztenčeniný v jeho nejširším místě

24 velmi malé $\leq 4 \mu\text{m}$

25 malé – $4\text{--}7 \mu\text{m}$

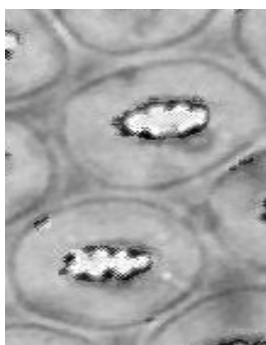
26 středně velké – $7\text{--}10 \mu\text{m}$

27 velké $\geq 10 \mu\text{m}$

Ztenčenina s rouchem

29 ztenčenina s rouchem

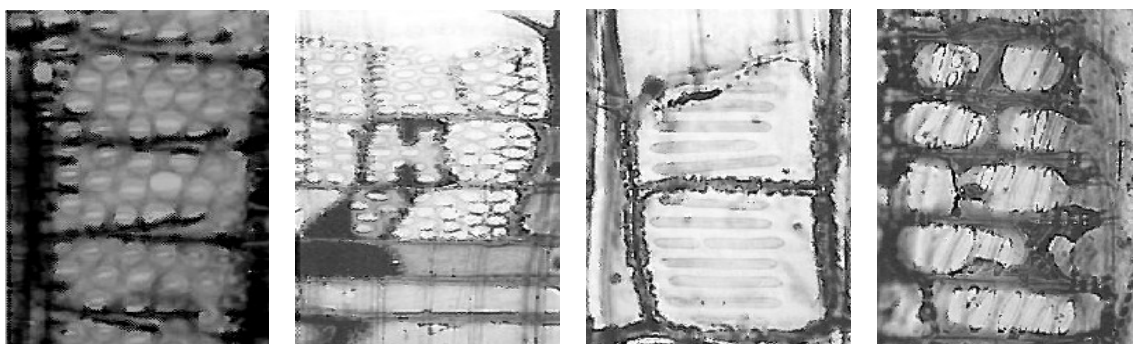
- ztenčenina, u které je porus a/nebo otvor ztenčeniny zcela nebo částečně lemován výrůstky sekundární buněčné stěny



Obr. 7 Znak 29 (IAWA 1989)

Ztenčeniny mezi cévami a dřeňovými paprsky

- 30 dvojtečka s výraznými okraji; podobná rozměrově i tvarově ztenčenině v cévě
- 31 dvojtečka s redukovanými okraji připomínající tečku: tvar kruhový nebo hranatý
- 32 dvojtečka s redukovanými okraji připomínající tečku: a) horizontálně protáhlé (žebříčkovité) nebo b) vertikálně protáhlé (palisádové)
- 33 ztenčeniny dvou různých velikostí nebo typu v rámci jedné buňky dřeňového paprsku
- 34 ztenčeniny jednostranně složené, velké (více než 10 μm)
 - jedna ztenčenina hraničí s dvěma nebo více menšími ztenčeninami sousední stěny
- 35 výskyt ztenčenin na rozhraní dřeňový paprsek–céva je omezen na okrajové řady buněk dřeňového paprsku



Obr. 8 Zleva: znak 30; 31+35; 32a; 32b (IAWA 1989)

Spirální ztlustěliny

- lokálně ztloustlá místa buněčné stěny ve formě spirály na vnitřní ploše cévních článků

- 36 spirální ztlustěliny přítomny ve dřevě
- 37 spirální ztlustěliny po celé délce cévního článku
- 38 spirální ztlustěliny jen na koncích cévního článku
- 39 spirální ztlustěliny pouze v užších cévních člancích

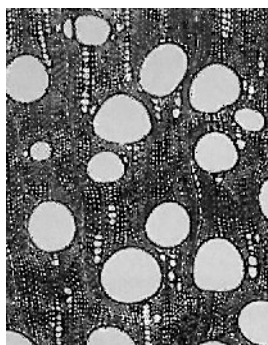
Tangenciální průměr lumenu cév

- měří se na příčném řezu, je měřen v nejširším místě lumenu, bez stěn buňky; průměr se měří minimálně u 25 cév

- 40 $\leq 50 \mu\text{m}$
- 41 $50\text{--}100 \mu\text{m}$
- 42 $100\text{--}200 \mu\text{m}$
- 43 $\geq 200 \mu\text{m}$

45 dvě různé velikosti průměru cév

- dvě různé velikosti průměru cév, nejedná se o dřevo s kruhovitě pórovitou stavbou



Obr. 9 Znak 45 (IAWA 1989)

Počet cév na 1 mm^2

- každá céva je počítaná samostatně, tzn. radiální skupina 4 cév je počítaná jako 4 cévy, z cév které jsou v zorném poli pouze z části, se do součtu započítává jen 50 % těchto cév

- 46 $\leq 5 \text{ cév/mm}^2$
- 47 $5\text{--}20 \text{ cév/mm}^2$
- 48 $20\text{--}40 \text{ cév/mm}^2$
- 49 $40\text{--}100 \text{ cév/mm}^2$
- 50 $\geq 100 \text{ cév/mm}^2$

Délka cévního článku

- měří se celá délka cévního článku od jednoho konce ke druhému, nejlépe po maceraci, nejméně u 25 cévních článků

52 $\leq 350 \mu\text{m}$

53 $350\text{--}800 \mu\text{m}$

54 $\geq 800 \mu\text{m}$

Thyly a deposity v cévách

- thyly – výrůstky tvořené parenchymatickými buňkami, které přes ztenčiny vrůstají do lumenu cévy z okolních dřevných paprsků či axiálního parenchymu a částečně nebo úplně ji vyplňují

56 tenkostěnné thyly

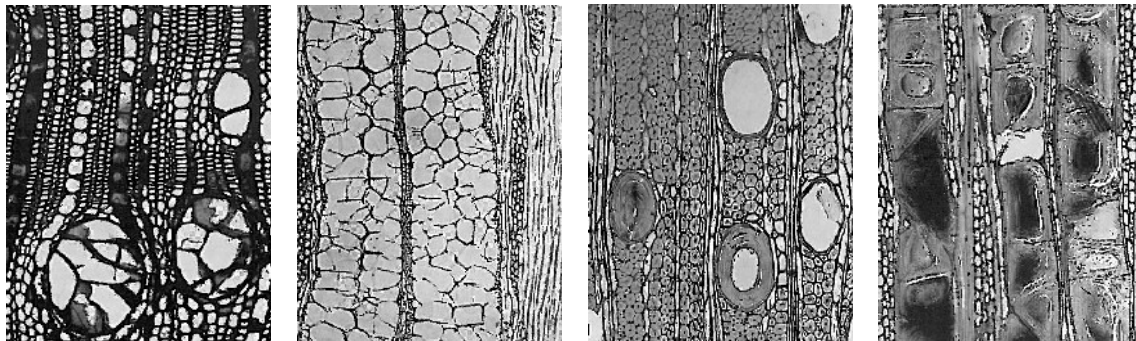
- thyly s tenkou stěnou, živé se zásobní funkci

57 silnostěnné thyly

- thyly se silnou vícevrstvou lignifikovanou stěnou

58 gumy a jiné deposity v cévách jádra

- mezi gumy a jiné deposity se zahrnuje široká škála chemických směsí, které jsou různě zbarvené (bílé, žlutě, červeně, hnědě)

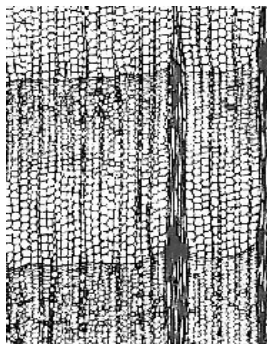


Obr. 10 Zleva doprava: znak 56 (příčný a podélný řez); 57 (příčný a podélný řez) (IAWA 1989)

Dřevo bez cév

59 dřevo bez cév

- dřevo tvořeno pouze tracheálními elementy bez perforací a parenchymem



Obr. 11 Znak 59 (IAWA 1989)

Tracheidy a libriformní vlákna

60 výskyt cévovitých/vazicentrických tracheid

- cévovitá t. – uzavřené protáhlé zašpičatělé buňky bez perforací s četnými ztenčeninami podobné úzkým cévním článkům
- vazicentrické t. – krátké uzavřené buňky nepravidelných tvarů se zaoblenými konci s četnými ztenčeninami na stěnách, výskyt v bezprostřední blízkosti cév

Základní vláknité pletivo

61 vlákna s tečkami nebo nepatrnými dvojtečkami

- libriformní vlákna s tečkami nebo s dvojtečkami, jejichž průměr porusu je menší než 3 μm

62 vlákna se zřetelnými dvojtečkami

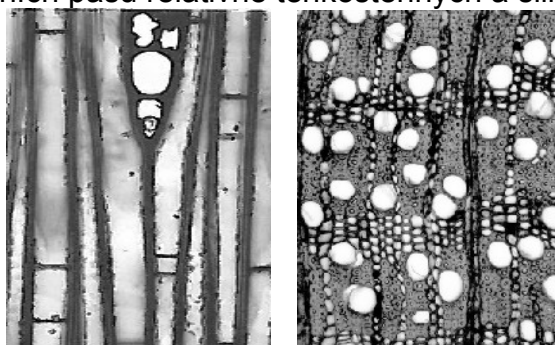
- vlákna s dvojtečkami, jejichž průměr porusu je větší než 3 μm

63 ztenčeniny se u vláken běžně vyskytují na radiálních i tangenciálních stěnách

64 spirální ztlustěnin ve vláknech

Přehrádkovaná vlákna a pásy vláken podobných parenchymu

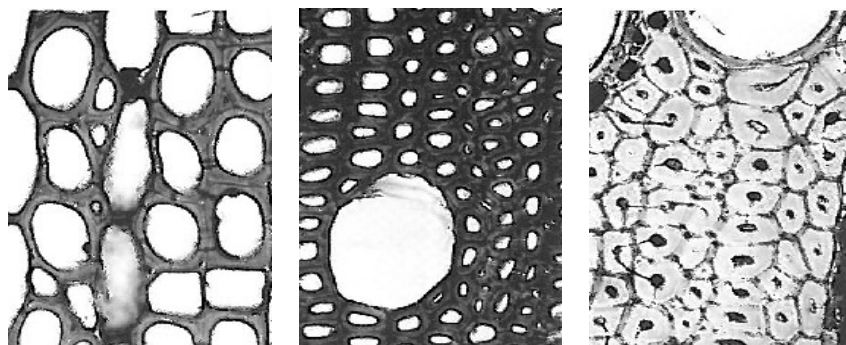
- 65 přehrádkovaná vlákna přítomná ve dřevě
 - přehrádkovaná vlákna – vlákna s tenkými příčnými nelignifikovanými přehrádkami
- 66 přehrádkovaná vlákna nepřítomná ve dřevě
- 67 pás vláken podobných parenchymu střídavý s pásem běžných vláken
 - střídání tangenciálních pásů relativně tenkostěnných a silnostěnných vláken



Obr. 12 Zleva doprava: znak 65; 67 (IAWA 1989)

Tloušťka buněčných stěn libriformních vláken

- 68 tenkostěnná libriformní vlákna
 - lumen je 3 a vícekrát větší než dvojnásobná tloušťka buněčné stěny
- 69 silnostěnná libriformní vlákna
 - lumen je nanejvýš 3× větší než dvojnásobná tloušťka buněčné stěny a zřetelně viditelný
- 70 velmi silnostěnná libriformní vlákna
 - lumen je nanejvýš 3× větší než dvojnásobná tloušťka buněčné stěny a zcela uzavřený



Obr. 13 Zleva doprava: znak 68; 69; 70 (IAWA 1989)

Délka libriformních vláken

- měří se minimálně 25 vláken

71 $\leq 900 \mu\text{m}$

72 $900\text{--}1600 \mu\text{m}$

73 $\geq 1600 \mu\text{m}$

Axiální parenchym

75 axiální parenchym chybí nebo velmi vzácný

Axiální parenchym apotracheální

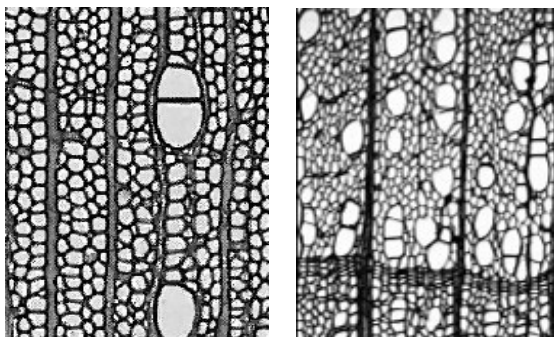
- parenchymatické buňky bez přímého kontaktu s cévami nebo cévovitými tracheidami

76 apotracheální rozptýlený

- jednotlivé parenchymatické buňky nebo menší skupiny nepravidelně rozmístěny

77 apotracheální rozptýleně nakupený

- parenchymatické buňky seskupeny do krátkých tangenciálních nebo diagonálních řad



Obr. 14 Zleva doprava: znak 76; 77 (IAWA 1989)

Axiální parenchym paratracheální

- parenchymatické buňky v přímém kontaktu s cévami nebo cévovitými tracheidami

78 paratracheální skupinový

- jednotlivé buňky či skupiny buněk kolem vodivých elementů

79 paratracheální vazicentrický

- parenchymatické buňky vytvářejí kolem cév ucelené pouzdra

80 paratracheální křídlovitý

- parenchymatické buňky zcela nebo jednostranně obklopující cévu vybíhají do bočních křídlovitých útvarů

81 paratracheální křídlovitý kosočtverečný

- boční rozšíření vytváří podobu kosočtverce

82 paratracheální křídlovitý s křídly

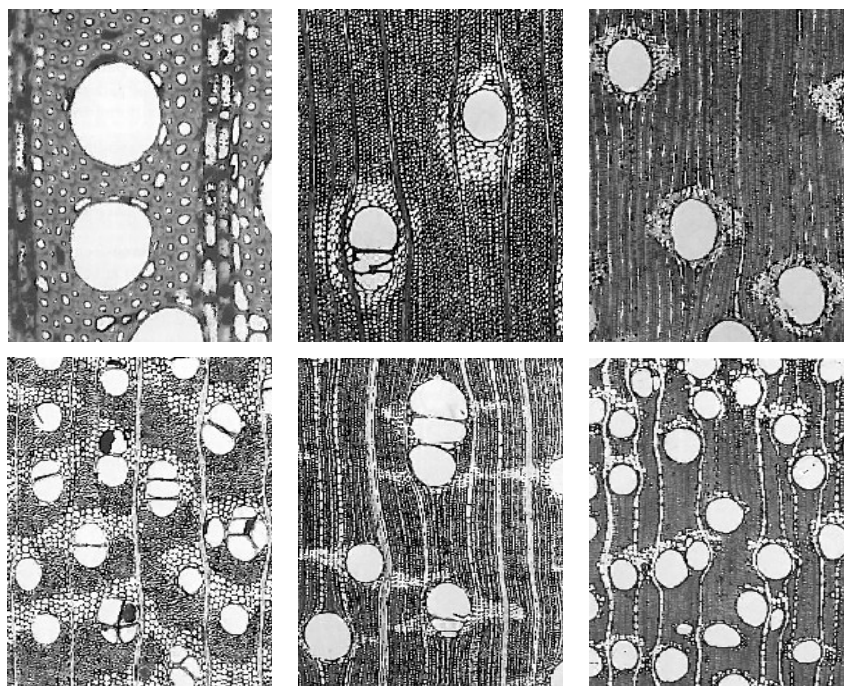
- boční rozšíření je protáhlé a úzké

83 paratracheální splývavý

- splývavý vazicentrický nebo křídlovitý parenchym, který obklopuje (nebo pouze z jedné strany) dvě či více cév, často tvoří nepravidelné pásy

84 paratracheální jednostranný

- parenchym vytváří půlkruhové kloboučky na jedné straně cév, které se mohou křídlovitě rozšiřovat v tangenciálním směru



Obr. 15 Zleva horní řada: znak 78; 79; 81 spodní řada: znak 82; 83; 84 (IAWA 1989)

Axiální parenchym svazkový

- uspořádání parenchymatických buněk do různě mohutných tangenciálních linií včetně nebo mimo cév

85 axiální parenchym v pásu tvořeném více než 3 řadami buněk

86 axiální parenchym v úzkém pásu tvořeném méně než 3 řadami buněk

87 axiální parenchym síťovitý

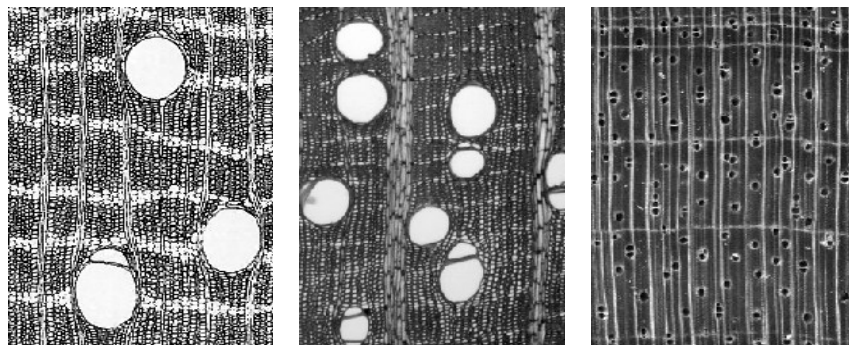
- tangenciální linie přibližně stejně široké jako dřeňové paprsky, s kterými vytváří pravidelně rozloženou síť; vzdálenosti mezi paprsky jsou přibližně stejné jako mezi pásy parenchymu

88 axiální parenchym žebříčkový

- tangenciální linie užší než paprsky, s kterými vytváří vzhled žebříku, vzdálenosti mezi paprsky výrazně větší než mezi pásy parenchymu

89 axiální parenchym hraniční

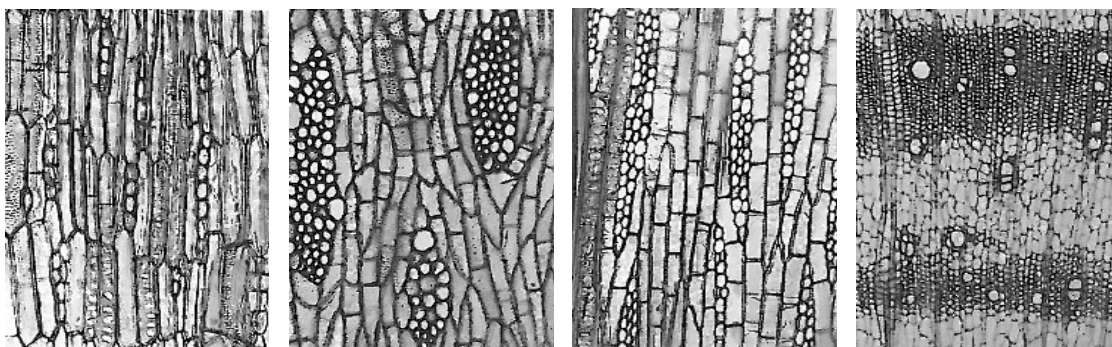
- různě široké svazky parenchymu na hranici letokruhů nebo přírůstových zón



Obr. 16 Zleva: znak 87; 88; 89 (IAWA 1989)

Typ buněk axiálního parenchymu a délka řetězce

- 90 vřetenovité parenchymatické buňky
- parenchymatické buňky odvozené od vřetenových kambiálních iniciál bez druhotného dělení nebo bez délkového růstu, tvarově se podobají krátkým vláknům
- 91 dvě buňky v řetězci dřevního parenchymu
- řetězec dřevního parenchymu – řada buněk axiálního parenchymu vytvořených příčným dělením jedné vřetenovité kambiální iniciály
- 92 čtyři (3–4) buňky v řetězci dřevního parenchymu
- 93 osm (5–8) buněk v řetězci dřevního parenchymu
- 94 více než osm buněk v řetězci dřevního parenchymu
- 95 nelignifikovaný parenchym



Obr. 17 Zleva: znak 90; 91+92; 93; 95 (IAWA 1989)

Dřeňové paprsky

Vrstevnatost

- určuje se na tangenciálním řezu jako počet buněk v nejširším místě paprsku, kolmo na osu paprsku

96 výlučně jednovrstevné

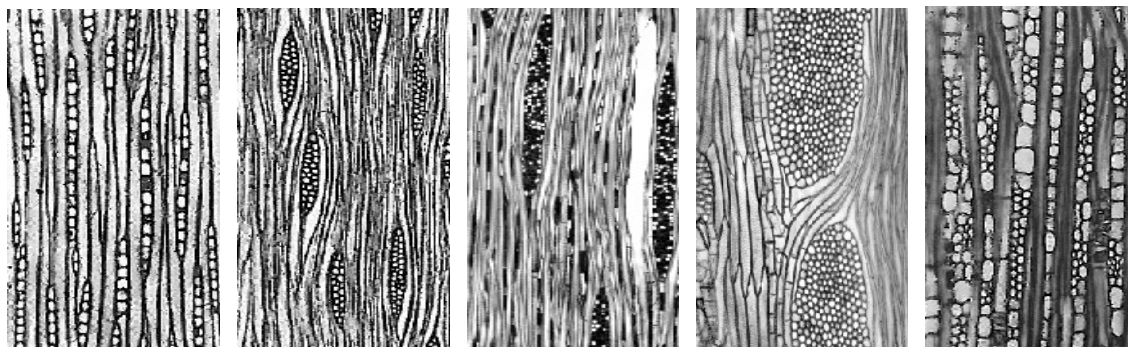
97 1–3 vrstevné

98 4–10 vrstevné

99 10 a více vrstevné

100 paprsky s vícevrstevnou částí stejně širokou jako jednovrstevná část

- více vrstevná část dřeňového paprsku je stejně široká jako jednovrstevná část toho samého paprsku



Obr. 18 Zleva: znak 96; 97; 98; 99; 100 (IAWA 1989)

Sdružené paprsky

101 sdružené paprsky

- množství jednotlivých paprsků v bezprostřední blízkosti, které se makroskopicky jeví jako jeden; jednotlivé paprsky jsou od sebe odděleny podélnými elementy dřeva

Výška dřeňových paprsků

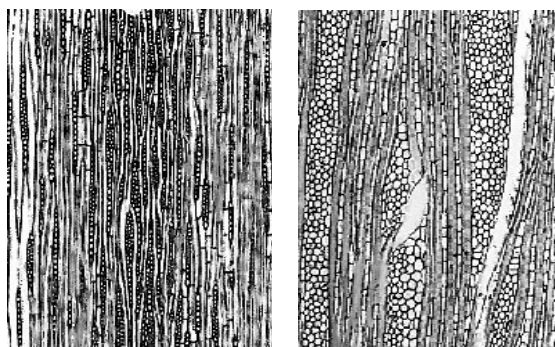
102 výška dřeňových paprsků > 1 mm

- vysoké dřeňové paprsky vyšší než 1 mm

Dřeňové paprsky dvou rozdílných velikostí

103 dřeňové paprsky dvou rozdílných velikostí

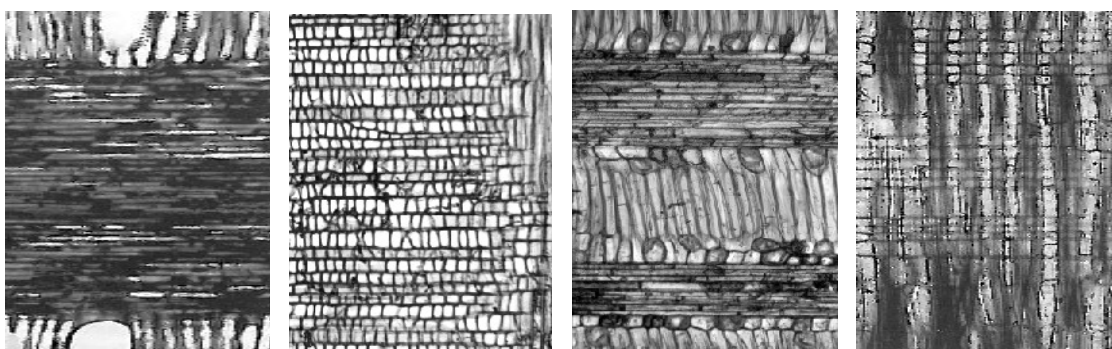
- dřeňové paprsky vytváří na tangenciálním řezu dvě odlišné skupiny, které se liší zejména vrstevnatostí, občas i výškou



Obr. 19 Zleva: znak 101; 103 (IAWA 1989)

Dřeňové paprsky: typy a uspořádání buněk

- 104 homogenní – všechny buňky ležaté
- delší osa buněk je orientována horizontálně na radiálním řezu
- 105 homogenní – všechny buňky stojaté a/nebo čtvercové
- stojaté – delší osa buněk orientována svisle; čtvercové – buňky přibližně čtvercového tvaru na radiálním řezu
- 106 heterogenní – ležaté buňky ve středu paprsku s jednou řadou stojatých a/nebo čtvercových buněk na okrajích
- 107 heterogenní – ležaté buňky s 2–4 řadami stojatých a/nebo čtvercových buněk na okrajích
- 108 heterogenní – ležaté buňky s více než 4 řadami stojatých a/nebo čtvercových buněk na okrajích
- 109 heterogenní – řady ležatých, čtvercových, stojatých buněk se nepravidelně střídají



Obr. 20 Zleva: znak 104; 105; 106; 109 (IAWA 1989)

Plášťové buňky

110 plášťové buňky

- buňky jsou umístěny na obvodu dřevného paprsku (min 3-vrstevnatého) a vytváří jakoby plášť paprsku, jsou větší (obvykle vyšší než širší) než centrální buňky

„Tile cells“

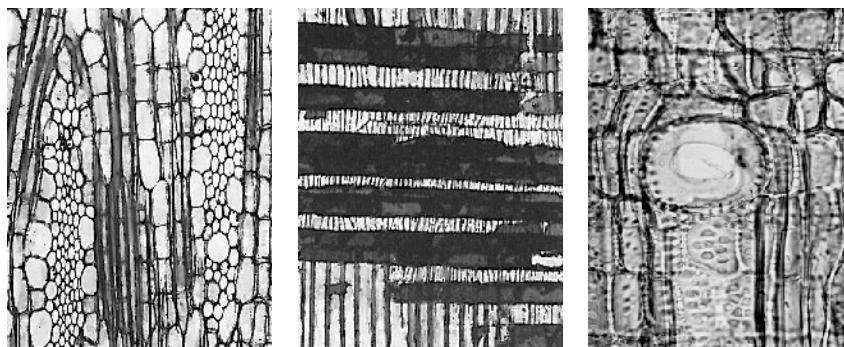
111 „tile cells“

- zvláštní typ zdánlivě prázdných stojatých (vzácně čtvercových) buněk dřevných paprsků, které vytváří horizontální řady, obvykle uložené mezi ležatými buňkami

Perforované buňky dřevných paprsků

112 perforované buňky dřevných paprsků

- buňky dřevných paprsků shodné velikosti nebo větší než sousední buňky, ale s perforacemi, které jsou obvykle umístěny na straně stěn, které propojují dvě cévy umístěné po obou stranách dřevného paprsku, mohou se vyskytovat individuálně nebo tvořit radiální či tangenciální řady



Obr. 21 Zleva: znak 110; 111; 112 (IAWA 1989)

Počet dřevných paprsků na délce 1 mm

- počet dřevných paprsků na délce 1 mm na tangenciálním řezu, měřeno na přímce kolmé na osu paprsku

114 ≤ 4

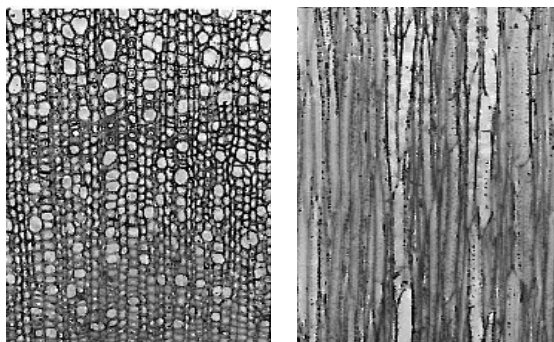
115 $4-12$

116 ≥ 12

Dřevo bez dřevných paprsků

117 dřevo bez dřevných paprsků

- dřevo tvořené pouze axiálními elementy, vzácně



Obr. 22 Zleva: znak 117 (příčný a podélný řez) (IAWA 1989)

Vrstevnatá struktura dřeva

- buňky jsou uspořádány ve vrstvách (horizontální řady), viditelné na tangenciálním řezu

118 všechny dřevné paprsky ve vrstvách

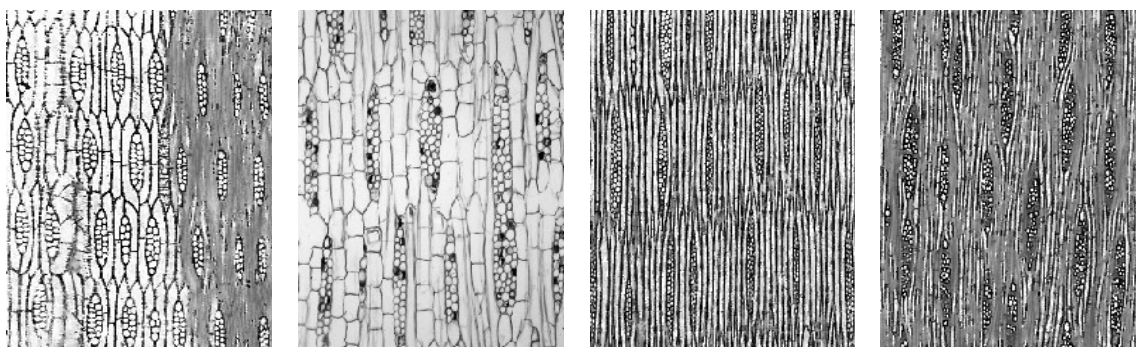
119 nízké paprsky ve vrstvách, vysoké ne

120 buňky axiálního parenchymu nebo cévní články ve vrstvách

121 libriformní vlákna ve vrstvách

122 dřevné paprsky nebo podélné elementy dřeva nepravidelně ve vrstvách

- vrstvy buněk nejsou horizontální a přímé, ale zvlněné nebo šikmé



Obr. 23 Zleva: znak 118+120; 119; 121; 122 (IAWA 1989)

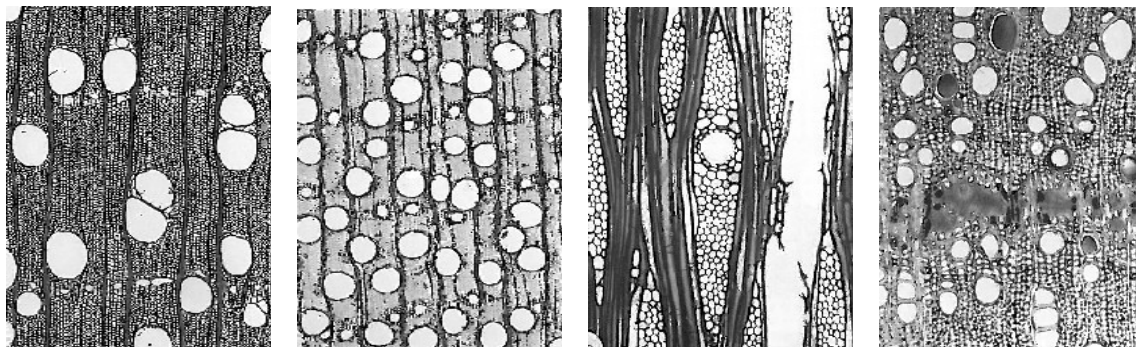
Vylučovací elementy a specifika kambiální činnosti

Olejové buňky a buňky obsahující rostlinné gummy

- 124 olejové buňky/buňky obsahující rostlinné gummy přidružené k dřevovým paprskům
- 125 olejové buňky/buňky obsahující rostlinné gummy přidružené k axiálnímu parenchymu
- 126 olejové buňky/buňky obsahující rostlinné gummy vyskytující se mezi libriformními vlákny

Mezibuněčné kanálky

- válcovitý mezibuněčný kanál obklopený výstelkou, obsahující druhotné rostlinné produkty jako pryskyřice, gummy atd., horizontální nebo vertikální
- 127 vertikální kanálky v dlouhých tangenciálních řadách
 - více než 5 kanálků v řadě
- 128 vertikální kanálky v krátkých tangenciálních řadách
 - 2–5 kanálků v řadě
- 129 vertikální kanálky rozptýlené
 - náhodně rozmístěné jednotlivé kanálky
- 130 horizontální kanálky
 - kanálky uložené v dřevových paprscích
- 131 mezibuněčné kanálky traumatického původu
 - vznikají jako reakce na poranění, uspořádané v tangenciálních řadách, mají nepravidelný tvar a jsou blízko sebe



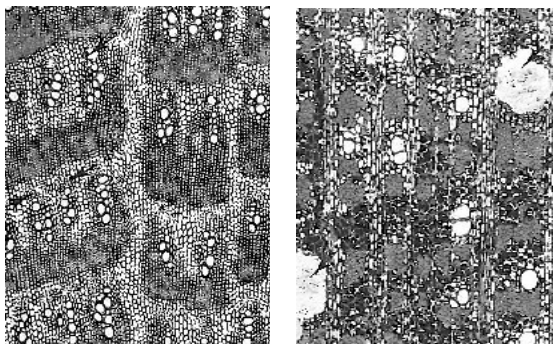
Obr. 24 Zleva: znak 127; 128; 130; 131 (IAWA 1989)

Kanálky

- 132 kanálky obsahující latex nebo tanin
 - latexové kanálky – obsahují světle žlutě až hnědě zbarvený latex; taninové kanálky – obsahují červenohnědě zbarvený tanin, nachází se v dřevových paprscích

Specifika kambiální činnosti

- 133 vnitřní lýko, soustředné
- vlákna lýka v tangenciálních pásech střídajících se zónami dřeva
- 134 vnitřní lýko, rozptýlené
- rozptýlené, izolované vlákna lýka, vlákna dřeva mohou být obklopena parenchymem nebo neperforovanými tracheálními elementy
- 135 jiné varianty
- často se vyskytují u lián



Obr. 25 Zleva: znak 133; 134 (IAWA 1989)

Minerální inkluze

Prismatické krystaly

- jednotlivé klencové nebo osmistěnné krystaly tvořené šťavelanem vápenatým, pod polarizačním světlem jsou dvojlomné

- 136 prismatické krystaly přítomny ve dřevě
- 137 krystaly v stojatých nebo čtvercových buňkách dřeňových paprsků
- 138 krystaly v ležatých buňkách dřeňových paprsků
- 139 krystaly seřazeny v radiálních řadách v ležatých buňkách dřeňových paprsků
- 140 krystaly v komůrkových stojatých nebo čtvercových buňkách dřeňových paprsků; komůrkové buňky – buňky axiálního parenchymu nebo dřeňových paprsků, které jsou rozděleny přehrádkami nebo buněčnou stěnou
- 141 krystaly v buňkách axiálního parenchymu
- 142 krystaly v komůrkových buňkách axiálního parenchymu
- 143 krystaly v libriformních vláknech

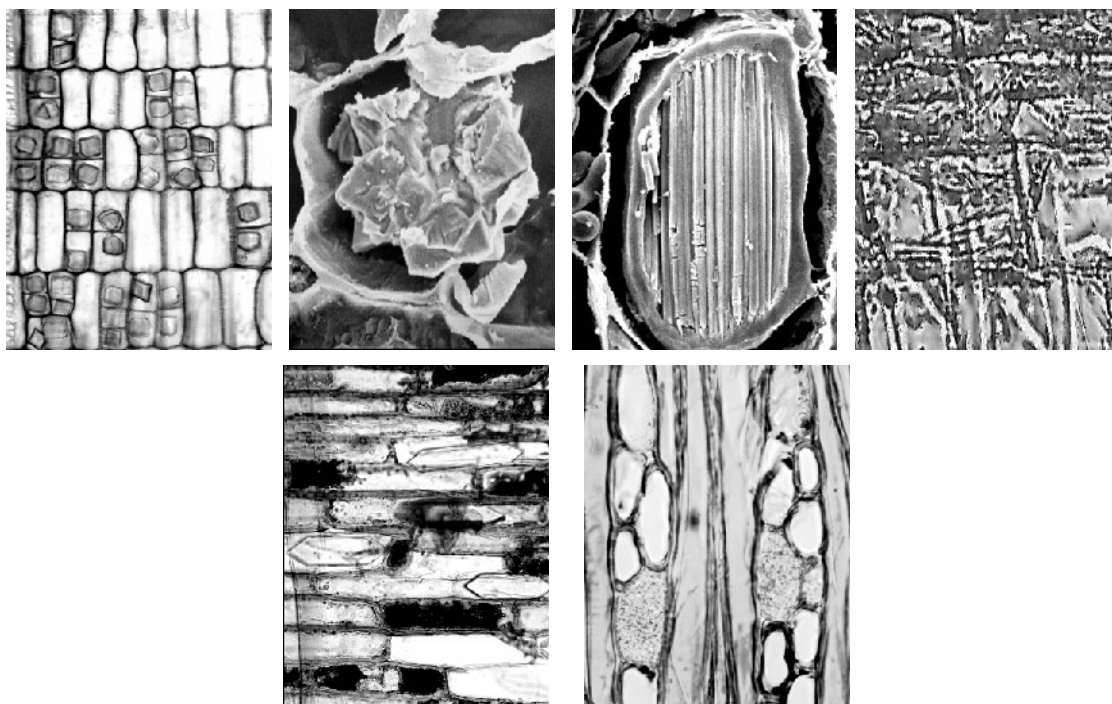
Drúzy

- složený krystal, víceméně kulovitěho tvaru, jednotlivé krystaly vyčnívají z povrchu, čímž dodávají celému krystalu vzhled hvězdy

- 144 drúzy přítomny ve dřevě
- 145 drúzy přítomny v buňkách dřeňových paprsků
- 146 drúzy přítomny v buňkách axiálního parenchymu
- 147 drúzy přítomny v libriformních vláknech
- 148 drúzy přítomny v komůrkových buňkách

Další typy krystalů

- 149 rafidy
 - svazek dlouhých jehlicovitých krystalů
- 150 jehlicovité krystaly
 - malé jehlovité krystaly nevytvářející svazky
- 151 styloidy a podlouhlé krystaly
 - styloidy – velké krystaly, nejméně 4x delší než širší, se zašpičatělými konci
- 152 krystaly jiných tvarů (většinou drobné)
 - zahrnuje krystaly jiných tvarů např. krychlové, člunkovité, vřetenovité, jehlanovité, deskovité atd.
- 153 krystalický písek
 - zrnitá hmota tvořená velmi drobnými krystaly, synonymum: mikrokrystaly



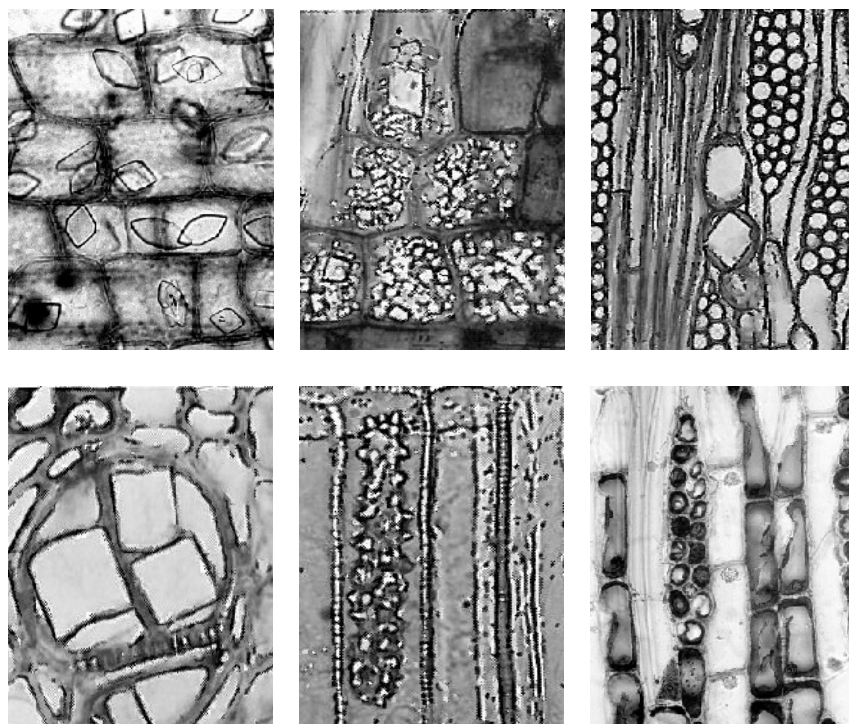
Obr. 26 Zleva horní řada: znak 136; 144; 149; 150; spodní řada: 151; 152; 153 (IAWA 1989)

Další diagnostické znaky krystalů

- 154 krystaly přibližně shodné velikosti v jedné buňce nebo porusu
- 155 dvě rozdílné velikosti krystalů v jedné buňce nebo porusu
- 156 krystaly ve zvětšených buňkách (idioblastech)
- 157 krystaly v thylách
- 158 cystolity
 - hroznovité výrůstky buněčné stěny, které vyčnívají do lumenu, v kterých se ukládá uhličitán vápenatý

Oxid křemičitý

- 159 částice oxidu křemičitého přítomny ve dřevě
 - kulovité nebo nepravidelně tvarované částice oxidu křemičitého
- 160 přítomny v dřevňových paprscích
- 161 přítomny v axiálním parenchymu
- 162 přítomny v libriformních vlákních
- 163 křemenné sklo
 - oxid křemičitý pokrývá buněčné stěny nebo zcela vyplňuje lumen buňky



Obr. 27 Zleva horní řada: znak 154; 155; 156; spodní řada: znak 157; 158; 159 (IAWA 1989)

Použitá literatura

IAWA Committee. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Journal, 1989, 10: 219–232.

Šlezingerová J., Gandelová L. Stavba dřeva. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 2008, 187 s.