

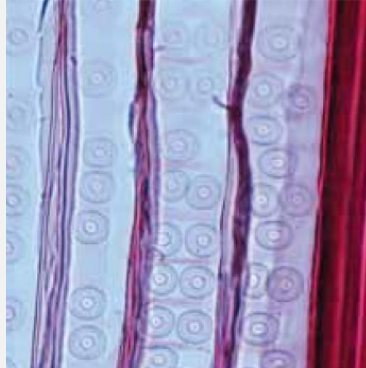
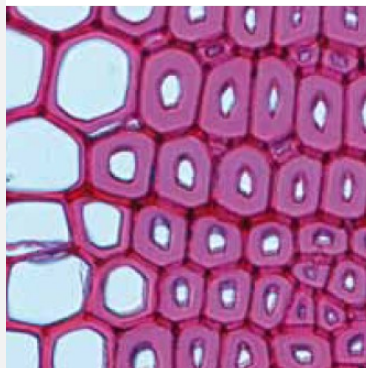
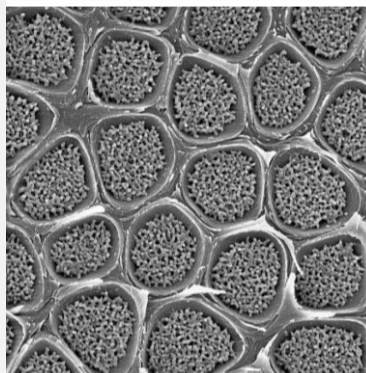
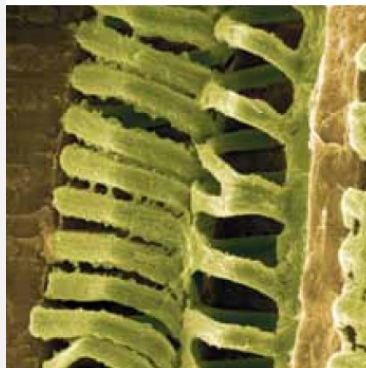
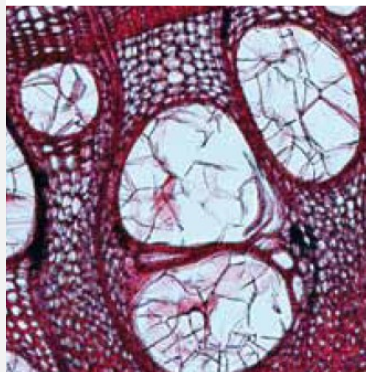


2. revidované vydání

ZAJÍMAVOSTI ZE STAVBY DŘEVA

Jak stavba dřeva ovlivňuje jeho vlastnosti

MARTIN BÖHM
ALEŠ ZEIDLER



ZAJÍMAVOSTI ZE STAVBY DŘEVA

Jak stavba dřeva ovlivňuje jeho vlastnosti

Martin Böhm, Aleš Zeidler

Úvod

Účelem této publikace je poukázat na zajímavosti ve struktuře dřeva a především objasnit, jakým způsobem stavba dřeva ovlivňuje jeho vlastnosti. Publikace se ale nezabývá komplexním vysvětlením struktury dřeva.

Volné šíření publikace

Záměrem publikace je popularizace dřeva jako obnovitelné suroviny. Rozšiřování celé publikace i jejích jednotlivých částí je pro nekomerční účely, při současném uvedení zdroje, zcela zdarma.

Citace zdroje

Böhm, M., Zeidler, A. (2021). Zajímavosti ze stavby dřeva – Jak stavba dřeva ovlivňuje jeho vlastnosti [online]. Dostupné z:

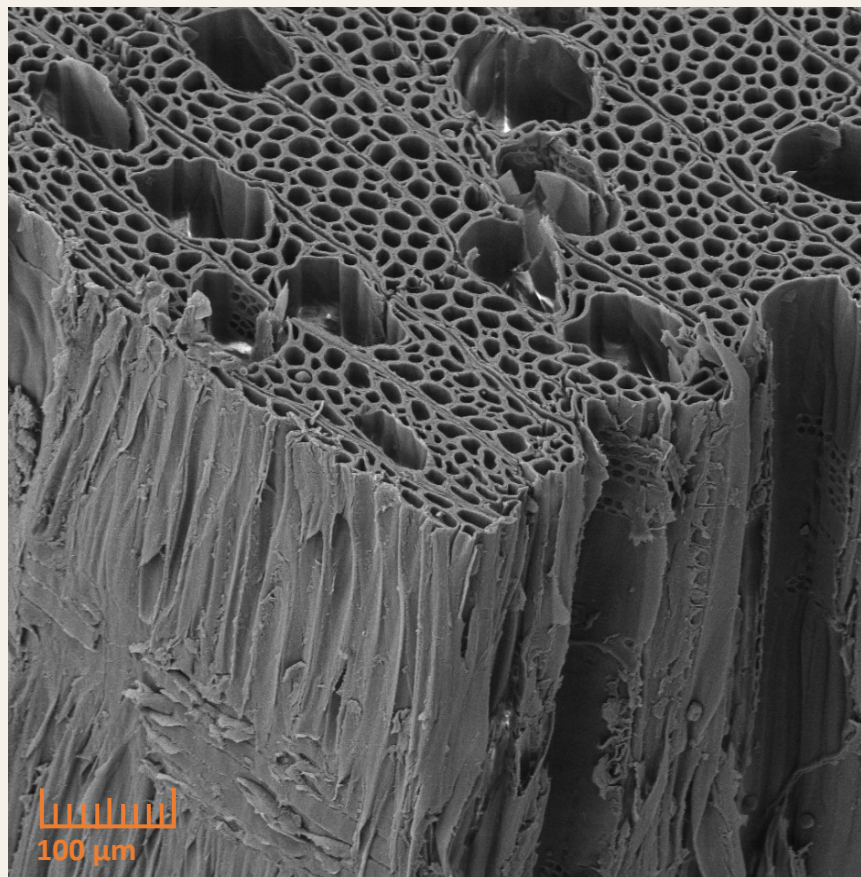
<https://cemhub.fsv.cvut.cz>

Texty a fotografie: Martin Böhm, Aleš Zeidler

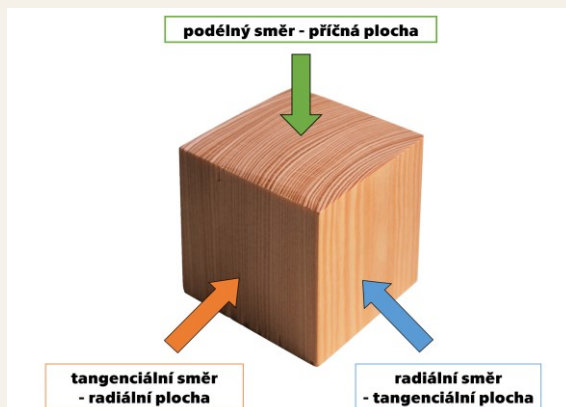
Grafická úprava: Lenka Scheinherrová

2. revidované vydání

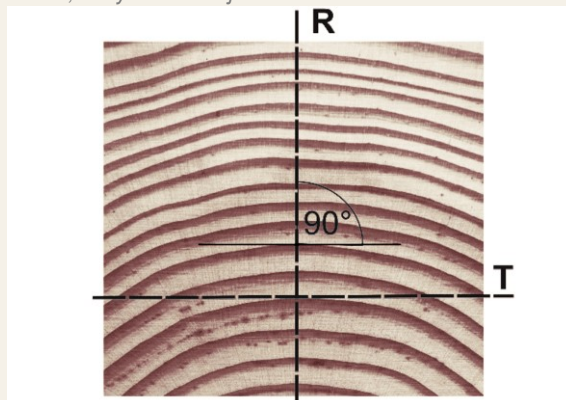
STRUKTURA DŘEVA A ZÁKLADNÍ ŘEZY



Fotografie bukového dřeva zobrazující rozdíly mezi základními řezy dřevem. Snímek byl pořízen elektronovým mikroskopem při 400násobném zvětšení.



Orientace základních směrů a ploch (řezů) na vzorku dřeva, který neobsahuje střed kmene s dřeňí.



Na příčném řezu modřínového dřeva je zobrazen rozdíl mezi radiálním a tangenciálním řezem.

PROČ MÁ DŘEVO V RŮZNÝCH SMĚRECH RŮZNÉ VLASTNOSTI

Dřevo je obnovitelná surovina s krásnou texturou, s příznivým působením na lidský organismus, snadno se opracovává a využívá se pro velké množství aplikací již dlouhou řadu let. Pro vhodné používání dřeva je ale nutné znát jeho specifické vlastnosti, které mohou jeho využití v některých oblastech omezovat. Jedná se zejména o jeho nehomogenní strukturu a neustálé vyrovnávání vlhkosti s okolním prostředím, kdy při přijímání vlhkosti z okolního vzduchu dochází k bobtnání a při výdeji vlhkosti k sesychání. Dřevo má rovněž v různých směrech rozdílné fyzikální i mechanické vlastnosti.

Jelikož je dřevo tvořeno převážně z podlouhlých dutých buněk, které jsou orientovány rovnoběžně s podélnou osou

kmene stromu, má dřevo v podélném směru výrazně vyšší pevnost než v příčném směru.

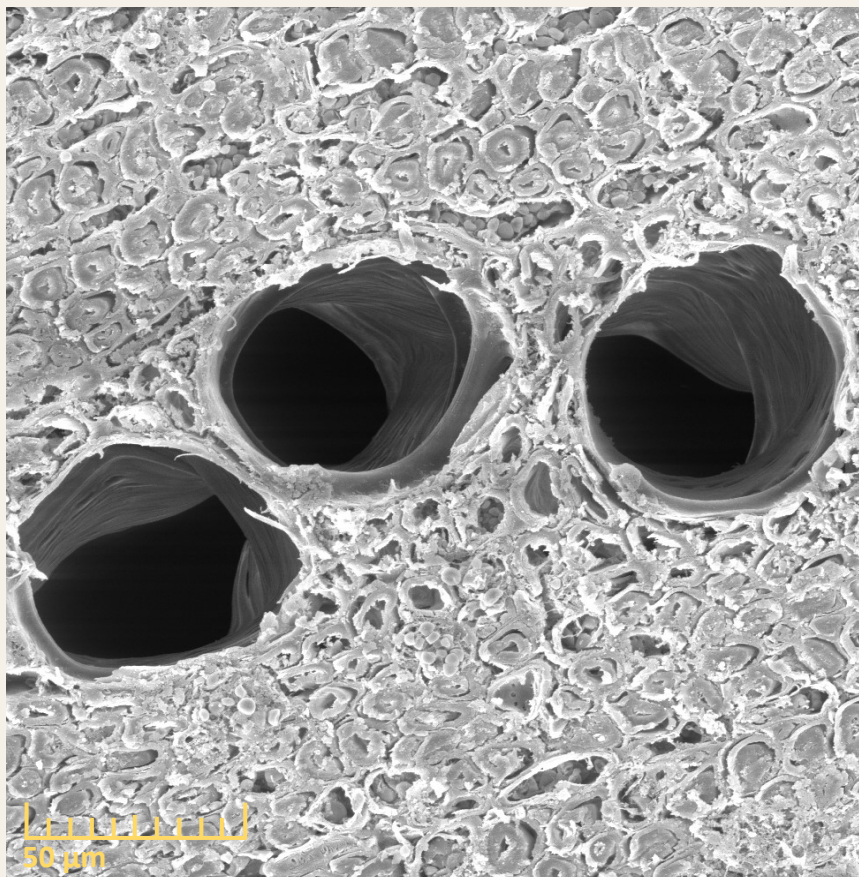
V příčném směru dřevo při změně vlhkosti také mnohem více sesychá a bobtná, zatímco v podélném směru se jeho rozměry téměř nemění. Odlišnosti nacházíme rovněž ve vzhledu ploch vzniklých různými řezy. Při využívání dřeva je proto nezbytné základní řezy rozlišovat.

Základní řezy se posuzují na základě orientace k ose kmene. Řez rovinou kolmou k ose kmene je řez příčný (označovaný i jako řez transversální). Ve směru podél osy kmene mohou být vedeny dva řezy – radiální a tangenciální, přičemž radiální řez bývá veden středem kmene (dřeňí).

Nejjednodušší je rozlišování jednotlivých řezů dle vzhledu letokruhů na vzniklých plochách. U příčného řezu se letokruhy zobrazují v podobě kružnic, případně jejich výsečí. U radiálního řezu pak v podobě rovnoběžných čar a u tangenciálního řezu v podobě čar a parabol (označováno jako fládrová kresba). Ne vždy však daný vzorek dřeva obsahuje střed kmene a dřeň. U malých vzorků se navíc typická fládrová kresba nezobrazuje. Bývá tak složitější tangenciální řez od radiálního odlišit.

Pokud daný vzorek dřeva dřeň neobsahuje, tak radiální řez je rovina, která na příčném řezu protíná letokruhy pod pravým úhlem. Tangenciální řez je tečna k některému z letokruhů.

CÉVY A KRUHOVITÁ PÓROVITOST



Dřevo obsahuje cévy kvůli vedení vody a živin. Průměr cév se pohybuje řádově v desetinách milimetru. Fotografie pořízena rastrováním elektronovým mikroskopem při zvětšení 1500x.



Kruhovitě pórovitá stavba dubu.



Zvlněné řady letních cév jilmu.

PŘÍRODA VYMYSLELA KOMPOZITNÍ MATERIÁL JIŽ DÁVNO PŘED ČLOVĚKEM

Fakt, že se dřeviny dělí na jehličnaté a listnaté, není třeba připomínat. Ovšem že se dřeviny listnaté dále dělí na dřeviny s kruhovitě pórovitou stavbou a na dřeviny s roztroušeně pórovitou stavbou, stojí za vysvětlení.

Kruhovitě pórovité dřeviny mají na průřezu kmenem pouhým okem viditelné zóny (kruhy) pórů, uspořádané kolem hranice letokruhů (jako například u dubu). Tyto velké póry, neboli jinak řečeno cévy, reprezentují část letokruhů označovanou jako jarní dřevo s převažující vodivou funkcí. Zbývající část letokruhu předsta-

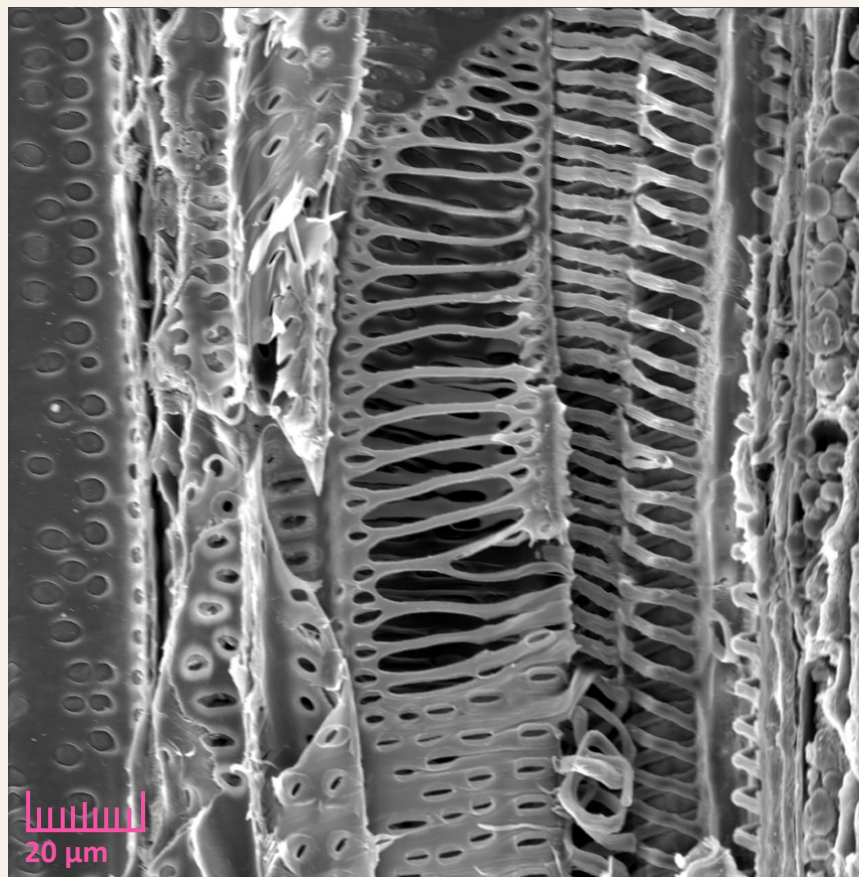
vuje letní dřevo, s převažující mechanickou funkcí, kde se cévy samozřejmě také vyskytují, ale jejich rozměry jsou pod hranicí viditelnosti pouhým okem. Za určitých okolností lze cévy letního dřeva vysledovat pouhým okem, a to zejména tehdy, když dochází k jejich shlukování do různých útvarů. Pro jilm jsou například charakteristické zvlněné řady letních cév.

Co to znamená v praxi? Například to, že příroda vymyslela kompozitní materiál již dávno před člověkem. Vrstva letního dřeva se chová z hlediska pevnosti, propustnosti a dalších vlastností odlišně

od zóny velkých pórů (jarního dřeva). V kmeni se tak pravidelně střídají vrstvy s odlišnými charakteristikami.

Kruhovitě pórovité dřeviny také popírají hluboce zakořeněný mýtus, že širší letokruhy znamenají méně pevné dřevo. Toto zjednodušení lze aplikovat pouze na jehličnaté dřevo. V případě kruhovitě pórovitých dřevin naopak platí, že se stou-pající šířkou letokruhu se zvětšuje podíl letního dřeva. Větší podíl letního dřeva pak zvyšuje hustotu a zlepšuje pevnostní charakteristiky těchto dřevin.

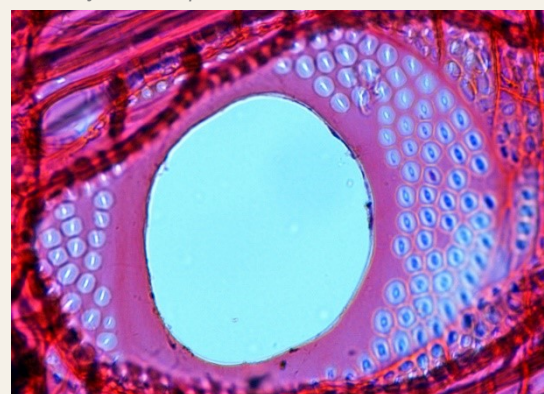
CÉVY A TRANSPORT VODY



Na středu snímku je zobrazena žebříčkovitá perforace příčné přehrádky mezi dvěma cévními články. Toto propojení cévních článků umožňuje vedení vody ve vertikálním směru. Fotografie byla pořízena elektronovým mikroskopem při zvětšení 1 800.



Řada vertikálně uspořádaných na sebe vzájemně perforacemi navazujících cévních článků. Tangenciální řez dřevem jasanu ztepilého, zvětšeno 100x.



Příklad jednoduché perforace, radikální řez dřevem ořešáku královského. Zvětšeno 400x.

SYSTEM DŮMYSLNÉHO POTRUBÍ VE DŘEVĚ LISTNÁČŮ

Cévy listnáčů jsou dlouhé vodivé elementy, analogie jakéhosi potrubí, u tuzemských dřevin s délkou řadově v metrech a průměrem v rozsahu 15 μm - 0,5 mm. Například letní cévy dubu mají průměr cca 70 μm a jsou tak pod hranicí viditelnosti. Zato jarní cévy dubu mají průměr okolo 270 μm a jsou viditelné pouhým okem.

Jelikož jsou stromy mnohobuněčné organismy, i cévy tedy musí být tvořeny více buňkami. Jednotlivé cévy tvoří tzv.

cévní články, které mají ve srovnání s ostatními buňkami dřeva výrazně větší průměr a jsou relativně krátké. Na těchto buňkách je nejzajímavější fakt, že jsou na obou jejich koncích v buněčných stěnách otvory nazývané perforace.

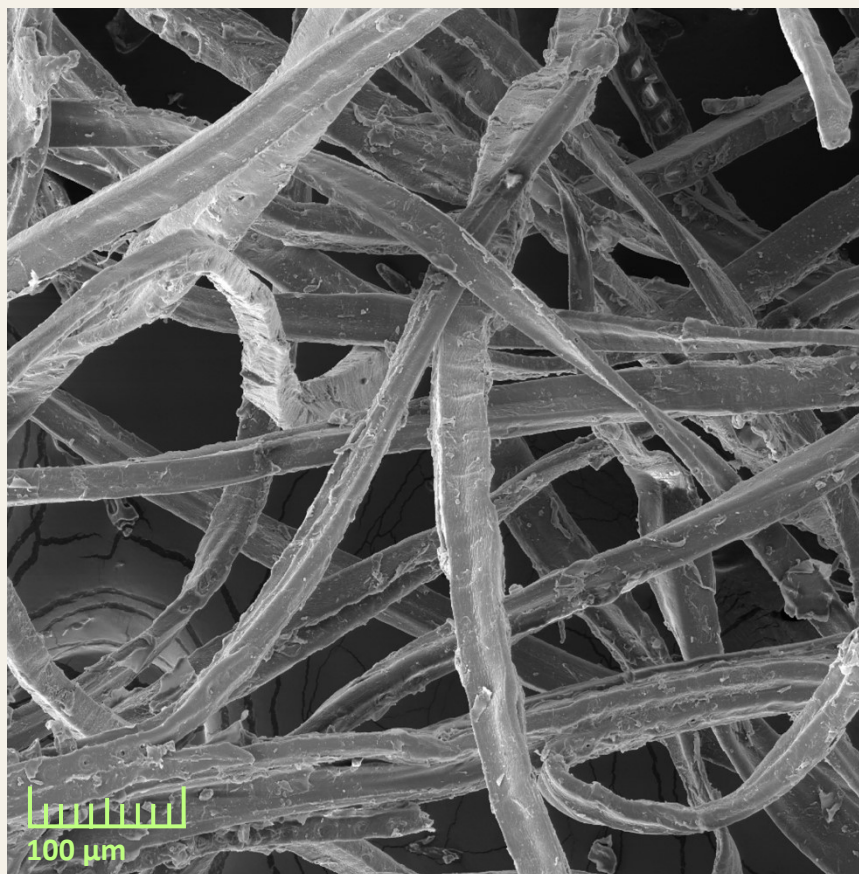
Cévní články uspořádané v řadě nad sebou, tak aby se navzájem dotýkaly perforacemi, umožňují tok vody cévou a vytváří vodivou dráhu. Otvory v buněčných stěnách cévního článku jsou jedinečné a nemají u zbývajících typů buněk list-

náčů ani jehličnanů období.

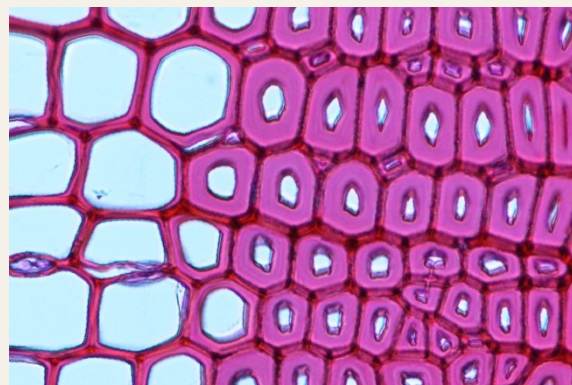
V praxi se lze setkat s různými typy perforací podle toho, jak dokonale se buněčná stěna rozpustila. U našich dřevin bývá nejčastější perforace jednoduchá, která představuje dokonalé rozpuštění buněčné stěny, nebo perforace žebříčkovitá, která ještě zbytky buněčné stěny obsahuje.

Cévy jednoho stromu dokážou dopravit od kořenů do koruny několik set litrů vody denně a u dřevin s velkými cévami může rychlost toku vody dosahovat až 50 m/hod.

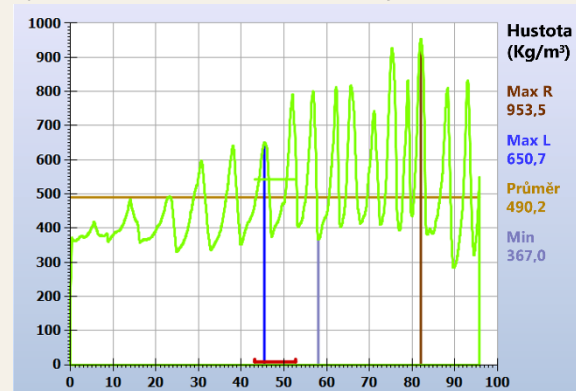
VLÁKNA VE DŘEVĚ JEHLIČNANŮ



Snímek z elektronového mikroskopu zobrazuje 500x zvětšené tracheidy, označené nikoli bezdůvodně jako vlákna. Rozvláknění dřeva bylo provedeno pomocí defibrátoru při teplotě 180°C.



Příčný řez dřevem modřínu opadavého, zvětšeno 600x. V levé části obrázku se nachází tenkostěnné jarní tracheidy, v pravé části tlustostěnné letní tracheidy.



Graf hustotního profilu dřeva douglasky, získaný pomocí rentgenového záření. Z levé strany od dřevě ke kůře.

DŘEVO JEHLIČNANŮ MÁ KOMPAKTNÍ STAVBU, ALE PROMĚNLIVÉ VLASTNOSTI

Dřevo jehličnanů je více uniformní než dřevo listnáčů a skládá se téměř výhradně (přes 90 %) z tracheid neboli cévic. Cévy jehličnany nemají. Zbývající část hmoty jehličnatého dřeva tvoří především parenchymatické buňky, které se podílí na tvorbě dřevňových paprsků nebo pryskyřičných kanálků.

Pokud se, a to poměrně často, používá neurčitý pojem „dřevní vlákno“, pak tracheida svým tvarem podobu vlákna naprosto splňuje. Délka tracheidy se pohybuje řádově v milimetrech, zatímco její průměr dosahuje řádově jen několik setin milimetru.

Vzhledem k tomu, že se v jehličnatém dřevě nachází takřka výhradně tracheidy,

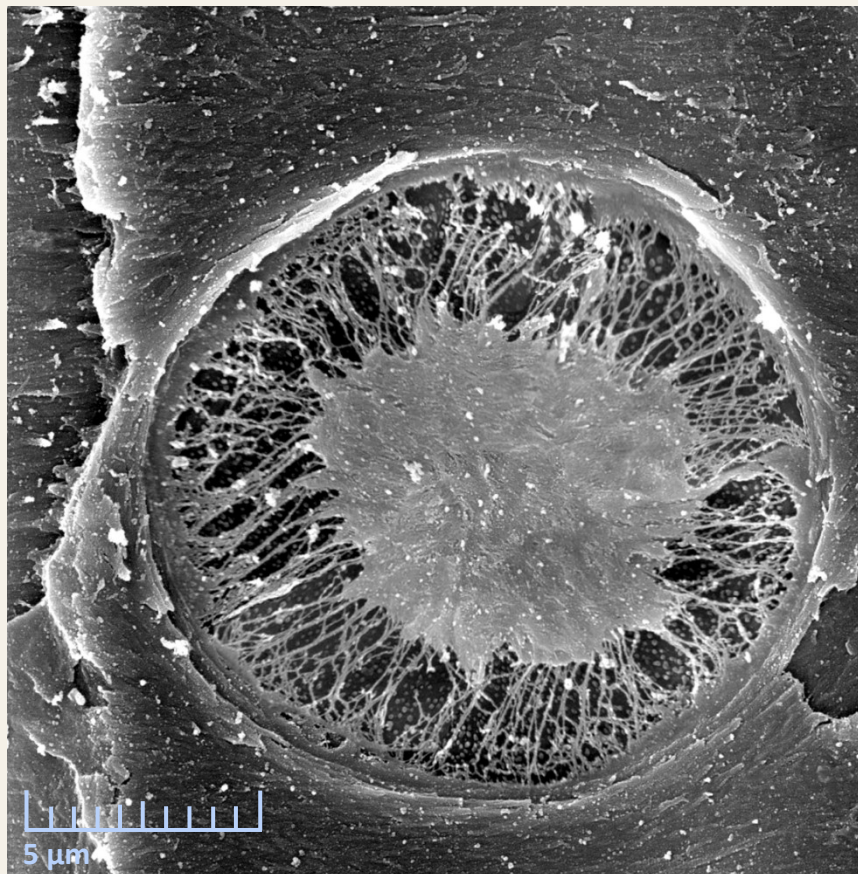
musí tyto buňky plnit jak funkci vodivou, tak i mechanickou. Vodivou funkci plní především jarní tracheidy, které se vytváří začátkem vegetačního období. Jsou to široké buňky s tenkou stěnou, proto aby dokázaly transportovat dostatečné množství vody. Zpevňující funkci mají letní tracheidy, které se vytváří ve zbývající části období vegetace. Jedná se o dlouhé úzké a tlustostěnné buňky se zašpičatělými konci.

Letokruh jehličnanů se tedy skládá z jarního dřeva, tvořeného jarními tracheidami, a letního dřeva, které tvoří letní tracheidy. Obsahuje tak diametrálně odlišné části, jak z hlediska vodivosti, tak především z hlediska pevnosti. Opět se

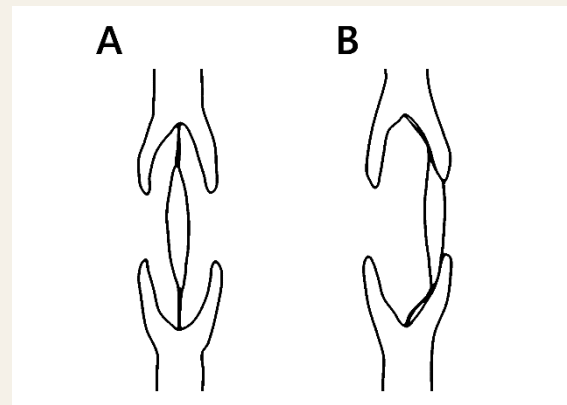
zde nabízí analogie jakéhosi přírodního kompozitu, podobně jako v případě kruhovité pórovitých listnatých dřevin.

Pro zajímavost, hustota jarního dřeva u smrku se pohybuje okolo 350 kg.m⁻³, zatímco hustota letního dřeva dosahuje hodnot 870 kg.m⁻³. V rámci jednoho letokruhu, širokého obvykle jen několik milimetrů, tak může docházet k rozdílu hmotnosti až o 0,5 t. V lesnickém provozu často tradovaný vliv šířky letokruhu na hustotu dřeva může být i u jehličnanů do značné míry zavádějící. Ve skutečnosti záleží především na podílu letního dřeva, tj. tlustostěnných buněk letních tracheid, které zvyšují pevnost.

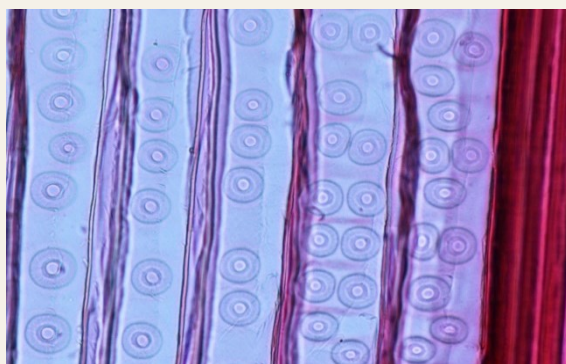
TRANSPORT VODY U JEHLIČNANŮ



Fotografie dvojtečky, „přirodní uzavíracího ventilu“, pořízená elektronovým mikroskopem při 15 000násobném zvětšení.



Schematické znázornění průřezu dvojtečky: A - otevřená dvojtečka, B - uzavřená dvojtečka, podle MEYLAN et al., 1972.



Vzhled dvojteček na stěnách jamních tracheid (radiální řez dřevem modřínu opadavého). Zvětšeno 200krát.

PROČ SMRK NELZE DOBŘE IMPREGNOVAT, ALE BOROVI CI SNADNO

Na rozdíl od dřeva listnáčů, kde se nachází cévy a transport vody z buňky do buňky probíhá prostřednictvím perforací, to má voda u jehličnatého dřeva poněkud komplikovanější. Ve stěnách jamních tracheid, buněk s tenčí buněčnou stěnou, zodpovědných za transport vody, nejsou žádné otvory a průchod vody z buňky do buňky probíhá přes tzv. ztenčeniny. Tedy nikoliv perforace, ale místa pouze se zeslabenou buněčnou stěnou.

V případě tracheid se jedná o ztenčeniny dvůrkaté (vytváří se „dvorec“ vzniklý přechlípáním buněčné stěny), zkráceně nazývané jako dvorečky. Tento název je odvozen od viditelnosti dvojteček na

stěnách jamních tracheid v podobě dvou kružnic.

Dvojtečky se vyskytují především na radiálních stěnách jamních tracheid. U letních tracheid, které plní spíše zpevňující funkci, jsou dvojtečky mnohem menší a méně četnější. Obdobně je tomu i na tangenciálních stěnách, kde rozvod vody v tomto směru mnohem efektivněji zajišťují dřeňové paprsky.

Navíc pouze u jehličnanů je ve středu dvojtečky nápadný čočkovitý útvar, označovaný jako torus. Vychýlením na jednu či druhou stranu, při změně tlaku v sousední buňce, může torus přilehnutím k buněčné stěně dvojtečku uzavřít a funguje tak jako

pomyslný ventil.

Uzavření dvojtečky je na jednu stranu účinný obranný mechanismus stromu před ztrátou vody, na druhou stranu může komplikovat některé technologické procesy při zpracování dřeva. Například u smrku uzavření dvojtečky znesnadňuje pronikání impregnační kapaliny a neumožňuje ochranu impregnací do účinné hloubky. V případě borovice však brání těsnému přilehnutí torusu bradavičnaté výrůstky na povrchu buněčné stěny a tím je umožněn průchod impregnační látky skrz jednotlivé buňky.

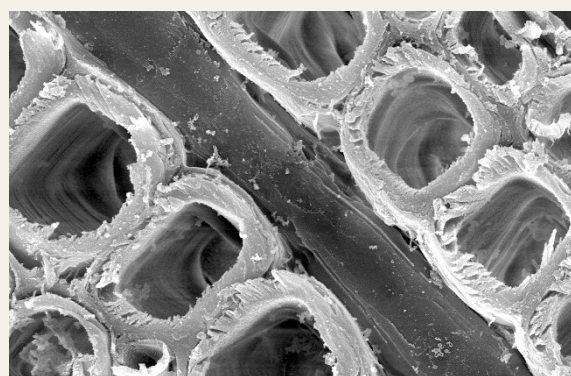
DŘEŇOVÉ PAPRSKY



Řez dřevňovým paprskem vyplněným škrobovými kuličkami. Snímek z elektronového mikroskopu při zvětšení 5 000krát.



Dřevňové paprsky, patrné jako větvenovité útvary, tvořené několika řadami parenchymatických buněk (tangenciální řez dřevem trnovníku akátu). Zvětšeno 40krát.



Příčný řez dřevem cedru zobrazuje dřevňový paprsek, který vede od středu kmene směrem k obvodu narušuje jinak zcela kompaktní strukturu tvořenou tracheidami.

PROČ MÁ DŘEVO RŮZNÉ VLASTNOSTI I V PŘÍČNÉM SMĚRU

Dřevo jehličnanů se skládá téměř výhradně z tracheid, dlouhých buněk vláknitého tvaru, které plní vodivou i zpevňující funkci. Tracheidy tvoří, v závislosti na dřevině, okolo 90 % jehličnatého dřeva. Zbývajících cca 10 % tvoří parenchymatické buňky. V listnatých dřevinách se parenchymatické buňky nachází také, ale jejich podíl značně kolísá v závislosti na druhu dřeviny.

Parenchymatické buňky mají nejčastěji tvar kvádrů nebo krychle. Jsou tedy tvarovým protikladem tracheid, bez onoho diametrálního rozdílu mezi délkou a šířkou buňky. Mají jednak funkci vodivou, kdy rozvádí látky v horizontálním směru,

jednak, vzhledem k tomu, že na rozdíl od ostatních buněk zůstávají poměrně dlouho živé, plní i funkci zásobní.

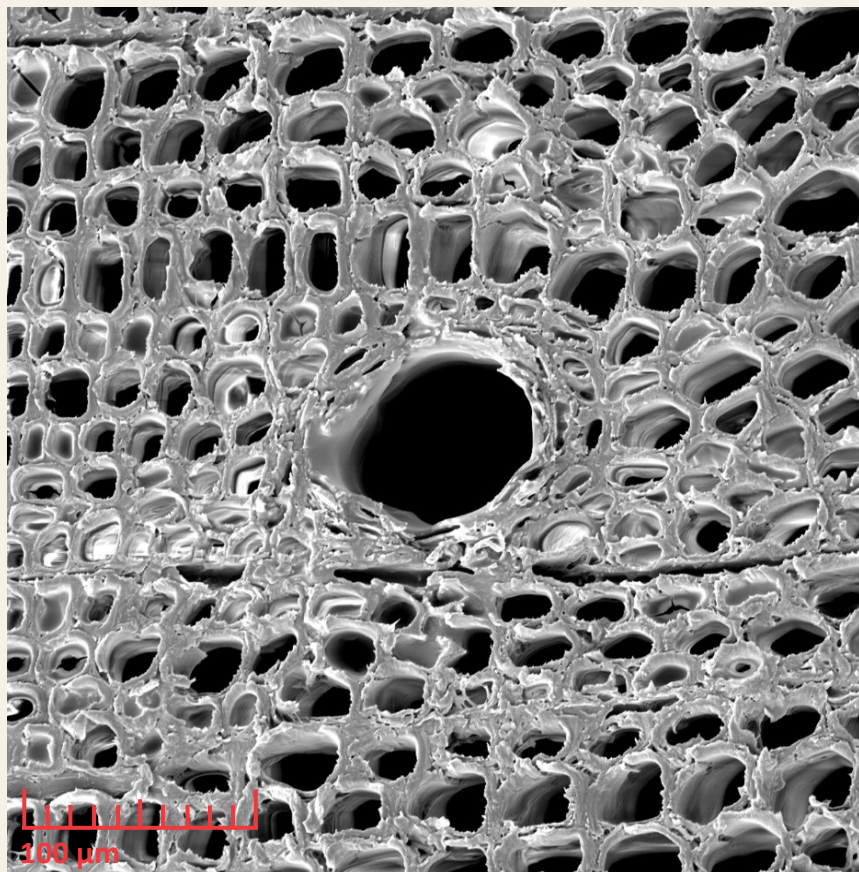
V parenchymatických buňkách se ukládá například škrob a u tropických dřevin se můžeme setkat ve větším množství i s krystaly uhličitanu vápenatého nebo oxidu křemičitého, které pak způsobují problémy při zpracovávání.

Řady parenchymatických buněk, které se paprscitě rozbíhají od dřene směrem ke kůře, se nazývají dřevňové paprsky. Z hlediska uspořádání buněk v kmeni stromu se tedy jedná o určitou anomálii, neboť všechny ostatní struktury dřeva jsou orientovány vertikálně.

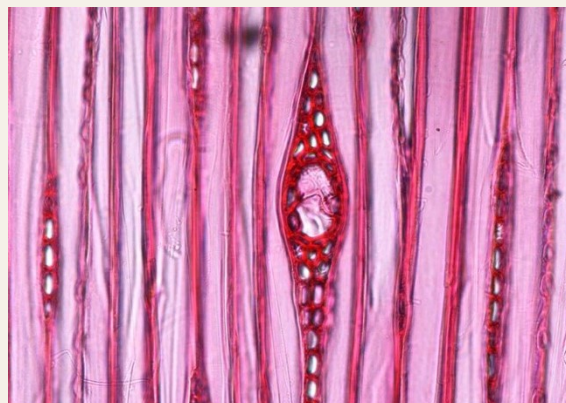
Dřevňové paprsky se vyskytují u všech dřevin. U jehličnanů jsou velice úzké, tvořené jen jednou vrstvou buněk. Dřevňové paprsky listnáčů jsou výrazně větší a ve většině případů jsou tvořeny více řadami buněk.

Paprscité uspořádání buněk se považuje za jednu z příčin rozdílu vlastností dřeva v radiálním a tangenciálním směru (ortotropní povaha dřeva). V praxi má paprscité uspořádání tenkostěnných parenchymatických buněk vliv zejména na štípatelnost dřeva, kdy průběh dřevňových paprsků v radiálním směru usnadňuje rozštípnutí špalku.

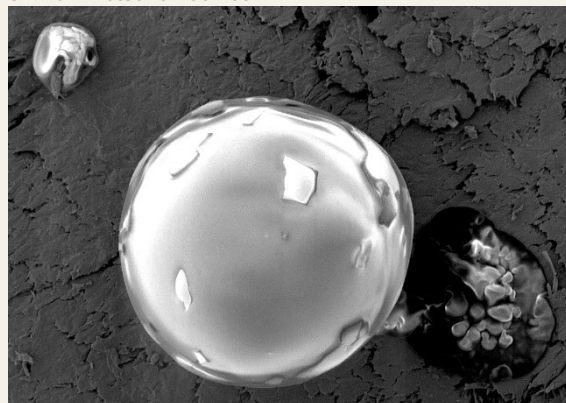
PRYSKYŘIČNÉ KANÁLKY



Vertikální pryskyřičný kanálek na příčném řezu borovice při 750násobném zvětšení.



Horizontální pryskyřičný kanálek na podélném řezu dřeva smrku. Zvětšeno 200krát.



Kapka pryskyřice, vytékající z pryskyřičného kanálku, zvětšená 350krát.

PŘÍRODNÍ OCHRANA DŘEVA PŘI PORANĚNÍ STROMU NEBO NAPADENÍ HMYZEM

Pryskyřičné kanálky, jejichž produktem je pryskyřice, jsou výrazné útvary jehličnatých dřev, při jejichž stavbě se uplatňují parenchymatické buňky. Jejich viditelnost je sice na hranici rozlišení lidského oka, zato se však nápadně projevují vůní a lepivým efektem po kontaktu s pryskyřicí.

Stěna pryskyřičného kanálku není tvořena jednou buňkou, tak jak je tomu v případě cév. Jako pryskyřičný kanálek se označuje mezibuněčný prostor který je ohraničen více buňkami, schopnými plnit specifické funkce. Jedná se o tzv. výstelkové buňky, které jsou schopné produkovat pryskyřici.

V našich zeměpisných šířkách mají pryskyřičné kanálky pouze jehličnany, a to ještě ne všechny. Jedle, tis, nebo jalovec pryskyřičné kanálky nemají. V tropických oblastech se ale s pryskyřičnými kanálky lze setkat i u listnatých dřevin.

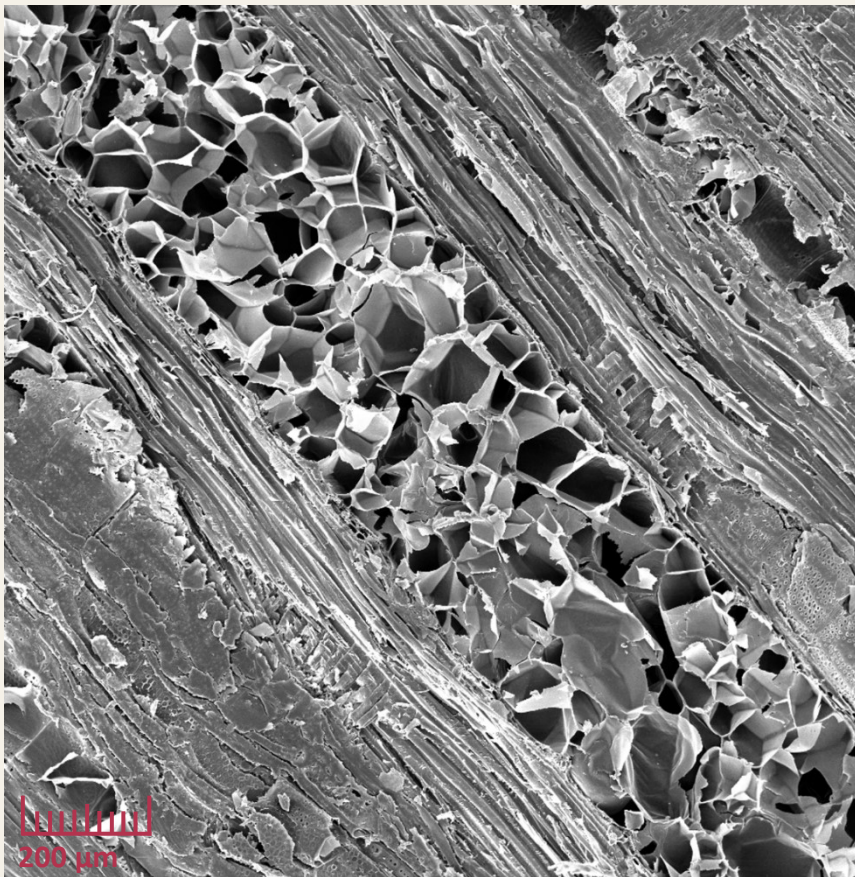
Z pohledu stavby dřeva a orientace v kmeni rozlišujeme dva typy kanálků - vertikální a horizontální. Vertikální kanálky probíhají souběžně s osou kmene, jsou větší a viditelné dokonce i pouhým okem - většinou buď jako světlé tečky v letním dřevě na příčném řezu, nebo jako krátké tmavé čáry na řezech podélných. Horizontální pryskyřičné kanálky

jsou součástí dřevových paprsků, jsou menší a zrakem nerozlišitelné.

Pozoruhodná je také schopnost stromu tvořit nové kanálky následkem mechanického poškození nebo jiné stresující události, jako je napadení hmyzem. Takto vzniklé kanálky se označují jako traumatické pryskyřičné kanálky.

Pryskyřice se nerozpouští ve vodě, zabraňuje odpařením vody a díky antiseptických vlastnostem brání rozkladu dřeva. Z hlediska praktického využití obsah pryskyřice ve dřevě znesnadňuje jeho obrábění, ale zato zvyšuje jeho výhřevnost a přirozenou trvanlivost.

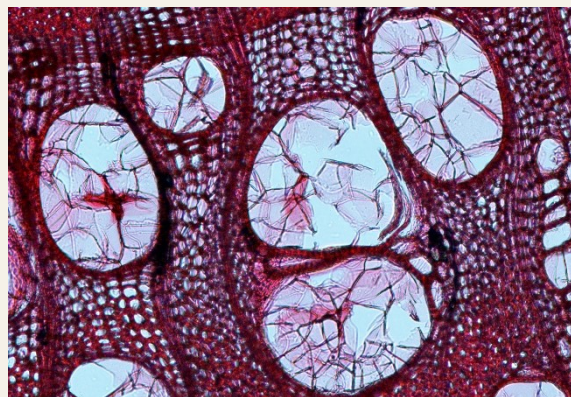
THYLY



Na mikroskopickém snímku je při 200násobném zvětšení zobrazen podélný řez dřevem akátu. Uhlopříčku snímku tvoří céva, na které je patrné její kompletní ucpání thylami.



Na fotografii čela bukové kulatiny je zřetelně vidět paprscitě nepravé jádro způsobené houbovou infekcí.



Thyly na příčném řezu akátu. Zvětšeno 100krát.

PROČ JE JÁDRO ODOLNĚJŠÍ NEŽ BĚL

Jádro je tmavěji zbarvená středová oblast některých dřevin, která již není fyziologicky aktivní a není schopná rozvádět v kmeni vodu. Tato oblast je rovněž charakteristická přítomností thyl, což jsou výrůstky z parenchymatických buněk, které doprovázejí cévy a za určitých okolností do cév ztenčeninami prorůstají.

Tím, že thyl postupně prorůstají do cév a ucpávají je, snižují jejich průchodnost, rozčleňují je do kratších úseků a brání případnému šíření infekce. Thyly tak představují obranný mechanismus, kterým se strom snaží izolovat napadenou část kmene, ať již se jedná o houbovitou infekci nebo mechanické poranění.

Thyly zároveň plní zásobovací funkci, kdy v nich v závislosti na dřevině nalézáme širokou škálu minerálů a organických látek. Často se jedná o látky s fungicidními (insekticidními) účinky a jádro je tak oproti bělu výrazně odolnější vůči působení biotických činitelů. Tvorba thyl je od pozdějšího věku u některých dřevin přirozená, např. u dubu, akátu a ořechu.

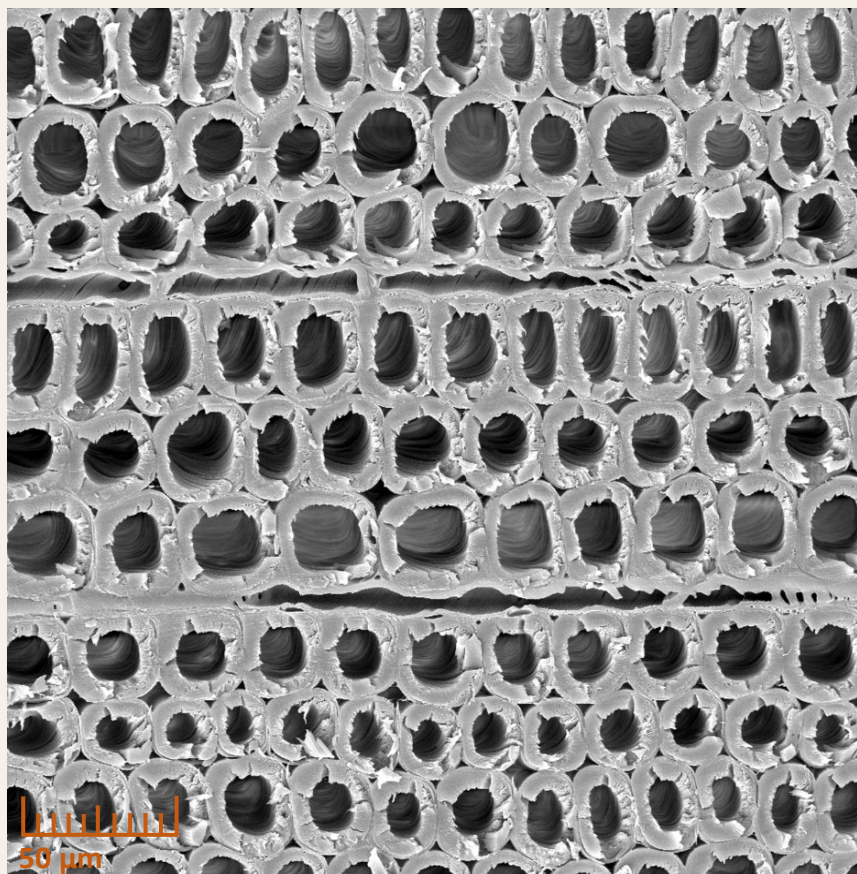
Thyly se často vyskytují také v tzv. nepravém jádru u dřevin, které standardně jádro nemají a kde vznikají jako důsledek nepříznivých vlivů. Nepravé jádro má nepravidelný tvar a jeho hranice není ohraničena letokruhem. Nepravé jádro

s přítomností thyl je charakteristické např. pro buk, kde často bývá způsobeno poraněním, mrazem nebo působením hub. Tvrdost dřeva nepravého jádra však není snížena.

U některých dřevin se thyl nevyskytují. Například cévy dubu červeného (*Quercus rubra*) ucpané thylami nebývají. Jeho dřevo proto není vhodné pro výrobu sudů a zároveň, na rozdíl od našich domácích dubů, není z důvodu menší trvanlivosti vhodné ani pro výrobu do exteriéru.

Z hlediska zpracovatelského průmyslu mají dřeviny s hojným výskytem thyl velmi malou propustnost pro kapaliny a špatně se impregnují.

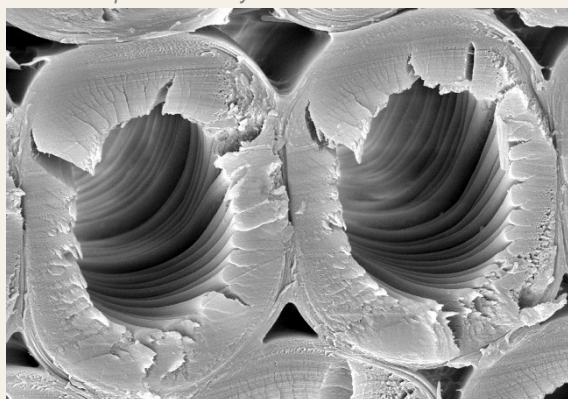
REAKČNÍ TLAKOVÉ DŘEVO



Příčný řez smrkovým dřevem, který při 1 000násobném zvětšení zobrazuje tracheidy reakčního tlakového dřeva s okrouhlým průřezem, tlustou buněčnou stěnou a nápadně velkými mezibuněčnými prostory.



Foto čela kmene smrku, kde lze křemenitost snadno rozeznat v podobě tmavých zón.



Detail tracheid reakčního tlakového dřeva s velkým odklonem lamel celulózy od podélné osy buňky, jenž způsobuje větší sesychání v podélném směru. Zvětšeno 5 000krát.

DŘEVO TVRDÉ JAKO KŘEMEN

Reakční dřevo představuje z hlediska stavby dřeva výraznou anomálii a rovněž se projevuje odlišnými vlastnostmi, zejména v případě, kdy se jedná o reakční dřevo tlakové. Tlakové reakční dřevo se nachází pouze v jehličnatých dřevinách a většina odborné veřejnosti jej zná spíše pod názvem křemenitost. Původ tohoto názvu však nesouvisí s vyšším obsahem křemíku, ale se zvýšenou tvrdostí tohoto dřeva.

Reakční dřevo je růstovou reakcí stromu na zvýšené namáhání kmene. Impulsem k jeho tvorbě může být růst na svahu, naklonění kmene, jednostranná koruna nebo namáhání převládajícím větrem.

Na makroskopické úrovni, tj. viditelné

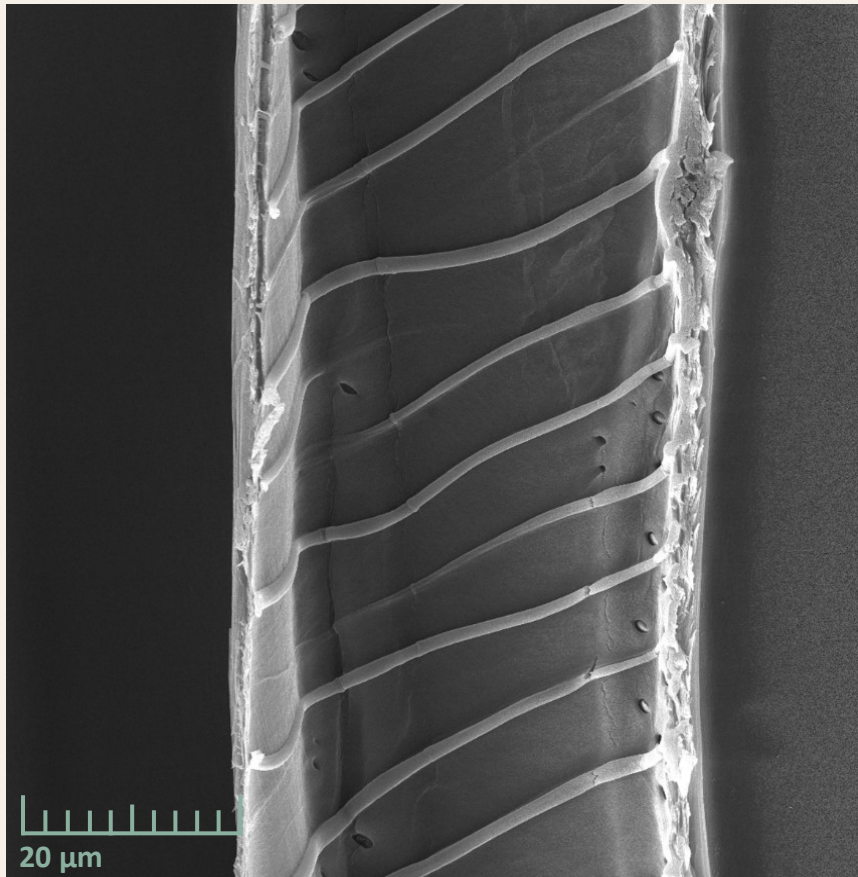
pouze pouhým okem, se tlakové dřevo jeví na čele kulatiny jako tmavé pulmésíce. Letokruhy reakčního dřeva bývají širší ve srovnání s protilehlou stranou kmene se zdánlivě zvýšeným podílem letního dřeva. Nejedná se však o letní dřevo v pravém slova smyslu, ale o tlustostěnné tracheidy s oválným průřezem. Ke změnám dochází ve struktuře buněčné stěny a dokonce i na úrovni chemického složení, zvyšuje se zejména podíl ligninu na úkor celulózy.

Reakční dřevo se nachází i u listnatých dřevin, u kterých se ale jedná o reakční dřevo namáhané tahem. Barevně se výrazněji neliší od okolního dřeva, a ačkoliv i zde dochází ke strukturálním změnám,

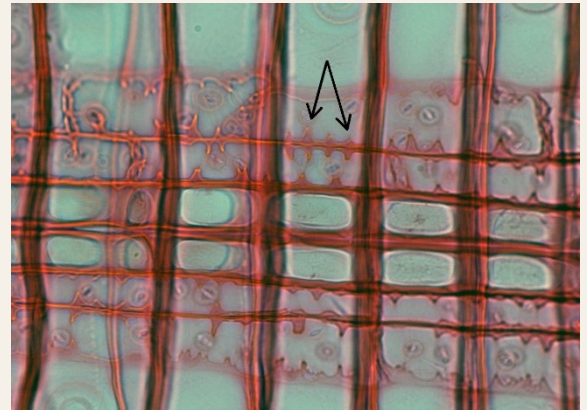
jejich dopad není tak významný jako v případě jehličnanů.

Vyšší tvrdost reakčního dřeva je vykoupena nižší pevností v tahu a nižším modulem pružnosti v ohybu. Reakční dřevo se při obrábění může nečekaně deformovat a při sesychání mění své rozměry nerovnoměrně. Problém při využívání reakčního dřeva spočívá především v tom, že v jednom kmeni, trámu, fošně, přířezu nebo výrobku se v různém rozsahu vyskytují dva kvalitativně odlišné druhy dřeva („normální“ a reakční). Vzniká tedy značná míra neurčitosti pro zpracování a využití takového materiálu se špatně odhadnutelným výsledkem.

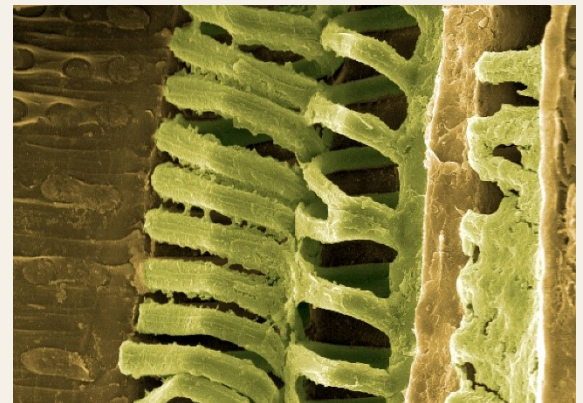
ZTLUŠTĚNINY



Podélný řez cévou lípy se zřetelně vystupujícími spirálami na vnitřní straně buněčné stěny. Zvětšeno 3 500krát.



Zubaté ztluštění v cévních dřevňových paprsků borovice lesní. Radiální řez, zvětšeno 400krát.



Prostorové zobrazení spirálních ztluštěnin na obarveném mikroskopickém snímku. Ztluštění jsou zbarvena zeleně, v pravé části snímku zůstaly na spirálách zbytky buněčné stěny.

DOKONALÁ VÝZTUŽ BUNĚČNÝCH STĚN

U dřeva se lze nejčastěji setkat se zesílením buněčné stěny ve tvaru spirál. V závislosti na dřevině může být spirála různě silná s rozdílným úhlem stoupání. Spirální ztluštění se nachází u jehličnanů i listnáčů, a z našich domácích dřevin je má například lípa, javor, habr, nebo tis, z introdukovaných dřevin však nejsou součástí všech typů buněk. U jehličnanů se nalézají v cévicích, u listnáčů zejména v cévách.

U těchto vodivých elementů zajišťují spirální ztluštění buněčným stěnám větší tuhost a zvyšují jejich odolnost vůči transpiračním tlakům. Jejich funkce je

podobná jako například funkce ocelové obruče na dřevěném sudu, která udržuje jeho tvar a zabraňuje jeho roztržení tlakem vody. Genialita spirálního tvaru zesílení spočívá v tom, že buňce umožňuje plnit další funkce.

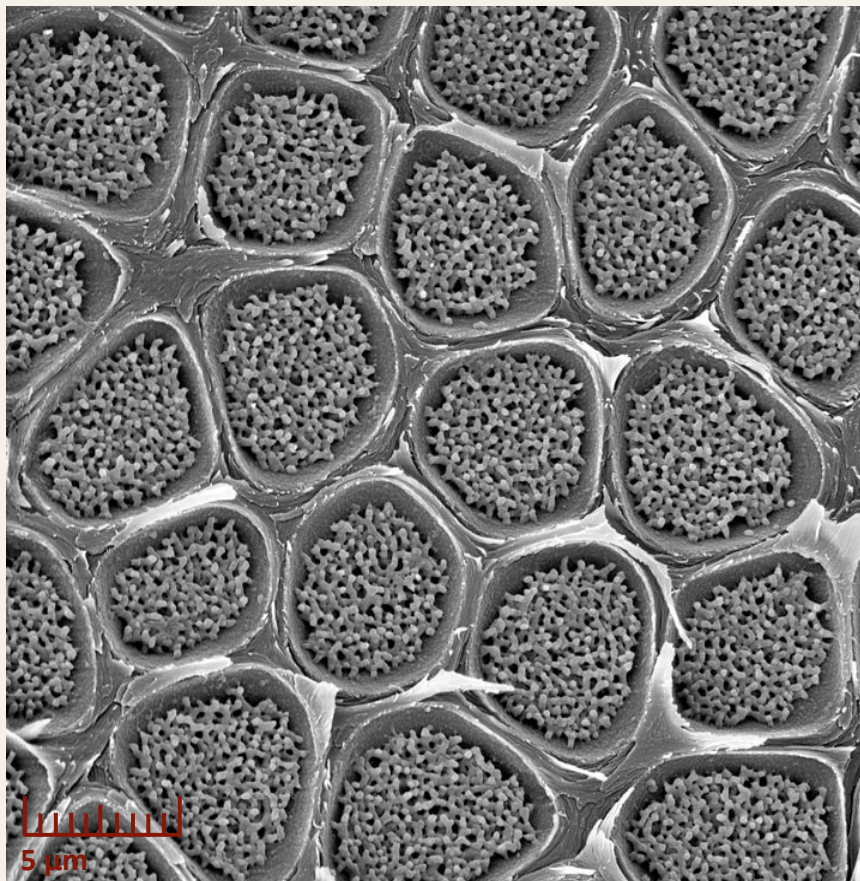
Spirála na vnitřní straně buněčné stěny zvyšuje adhezi molekul vody a usnadňuje vzlínání roztoku vody a minerálních látek od kořenů ke koruně (kapilární elevaci). Spirální ztluštění rovněž umožňují při růstu stromu buňkám jejich prodloužení v podélném směru mnohem lépe, než by to umožnily souvislé podélné ztluštění. Současně tento typ výztuhy, podobně jako

pružina, usnadňuje buňkám prohnutí při namáhání stromu větrem nebo zatížením.

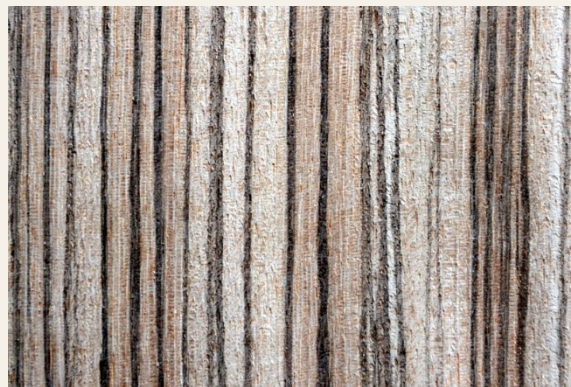
Kromě ztluštěnin v podobě spirál se v buňkách nalézají i jiné tvarové typy ztluštěnin, a to ve formě různých lišt, kruhů, výrůstků nebo vyvýšenin. U některých druhů borovic (např. *Pinus sylvestris*, *P. nigra*, *P. ponderosa*) se nachází tzv. zubaté ztluštění.

Z hlediska zpracování dřeva nemá přítomnost či nepřítomnost ztluštěnin žádný zásadní dopad na použité technologie. Význam ztluštěnin spočívá především v zajištění efektivnější vodivé a mechanické funkce buněk.

CHEMICKÉ LÁTKY VE DŘEVĚ



Ve ztenčeninách buněčné stěny jsou vidět zrnka oxidu křemičitého, které zcela ucpávají cévu dřeviny meranti (*Shorea* spp.). Radiální řez, zvětšeno 20 000krát.



Pruhovaná textura dřeva zebrana (*Microberlinia brazzavillensis*) není výsledkem přítomnosti letokruhů, ale je způsobena uloženými organickými látkami s odlišnou barvou.



Krystaly šťavelanu vápenatého v parenchymatických buňkách dřeviny white seraya (*Parashorea densiflora*). Radiální řez, zvětšeno 200krát.

STROM JAKO POTENCIÁLNÍ ZDROJ ZAJÍMAVÝCH LÁTEK

Stromy jsou dlouhověké organismy, žijící řadu let na jednom stanovišti. Dalo by se tedy předpokládat, že za dobu svého růstu nahromadí ve svém kmeni značné množství chemických látek, avšak opak je pravdou.

Chemické složení dřeva je poměrně fádní, skládá se z celulózy, hemicelulózy a ligninu. Z hlediska chemických prvků se jedná o mix uhlíku (cca 49 %), kyslíku (cca 44 %) a vodíku (cca 6 %). Zbývající malou část tvoří ostatní chemické látky, označované jako extraktiva nebo doprovodné látky. Jejich charakter a množství jsou závislé na druhu dřeviny a jsou to látky, které určují barvu dřeva a jeho vůni, nebo látky ovlivňující odolnost dřeva proti působení hmyzu a hub.

Základní členění těchto látek je na

organické a anorganické. Anorganických látek je ve dřevě v porovnání s listy řádově méně. Jedná se především o soli vápníku, případně draslíku nebo hořčíku. Některé tropické dřeviny jsou charakteristické přítomností různých forem oxidu křemičitého. Stromy však na rozdíl od jiných rostlin nedokážou uložit do dřeva např. zlato a těžké kovy, ani když rostou přímo na jejich nalezišti.

Organické látky jsou ve dřevě zastoupeny v širokém spektru, od jednoduchých cukrů a škrobů až po složité, druhově specifické látky ovlivňující trvanlivost. Tvrdé dřeviny s vysokou hustotou nemusí být vůbec odolnější, ve skutečnosti záleží hlavně na přítomnosti látek, které působí fungicidně. Typickým příkladem je zerav obrovský (*Thuja plicata*), prodáváný pod

obchodním názvem Western Red Cedar. Je to velice lehká jehličnatá dřevina bez pryskyřičných kanálků, která díky alkaloidu thujaplicinu odolností proti houbám a hmyzu významně převyšuje naše tužemské dřeviny.

Doprovodné látky ve dřevě často nejsou jedovaté jen pro hmyz nebo houby, ale mohou vyvolávat alergie nebo podráždění sliznice či pokožky i u člověka. Výše zmíněné krystaly anorganických látek u tropických dřevin mohou, přestože jsou viditelné jen pod mikroskopem, při masivním výskytu abrazivně působit na nástroje nebo způsobovat dýchací problémy.

Z hlediska technologie zpracování má velký význam zejména přítomnost pryskyřic.

Poděkování

Podklady pro publikaci byly shromážděny s podporou [Fulbrightovy komise](#) a na jejím vytvoření spolupracovali autoři z [ČVUT](#) a [ČZU](#). Autoři dále děkují pracovníkům [NC State University](#) a zaměstnancům [Dřevařského ústavu](#) za ochotu při předávání jejich znalostí a zkušeností.



Zajímáte se o stavební materiály?
Navštivte k123.fsv.cvut.cz, případně sociální sítě.

