

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
Katedra biologie

Poznatky o stavbě dřeva a jejich začlenění do výuky
přírodopisu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Adéla Kykrychová

Společenské vědy se zaměřením na vzdělávání

a Přírodopis se zaměřením na vzdělávání

Prezenční studium

Vedoucí práce: RNDr. Olga Vránová, Ph.D.

Olomouc 2015

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci zpracovávala samostatně za pomoci citované literatury a použitých zdrojů pod vedením RNDr. Olgy Vránové, Ph.D.

V Olomouci dne 20.4.2015

.....
Adéla Kykrychová

Poděkování:

Mé poděkování patří RNDr. Olze Vránové Ph.D., za odborné vedení, cenné rady, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnovala.

Obsah

1 Úvod.....	6
2 Cíle práce.....	7
3 Metodika.....	8
4 Dřevo – jeho vlastnosti, využití a zajímavosti	9
4.1 Vznik a chemické složení dřeva	9
4.2 Vlastnosti dřeva	10
4.2.1 Vybrané fyzikální vlastnosti.....	10
4.2.2 Vybrané mechanické vlastnosti	11
4.2.3 Vlastnosti měkkého a tvrdého dřeva	11
4.2.4 Vady dřeva.....	11
4.3 Využití dřeva	12
4.3.1 Využití jednotlivých druhů dřeva	12
4.3.2 Zajímavé dřeviny ve světě.....	12
4.3.3 Zajímavé dřeviny v České republice	13
5 Sekundární stavba stonku.....	14
5.1 Hlavní části kmene	14
5.1.1 Peridermis (druhotná kůra)	14
5.1.2 Kambium.....	15
5.1.3 Lýko – floém.....	16
5.1.4 Dřevo – xylém.....	16
5.1.5 Dřeň.....	17
6 Letokruhy	18
6.1 Charakteristika.....	18
6.2 Letní a jarní dřevo.....	18
6.3 Šířka letokruhů	19
7 Běl, jádro a vyzrálé dřevo	20

7.1 Běl.....	20
7.2 Jádro.....	20
7.3 Vyzrálé dřevo	20
8 Anatomická stavba jehličnatých a listnatých dřevin	22
8.1 Rozdíly mezi jehličnany a listnáči.....	22
8.2 Rozlišení dřevin podle odlišnosti letokruhů:	23
8.3 Dřeňové paprsky.....	23
8.4 Pryskyřičné kanálky	23
8.5 Dřeňové skvrny.....	24
9 Srovnání stavby dřevnatého stonku v učebnicích přírodopisu pro 7. ročník základních škol	25
9.1 Srovnání učebnic	25
9.2 Návrh výkladového textu – Stonek dřevin (druhotná stavba stonku)	27
Stonek dřevin (druhotná stavba stonku)	28
10 Pracovní listy – Druhotná stavba stonku dřevin.....	31
10.1 Pracovní list č. 1	31
10.2 Pracovní list č. 2	35
10.3 Pracovní list č. 3	37
10.4 Pracovní list č. 4	42
10.5 Pracovní list č. 5	44
11 Klíč k pracovním listům	46
12 Metodika k pracovním listům – Druhotná stavba stonku dřevin	52
13 Závěr.....	55
14 Citované zdroje	56
15 Přílohy	60

1 Úvod

Dřevo je pletivo, které slouží rostlinám k rozvodu vody a vodních roztoků živin z kořene do listů. Vyskytuje se v různé míře u všech rostlin, ale nejčastěji je tento pojem vztahován ke dřevinám. Dřevo má složitou stavbu, kterou je možné pozorovat makroskopicky, mikroskopicky a submikroskopicky (Gandelová, Šlezingerová 2014). Makroskopickou stavbu je možné pozorovat na příčných, radiálních nebo tangenciálních řezech pouhým okem (Vanin 1955). Pro pozorování mikroskopické a submikroskopické stavby je potřeba použít mikroskop. Na mikroskopické úrovni jsou vidět základní elementy dřeva jako cévy, cévice, pryskyřičné kanálky, tlustostěnné sklerenchymatické buňky. Submikroskopický pohled umožňuje sledovat detailní strukturu buněk např. jejich buněčné stěny (Gandelová, Šlezingerová 2014).

Stavba dřeva se odráží v jeho vlastnostech. Mezi nejdůležitější vlastnosti patří zařadit barva, tvrdost, hmotnost, štěpnost, trvanlivost či způsob jeho opracování. Vlastnosti dřeva potom určují jeho použití na stavby, nábytek, doplňky do interiéru či zahradu, hračky, hudební nástroje a další pro člověka důležité věci (Dřevo od A do Z 2013, Pokorný, 1998).

Poznatky o základní stavbě dřevnatého stonku a dřeva získávají žáci na základní škole v 7. ročníku. Druhotná stavba stonku je podle *Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání* (2007) zařazena do učiva Anatomie a morfologie rostlin (kořen, stonek, list, květ, semeno, plod), protože je toto učivo velmi rozsáhlé, není zde dostatek času na podrobnější probrání druhotné stavby stonku. Zařazením laboratorních prací a pracovních listů do výuky navržených k tomuto tématu by si děti o tomto tématu rozšířily znalosti a dozvěděly se i spoustu zajímavých poznatků.

2 Cíle práce

Cíle bakalářské práce lze shrnout a popsat v několika bodech:

- Sjednotit detailní poznatky o stavbě dřevnatého stonku a jeho mikroskopických a makroskopických vlastností a využití těchto poznatků jako výchozího textu pro učitele na základních školách.
- Srovnat učivo v učebnicích pro 7. ročník základních škol vybraných nakladatelství.
- Vytvořit pracovní listy na téma Stavba stonku dřevin pro žáky 7. ročníku základních škol za pomoci znalostí z teoretické části.
- Vytvořit optimální návrh výkladového textu – Stonek dřevin (druhotná stavba stonku) do učebnic pro 7. ročník základních škol na základě získaných informací z učebnic.

3 Metodika

Hlavním krokem při zpracování bakalářské práce bylo vyhledávání informací o druhotné stavbě stonku, jeho vzniku, anatomické stavbě, vlastnostech, využití dřeva pro člověka a vyhledávání obrázků v odborné literatuře (např. učebnice, skripta, atlas) a na internetu za pomoci klíčových slov jako: *dřevo, stonek, anatomie rostlin a další*. Vybrané a zpracované informace byly využívány v následujícím textu. Dále byla vytvářena obrázková dokumentace, která byla umístěna v seznamu příloh.

V další části byly srovnány učebnice z nakladatelství Fortuna, Fraus, Nakladatelství České geografické společnosti s. r. o. – edice Natura, Nová škola, Prodos, Scientia a SPN. Záměrem bylo posoudit výskyt odborných základních pojmů, celkový obsah a obrazovou informaci o stavbě dřevnatého stonku v jednotlivých učebnicích. Na základě získaných informací bylo provedeno srovnání pojmů a obrázkové dokumentace pomocí tabulkové a slovní formy.

Součástí práce bylo zhotovení pracovních listů a návrhu výkladového textu – Stonek dřevin (druhotná stavba stonku). Při jejich tvorbě bylo vycházeno ze základních pravidel, které je nutné dodržovat při zhotovení pracovních listů – např. jednotný styl, odborná správnost jazykových a obrázkových složek, přiměřenost k věku žáků, obtížnost textu a pestrost úloh (Lepil 2010, Průcha 1998). V pracovních listech byly využity tyto typy úloh: přesmyčky, křížovky, doplňovačky, práce s obrázkovým materiálem, otevřené otázky, uzavřené otázky, úlohy aj. Pro práci s pracovními listy byl zhotoven klíč a metodický list pro učitele. Pro tvorbu pracovních listů a návrhu výkladového textu byly vytvářeny vlastní fotografie, modely, nákresy a shromažďován materiál (různé druhy dřevin) a obrázky přejaté z internetových zdrojů. Z internetových zdrojů byly pro pracovní listy použity obrázky mikroskopické stavby dřeva (Atlas dřevin. *Mikroskopický atlas dřevin*. [online].) a obrázky znázorňující jádro a běl (Patričný Martin. *Vlastnosti dřeva. Mezistromy*. [online].).

4 Dřevo – jeho vlastnosti, využití a zajímavosti

4.1 Vznik a chemické složení dřeva

Dřevo je rostlinné vodivé pletivo, které tvoří velkou část dřevnatého stonku. Sekundární tloušťnutí stonku umožňuje tzv. kambium. Obsah dřeva je typický pro nahosemenné a krytosemenné dvouděložné rostliny, které řadíme mezi dřeviny. Výjimečně tloušťnou i jednoděložné rostliny.

Dřeviny dělíme na stromy, keře, polokeře a keříky. U stromů i keřů rozlišujeme nadzemní a podzemní část. Podzemní část tzv. kořen má vyživovací funkci a vyrůstá z něj nadzemní část. Nadzemní část tzv. prýt se skládá z kmene, větví a listů. Větve a listy nesou společný název tzv. koruna. U keřů se nenachází kmen, protože se rostlina větví u země. Kmen má vodící a zásobní funkci. Kořeny nasávají vodu a živiny z půdy a rozvádí je do dalších částí stromu. V listech dochází k tzv. fotosyntéze, což je přeměna těchto anorganických látek na látky organické (Vanin 1955).

Základními chemickými stavebními složkami dřeva jsou celulóza (35 – 55 %), hemicelulóza (20 – 35 %) a lignin (15 – 36 %). Dále jsou ve dřevě obsaženy další doprovodné složky (3 – 10 %). Zastoupení chemických složek se mění v závislosti na druhu dřeviny (Bobák a kol. 1992, Procházka 1998, Gandelová, Šlezingerová 2014).

Celulóza je hlavní složkou buněčných stěn, které tvoří obal buňky. Je to polysacharid, který je složen z beta-glukózy. Její molekuly vytvářejí tzv. micely, které se dále seskupují v tzv. mikrofibrily. Mikrofibrily jsou uloženy v matrix v buněčné stěně. Celulóza je nejvíce rozšířený biopolymer na Zemi. Další složkou dřeva je hemicelulóza, což je polysacharid, který se liší od celulósy svým složením a délkou polysacharidového řetězce (Hess 1983, Pavlová, Fischer 2011, Vinter 2009, Votrubová 2010, Gandelová, Šlezingerová 2014).

Lignin je hned po celulóse jednou z nejdůležitějších látek. Díky němu byl umožněn přechod rostlin na souš. Lignin umožňuje tzv. lignifikaci (dřevnatění buněčných stěn), která probíhá u sekundární stěny. Sekundární stěna se od primární stěny liší vyšším obsahem celulósy. Lignin se může ukládat i do primární stěny a střední lamely (pektinová hmota, která spojuje sousední stěny buněk) a existují i sekundární stěny, které lignin neobsahují (Hess 1983, Pavlová, Fischer 2011, Vinter 2009, Votrubová 2010).

Mezi doprovodné složky dřeva můžeme zařadit anorganické látky (vápenaté, draselné a hořečnaté soli) a organické látky (sacharidy, fenolické látky, terpeny). Chemické složení kůry se od dřeva liší nižším obsahem polysacharidů a obsahem suberinu. Suberin je látka v buňkách korku a je odolný při propustnosti vody a vůči rozkladu (Hess 1983, Pavlová, Fischer 2011, Gandelová, Šlezingerová 2014).

4.2 Vlastnosti dřeva

Vlastnosti dřeva můžeme rozdělit na fyzikální a mechanické vlastnosti. Mezi fyzikální vlastnosti můžeme zařadit barvu, kresbu, lesk, vůni, vlhkost, hustotu a tepelné, zvukové a elektrické vlastnosti dřeva. Mezi mechanické vlastnosti dřeva můžeme zařadit pružnost, pevnost, tvrdost a houževnatost dřeva. U dřeva můžeme ještě rozlišit technologické vlastnosti, kam patří obrabitelnost, ohýbatelnost, přijímání nátěrových a impregnačních hmot a schopnost držet mechanické spojovací prostředky. Mezi zhoršené vlastnosti neboli vady dřeva můžeme zařadit suky, trhliny, vady tvaru a stavby kmene, zapaření dřeva, vady způsobené houbami a hmyzem a vady způsobené poraněním kmene (Dřevo. *MSDK Moravskoslezský dřevařský klastr*. [online].)

Jehličnaté stromy mají lehké, měkké, dřevě, které je dobře štípatelné, pevné a odolné díky obsahu pryskyřice (smrkové, jedlové, borové a modřínové dřevě). Listnaté stromy mají husté dřevě, které je hůře štípatelné a může být, měkké, tvrdé i pevné (Lada 1981).

4.2.1 Vybrané fyzikální vlastnosti

Barva je silný optický vjem a má praktický význam, neboť ovlivňuje výběr dřeva při výrobě věcí. Zbarvení umožňují látky, které jsou obsaženy v buněčných dutinách a stěnách (barviva, třísloviny, pryskyřice). Barva dřeva je závislá na klimatických podmínkách, na působení světla a vzduchu, na fyzikálních a chemických vlivech. Dřevě může v závislosti na světle, vzduchu či při napadení hnilobou změnit barvu. Při zpracování dřeva se barva mění mořením. Nejlépe se upravují listnaté dřeviny s roztroušenou pórovitou stavbou a nejhůře jehličnaté dřeviny (Matovič 1993). Barva dřeva může být bílá až nažloutlá (smrk, lípa), bílá s narůžovělým odstínem (bříza, buk), růžová až hnědofialová (hrušeň, modřín), oranžová až červenohnědá (olše, borovice), šedohnědá až hnědá (dub, ořešák), skořicově hnědá (jilm) a zelenohnědá (akát), (Barva, lesk a textura dřeva. *Dřevo centrum*. [online].)

Voda ve dřevě může být uložena třemi způsoby: chemicky vázaná (voda v chemických látkách), vázaná (hydrokopická – voda v buněčných stěnách) a volná (nahromaděná voda

v dutinách buněk). Vlhkost dřeva máme absolutní a relativní a je vyjádřena v %. Její rozložení není rovnoměrné, mění se v průběhu roku a je vyšší u mladých stromů. Dřevo můžeme podle obsahu vlhkosti rozdělit na mokré, čerstvě skáceného stromu, vysušené na vzduchu, vysušené na pokojovou teplotu a absolutně suché. Dále můžeme rozdělit dřevo na vyschlé na vzduchu a uměle sušené, polosuché, polosyrové a syrové (Matovič 1993).

Hustota dřeva je objemová hmotnost dřeva. Můžeme rozlišovat hustotu dřeva v suchém stavu, při 12% vlhkosti a vlhkého dřeva. Nejdůležitější je hustota dřeva při 12% vlhkosti, která se může rozdělit na dřeva s nízkou hustotou (např. smrk, lípa, vrba), dřeva se střední hustotou (např. bříza, buk, tis) a dřeva s vysokou hustotou (např. habr, dřín, zimostřez), (Matovič 1993).

4.2.2 Vybrané mechanické vlastnosti

Pružnost je schopnost dřeva měnit rozměry a tvar, odolávat jím a zpětně je získávat při působení vnějších sil. Pevnost je schopnost dřeva odolávat mechanickým vlivům. Mez pevnosti je ukazatel maximální hodnoty zatížení, při které nedochází k poškození dřeva. Mez pevnosti se vymezuje ve třech směrech: podél vláken, napříč vláken ve směru radiálním a tangenciálním (Matovič 1993).

Tvrdomost je vlastnost dřeva, která se určuje pomocí vrypu do dřeva. Podle tvrdosti můžeme dřevo rozdělit na měkké (smrk, lípa, olše) a tvrdé, které dále dělíme dřeva na středně tvrdá (dub, modřín), tvrdá (akát, habr), velmi tvrdá (dřín, šejík) a super tvrdá (exotická dřeva), (Gandelová, Šlezingerová 2014).

4.2.3 Vlastnosti měkkého a tvrdého dřeva

Hustota u měkkého dřeva je 400 – 600 kg/m³ a tvrdého dřeva až 1000 kg/m³. Měkké dřevo se vyznačuje vysokou pevností při nízké hmotnosti. Barva měkkého dřeva je světlá a má řídkou uspořádanou kresbu. Vyznačuje se menší odolností proti vlhkosti a hmyzu, tendencí k borcení, ale je levné a dostupné. Tvrdé dřevo bývá těžší a někdy i křehčí. Barva je světlá až velmi tmavá s hustou kresbou. Tvrdé dřevo lze použít i k venkovním výrobkům a je odolné proti hnilobě a tvarově pevné, je však dražší, špatně dostupné a jeho obrobiteľnosť je těžší (Corbett 2002).

4.2.4 Vady dřeva

Vady dřeva jsou základní ukazatelé, které nám určují kvalitu dřeva. Podle Gandelové, Šlezingerové (2014) můžeme mezi vady dřeva zařadit: suky, trhliny, křivost dřeva, sbíhavost

dřeva, zbytnění oddenku, nádory, točivost, reakční dřevo, zdvojenou dřev, vnitřní běl, zárost, zásušek, rakovinu, vodnatost, smolník, vady způsobené houbami (dřevozbarvující a dřevokazné houby), nepravé jádro, zapaření, dřevo napadené plísněmi, bakteriemi, dřevokazným hmyzem, ptactvem, cizopasnými rostlinami, mořskými škůdci a ostatními živočichy, dřevo zbarvené neorganickým původem a mechanické poškození dřeva.

4.3 Využití dřeva

Dřeviny mají velmi rozmanité využití. Mohou být využity jako kultovní či posvátné symboly. V minulosti byly nejdůležitějším zdrojem tepelné energie. Dnes jsou hojně využívány pro chemické zpracování (celulóza, pryskyřice, třísloviny atd.), nebo jako konstrukční materiál (Musil, Hamerník 2007).

4.3.1 Využití jednotlivých druhů dřeva

Dřevo je základní surovinou pro výrobu papíru, kartonu a lepenky (smrková vlákna). Nejdůležitější hmota na výrobu papíru je celulóza (Lada 1981). Pryskyřice se využívá k výrobě laků, lepidel, nebo pro kadidla či parfémy. Zkamenělá pryskyřice se nazývá jantar a používá se ke zhotovení šperků. Smrkové dřevo je využíváno v tesařství (trámy), truhlářství (měkký nábytek), zednictví (lešení), hornictví (výdřeva v dolech), nebo pro obkládání chat či k topení. Nejhojnějším dřevem na pryskyřici je dřevo borové. Modřínové dřevo je vhodné k výrobě nábytku, schodů a obložením. Nejžádanějším dřevem je dubové dřevo, které se využívá k nábytkářství, řezbářství a sochařství a dříve se z něj vyráběly mlýnská kola či sudy. Nejčastěji používanou listnatou dřevinou je buk, který se velmi dobře opracovává. K výrobě hudebních nástrojů se využívá javorové dřevo. Březové dřevo se hlavně používalo na topení. Vrbové dřevo se používá k výrobě proutěných věcí. Dřevo slivoně domácí se díky své barvě využívá ve šperkařství, restaurátorství a při výrobě speciálního nábytku (Patričny 2005).

4.3.2 Zajímavé dřeviny ve světě

Za nejvyšší strom světa je považována kalifornská sekvoje vždyzelená, která v říjnu 1996 dosahovala výšky 112,2 m, ale existují nepotvrzené informace o tom, že v 19. století byly pokáceny sekvoje, které dosahovaly výšky 144 m. Douglaska tisolistá je druhým nejvyšším stromem, která v americkém Oregonu dosáhla výšky 99,4 m, ale existují nepotvrzené informace, že severoamerické douglasky dosahovaly 120 až 140 m. Nejmhutnější strom je kalifornský sekvojovec obrovský, který je znám pod jménem Generál Sherman je vysoký 85 m, odhadovaná hmotnost je 6000 tun a má objem 1489 m³. Mexický tisovec Montezumův má nejtlustší kmen, jehož průměr kmene činí 11 (udává se až 15) m. Nejstarším stromem je

borovice osinatá na severoamerickém kontinentu a její jedinci dosáhly pravděpodobně přes 4700 let (Musil, Hamerník 2007, Rushforth 2006, SOCHA V. Rekordy světa rostlin. *DinosaurusBlog*. [online].).

4.3.3 Zajímavé dřeviny v České republice

Nejvyšší strom v České republice je douglaska tisolistá, která roste na Jablonecku a je vysoká 64,1 m. Za nejširší strom je považována Vejvodova lípa, jejíž obvod činil 12,59 m. Za nejstarší strom v České republice se považuje Vilémovický tis, jehož věk se odhaduje na 1500 – 2000 let. (ČTK. Nejvyšší strom Česka roste na Jablonecku, má přes 64 metrů. *deník.cz*. [online]., NEJSTARŠÍ ŽIJÍCÍ STROMY. *Novodvorská alej*. [online]., I stromy mají své rekordmany. *Lesy ČR*. [online].)

5 Sekundární stavba stonku

5.1 Hlavní části kmene

Druhotně ztloustnutý stonek u dřevin se nazývá kmen (viz obr. 1 v příloze) Struktury na příčném řezu kmene nejsou označovány jednotně. Např. Horáček, Gandelová a Šlezingerová (2009) člení kmen na čtyři hlavní části – kůru, kambium, dřevo a dřeň. V odborné literatuře rostlinné anatomie se používají samostatné pojmy – peridermis, lýko, kambium, dřevo a dřeň (viz obr. 2 v příloze). Tyto pojmy rozlišuje např. Votrubová (2010) nebo Vinter (2009).

Dřevo lze pozorovat makroskopicky i mikroskopicky. Makroskopicky dřevo pozorujeme pomocí řezů. Strukturu dřeva můžeme pozorovat ze základních tří řezů dřevem – příčným (transverzálním), radiálním (středovým, poloměrovým) a tangenciálním (tečnovým), (viz obr. 3 v příloze). Mezi řezy vidíme rozdíly ve tvaru letokruhů a dřeňových paprsků. Na příčném řezu, který je vedený kolmo k ose kmene se nachází soustředné letokruhy a k nim kolmé dřeňové paprsky. Radiální řez je vedený v rovině, která je rovnoběžná s osou kmene a prochází dřením, u tohoto řezu mají letokruhy tvar svislých pásů. Dřeňové paprsky mají různé, lesklé tvary. Tangenciální řez je vedený v rovině, která je rovnoběžná s osou kmene ale neprochází dřením a letokruhy mají tvar tzv. fládrů, což jsou parabolické útvary neboli zvlněné čáry. Dřeňové paprsky vypadají jako malé svislé čárky. Kromě těchto základních řezů dřeva můžeme použít tzv. šikmé řezy, které jsou vedeny pod různým úhlem na osu kmene (Horáček, Gandelová a Šlezingerová 2009). Dřevo zaujímá 90 – 95 % plochy spolu s dřením a 70 až 93 % celkového objemu stromu (Vanin 1955).

5.1.1 Peridermis (druhotná kůra)

Tloustnutí pokožky způsobuje korkotvorné kambium neboli felogen, který tvoří vrstva parenchymatických buněk, která vytváří buňky zelené kůry (feloderm) směrem dovnitř a buňky korku (felem, suberoderm) na vnější stranu (Vinter 2009). Lenticely neboli čočinky umožňují výměnu plynů v sekundárním stonku (Votrubová 2010).

Kůra má zásobní a ochrannou funkci. Je to tmavá část, která obklopuje dřevo a kambium. Vnější vrstva kůry slouží k mechanické ochraně před nepříznivými faktory. Kůra je pro jednotlivé druhy rostlin velmi různorodá a při podélném řezu má tvar prstence (Matovič 1988).

Nesprávné označení pro kůru je borka. Borka (*rhytidoma*) je odumřelá povrchová vrstva kůry, která může být hladká či rozpukaná. Různí autoři uvádějí několik typů borky – v podélných pásech, spirálních pásech, šupinatá, plátová, s trhlinami, hlubokými rýhami, korkovými lištami. Závisí to na činnosti felogenu, jestli je souvislý nebo přerušovaný, jestli funguje po celý život dřeviny jen jeden anebo jestli se uvnitř kmene zakládají další felogeny (Bobák a kol. 1992, Vinter 2009, Votrubová 2010).

5.1.2 Kambium

Mezi lýkem (floémem) a dřevem (xylémem) se nachází tenká vrstva na pohled neviditelného dělivého pletivo tzv. kambia. Slouží ke stavbě dřeva a je složena z živých buněk, které jsou k dělení a růstu. Každý rok produkuje směrem ke středu kmene nové druhotné dřevo (deuteroxylém) a směrem k obvodu kmene nové druhotné lýko (deuterofloém). Dřevo narůstá rychleji než lýko. Kambium po odstranění kůry produkuje sliz. Tento sliz jsou zbylé živé buňky kambia. Jeho činnost závisí na mnoha faktorech, jako jsou klimatické podmínky, stanoviště či druhy dřevin a proto není v činnosti po celý rok. Např. v našich klimatických podmínkách je to 4 – 6 měsíců (Matovič 1988, Vanin 1955).

Buňky kambia jsou fuziformní nebo paprskové iniciály. Fuziformní buňky tvoří osový transportní systém a díky nim vzniká druhotné dřevo a druhotné lýko. Osový systém má transportní a mechanickou funkci. Paprskové iniciály tvoří paprskový systém, kterým se rozvádí látky a má zásobní funkci. Původ buněk kambia je dvojího typu. Fascikulární kambium v cévních svazcích vzniká z prokambia, které se uložilo mezi metaxylémem a metafloémem. Interfascikulární kambium mezi cévními svazky může vznikat z parenchymu dřevných paprsků (Pavlová, Fischer 2011).

Parenchymatické buňky mají funkci při fotosyntéze, zásobní, vyživovací a mechanickou funkci a jsou to vodivé elementy. Mají tenkou buněčnou stěnu, jsou dokonale uzavřené, mají často pravidelný tvar a všechny rozměry stejné, nebo jsou protáhlé. Na jejich stěnách jsou neztloustlá místa tzv. tečky, které tvoří válcovité kanálky. Parenchymatické buňky jsou dlouho živé a obsahují protoplasmu a různé zásobní látky (Balabán 1955, Votrubová 2010).

Sklerenchymatické buňky jsou vyztužovací elementy s mechanickou funkcí. Buňky jsou do sebe navzájem začleněny a jsou zašpičatělé a vláknité. Nemají buněčný obsah, dutiny jsou vyplněny vzduchem a brzy odumírají (Balabán 1955). Dělí se na sklerenchymatická vlákna, která jsou využívána v textilním průmyslu a na sklereidy, které mohou být u stonků, listů, v plodech a semenech (Votrubová 2010).

5.1.3 Lýko – floém

Lýko je částí kde jsou vedeny a ukládány asimiláty (organické látky vzniklé fotosyntézou), které slouží k životu rostliny. Lze rozlišit na měkké a tvrdé lýko a je tvořeno kambiem. Lýko se tvoří z elementů, což jsou u jehličnanů sítkové buňky a parenchymatické buňky a u listnáčů to jsou sítkovice a jejich doprovodné buňky, lýkový parenchym a lýková vlákna. Sítkové buňky jsou živé jen jedno vegetační období a mají tzv. sítková políčka. Sítkovice jsou převážně živé jedno vegetační období, ale objevují se i druhy, které mají tyto buňky živé 2 a více vegetačních období. Lýkový parenchym má zásobní funkci a schopnost rozvodu látek. Lýková vlákna neboli tvrdé lýko má mechanickou funkci (Horáček, Gandelová a Šlezingerová 2009).

5.1.4 Dřevo – xylém

Dřevo se nachází mezi kambiem a dření. Z makroskopického pohledu vidíme, že je složeno z několika vrstev okolo dřeně. Mikroskopicky se dřevo skládá z různých buněk, které se od sebe liší tvarem i velikostí a jsou srostlé mezi sebou. I přes tuto značnou odlišnost od sebe můžeme rozeznávat dva typy buněk – parenchym a prosenchym. Parenchymatické buňky mají stejné rozměry, ale jsou menší a kratší nežli buňky prosenchymové. Buňky jsou tvořeny vnitřní dutinou, která obsahuje protoplasmu a buněčnou blánu, která má celulósní charakter a mění se dřevnatěním či kutinovací neboli korkovatěním buněčných blan (Vanin 1955).

Xylém má vodivé elementy tzv. cévice (tracheidy) a cévy (tracheje). Cévice (tracheidy) jsou buňky protáhlého, trubicovitého tvaru a jejich konce jsou zešíkmeny. Tento typ je nejdokonalejší u jehličnanů, kde se u nich nacházejí tzv. dvojtečky neboli dvůrkaté ztenčeniny. Dvojtečky mají u jehličnanů blanku tzv. torus, který reguluje průtok roztoku cévicemi. U listnáčů dvojtečky torus netvoří. Cévy (tracheje) jsou rourky, které vznikají z buněk protáhlého tvaru. V místě jejich styku se rozpouští jejich buněčné stěny a vznikají tzv. perforační desky – rourky. Tracheje slouží k transpiračnímu proudu (Vinter 2009).

Balabán (1955) rozeznává parenchymatické buňky podle uložení ve dřevě:

- a) dřevní parenchym, který je obsažen u listnatých dřevin (2 – 15 % objemu) a u jehličnatých dřevin (1 % objemu), dřevní parenchym se dále rozděluje podle způsobu, jak je uložen v letokruhu (patratracheální, metatracheální, difúzní a terminální), nebo podle jeho tvaru na krátké buňky a větvenovité buňky
- b) paprskový parenchym, který tvoří v dřevu paprsky
- c) dřevňový parenchym, který je ve střední části kmene

5.1.5 Dřeň

Dřeň je světlá, měkká, řídká tkáň, která se může i drobit. Dřeň je tvořena živými parenchymatickými buňkami, které odumírají u starších dřevin. Během prvního roku života se podílí na vedení vody. V kmenu může být uložena na geometrický střed a nebo excentricky, což je považováno za vadu dřeva, kdy se netvoří letokruhy, ale elipsy. Její šířka je odlišná v různé výšce kmene a podle druhu dřeviny. Tvar je závislý na druhu dřeviny a proto můžeme určit několik typů – okrouhlý, trojúhelníkovitý, čtyřúhelníkovitý, pětiúhelníkovitý, hvězdicovitý a laločnatý (Balabán 1955, Gandelová, Šlezingerová 2014). Dřeňová korunka je dřeňový váleček, který je vytvořen z dřeně a prvotního dřeva (Vanin 1955).

6 Letokruhy

6.1 Charakteristika

Letokruhy jsou přírůstky dřeva, které jsou vytvořeny kambiem. Letokruh je vytvořen v průběhu jednoho vegetačního období. U všech dřevin jsou rozlišitelné pouhým okem. Nacházíme je u dřevin mírného a chladného pásma. V tropickém a subtropickém pásmu, kde dřeviny rostou celý rok, nejsou letokruhy rozlišeny (Gandelová, Šlezingerová 2014). U těchto dřevin pozorujeme vrstevnatost podle střídání období dešťů a sucha během roku (Vanin 1955).

Letokruhy přirůstají ve směru od dřene ke kambiu. U dřene jsou letokruhy starší a u kambia jsou letokruhy mladší. Na příčném řezu se počet letokruhů mění a ubývá jich od spodu kmene směrem k vrcholu. Stáří stromu určujeme podle počtu letokruhů, avšak jejich počet nemusí vždy souhlasit s věkem stromu, protože může dojít ke zdvojení či vynechání za nepříznivých podmínek. K vynechání letokruhů dochází u slabých dřevin za suchého léta nebo u dřevin, které jsou seřezávány nebo zastřihávány. Ke zdvojení letokruhů dochází u dřevin, u kterých došlo k poškození listů napadením hmyzem nebo mrazem. Zdvojeným letokruhům říkáme tzv. nepravé letokruhy. Nepravé letokruhy se od pravých letokruhů liší šířkou a nezřetelným ohraničením (Vanin 1955).

6.2 Letní a jarní dřevo

Každý letokruh se skládá ze dvou vrstev tzv. jarního a letního dřeva. Jarní dřevo je vnitřní vrstva, která se tvoří při počáteční činnosti kambia, což probíhá na jaře nebo na začátku léta. Jarní dřevo je světlejší, má více pórů a má menší hustotu. Letní dřevo (pozdní dřevo) je vnější vrstva, která se tvoří v období července a srpna. Letní dřevo je tmavší, má větší hustotu a má lepší mechanické a fyzikální vlastnosti. Mezi jarním a letním dřevem se nachází čára tzv. hranice letokruhů. Hranice letokruhů jsou u některých dřevin velmi dobře rozlišitelné a u některých jsou slabé. Přejít mezi jarní a letní vrstvou může být postupný či velmi prudký (Matovič 1988).

Dřevo můžeme rozlišit na několik skupin, podle uspořádání letokruhů: dřevo jehličnatých dřevin, dřevo listnatých dřevin s kruhovitě pórovitou stavbou nebo s roztroušenou pórovitou stavbou. U těchto skupin je i odlišnost ve viditelnosti letokruhů (Gandelová, Šlezingerová 2014).

6.3 Šířka letokruhů

Díky letokruhům můžeme určit nejen stáří dřevin, ale také další fakta. Jaké byly klimatické podmínky v době jejich vzniku, výskyt přírodních katastrof anebo jak staré jsou některé stavby. Datováním a studiem letokruhů se zabývá obor dendrochronologie, který je založen na měření šířek letokruhů (Drápela, Zach 1995).

Šířka letokruhů závisí na mnoha faktorech: na druhu dřeviny, na věku, na klimatických podmínkách, na podmínkách na stanovištích, na typu půdy, na osvětlení apod. (Vanin 1955). Široké letokruhy i nad 1 cm můžeme pozorovat např. u topolů nebo u vejmutovky. Úzké letokruhy do 1 mm můžeme pozorovat např. u tisu či zimostrázu. V závislosti na věk stromů se šířka letokruhů mění, tak že u mladších stromů se vytváří užší letokruhy, které se postupem času zvětšují, ale po dosažení maxima zase klesá. Pokud bychom porovnali letokruhy u stromu v jeho raném a pozdním věku, tak letokruhy by v jeho mládí byly širší než letokruhy u starého stromu. Neplatí to však u každého druhu dřeviny. Šířka letokruhů vzrůstá směrem k vrcholu. Letokruhy se zužují u vyšší nadmořské výšky a zeměpisné šířky (Matovič 1993).

7 Běl, jádro a vyzrálé dřevo

Na příčném i podélném řezu dřeva můžeme vidět odlišnost dřeva v barvě u jeho okrajových a středových částí. U právě pokácených dřevin (čerstvě vytěžená kulatina) se tyto části liší obsahem vody. Podle těchto faktorů rozlišujeme tři části: běl, jádro a vyzrálé dřevo (viz obr. 4 v příloze). Dřevo, které nemá rozlišeno jádro, nazýváme bělové dřevo. Dřevo, které má rozlišeno běl a jádro nazýváme jádrové dřevo (Vanin 1955).

7.1 Běl

Světlá, mladší, vnější část dřeva, která přiléhá ke kambiu, se nazývá běl. Běl charakterizují živé parenchymatické buňky, které se vyskytují v dřeňových paprscích a v dřevním parenchymu a volné vodivé cesty tzn. tracheje a tracheidy. Běl od jádra odlišuje barva, která je světlejší než u tmavšího jádra a také jejich funkce ve stromu. Barva i šířka u bělového dřeva se liší druhem rostliny. Vyšší vlhkost bělového dřeva souvisí průchodností cév, kterými je vedena voda od kořenů směrem k listům. Běl má zásobní a vodivou funkci a převažuje u mladých stromů. Její mechanické vlastnosti nejsou odolné tak jako u jádrového dřeva, proto je více náchylná při napadení hmyzem či hnilobou (Horáček, Gandelová a Šlezingerová 2009, Matovič 1988).

7.2 Jádro

Tmavší, vnitřní část dřeva, která je v centru kmene se nazývá jádro. Jádro je mrtvé pletivo a nejsou v něm přítomny živé parenchymatické buňky. Vodivé cesty bývají neprůchodné (tracheje, tracheidy). Neprůchodnost způsobují tzv. thyly a jádrové látky u listnatých stromů. Neprůchodnost u jehličnatých stromů je způsobena uzavřením tzv. dvojteček jádrovými látkami např. pryskyřicí (Matovič 1988).

Jádro má zvýšené mechanické vlastnosti díky jádrovým látkám. Zjadernění dřeviny je proces biochemické změny v parenchymatických buňkách neboli stárnutí. Nepravé jádro se může vyskytovat u některých druhů bělových listnatých dřevin. Vzniká nepříznivými vlivy a je považováno za vadu dřeva (Horáček, Gandelová a Šlezingerová 2009).

7.3 Vyzrálé dřevo

Střední část dřeva, která se liší obsahem vody, se nazývá vyzrálé neboli čerstvé dřevo. Obsah vody je nižší než u běle. Barva je tmavší než barva jádra a světlejší než barva běli. Ostatní znaky jsou analogické se znaky jádra (Matovič 1988).

Podle Matoviče (1988) můžeme dřevo rozdělit podle výskytu bělí, jádra a vyzrálého dřeva do následujících čtyř skupin:

1. *Dřeviny s jádrem a bělí (např. dub, borovice, modřín)*
2. *Dřeviny s vyzrálým dřevem a bělí (např. buk, smrk, jedle)*
3. *Dřeviny s jádrem, vyzrálým dřevem a bělí (např. jasan, vrba jíva, šeřík)*
4. *Dřeviny s bělí (např. bříza, habr, líska)*

Gandelová, Šlezingerová (2014) připisují ještě pátou skupinu s nepravým jádrem:
Dřevo s bělí a nepravým jádrem (např. buk, bříza, topol)

8 Anatomická stavba jehličnatých a listnatých dřevin

8.1 Rozdíly mezi jehličnany a listnáči

Jehličnany jsou původně starší dřeviny. Na stavbě jehličnanů se podílejí tracheidy (cévice) a parenchymatické buňky (viz obr. 5 v příloze). Cévice tvoří až 95 % struktury dřeva. Jsou to převážně mrtvé buňky. Živou část tvoří jen v posledním letokruhu živého stromu. Můžeme je rozdělit na jarní tracheidy, které mají vodivou funkci a na letní tracheidy, které mají funkci mechanickou. Parenchymatické buňky mají vodivou, zásobní a stavební funkci (pryskyřičné paprsky, dřevné kanálky a podélný dřevní parenchym). Listnáče jsou původně mladší dřeviny. Na jejich stavbě se podílejí tracheje (cévy), tracheidy (cévovité, vláknité, vazicentrické), libriformní vlákna, parenchymatické buňky axiálního typu a parenchymatické buňky dřevných paprsků a epitelové buňky kanálků (viz obr. 6 v příloze). Každý z těchto elementů má nějakou funkci (vodivou, mechanickou, zásobní, vylučovací). Libriformní vlákna tvoří až 75 % struktury dřeva (Horáček, Gandelová a Šlezingerová 2009).

Tabulka 1: Výskyt jednotlivých elementů u jehličnatých a listnatých dřevin (+ daný element se ve dřevě vyskytuje, – daný element se ve dřevě nevyskytuje)

	Jehličnany	Listnáče
Tracheidy	+	+
Tracheje	-	+
Dřevní parenchym	+	+
Dřevné paprsky	+	+
Libriformní vlákna	-	+
Pryskyřičné kanálky	+	-

Tracheidy u jehličnatých dřevin mají dvojtečky s torusem a u listnatých dřevin mají dvojtečky bez torusu. Tracheje se nachází jen u listnatých dřevin a podle jejich rozdělení rozlišujeme kruhovitě pórovitá a roztroušeně pórovitá dřeva. Dřevní parenchym je málo vyvinutý a je tvořen radiálně (paprscitě) u jehličnanů. U listnáčů je dřevní parenchym axiální (buňky uspořádány kolmo na osu kmene). Dřevné paprsky jsou tvořeny radiálním parenchymem a u listnáčů jsou širší než u jehličnanů. Libriformní vlákna jsou sklerenchymatického původu a mají vyztužovací funkci. Pryskyřičné kanálky se vyskytují jen u některých druhů jehličnatých dřevin a vylučují pryskyřici (Vinter 2009).

8.2 Rozlišení dřevin podle odlišnosti letokruhů:

1. Jehličnaté dřevo s výraznou vrstvou jarního a letního dřeva. Jarní dřevo je světlejší a je ho zde větší podíl. Letní dřevo je tmavší a tvrdší.

2. Listnaté pórovité dřevo můžeme rozdělit na kruhovitě pórovité a polokruhovitě pórovité.

a) Listnaté kruhovitě pórovité dřevo (prstencovitě pórovité dřevo) má dobře viditelné hranice mezi letním a jarním dřevem. Cévy (póry) u jarního dřeva jsou dobře viditelné a na podélném řezu vypadají jako rýhy. U letního jsou úzké a nezřetelné (dub, akát, jasan, jilm).

b) Listnaté polokruhovitě pórovité dřevo má dobře viditelné jarní i letní dřevo, ale hranice mezi nimi je makroskopicky špatně rozlišitelná (líška, višěň, třešeň).

3. Listnaté roztroušeně pórovité dřevo má cévy po celé šířce letokruhů a hranice mezi letokruhy je špatně viditelná (vrba, lípa, bříza, buk), (Matovič 1988, Gandelová, Šlezingerová 2014). (viz obr. 7 v příloze)

8.3 Dřeňové paprsky

Dřeňové paprsky jsou světlé, úzké vrstvy dřeva tvořeny parenchymatickými buňkami, které jsou viditelné pouhým okem nebo lupou. Mají zásobní funkci a vedou látky z lýka do dřeva a dřeně (Matovič 1988). Paprsky můžeme rozdělovat podle jejich viditelnosti na široké dřeňové paprsky, úzké dřeňové paprsky (jilm, akát, třešeň) a velmi úzké dřeňové paprsky, které jsou viditelně mikroskopicky (topol, vrba, jabloň). Široké můžeme rozdělit na pravé (dub, buk, habr) a nepravé (olše, habr, líška). Pravé paprsky jsou tvořeny jedním dřeňovým paprskem a nepravé jsou tvořeny souborem dřeňových paprsků. U listnáčů tvoří 10 – 20 % dřeva a u jehličnanů 5 – 10 % dřeva (Gandelová, Šlezingerová 2014).

8.4 Pryskyřičné kanálky

Pryskyřičné kanálky se tvoří u většiny jehličnatých dřevin, ale u listnatých dřevin se nevyskytují (viz obr. 7 P). Jsou tvořeny souborem buněk, které jsou schopny nakupit či vyloučit pryskyřici. Máme dva typy – vertikální (podélné) a horizontální (příčné). Oba typy se vzájemně propojují a tvoří síť, která obsahuje pryskyřici. Pryskyřice se uvolňuje při poranění stromů, chrání strom a zlepšuje jeho mechanické vlastnosti (Matovič 1988, Gandelová, Šlezingerová 2014).

8.5 Dřeňové skvrny

Dřeňové skvrny jsou pásy tzv. hojivého parenchymu a objevují se po poškození hmyzem nebo houbami. Je to reakce kambia na nepříznivé vlivy. Na příčném řezu vypadají jako tmavé pásy a na podélných řezech mají nepravidelný tvar. Vyskytují se převážně u listnatých dřevin (olše, bříza, vrba), (Gandelová, Šlezingerová 2014).

9 Srovnání stavby dřevnatého stonku v učebnicích přírodopisu pro 7. ročník základních škol

V této kapitole jsem se zabývala celkovým obsahem, výskytem odborných pojmů a obrázkovou dokumentací související s učivem o stavbě dřevnatého stonku v učebnicích přírodopisu pro ZŠ. Srovnávala jsem učebnice pro ZŠ, které byly vydány v nakladatelstvích Fortuna, Fraus, Nakladatelství České geografické společnosti s. r. o. – edice Natura, Nová škola, Prodos, Scientia a SPN.

9.1 Srovnání učebnic

V učebnici Fortuna je téma druhotné stavby stonku rozloženo na 4 strany. Celkový obsah je přehledný a text je snadno pochopitelný. Odborné pojmy jsou zde vysvětleny. Na obrázcích můžeme vidět vnitřní stavbu stonku s popisky, podélný řez a příčný řez stonku s popisky, detail cévního svazku, průřezy stonkem dvouděložné a jednoděložné rostliny, fotografii s CS pod mikroskopem, schéma letokruhů a letokruhy borovice, kresbu dřeva u borovice a dubu, fotografii kůry a povrchy kůry u třešně, břízy a bezu. Strany jsou dále doplněny o úkoly a otázky k danému tématu.

V učebnici Fraus je téma druhotné stavby stonku rozloženo do 1 odstavce. Celkový obsah je přehledný a text je snadno pochopitelný. Odborné pojmy jsou zde vysvětleny. V obrázkové dokumentaci zde nalezneme příčný řez kmenem stromu a však obrázek je bez popisku.

V učebnici Natura je téma stavby stonku dřevin rozloženo na 2 strany. V učebnici jsou vysvětleny i další pojmy a jsou vždy v textu psány kurzivou. Celkový obsah je přehledný, snadno pochopitelný. Odborné pojmy jsou zde vysvětleny. V obrázkové dokumentaci zde nalezneme příčný a podélný řez stonkem s popiskem.

V učebnici Nová škola je téma zpracováno na 1 stranu. Celkový obsah je přehledný, ale velmi stručný. Odborné pojmy zde nejsou upřesněny a řádně vysvětleny. Najdeme zde obrázek příčný řez stonkem, na kterém je označena jen kůra, lýko a dřevo, bez dalšího vysvětlení. Strany jsou doplněny a o úkoly k zamyšlení.

V učebnici Prodos je téma rozloženo na 2 strany. Celkový obsah je přehledný a text je dobře pochopitelný. Odborné pojmy jsou zde vysvětleny. V obrázkové dokumentaci můžeme vidět dřevnatý jednoletý a dřevnatý dvouletý stonek. Strany jsou doplněny o otázky a úkoly k danému tématu.

V učebnici Scientia je téma vysvětleno v 1 větším odstavci. Celkový obsah je přehledný a vysvětleny jsou zde jen některé odborné pojmy, další jsou v textu pouze uvedeny. Najdeme zde obrázek vodivých pletiv u dřevnatého stonku. Strany jsou doplněny o zajímavosti, o tvrdosti a barvě dřeva a dozvíme se zde co je to dendrochronologie.

V učebnici SPN je téma rozložena do 2 malých odstavců. Celkový obsah je stručný a odborné pojmy zde nejsou popsány a vysvětleny. V obrázkové dokumentaci je schéma stavby stonku dřeviny s popisky a fotografie příčného řezu stonkem bez popisku.

Odborné pojmy uvedené v literatuře, jsem uvedla do níže uvedené tabulky.

Tabulka 2: Srovnání odborných pojmů o druhotné stavbě stonku, které jsou uvedeny v učebnicích 7. ročníků základních škol (+ je označení pro pojmy, které se v učebnicích přírodopisu objevují, – je označení pro pojmy, které se v učebnici neobjevují)

	FORTUNA (Kvasničková 2006)	FRAUS (Čabrádová 2005)	ČGS – NATURA (Maleninský 2006)	NOVÁ ŠKOLA (Hedvábná, 2008)	PRODOS (Jurčák, Froněk 1998)	SCIENTIA (Dobroručka 2003)	SPN (Černík 2008)
pokožka	+	+	+	-	+	+	-
kůra	+	+	+	+	+	+	+
borka	+	+	+	+	+	+	+
střední válec	-	-	+	+	-	-	-
cévní svazky	+	+	+	+	+	+	+
část dřevní	+	+	+	+	+	+	+
část lýková	+	+	+	+	+	+	+
druhotně dělivé pletivo	+	+	+	-	-	-	-
letokruh	+	+	+	+	+	+	+
dřeň	+	+	-	-	-	-	+
obrázek s popisky	+	-	+	+	+	+	+

Další odborné pojmy, které se objevují jen v některých učebnicích: Pojem kambium jako druhotně dělivého pletiva nalezneme v učebnici Fortuna, Fraus, ČGS – Natura. V učebnici

Fortuna se navíc můžeme dozvědět co je to korkové pletivo. V souvislosti s letokruhy se v učebnicích Fortuna a Scientia dozvídáme o letním a jarním dřevě. Jako jediná učebnice nám Natura uvádí a vysvětluje pojem čočinky a také se zde dozvídáme o rozdílnosti uspořádání cévních svazků.

Výsledkem je, že nejvíce informací o daném tématu nám uvádí učebnice ČGS – Natura obsahuje všechny vybrané odborné pojmy a je obohacena o několik dalších odborných pojmů. Učebnice od nakladatelství Fortuna a Fraus jsou také plné spousty informací a můžeme se z nich dozvědět i něco navíc. V učebnicích Prodos a Scientia je téma také dobře popsáno, avšak v učebnicích Nová škola a SPN je téma popsáno velmi strohým způsobem a chybí zde i informace o některých základních odborných pojmech.

Seřazení učebnic, podle toho, které obsahují nejvíce odborných pojmů:

1. ČGS – NATURA
2. Fortuna, Fraus
3. Prodos, Scientia
4. SPN
5. Nová škola

Rozdíl si můžeme ukázat na následujícím příkladu. V učebnice ČGS – Natura je uvedeno, že tenká pokožka na povrchu stonku dřevin brzy zaniká a místo ní se vytváří mnohem pevnější a tlustší borka. Borku tvoří odumřelé buňky, které je možné snadno oddělit – odloupnout. Dále je zde vysvětleno, že mnoho lidí borku nesprávně nazývá kůrou, protože kůra je v botanice vrstvička základního pletiva, která obaluje střední válec s cévními svazky. V učebnici SPN je téma shrnuto do jedné věty, která říká, že dřevnatý stonek má na povrchu kůru, jejíž odumřelá část se nazývá borka.

9.2 Návrh výkladového textu – Stonek dřevin (druhotná stavba stonku)

Na základě srovnání odborných pojmů v učebnicích jsem vypracovala návrh výkladového textu a pracovní listy. Návrh a listy zahrnují odborné pojmy, se kterými by se žáci na základní škole měli seznámit anebo si je zapamatovat.

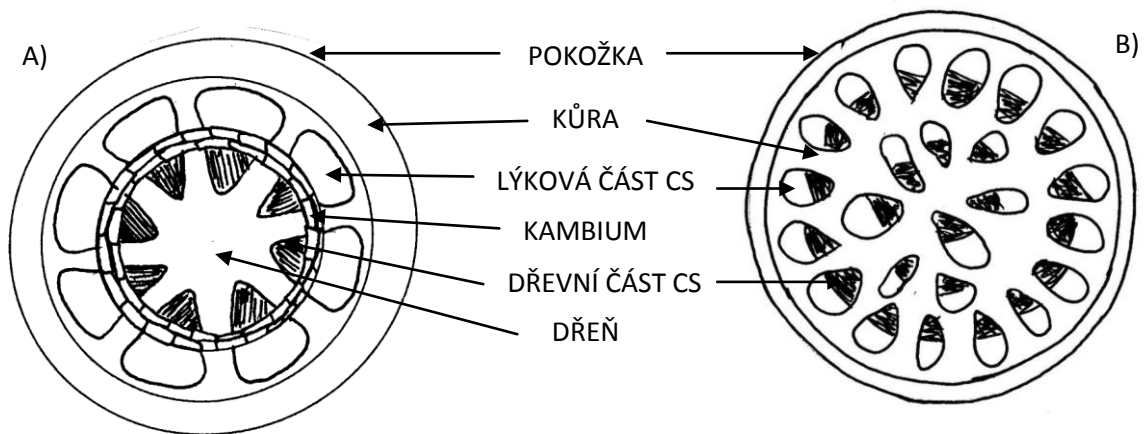
Stonk dřevin (druhotná stavba stonku)

Stavba stonku dřevin je **odlišná** od stavby stonku bylin. Je to způsobeno tím, že stonk tloustne do šířky především činností dělivého pletiva – **kambia**. Činností kambia se mění původní stavba **cévních svazků (CS)** stonku. U dřevin nazýváme druhotně ztloustlý stonk **kmen**.

Vnější stavba stonku – příčný řez:

A) Dvouděložné rostliny

B) Jednoděložné rostlin



Stonk dřevin má na povrchu **kůru**, která zajišťuje ochranu vnitřních částí. Odumřelá povrchová vrstva kůry se nazývá **borka**. Může se odlupovat (buk) nebo je rozpukaná (má praskliny a rýhy), (lípa).



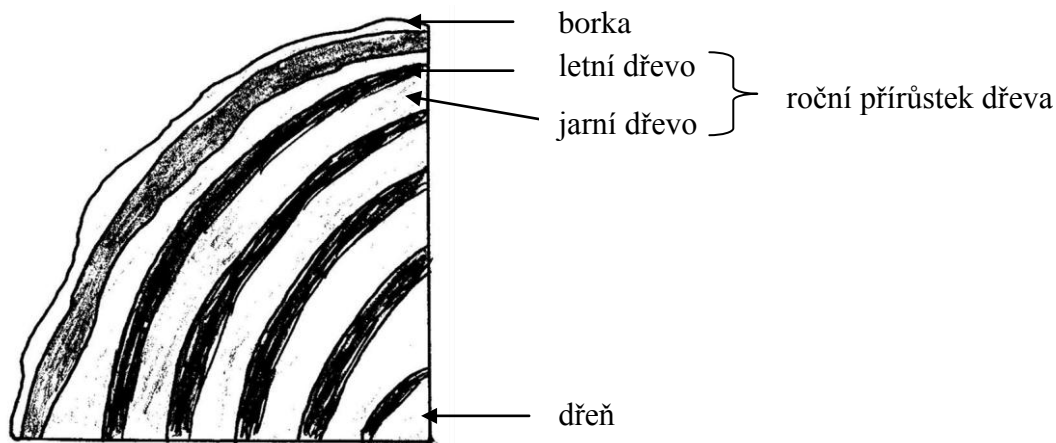
Lípa srdčitá



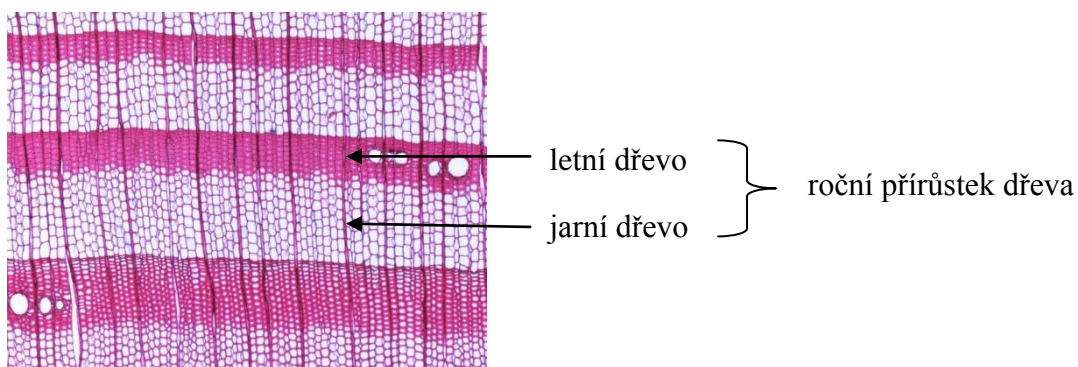
Buk lesní

Pod kůrou se nacházejí **vrstvy lýka** a ještě hlouběji **vrstvy dřeva**, uprostřed stonku dřevin je světlá část, která se nazývá **dřeň**. Cévní svazky spolu s dřením vytvářejí v kmeni tzv. **střední válec**.

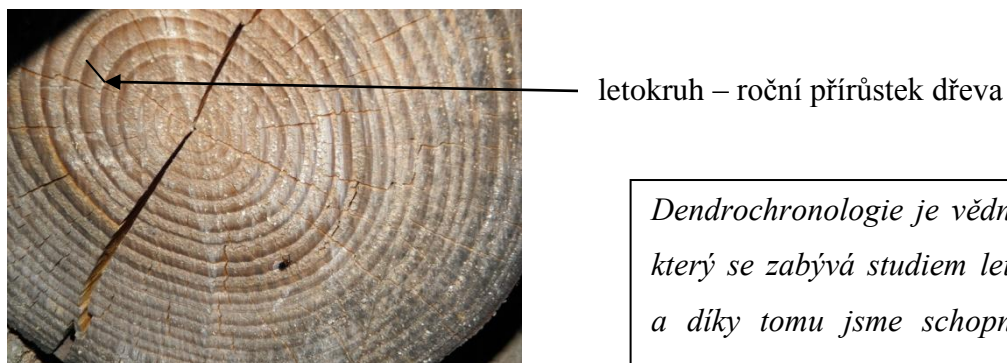
Lýko a dřevo vzniká činností dělivého pletiva kambia. Ve dřevu jsou dobře viditelné přírůstky za každý rok – letokruhy. Jsou tvořeny z **jarního dřeva** (na pohled světlejší řidší) a **letního dřeva** (na pohled hustší, tmavší). Jarní dřevo se tvoří na jaře a začátkem léta, letní dřevo během srpna a července. Spočítáním letokruhů určujeme přibližné stáří dřeviny.



Letokruhy – schéma



Letokruhy – mikroskopický pohled



Letokruhy – makroskopický pohled

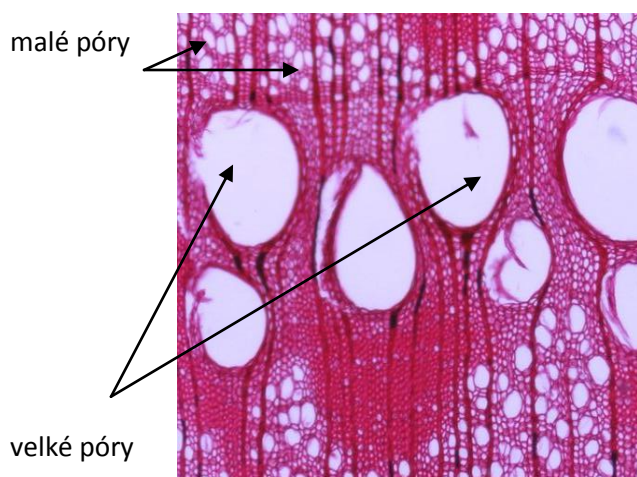
Dendrochronologie je vědní obor, který se zabývá studiem letokruhů a díky tomu jsme schopni určit stáří některých staveb či výskyt přírodních katastrof.

Mezi dřevem listnatých a jehličnatých dřevin jsou rozdíly – např. výskyt **pryskyřičných kanálků** u jehličnanů, které vylučují **pryskyřici**, která chrání strom a zlepšuje jeho vlastnosti.

Ve dřevě listnatých dřevin se objevují velké buňky – **póry** a podle nich rozlišujeme **dřevo listnáčů s póry různé velikosti** a **dřevo listnáčů s póry stejné velikosti**.



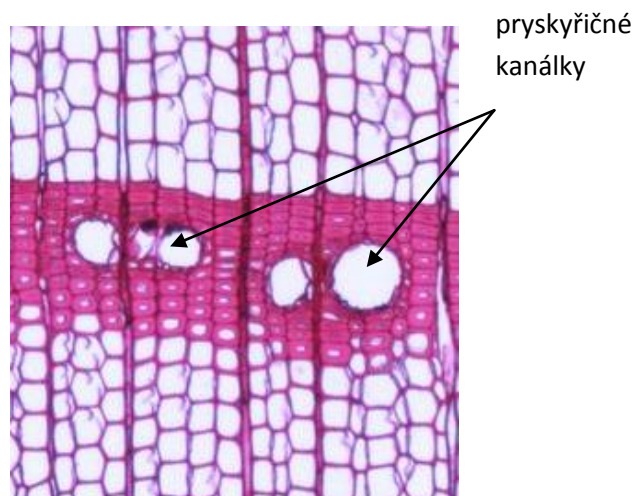
pryskyřice



malé póry

velké póry

Póry na příčném řezu dřeva dubu



pryskyřičné kanálky

Pryskyřičné kanálky na příčném řezu dřeva modřínu

Kontrolní otázky:

1. Jaké struktury lze rozlišit ve vnitřní stavbu stonku?
2. Jaké struktury vytváří střední válec?
3. Co víš o letokruzích?

Úkoly k zamyšlení:

1. Vyjmenujte 10 výrobků, které můžeme zhotovit ze dřeva.
2. Zjistěte další rozdíly mezi dřevem listnáčů a jehličnanů.
3. Zjistěte, které dřevo je nejvhodnější ke stavbě sauny a proč.
4. Zjistěte, které dřevo není vhodné ke stavbě voru a proč.

Dub je symbol síly, díky svému dřevu a dlouhověkosti. V minulosti byly dubové háje posvátnými místy Keltů.

Dřevo je pro člověka důležitou surovinou. Můžeme ho využít ke stavbě, k výrobě nábytku, hudebních nástrojů atd.

10 Pracovní listy – Druhotná stavba stonku dřevin

10.1 Pracovní list č. 1

1) Přiřaď název stromu k jeho borce (borovice, bříza, ořešák, vrba):

A:



B:



C:



D:



2) Vysvětli, čím se liší druhotná stavba stonku od primární stavby stonku:

3) Doplň do věty:

běl – dřevňové paprsky – jádro – pryskyřičné kanálky – pryskyřice – vyzrálé dřevo

- Světlá, mladší, vnější část dřeva, která přiléhá ke kambiu se nazývá _____.
- Tmavší, vnitřní část dřeva, která je v centru kmene se nazývá _____.
- Střední část dřeva, která se liší obsahem vody se nazývá _____.
- _____ jsou světlé, úzké vrstvy dřeva.
- _____ se tvoří u většiny jehličnatých dřevin, ale u listnatých dřevin se nevyskytují. Jsou tvořeny souborem buněk, které jsou schopny nakupit či vyloučit _____.

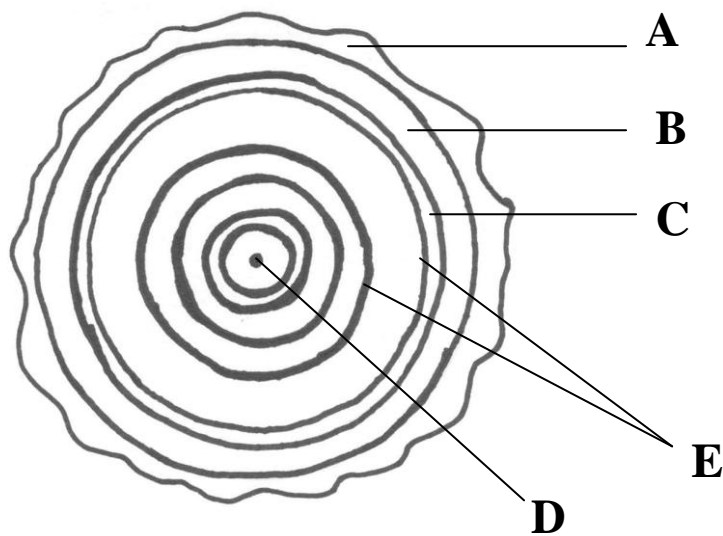
4) Z písmen seřad' slova a napiš jejich charakteristiku

a) P É H O R D L Ě N O T E V I D Ě T U V I

b) Y C K É V S Í Z A V N

c) T Y K O L U R E H

5) Popiš obrázek:



A _____ B _____ C _____

D _____ E _____

6) Je nějaký rozdíl mezi dřevem jehličnatých a listnatých dřevin? ANO – NE

Své rozhodnutí zdůvodni:

7) Zakroužkuj správnou odpověď:

a) Které dělivé pletivo umožňuje tloušťnutí stonku?

cévní svazek – kambium – dřev

b) U kterých stromů se vyskytují pryskyřičné kanálky?

u jehličnanů – u listnáčů – u jehličnanů i listnáčů

c) Která část dřeva se v prvním roce podílí na vedení vody?

kůra – lýko – dřev

d) Která část se nachází nejbližší pod kůrou dřeva?

vrstva lýka – vrstva dřeva – dřev

e) Kterým směrem jsou tvořeny letokruhy?

od kůry ke kambiu – od kambia ke dřevu – od dřevu ke kambiu

8) Seřad', jak jdou za sebou struktury v kmenu od vnějšku do vnitř:

A) DŘEVNÍ ČÁST

B) KŮRA

C) KAMBIUM

D) LÝKOVÁ ČÁST

E) POKOŽKA

F) DŘEV

9) Spoj pojmy, aby byla tvrzení pravdivá:

jarní dřev	chrání strom a zlepšuje jeho vlastnosti
letní dřev	se vyskytují ve dřevě listnáčů
pryskyřice	je na pohled hustší a tmavší
pryskyřičné kanálky	je na pohled světlejší a řidší
póry	se vyskytují ve dřevě jehličnanů

10) Nakresli a popiš cévní svazek:

11) Vysvětli následující pojmy:

Borka _____

Kambium _____

Dřeň _____

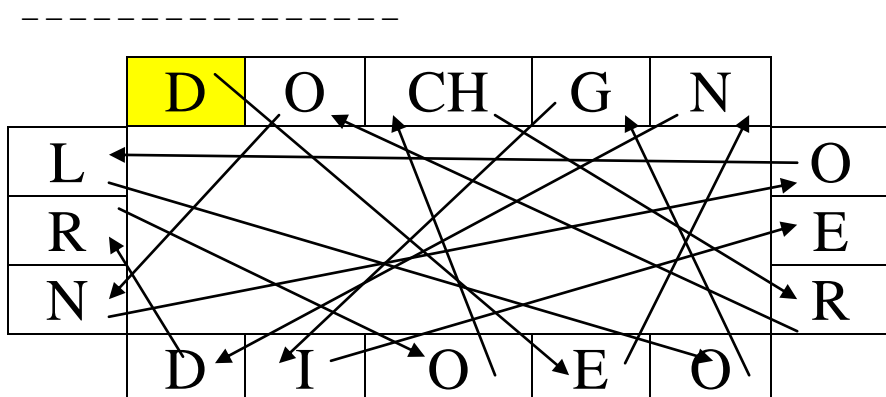
12) Za pomoci knih, učebnice či internetu zjisti, jak se určuje stáří stromů:

13) Pomocí předchozího úkolu urči stáří stromu na obrázku:



10.2 Pracovní list č. 2

1) Spojte písmena a dozvíte se, která věda se zabývá datováním a studiem letokruhů.



2) Začerni tato písmena: E O N C L T V P S R

Dozvíš se, jak se nazývá rostlinné pletivo, díky kterému vzniká sekundární dřevo a sekundární lýko. -----

O	K	E	L	P	S
N	P	S	V	A	R
M	R	E	O	L	C
V	C	S	N	E	B
L	R	V	I	P	T
O	C	U	E	L	M

3) Osmisměrka:

----- je přístroj, kterým pozorovat objekty ve větším zvětšení.

J	N	A	S	A	J
B	Á	O	M	I	A
Ě	K	D	K	R	Z
L	O	Ř	R	Ý	Í
D	Ř	E	V	O	Ř
S	K	Ň	O	P	B

BĚL, BŘÍZA, DŘEŇ, DŘEVO, JÁDRO, JASAN, LÝKO,

10.3 Pracovní list č. 3

1) Dřeviny pod mikroskopem

Pomocí jednotlivých charakteristik a obrázků se dozvíte více o mikroskopické stavbě dřeva. U obou úkolů přiřaďte obrázky k jednotlivým definicím.

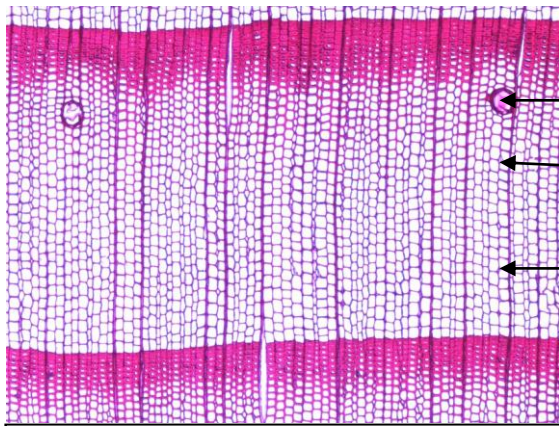
Úkol 1: Roztříděte obrázky dřeva do skupin podle odlišnosti stavby letokruhů na jehličnany, listnáče s póry různé velikosti a listnáče s póry stejné velikosti:

- a) Dřevo jehličnanů má výraznou jarní a letní vrstvu dřeva. Jarní dřevo je světlejší a je ho zde více, než letního dřeva. U některých dřevin se mohou objevovat pryskyřičné kanálky.
- b) Dřevo listnáčů obsahující póry různé velikosti v jednom letokruhu, velmi velké póry v jarním dřevu, malé póry v letním dřevu, proto je dobře viditelná hranice mezi jarním a letním dřevem
- c) Dřevo listnáčů obsahující póry stejné velikosti v jednom letokruhu, špatně viditelná hranice mezi letním a jarním dřevem.

Pomocník: *Pryskyřičné kanálky jsou tvořeny souborem buněk a jejich počet ve dřevě je mnohem menší než počet pórů ve dřevě listnáčů.*

Úkol 2: Přiřaďte obrázky dřeva k jednotlivým druhům dřevin pomocí jejich mikroskopických vlastností:

- a) Bříza – listnatá dřevina, dřevo s póry stejné velikosti v jednom letokruhu. Póry jsou široké a uspořádané v řadách.
- b) Buk – listnatá dřevina, dřevo s póry stejné velikosti. Póry jsou drobné a je jich velký počet.
- c) Dub – listnatá dřevina, dřevo s póry různé velikosti v jednom letokruhu. U jarního dřeva jsou velké póry a je jich menší počet než u letního dřeva, kde jsou drobné.
- d) Jedle – jehličnatá dřevina. Neobsahuje pryskyřičné kanálky. Přejechod mezi jarním a letním dřevem je pozvolný.
- e) Modřín – jehličnatá dřevina. Obsahuje pryskyřičné kanálky, které jsou četné, ale drobné a vyskytují se v letním dřevě.
- f) Smrk – jehličnatá dřevina. Obsahuje pryskyřičné kanálky v jarním dřevě.



Letní dřevo

Pryskyřičné kanálky

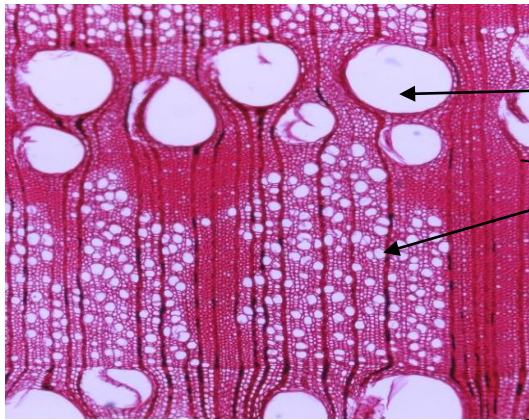
Jarní dřevo

Jeden letokruh

A

SKUPINA:

DRUH DŘEVINY:



Velké póry

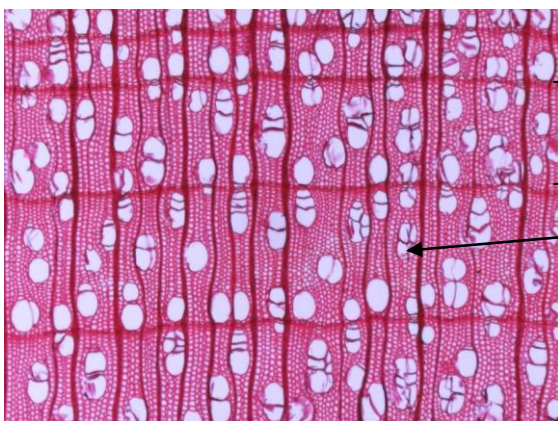
Malé póry

Jeden letokruh

B

SKUPINA:

DRUH DŘEVINY:



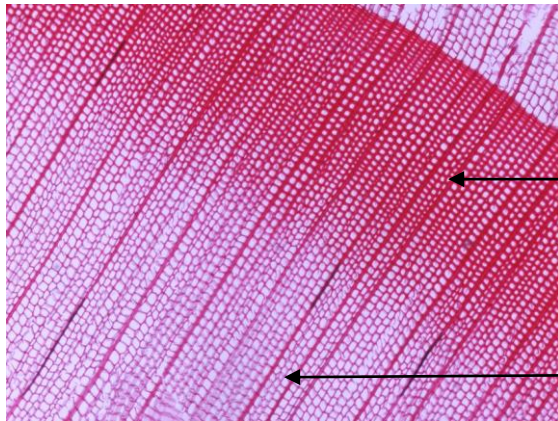
Jeden letokruh

Póry

C

SKUPINA:

DRUH DŘEVINY:

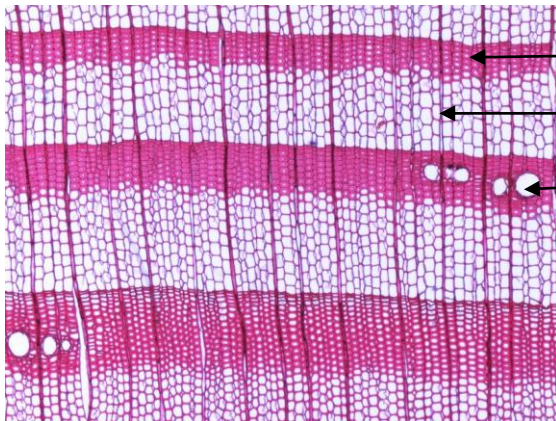


Letní dřevo

Jarní dřevo

Jeden letokruh

D
 SKUPINA:
 DRUH DŘEVINY:



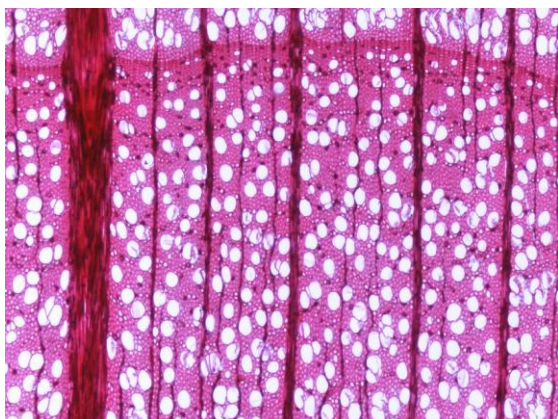
Letní dřevo

Jarní dřevo

Pryskyřičné kanálky

Jeden letokruh

E
 SKUPINA:
 DRUH DŘEVINY:



Jeden letokruh

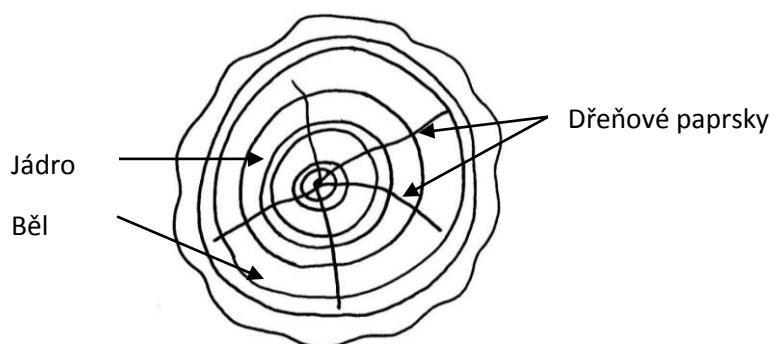
F
 SKUPINA:
 DRUH DŘEVINY:

2) Rozpoznávání dřevin pomocí jejich makroskopických znaků

Pomocí jednotlivých charakteristik přiřaďte dřeviny k jejich dřevu a jejich název zapište do rámečků pod obrázky.

1. Borovice má širokou běl, která má smetanově bílou až okrovou barvu. Jádru není téměř rozeznatelné. Jeho barva je oranžově hnědá až rezavá. Bělové dřevo může být i modrošedé. Kresba letokruhů je výrazná a velmi dobře rozeznatelná.
2. Buk má světle hnědou až pleťově růžovou barvu. Jádru není od běle téměř rozeznatelné. Jeho letokruhy jsou méně viditelné než u borovice.
3. Dub má světle hnědou barvu běli. Jádru má hnědou barvu. Běl je užší než jádru. Letokruhy jsou dobře rozlišitelné.
4. Jasan má běl širší než jádru. Běl je smetanové až světle hnědé barvy. Jádru je tmavohnědé a bývá nepravidelné. Kresba letokruhů je velmi výrazná.
5. Ořech má běl, která je šedobílá, jádru je šedohnědé až šedočerné a střídají se v něm tmavé a světlé pruhy. Hranice letokruhů nejsou příliš výrazné. Může působit nehezským nazelenalým vzhledem.
6. Švestka má běl užší než jádru. Běl má žlutou barvu. Jádru je tmavě hnědé až červeno hnědé s fialovým odstínem a střídají se tmavé a světlé pruhy. Letokruhy jsou dobře rozlišitelné. Dřeňové paprsky jsou zde velmi dobře viditelné.

Pomocník: Běl je vnější část dřeva. Jádru je vnitřní část dřeva, která je v centru kmene. Dřeňové paprsky jsou úzké vrstvy dřeva, které vedou ve směru od dřene či letokruhů k lýku.





A)



B)



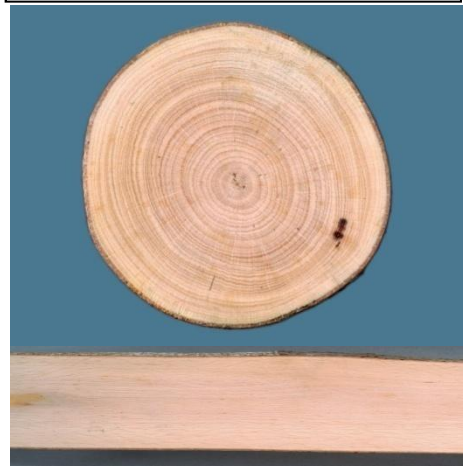
C)



D)



E)



F)

10.4 Pracovní list č. 4

1) Bobtnání a vysychání – dřeva a jeho následné změny

Pomůcky: posuvné pravítko, váha, miska s vodou, pracovní listy, tužka, krychle dřevin (3x3x3cm)

Postup: Jednotlivé vzorky dřevin zvažte a vypočítejte si jejich objem. Následně je ponořte do vody a запиšte si, co se s nimi stalo. Po dvou dnech zkontrolujte vzorky a запиšte si, co se s nimi stalo. Následně vzorky vytáhněte z vody, zvažte je a změřte jejich strany pomocí posuvného měřítka a vypočítejte jejich objem. Vytažené vzorky zanechte v místnosti. Po dalších dvou dnech je znovu zvažte, změřte a запиšte si, co se s nimi stalo.

Získané hodnoty запиšte do tabulky:

		BOROVICE	BŘÍZA	JABLOŇ	LÍPA	RYNGLE
1. měření	váha					
	objem					
2. měření	váha					
	objem					
3. měření	váha					
	objem					

A) Co se stalo s dřevinami při vložení do misky s vodou?

- a) borovice _____
- b) bříza _____
- c) jabloň _____
- d) lípa _____
- e) ryngle _____

B) Co se stalo s dřevinami po dvou dnech ponořených ve vodě?

C) Co se stalo s dřevinami po dvou dnech v místnosti?

2) Zjistěte odpovědi na otázky:

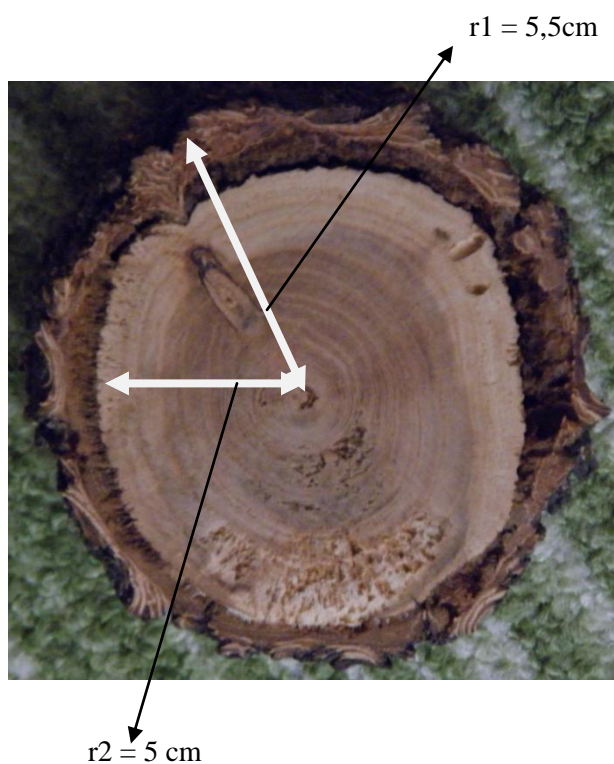
a) Zjistěte, které dřevo není vhodné pro stavbu voru a proč?

b) Zjistěte, které dřevo je nejvíce vhodné pro stavbu sauny a proč?

c) Zjistěte, které dřevo je nejvhodnější k topení a proč?

3) Vypočtete, jakou plochu zaujímá dřevo na řezu kmenem:

Postup: Výpočtem obsahu kruhu pro poloměr r_1 a pro poloměr r_2 a za využití trojčlenky, zjistěte procentuální zastoupení dřeva na řezu kmene.



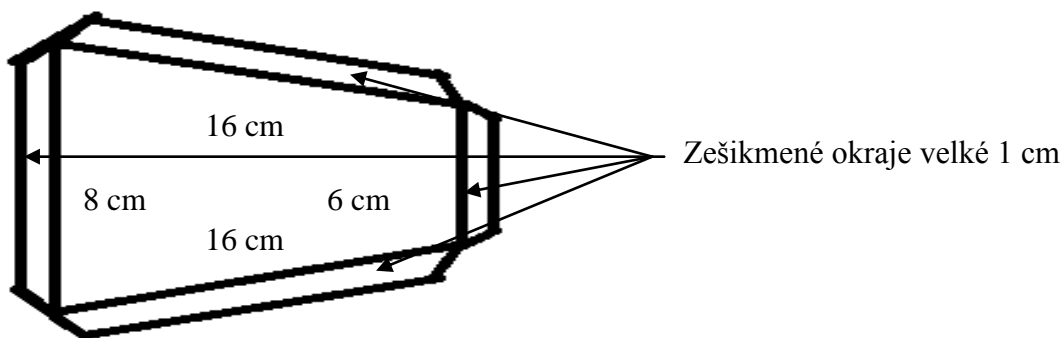
10.5 Pracovní list č. 5

1) Výroba modelu anatomické stavby dřeva

Pomůcky: tvrdý papír A3, pravoúhlý trojúhelník a 30 cm pravítko, tužka, nůžky, lepidlo, izolepa, černý fix

Postup: Na papír si narýsujte model pomocí předlohy a jednotlivé tvary si popište pomocí číslování v závorkách (tvar 1, 2, 3, 4, 5, 6)

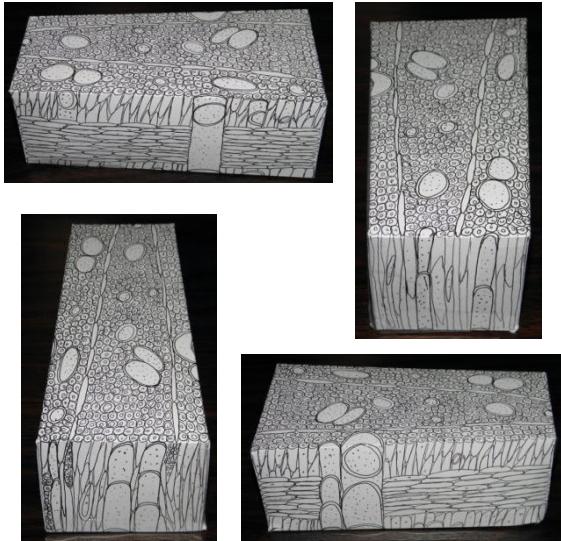
1. Narýsujte dva stejné obdélníky o velikosti 6x16 cm (tvar 1 a 2)
2. Narýsujte dva stejné tvary, jejichž vrchní strana je 8 cm, spodní 6 cm a boční strany mají 16 cm, na každé straně u těchto dvou tvarů narýsujte zešíkmené okraje o velikost 1 cm, na které budete následně jednotlivé tvary lepit (tvar 3 a 4)



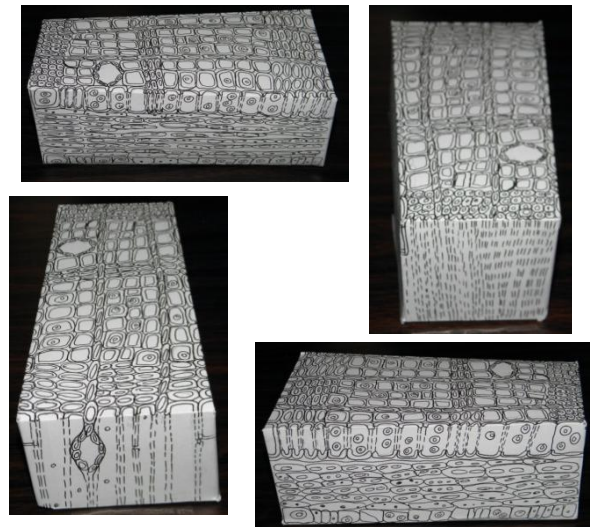
3. Narýsujte obdélník o velikosti 8x6cm (tvar 5)
4. Narýsujte čtverec o velikosti 6x6 cm (tvar 6)
5. Tvary vystříhnete a slepte: tvar 1 přilepte delší boční stranou k delší boční straně ke tvaru 3, na druhou boční stranu tvaru 3 přilepte tvar 2 a na jeho boční stranu přilepte tvar 4, na horní stranu tvaru 3 přilepte tvar 5 delší stranou a na spodní stranu tvaru 3 přilepte tvar 6
6. Vyberte si listnatý nebo jehličnatý model a na svůj model nakreslete jednotlivé znaky tohoto modelu
7. Slepte zbylé strany modelu pomocí izolepy

Předloha anatomického modelu:

Model listnatých dřevin:



Model jehličnatých dřevin:



11 Klíč k pracovním listům

Pracovní list č. 1

1) Přiřaď název stromu k jeho borci:

A: vrba, B: bříza, C: borovice, D: ořešák

2) Vysvětli, čím se liší druhotná stavba stonku od primární stavby stonku:

Druhotná stavba stonku se liší obsahem kambia, které umožňuje tloušťnutí stonku a obsahem feelogénu, který umožňuje tloušťnutí borky.

3) Doplně do věty:

- a) běl
- b) jádro
- c) vyzrálé dřevo
- d) dřeňové paprsky
- e) pryskyřičné kanálky, pryskyřice

4) Z písmen seřaď slova a napiš jejich charakteristiku

- a) druhotně dělivé pletivo – umožňuje ztloušťnutí stonku
- b) cévní svazky – zajišťují rozvod organických a anorganických látek
- c) letokruhy – jsou přírůstky dřeva za jeden rok

5) Popiš obrázek:

- A. kůra
- B. lýko
- C. kambium
- D. dřeň
- E. letokruhy

6) Je nějaký rozdíl mezi dřevem jehličnatých a listnatých dřevin? ANO – NE

Své rozhodnutí zdůvodni: Jehličnaté dřeviny obsahují pryskyřičné kanálky, které se u listnatých dřevin nevyskytují.

7) Zakroužkuj správnou odpověď:

- a) kambium
- b) u jehličnanů
- c) dřeň
- d) vrstva lýka
- e) od dřeně ke kambiu

8) Seřad', jak jdou za sebou struktury v kmenu od vnějšku do vnitř:

- A) POKOŽKA
- B) KŮRA
- C) LÝKOVÁ ČÁST
- D) KAMBIUM
- E) DŘEVNÍ ČÁST
- F) DŘEŇ

9) Spoj pojmy, aby byla tvrzení pravdivá:

jarní dřevo – je na pohled světlejší a řidší

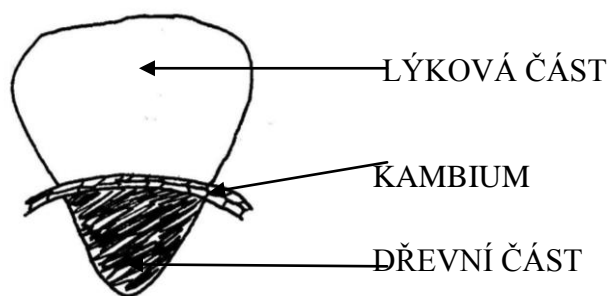
letní dřevo – je na pohled hustší a tmavší

pryskyřice – chrání strom a zlepšuje jeho vlastnosti

pryskyřičné kanálky – se vyskytují ve dřevě jehličnanů

póry – se vyskytují ve dřevě listnáčů

10) Nakresli a popiš cévní svazek:



11) Vysvětli následující pojmy:

Borka je odumřelá povrchová vrstva kůry, která se může odlupovat nebo je rozpukaná.

Kambium umožňuje druhotné tloušťnutí stonku.

Dřeň je světlá část, která se v prvním roce života dřeviny podílí na vedení vody a může se drolit.

12) Za pomoci knih, učebnice či internetu zjisti, jak se určuje stáří stromů:

Stáří stromů se určuje spočítáním letokruhů na pařezu nebo na kmeni stromu.

13) Pomocí předchozího úkolu urči stáří stromu na obrázku:

Na obrázku se nachází 17 let stará dřevina.

Pracovní list č.2

1) Spojte písmena a dozvíte se, která věda se zabývá datováním a studiem letokruhů.

Dendrochronologie

2) Začerni tato písmena: E O N C L T V P S R

Kambium

3) Osmisměrka:

Mikroskop je přístroj, kterým pozorovat objekty ve větším zvětšení.

4) Křížovka:

Letokruhy jsou vytvořeny v průběhu jednoho vegetačního období.

1.	B	Ě	L																
2.		L	E	T	N	I	-	D	R	E	V	O							
3.		S	T	R	O	M													
4.		B	O	R	K	A													
5.			K	U	R	A													
6.		D	R	E	N														
7.	K	A	M	B	I	U	M												
8.					H	U	S	T	O	T	A								
9.		L	Y	K	O														

Pracovní list č. 3

1) Dřeviny pod mikroskopem

A – jehličnan, smrk

B – dřevina listnáče s póry různé velikosti, dub

C – dřevina listnáče s póry stejné velikosti, bříza

D – jehličnan, jedle

E – jehličnan, modřín

F – dřevina listnáče s póry stejné velikosti, buk

2) Rozpoznávání dřevin pomocí jejich makroskopických znaků

A – jasan

B – borovice

C – ořech

D – dub

E – švestka

F – buk

Pracovní list č. 4

1) Bobtnání a vysychání – dřeva a jeho následné změny

		BOROVICE	BŘÍZA	JABLOŇ	LÍPA	RYNGLE
1. měření	váha	10g	14g	22g	10g	16g
	objem	27 mm ³	27 mm ³	27 mm ³	27 mm ³	27 mm ³
2. měření	váha	22g	24g	28g	20g	26g
	objem	28,8 mm ³	30,8 mm ³	27,7 mm ³	29,2 mm ³	30 mm ³
3. měření	váha	10g	16g	24g	12g	18g
	objem	28,6 mm ³	30,1 mm ³	27,3 mm ³	27,4 mm ³	30,1 mm ³

A) Co se stalo s dřevinami při vložení do misky s vodou?

- borovice – výrazně ztmavla barva, dřevo bylo ponořeno více než do poloviny
- bříza – výrazně ztmavla barva, dřevo bylo ponořeno méně než do poloviny
- jabloň – barva ztmavla, dřevo bylo ponořeno nejvíce ze všech
- lípa – barva se téměř nezměnila, dřevo bylo ponořeno do poloviny
- ryngle – barva se téměř nezměnila, dřevo bylo ponořeno více než do poloviny

B) Co se stalo s dřevinami po dvou dnech ponořených ve vodě?

Barva všech dřevin výrazně ztmavla.

Všechny dřeviny byly ponořeny více než do poloviny a jabloň plavala pod hladinou.

C) Co se stalo s dřevinami po dvou dnech v místnosti?

Barva všech dřevin výrazně ztmavla.

Dřevo ryngle popraskalo následkem vysychání, a proto byl jeho objem při měření větší. (tento děj nemusí vždy proběhnout)

2) Zjistěte odpovědi na otázky:

- a) Zjistěte, které dřevo není vhodné pro stavbu voru a proč?

Nevhodnou dřevinou ke stavbě voru je guajak, protože má vysokou hustotu a znemožňuje dřevu udržení nad hladinou.

- b) Zjistěte, které dřevo je nejvíce vhodné pro stavbu sauny a proč?

Nejvhodnější listnatou dřevinou je topol (osika), protože je dřevo měkké, bez suků, pryskyřice a třísek a nezahřívá se.

- c) Zjistěte, které dřevo je nejvhodnější k topení a proč?

Nejvhodnější jsou tvrdé dřeviny (dub, buk aj.), protože zanechávají rozžhavené uhlíky a dlouho z nich sálá teplo.

3) Vypočtěte, jakou plochu zaujímá dřevo na řezu kmene:

Výsledky:

$$\text{obsah } r1 = 34,56\text{cm}^2$$

$$\text{obsah } r2 = 31,41 \text{ cm}^2$$

Procentuální zastoupení dřeva na řezu kmene je 91 %.

12 Metodika k pracovním listům – Druhotná stavba stonku dřevin

Pracovní listy jsou určeny pro žáky 7. třídy základní školy do hodin a seminářů přírodopisu. Postup k pracovním listům je pouze doporučený, učitel může pracovní listy použít dle svého uvážení, využít je k domácímu cvičení či s nimi pracovat přímo ve výuce. Učitel může v hodině využít jen některé pracovní listy či úkoly v nich zařazené. Pracovní listy pomáhají při doplnění, opakování a prohloubení znalostí učiva druhotné stavby stonku. Žáci mohou pracovat jednotlivě či ve dvojicích. Během práce mohou využít učebnici, dostupnou literaturu, nebo internet, čímž se učí samostatně práci. Na závěr hodiny proběhne společná kontrola vypracovaných pracovních listů.

Pracovní list č. 1

Téma	Makroskopická a mikroskopická stavba dřevin
Časová náročnost	40 minut
Organizace	Samostatná práce do hodiny
Cíl hodiny	Doplnění, zopakování a prohloubení učiva o druhotné stavbě stonku, porozumění textu, práce s obrázky.
Mezipředmětové vztahy	Český jazyk
Pracovní postup	Učitel na začátku hodiny žákům rozdá pracovní listy a nechá je úkoly samostatně vypracovat. Žáci mohou při zpracování úkolu využít učebnici, internet nebo dostupnou literaturu. Na konci hodiny si třída s učitelem společně zkontroluje úkoly.

Pracovní list č. 2

Téma	Zábavné luštění
Časová náročnost	15 minut
Organizace	Samostatná práce na domácí cvičení
Cíl hodiny	Zopakování a prohloubení učiva o druhotné stavbě stonku.
Mezipředmětové vztahy	Český jazyk
Pracovní postup	Učitel na konci hodiny rozdá žákům pracovní listy a nechá je tyto listy vypracovat za domácí úkol. Žáci mohou při zpracování úkolu využít učebnici. V následující hodině si třída s učitelem společně zkontroluje úkoly.

Pracovní list č. 3

Téma	Rozpoznávání dřevin podle makroskopických a mikroskopických znaků
Časová náročnost	30 minut
Organizace	Samostatná práce
Cíl hodiny	Doplnění, zopakování a prohloubení učiva o druhotné stavbě stonku, porozumění textu, práce s obrázky.
Mezipředmětové vztahy	Český jazyk
Pracovní postup	Učitel žákům na začátku rozdá pracovní listy a následně žáky nechá pracovat samostatně. Žáci úkol vypracovávají pomocí svých znalostí. Na konci hodiny si třída s učitelem společně zkontroluje úkoly.

Pracovní list č. 4

Téma	Vlastnosti dřeva
Časová náročnost	5 dnů
Organizace	Skupinová práce
Cíl hodiny	Seznámit žáky s některými vlastnostmi dřeva při styku s vodou a zdokonalení jejich schopností v samostatném učení.
Mezipředmětové vztahy	Matematika Pracovní činnosti
Pracovní postup	Učitel na začátku týdne rozdá pracovní listy a vysvětlí žákům zadání úkolu. Následně bude pokračovat podle postupu v pracovním listu. Pro vypracování druhého úkolu je možné čerpat z internetových stránek (např: http://www.wellnesslife.cz/spawellness/jake-drevo-pro-saunu/ , http://hobby.idnes.cz/cim-nejlepe-zatopit-v-krbu-ne-kazde-drevo-je-vhodne-fwc-/hobby-domov.aspx?c=A081014_152555_hobby-domov_lis , http://www.drevostavitel.cz/clanek/ktere-drevo-je-nejlepsi). Třetí úkol vypracují žáci během hodiny přírodopisu.

Pracovní list č. 5

Téma	Výroba anatomického modelu
Časová náročnost	90 minut
Organizace	Samostatná práce
Cíl hodiny	Model anatomické stavby dřeva, lze využít jako pomůcka ve výuce hodiny přírodopisu. S jeho pomocí si žáci dokáží lépe představit a pochopit rozdílnost mikroskopické stavby u jehličnatých a listnatých dřevin.
Mezipředmětové vztahy	Výtvarná výchova
Pracovní postup	Učitel rozdá žákům pracovní list a podle postupu v něm bude dále pokračovat.

13 Závěr

Bakalářská práce se soustřeďuje na sjednocení poznatků o druhotné stavbě stonku a na využití tohoto tématu v hodinách přírodopisu 7. ročníku na základních školách.

Bakalářská práce je zaměřena na shrnutí poznatků o druhotné stavbě stonku ať už z hlediska vzniku dřeva, jeho makroskopické a mikroskopické stavby, fyzikálních a mechanických vlastnostech nebo jeho využití. V práci je poukázáno na rozdíly ve stavbě jehličnatých a listnatých dřevin.

Na základě srovnání učiva vyplynulo, že nejvíce informací o stavbě stonku dřevin uvádí učebnice ČGS – Natura a v učebnicích Nová škola a SPN je poznatků o daném tématu nejméně.

Dále bylo zhotoveno 5 pracovních listů, které celkem obsahují 23 úkolů, které jsou zaměřeny na teoretické poznatky o stavbě dřeva, zábavné luštění, rozpoznávání dřevin pomocí mikroskopických a makroskopických znaků, praktické úkoly a výrobu modelu anatomické stavby dřeva. K pracovním listům byl vytvořen klíč a metodika pro učitele.

Na základě prostudování učebnic byl tvořen návrh výkladového textu – Stonek dřevin (druhotná stavba stonku), tak aby byl přiměřený k věku žáků a byly zde použity a objasněny následující pojmy – kambium, cévní svazky, kůra, borka, vrstva lýka, vrstva dřeva, dřeň, střední válec, letokruhy, jarní dřevo, letní dřevo a póry.

14 Citované zdroje

Atlas dřevin. *Mikroskopický atlas dřevin*. [online]. 1.4.2015 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: http://fld.czu.cz/~zeidler/atlas_drev/index909b.html?sekce=atlas

BALABÁN, K. *Nauka o dřevě*. Praha: SZN, 1955.

Barva, lesk a textura dřeva. *Dřevo centrum*. [online]. 10.3.2015 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://drevo.celyden.cz/funkcni-vlastnosti-dreva/barva-lesk-a-textura-dreva/>

BOBÁK, M.; a kol. *Anatómia a morfológia rastlín*. 1. vyd. Bratislava: SPN, 1992. 395 s. ISBN 80-08-00687-0

CORBETT, S. *Práce se dřevem: kompletní praktická příručka: ucelený soubor návodu pro domácí kutily*. 1. vyd. Dobřejovice: Rebo Productions, 2002, 256 s. ISBN 8072342126.

ČABRADOVÁ, V. *Přírodopis 7: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2005, 128 s. ISBN 80-723-8424-4.

ČERNÍK, V. *Přírodopis 7: zoologie a botanika: pro základní školy*. 1. vyd. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2008, 135 s. ISBN 978-807-2353-873.

ČTK. Nejvyšší strom Česka roste na Jablonecku, má přes 64 metrů. *deník.cz*. [online]. 20.3.2015 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: http://www.denik.cz/z_domova/nejvyssi-strom-ceska-roste-na-jablonecku-ma-pres-64-metru-20141023.html

DOBRORUKA, L. J. *Přírodopis: pro 7 ročník základní školy*. 2. vyd. Praha: Scientia, 2003, 151 s. ISBN 80-718-3302-9.

DRÁPELA K., ZACH J. *Dendrometrie (Dendrochronologie)*. Brno: ediční středisko MZLU v Brně, 1995. ISBN 80-7157-178-4.

Dřevo od A do Z. 5. vyd. Překlad L. Mikulka. Čestlice: Rebo pro Klub čtenářů, 2013, 427 s. ISBN 978-80-255-0717-9.

Dřevo. *MSDK Moravskoslezský dřevařský klastr*. [online]. 8.3.2015 [cit. 2015-03-08]. Dostupné z: <http://www.msdk.cz/projekty/op-vk-oblast-podpory-1-1-zvysovani-kvality-ve-vzdelavani/o-projektu/zajimavosti-ze-sveta-dreva/drevo/>

GANDELOVÁ L., ŠLEZINGEROVÁ J. *Stavba dřeva*. Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7375-966-7.

HEDVÁBNÁ, H. *Přírodopis: učebnice*. Ilustrace Hana Berková. Brno: Nová škola, c2008, 96 s. Duhová řada. ISBN 978-807-2890-934.

HESS, D. *Fyziologie rostlin: Pflanzenphysiologie ; Přelož. A. Činčerová, M. Dvořák, J. Krekule*. Praha: Academia (Praha), 1983, 341 s., lit.

HORÁČEK P., GANDELOVÁ L. a ŠLEZINGEROVÁ J. *Nauka o dřevě*. Vyd. 3., nezměn. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2009, 176 s. ISBN 978-80-7375-312-2.

Image galleries with a bite!. *pixshark.com*. [online]. 1.4.2015 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://pixshark.com/cherry-wood-tree.html>

I stromy mají své rekordmany. *Lesy ČR*. [online]. 20.3.2015 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <https://www.lesy.cz/o-nas/casopis-lesu-zdar/Stranky/i-stromy-maji-sve-rekordmany.aspx>

JURČÁK, J., FRONĚK J. *Přírodopis 7*. Olomouc: Prodos, 1998, 143 s. ISBN 80-723-0015-6.

KVASNIČKOVÁ, D. *Ekologický přírodopis pro 7. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. 3. vyd. Praha: Fortuna, 2006, 2 sv. ISBN 80-7168-984-x.

LADA, S. *Technické Materiály Pro Studující Učitelství 1. Stupně Základní školy* 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1981.

LEPIL, O. *Teorie a praxe tvorby výukových materiálů: zvyšování kvality vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010, 97 s. ISBN 978-80-244-2489-7.

MALENINSKÝ, M. *Přírodopis pro 7. ročník: učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií: obratlovci, vyšší rostliny*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti, 2006, 128 s. ISBN 80-860-3466-6.

MATOVÍČ, A. *Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva a materiálů na bázi dřeva: určeno pro posl. lesnické fak., obor dřevařský a lesnický*. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1993, 212 s. ISBN 80-7157-086-9.

MATOVÍČ, A. *Nauka o dřevě*. 3. nezměn. vyd. Brno: VŠZ, 1988, 159 s.

Mendelu.cz [online]. [cit. 1.4.2015]. Dostupný z:

http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/obrazky/organologie/sekundarni_s_tonek_velky.gif

MUSIL, I., HAMERNÍK J. *Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: lesnická dendrologie 1*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2007, 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9.

NEJSTARŠÍ ŽIJÍCÍ STROMY. *Novodvorská alej*. [online]. 20.3.2015 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://novodvorskaalej.webnode.cz/stromove-rekordy/nejstarsi-stromy/>

PATŘIČNÝ M. Vlastnosti dřeva. *Mezistromy*. [online]. 14.3.2015 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.mezistromy.cz/cz/vyuziti-dreva/vlastnosti-dreva>

PATŘIČNÝ, M. *Dřevo krásných stromů*. 3.vyd., Praha: Grada, 2005, 128, [7] s. obr. příl. ISBN 80-240-0651-0.

PAVLOVÁ, L, FISCHER L. *Růst a vývoj rostlin*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2011, 325 s. ISBN 978-80-246-1913-2.

POKORNÝ, J. *Stromy*. 1. české vyd. Ilustrace V. Matoušová, M. Konečná. Praha: Aventinum, 1998, 223 s. Krystal. ISBN 80-715-1045-9.

PROCHÁZKA, S. *Botanika: morfologie a fyziologie rostlin*. 1. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1998, 242 s. ISBN 80-7157-313-2.

PRŮCHA, J. *Učebnice: teorie a analýzy edukačního média: příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky*. Brno: Paido, 1998, 148 s. Edice pedagogické literatury. ISBN 80-85931-49-4.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. 126 s. [cit. 2015-03-11]. Dostupné z WWW: http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf

RUSHFORTH, K. *Svět stromů: průvodce lesem, parkem, okrasnou zahradou*. Vyd. 1. Ilustrace G. Tomblin, A. Winterbotham. V Praze: Granit, 2006, 287 s. ISBN 80-7296-051-2.

SOCHA V. *Rekordy světa rostlin*. *DinosaurBlog*. [online]. 20.3.2015 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <https://dinosaurblog.wordpress.com/2012/10/10/rekordy-sveta-rostlin/>

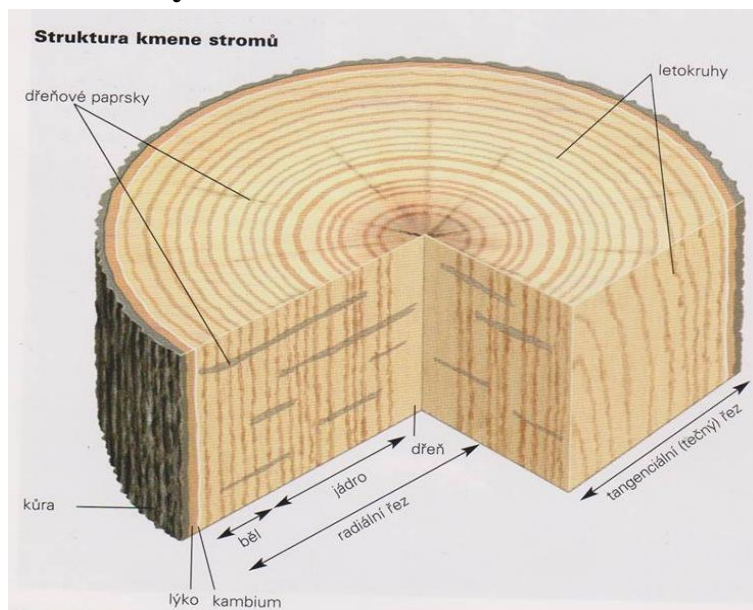
VANIN, S. I. *Nauka o dřevě*. Vyd. 1. Praha: 1955.

VINTER, V. *Rostliny pod mikroskopem: základy anatomie cévnatých rostlin*. 2., dopl. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 9788024422237.

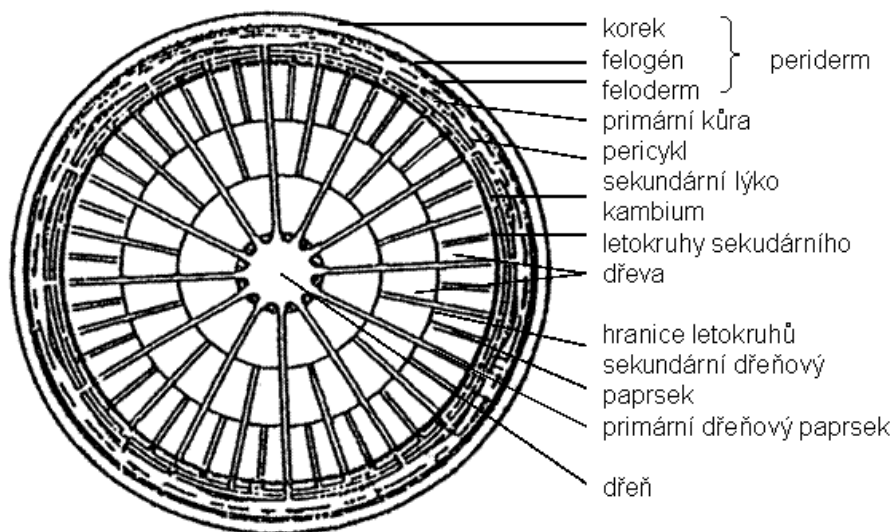
VOTRUBOVÁ, O. *Anatomie rostlin*. 3., přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 2010, 192 s. ISBN 9788024618678.

ZEIDLER A. Glossary. *Faculty of Forestry and Wood Sciences*. [online]. 1.4.2015 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: http://fld.czu.cz/~zeidler/timber_atlas/nextpages/glossary.html

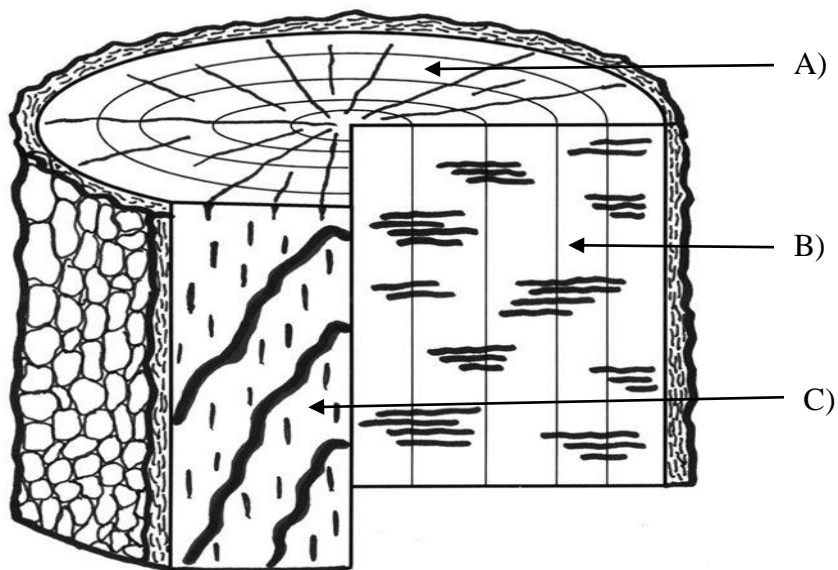
15 Přílohy



Obr. 1 Popis struktury kmene stromů (Corbet 2002, str. 12)



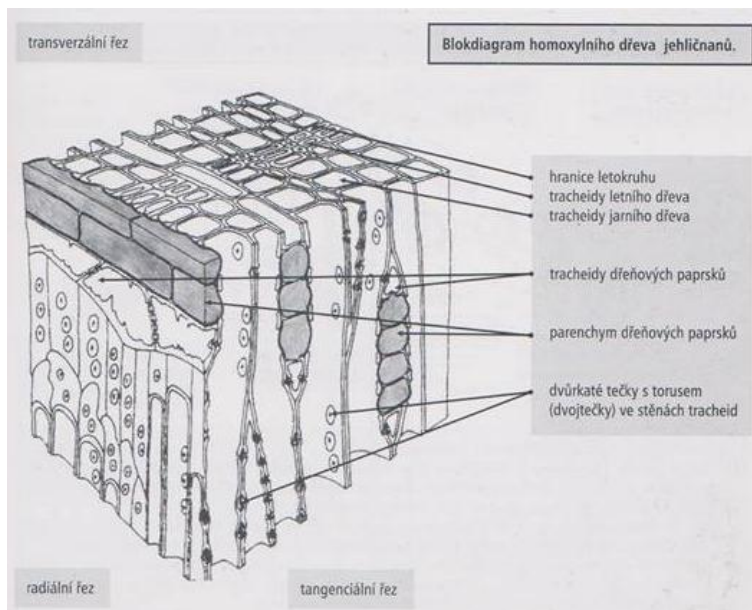
Obr. 2 Popis mikroskopické struktury dřevin (Mendelu.cz [online].)



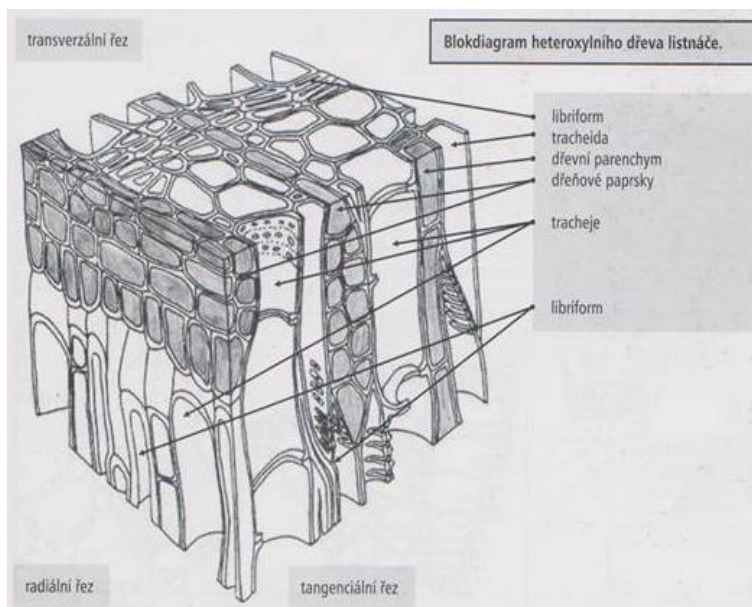
Obr. 3 Popis 3 základních řezů dřevem – A) příčný (transverzální), B) radiální (středový), poloměrovým), C) tangenciální (tečnový), (Zeidler Aleš. Glossary. *Faculty of Forestry and Wood Sciences*. [online].)



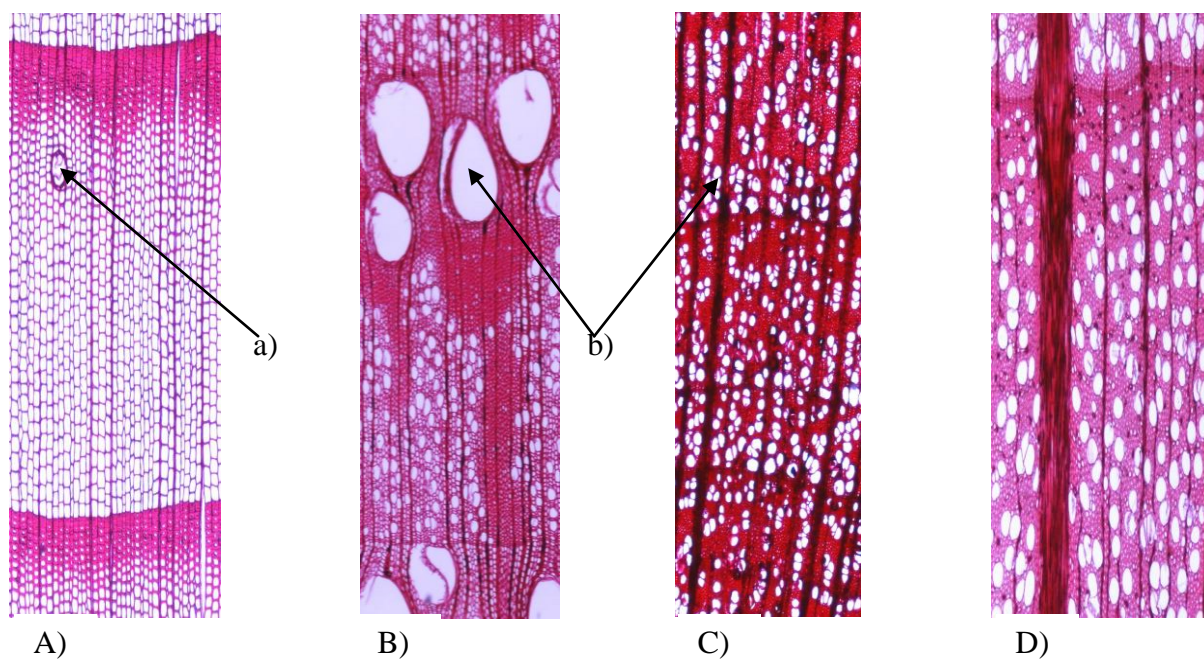
Obr. 4 Ukázka běli a jádra na třešni (Image galleries with a bite!. *pixshark.com*. [online].)



Obr. 5 Anatomická stavba jehličnaté dřeviny na transverzálním, radiálním a tangenciálním řezu (Vinter 2009, str. 97)



Obr. 6 Anatomická stavba listnaté dřeviny na transverzálním, radiálním a tangenciálním řezu (Vinter 2009 str. 97)



Obr. 7 Rozlišení dřevin, podle odlišnosti letokruhů – A) smrk, jehličnatá dřevina, B) dub, listnaté kruhově pórovité dřevo C) třešeň, listnaté polokruhovitě pórovité dřevo D) buk, listnaté roztroušeně pórovité dřevo a ukázka rozdílu mezi a) pryskyřičným kanálkem a b) cévami (Atlas dřevin. *Mikroskopický atlas dřevin*. [online].)

ANOTACE

Jméno a příjmení:	Adéla Kykrychová
Katedra:	Katedra biologie PdF UP
Vedoucí práce:	RNDr. Olga Vránová, Ph.D.
Rok obhajoby:	2015

Název práce:	Poznatky o stavbě dřeva a jejich začlenění do výuky přírodopisu
Název v angličtině:	The structure of wood and its integration in biology teaching
Anotace práce:	Bakalářská práce soustřeďuje poznatky o stavbě stonku dřevin, anatomické stavbě dřeva a vlastnostech dřeva. Obsahuje srovnání výkladového textu věnovaného stavbě dřevnatého stonku v různých učebnicích přírodopisu a návrh na didaktické zpracování tohoto tématu (výkladový text, pracovní listy).
Klíčová slova:	anatomie stonku, mikroskopická stavba dřeva, makroskopická stavba dřeva, dřevo jehličnanů, dřevo listnáčů, pracovní listy
Anotace v angličtině:	Bachelor thesis contains knowledges about construction stem of wood, about anatomic construction of wood and of its properties. The thesis contains comparing of expository text which is in schoolbook of natural history and suggestions of didactic processing of this theme (expository text, working sheets)
Klíčová slova v angličtině:	anatomy of stem, microscopic structure of wood, macroscopic structure of wood, conifer wood, dicot wood, working sheets
Přílohy vázané v práci:	4 stránky příloh
Rozsah práce:	64 stran včetně příloh
Jazyk práce:	Český jazyk