

Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci

Katedra botaniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Magdaléna Stříteská

**Srovnání morfologie příčných řezů jehlic borovic (genus *Pinus*)**

Vedoucí práce: RNDr. Radim J. Vašut, Ph.D.

Obor: Biologie – Geologie a ochrana životního prostředí

Místo a datum odevzdání: Olomouc, květen 2010

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně podle metodických pokynů vedoucího práce a za použití uvedené literatury.

V Olomouci, 8. května 2010

.....

Magdaléna Stříteská

## Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu práce RNDr. Radimu J. Vašutovi, Ph.D. za pomoc při sběru materiálu, odborné vedení a čas, který mi věnoval při konzultacích mé práce, především však za trpělivost. Chtěla bych rovněž poděkovat RNDr. Dagmar Skálové, Ph.D. a doc. RNDr. Michaele Sedlářové, Ph.D. za uvedení do laboratorní a mikroskopické práce. Dále bych chtěla poděkovat svojí mamince, bez jejíž podpory by tato práce nemohla vzniknout.

# 1. BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

Jméno a příjmení: Magdaléna Stříteská  
Název práce: Srovnání morfologie příčných řezů borovic  
Typ práce: Bakalářská práce  
Pracoviště: Katedra botaniky  
Vedoucí práce: RNDr. Radim J. Vašut, Ph.D.  
Konzultant práce: RNDr. Dagmar Skálová, Ph.D.  
Rok obhajoby práce: 2010  
Abstrakt:

Práce má za úkol seznámit čtenáře s oborem dendrologie se zaměřením na jehličnany, s jejich charakteristikou a postavením rodu *Pinus* (borovice) v systému rostlin, krátce charakterizovat vybrané druhy borovic a zdokumentovat morfologické znaky, pozorovatelné na příčném řezu jejich jehlicemi.

Z didaktického hlediska by tato práce měla být přínosem pro názornou prezentaci morfologických odlišností jehlic jednotlivých druhů borovic ve výuce dendrologie na středních či vysokých školách.

Klíčová slova: dendrologie, borovice (*Pinus*), jehlice  
Počet stran: 39  
Jazyk: český

## 2. BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION

Autor's first name  
and surname: Magdaléna Stříteská  
Title: Comparative morphology of the pine needles (genus  
*Pinus*)  
Type of thesis: Bachelor  
Department: Department of Botany  
Supervisor: RNDr. Radim J. Vašut, Ph.D.  
Co-supervisor: RNDr. Dagmar Skálová, Ph.D.  
Year of the Thesis defence: 2010  
Abstract:

This thesis should familiarize readers with the field of Dendrology focused on conifers, with their characteristics and status of the genus *Pinus* (pine) on plants and briefly describe the selected species of pines and documented morphological characters observable on transverse section of the needles.

From the didactic point of view this work should be beneficial to the visual presentation of the morphological differences pine needles of various species in teaching Dendrology on high schools and universities.

Keywords: Dendrology, pine (*Pinus*), needles  
Number of pages: 39  
Language: Czech

### 3. OBSAH

1. BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE.....	4
2. BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION.....	5
3. OBSAH.....	6
4. ÚVOD.....	7
4.1 Dendrologie .....	7
4.2 Zařazení rodu <i>Pinus</i> do systému rostlin.....	8
4.3 Anatomická stavba listu jehličnanů.....	11
4.3.1 Obecná charakteristika stavby listů jehličnanů.....	11
5. METODIKA A MATERIÁL.....	13
5.1 Rostlinný materiál.....	13
5.2 Metodika zhotovování mikroskopických preparátů.....	15
5.3 Metodika pořizování mikrofotografií.....	15
5.4 Literatura použitá v kapitole Výsledky práce.....	16
6. VÝSLEDKY PRÁCE.....	17
6.1 Přehled studovaných druhů borovic a jejich charakteristika.....	17
6.2 Fotografická část.....	25
6.3 Komentáře a vysvětlivky k fotografické části.....	32
6.3.1 Použité zkratky.....	32
6.3.2 Struktury pozorovatelné na průřezu jehlicí borovice.....	32
6.3.3 Určení materiálu s nejistým zařazením.....	33
7. DISKUZE.....	35
8. ZÁVĚR.....	37
9. LITERATURA.....	38

## 4. ÚVOD

### 4.1 DENDROLOGIE

Dendrologie je vědní obor, v jehož rámci jsou studovány dřeviny. Samotný název – dendrologie - vznikl z řeckých slov *dendron* = strom a *logos* = slovo, řeč, myšlení (-logie, -logia = nauka). Dendrologie je tedy nauka o stromech, přeneseně i nauka o dřevinách (JENÍK 1998 sec. MUSIL 2007).

Protože je obtížné stanovit přesné hranice mezi dřevinami a bylinami, musíme se spokojit s ne zcela přesně vymezující charakteristikou, že dřevina musí mít alespoň z části zdřevnatělou nadzemní část (stonek), nehynoucí po první vegetační sezóně, a musí být rostlinou vytrvalou (MUSIL 2007). Úradníček (2009) definuje dřeviny jako víceleté rostliny, jejichž nadzemní části druhotně tloustnou a dřevnatějí, postupně vytvářejí kmeny a větve kryté kůrou (borkou), během životního cyklu vícekrát kvetoucí a plodící.

Ke dřevnatění dochází vlivem prostupování rostlinných pletiv látkou, kterou nazýváme lignin - dochází k jejich zpevnění (inkrustaci ligninem). Hlavními stavebními složkami dřeva jsou: celulóza (základní stavební materiál všech rostlin) 40-50%, hemicelulóza 25-40% a lignin 18-35% (THOMAS 2000 sec. MUSIL 2007). Důležitým znakem dřevin, především stromů, je způsob větvení adultního (dospělého) stonku, celkové rozměry a tvar a struktura koruny.

Dřeviny jako takové netvoří taxonomicky ucelený výsek rostlinného systému, jako je tomu např. u mechů či řas, ale řadí se do společné skupiny díky evoluční konvergenci, kdy u nepříbuzných druhů dochází k podobnému vývoji, zde konkrétně dřevnatění nadzemních částí rostliny. Dřeviny jsou považovány za evolučně původní vývojový typ kvetoucích rostlin, byliny jsou považovány za evolučně typ odvozený. U některých taxonomických skupin došlo ke vzniku dřevin sekundárně (např. čeled' *Asteraceae*).

Dle habitu lze dřeviny členit na stromy (latinsky *arbor*, *arbores*), vyznačující se zřetelným kmenem; keře (*frutex*, *frucites*), celé zdřevnatělé, větvcí se od spodu (bazipetálně); drobné trpasličí keře či keříky (*fruticulus*), větvcí se hustě nad zemí a vzrůstem např. jen do 0,8 m; polokeře (*suffrutex*, *suffrutices*); polštářovité dřeviny s nahlučenými krátkými větvemi a dřevnaté liány. (POLENO 1995) I toto rozdělení je však nepřesné, protože lze uplatnit jen u

zdravých jedinců, kteří nebyli ve svém růstu omezováni negativními vlivy stanoviště. Mnohé druhy dřevin mohou mít v závislosti na prostředí charakter jak keře, tak i stromu. Jako příklad může posloužit borovice lesní *Pinus sylvestris*, jilm habrolistý či některé druhy vrb (např. vrba jíva).

Počátky dendrologie spadají do poloviny 19. století a jsou do značné míry spojeny s rozvojem tehdejšího německého lesnictví. První dendrologické učební texty byly mnohdy součástí učebnic pěstění lesů. Nejvýznamnější v našem lesním hospodářství jsou dřeviny původní, tedy domácí, planě rostoucí (autochtonní, či indigenní, aborigenní), zatímco dřeviny nepůvodní, cizokrajné (introdukované, allochtonní či adventivní nebo hemerochorní) plošně zaujímají jen asi 1.5-2% z celkové výměry lesů (MUSIL 2007).

Z technického hlediska dělíme dřeviny na jehličnaté (konifery, angl. Conifers, softwood, needle trees) a listnaté (angl. Hardwoods, broadleaved trees), což zhruba odpovídá rostlinám nahosemenným (oddělení *Gymnospermae*) a krytosemenným (oddělení *Angiospermae*, *Magnoliophyta*).

## 4.2 ZAŘAZENÍ RODU *PINUS* DO SYSTÉMU ROSTLIN

V rámci své práce jsem se zaměřila na rod *Pinus* (borovice), proto bude v úvodu uveden pouze výčet systému vedoucí k tomuto rodu.

(dle NOVÁKA a SKALICKÉHO 2009):

GYMNOSPERMICKÉ ROSTLINY – nahosemenné

Odd. Pinophyta – jehličnany

Tř. Pinopsida – jehličnaté

Řád: Pinales – borovicotvaré

Čel.: Pinaceae – borovicovité

Rod: *Pinus* – borovice



## **GYMNOSPERMOPHYTAE = NAHOSEMENNÉ ROSTLINY**

Vývojový stupeň cévnatých rostlin s dokonalou převahou sporofytu (vlastní rostliny) nad gametofytem. Dřeviny s otevřenými kolaterálními cévními svazky, činností kambia druhotně tloustnoucí. Vodivými elementy xylému jsou tracheiny, ve floému chybějí původní buňky sítkovic. Listy mají většinou stále zelená, vyměňují se v průběhu několika let, zřídka každoročně opadávají. Jednopohlavné, drobné, bezobalné květy zpravidla skládají šištice květenství (strobily), zahrnující druhy jednodomé i dvoudomé. Mikrosporofyty (tyčinky) jsou šupinovité, seskupené v mikrostrombily (šišticovité soubory tyčinek) a mají jedno nebo několik mikrosporangí (prašníky) s mikrosporiemi (pylová zrna).

Megasporofyty se označují jako semenné (plodní) šupiny, megasporangia jsou vajíčka, soubor listenů a semenných šupin tvoří šištice (conus), která je za zralosti suchá (se semennými šupinami blanitými – smrk, dřevnatými – borovice, kožovitými – zerav) nebo dužnatá – jalovec. Vajíčka jsou volně přístupná pilovým zrnům, obsahují primární (n) endosperm. Opylení nastává větrem – anemofilie. Pylová láčka vrostle do archegoniem vyloučené tekutiny, uvolní samčí gamety a dojde k oplození za vzniku zygoty a embrya.

Vajíčka mají zpravidla jedinou funkční megasporu, která vajíčko neopouští a vyrůstá v samičí gametofyt, který je zcela závislý na sporofytu. Vajíčka s megasporami nejsou chráněna a dozrávají v semena s diploidním embryem a haploidním endospermem (NOVÁK a SKALICKÝ 2009). Nahosemenné rostliny dosáhly hlavního rozvoje v období druhohor.

### **Třída: PINOPSIDA – JEHLIČNATÉ ROSTLINY**

Jehličnany jsou dřeviny stromového nebo keřového vzrůstu s monopodiálně, řidčeji sympodiálně rozvětveným kmenem s makroblasty a brachyblasty. Kmen s otevřenými kolaterálními cévními svazky tloustne sekundární činností druhotného meristému. Tracheiny jsou tlustostěnné s jednou řadou dvůrkatých ztenčení (ZLATNÍK 1970).

Listy jehlicovité nebo eliptické šupinovité, většinou s jedinou žilkou (zřídka se souběžnou žilnatinou), vytrvávají většinou několik let. Mikrosporofyty a megasporofyty jsou v oddělených strobilačních souborech, rostliny až dvoudomé. Mikrosporofyty nesou na spodní straně 20 – 2 mikrosporangia, produkující mikrospory (pylová zrna). U megastrobilů v úžlabí podpůrných šupin vyrůstají šupiny semenné, někdy podpůrná a semenná šupina srůstají. Na bázi semenné šupiny jsou obvykle 2 nahá vajíčka. Ve vajíčku se vytvářejí archegonia (NOVÁK a SKALICKÝ 2009).

Rostliny anemofilní, pylové zrno zachycené na polinační kapce je jejím vysycháním vtaženo do pylové komory vajíčka, v níž pylové zrno klíčí. Embryo má několik nebo jen dvě dělohy. Původ *Pinopsid* byl nejspíše v blízkosti základů *Cordaitopsid* a objevily se již koncem karbonu.

### **Řád: PINALES – BOROVIČOTVARÉ**

Zpravidla mohutné vysokokmenné rostliny s rozsáhlým sekundárním dřevem a význačnými letokruhy. Mají jednoduché jednožilné listy – typická mikrofylie. V mikrosporách (pylová zrna) jsou zpravidla tři buňky, na semenné – plodní šupině jsou nejčastěji dvě jednoobalná vajíčka. Semena jsou nejčastěji křídlatá.

### **Čeleď: PINACEAE – BOROVIČOVITÉ**

Jednodomé, stálezelené, vzácně opadavé stromy, zřídka keře. Jehlicovité listy jsou uspořádány spirálovitě nebo vyrůstají na zkrácených větévkách – brachyblastech. Pylová zrna mají dva vzdušné vaky (anemofilie). Samčí strobily mají na semenných šupinách po dvou nahých obrácených vajíčkách, která dozrávají ve zpravidla křídlatá semena. V různých částech rostlin jsou pryskyřičné kanálky. Při druhotném tloustnutí vznikají nápadné přírůstky – letokruhy. *Pinaceae* jsou rostliny hlavně mírného pásu severní polokoule.

### **Rod: PINUS – BOROVICE**

Je známo více než 100 druhů, rozšířených po celé severní polokouli, překračují rovník pouze na Sundských ostrovech. V ČR je tento rod zastoupen 3 původními druhy. Druhy rodu jsou obvykle světlomilné, většinou hluboce kořenící a snášejí sušší prostředí a znečištěné ovzduší (MOJŽÍŠEK 2005). Rostou proto často na ekologicky extrémních případně reliktních stanovištích.

Borovice mají listy trojího druhu: listy klíčnic rostlin, výhonků a krátkých větviček. Nejdůležitější je poslední druh jehlic, vyrůstající ve zdánlivých svazečcích na zcela zkrácených větvičkách. Tyto jehlice vyrůstají na krátkých brachyblastech jsou v ustáleném počtu pro daný druh. Jehlice jsou různě dlouze čárkovité, dosti tuhé a vytrvávají na stromě 3-6 let. Krátké jehlice velmi často podmiňují hustší uspořádání celé koruny a naopak delší jehlice nezřídka souvisejí se vzdušnějším a lehčím uspořádáním koruny (HIEKE 1978).

Šišťice se vytvářejí na letorostech; samčí obvykle na jejich bázi, na místě brachyblastů, v dolní části koruny; samičí pod vrcholovým pupenem, v dostatečně osvětlené (převážně horní) části stromu. V době květu bývají semenné šupiny obvykle červené, na bázi srůstají se

šupinou podpůrnou. Osa samičí šištice je nejprve vzpřímená; u mnoha druhů se však již v prvním roce začíná ohýbat nazpět. K oplodnění dochází po dlouhém období klidu, v mírném klimatickém pásu asi 1 rok po opylení. Od té doby šišky pokračují v růstu, až do dosažení konečné velikosti. Povrch uzavřených dozrálých šišek je tvořen především štítky (apofýzami) semenných šupin, které mají na vrcholu pupek (umbo), případně i s hrotem (mucro); bývají to důležité znaky pro určování jednotlivých taxonů. Podpůrné šupiny jsou v době zralosti zakrnělé (HECKER 1991, in MUSIL – HAMERNÍK 2003). Šišky jsou různého tvaru, nerozpadavé, většinou dozrávající po dvou či více letech. Po dozrání se hygroskopicky otevírají; u serotinních šišek však mohou zůstat neotevřeny po mnoho let. Prázdné šišky zůstávají ještě několik týdnů až roků na stromě. Výjimkou jsou šišky borovic řazených mezi limby, které se samy neotevírají vůbec a opadávají vcelku (MUSIL - HAMERNÍK 2003). Semena jsou většinou křídlatá, vzácněji jsou křídla redukována (např. borovice pinie).

Podle posledního monografického zpracování rodu (BUSINSKÝ 2008) se borovice dělí na 2 podrody:

1. Podrod *Pinus* (syn. *Dyploxylon*); tzv. „tvrdé (smolnaté či žluté) borovice“. Jehlice po 2 – 3 na brachyblastu. Přejít mezi jarním a letním dřevem je náhlý.
2. Podrod *Strobus* (syn. *Haploxylon*); tzv. „měkké borovice“. Jehlice převážně po 5 na brachyblastu. Přejít mezi jarním a letním dřevem je pozvolný.

## 4.3 ANATOMICKÁ STAVBA LISTŮ JEHLIČNANŮ

### 4.3.1 Obecná charakteristika stavby listů jehličnanů

Jehličnany mají úzké jehlicovité listy se silně kutinizovanou epidermis.

Na povrchu listu jsou četné průduchy, které se nacházejí v epidermis jehlice v podélných řadách (VINTER 2009).

Hypodermis (podpokožka) tvoří nepravidelná vrstva či několik vrstev sklerenchymatických či kolenchymatických buněk pod pokožkou, které zvyšují ochranný účinek pokožkových pletiv - v souvislosti s většinou několikaletou činností jehlic, které vytrvávají přes zimu (DOSTÁL 2004).

Pod hypodermis se nachází mezofyl, tvořený parenchymatickými buňkami, které nazýváme ramenovité (PROCHÁZKA 1998). Typické pro tyto buňky jsou vychlípeniny

v jejich buněčných stěnách, směřující do nitra buňky (VINTER 2009). Mezofyl jehlic borovic není na rozdíl od listů krytosemenných rostlin rozlišen na palisádovou a houbovitou vrstvu (DOSTÁL 2004).

V asimilačním parenchymu jsou rozmístěny pryskyřičné kanálky (PROCHÁZKA 1998). Pryskyřičné, též balzámové, kanálky prostupují jako schizogenní interceluláry, vystlané zvláštní vrstvou sekrečních buněk (epithem), mezofyl jehlic a obsahují pryskyřice a silice (DOSTÁL 2004). Rozlišujeme u nich vnější a vnitřní vrstvu - vnější vrstva kanálku je sklerenchymatická a má opornou funkci, vnitřní parenchymatická vrstva tvoří výstelku (epitel), vylučující pryskyřici (VINTER 2009). Jejich poloha je důležitým anatomickým znakem pro determinaci druhů a jejich skupin. Dle pozice v asimilační mezofylu, tj. mezi hypodermis a endodermis, je BUSINSKÝ (2008) dělí na následující: marginální resp. externální (okrajové, vnější) – vedle hypodermis, mediální (střední) – ± uprostřed mezofylu, internální (vnitřní) – vedle endodermis, septální (přepážkové) – přes celou tloušťku mezofylu od hypodermis k endodermis.

Mezofyl je oddělen od středního válce pomocí vrstvy buněk – endodermis.

Ve středním válci se nachází transfúzní pletivo, které zprostředkovává látkovou výměnu mezi mezofylem a cévními svazky (VINTER 2009).

Středem listu prochází kolaterální cévní svazek, jehož dřevní část je tvořena tracheidami.

Pro povrch jehlic borovice jsou typické anatomické xeromorfní a heliomorfní adaptace, které snižují transpiraci a omezují vliv radiace, jako je silná kutikula, sklerenchymatická epidermis a hypodermis, zanořené průduchy ucpávající se voskem a malý transpirační povrch. Příčinou xeromorfní stavby jehlic je potřeba překonání fyziologického období sucha (zima), ochrana před radiací a také nedokonalé vedení vody tracheidami (VINTER 2009).

Z hlediska anatomie řadíme jehlicovité listy rodu *Pinus* mezi listy bifaciální – ekvifaciální (VINTER 2009).

## 5. METODIKA A MATERIÁL

Na příčném řezu byly porovnávány asimilační orgány různých druhů rodu *Pinus*. Byla zkoumána morfologie, tedy tvary jehlic na řezu, a některé anatomické znaky používané pro determinaci, jako například počet a velikost pryskyřičných kanálků, počet cévních svazků, počet vrstev hypodermis a charakter jejich buněk, či přítomnost sklerenchymatických buněk mezi cévními svazky.

Zkoumaný materiál pocházel z následujících lokalit:

- a) Olomouc, areál biocentra Přírodovědecké fakulty UP v Olomouci-Holici (parková výsadba a skleníkové sbírky katedry botaniky PřF UP).
- b) Olomouc, Botanická zahrada katedry botaniky PřF UP.
- c) Žampach, arboretum Žampach (Dům pod Hradem)
- d) Hutisko-Solanec, křovinaté lemy pastvin ve vrcholové části Soláně (815 m n. m.).
- e) Senice na Hané, soukromá zahrada.
- f) Nový Dvůr u Opavy, arboretum Slezského zemského muzea v Opavě.

Mikroskopické preparáty byly dokumentovány pomocí mikrofotografického systému Olympus DP70, viz Metodika pořizování mikrofotografií.

### 5.1 ROSTLINNÝ MATERIÁL

Rod *Pinus* je v ČR poměrně často pěstován a lze v našich parcích nalézt více než 40 druhů borovic. Hlavní dva klíče pro určování dřevin v ČR uvádějí 37 taxonů (KOBÍLÍŽEK 2006), resp. 59 druhů (PILÁT 1964). Mnohé druhy jsou pěstovány velice vzácně jen ve sbírkových botanických zahradách a arboretech. Cílem této práce proto nebylo vytvoření mikrofotografií příčných řezů všech u nás pěstovaných druhů borovic, ale pokrýt všechny hlavní taxonomické skupiny vnitrorodového členění (BUSINSKÝ 2008).

**SUBGENUS STROBUS** (Lemmon) A. E. Murray, 1983.

**Sect. *Quinquefoliae*** Duhamel, 1755 [type: *P. strobus* L.]

**Subsect. *Strobus*** Loudon, 1838, „*Strobi*“

*Pinus ayacahuite* EHRENB. ex SCHLTDL. Linnaea 12: 492, 1838.

*Pinus lambertiana* DOUGLAS Trans. LINN. Soc. London 16: 500, 1827.

*Pinus parviflora* SIEBOLD & ZUCC. Fl. Jap. (Siebold) 2: 27, t. 115, 1842.

*Pinus strobus* L. Sp. Pl. 2: 1001, 1753.

*Pinus peuce* GRISEB. Spic. Fl. Rumel. ii. 349.

**Subsect. *Flexiles*** (Shaw) P. Landry, 1977

*Pinus strobiformis* ENGELM. in Wisl. Mem. Tour N. Mexico [Wislizenus] 102, 1848.

*Pinus reflexa* ENGELM. Bot. Gaz. 7: 4, 1882.

*Pinus armandii* FRANCH. Pl. Davidian. i. 285, 1884.

**Subsect. *Cembrae*** Loudon, 1838

*Pinus cembra* L. Sp. Pl. 2: 1000, 1753.

*Pinus koraiensis* SIEBOLD & ZUCC. Fl. Jap. (Siebold) 2: 28, t. 116, 1842.

*Pinus sibirica* DU TOUR Nouv. Dict. Hist. Nat. (ed. 1) 18: 18, 1803.

**Sect. *Balfouria*** Mayr, 1890

*Pinus aristata* ENGELM. in Amer. J. Sci. Ser. II, xxxiv, 1862.

**SUBGENUS *PINUS***

**Sect. *Sula*** Mayr, 1890 [type: *P. longifolia* Roxb. ex Lamb. = *P. roxburghii* Sarg.]

*Pinus canariensis* C.SM. Phys. Besch. Canar. Ins. [Buch] 159, 1825.

**Sect. *Pinus***

**Subsect. *Leucodermes*** Novák ex Businský, 2008 [type: *P. heldreichii* H. Christ]

*Pinus heldreichii* CHRIST Verh. Nat. Gesch. Bot. n.s. 3: 549, 1863. (bělokorá)

**Subsect. *Pinus***

*Pinus densiflora* SIEBOLD & ZUCC. Fl. Jap. (Siebold) 2: 22, t. 112, 1842.

*Pinus mugo* TURRA in Giorn. Ital., ed. Grisel., i. 152, 1764.

*Pinus nigra* J.F.ARNOLD. Reise nach Mariazell in Steyerm. 8 et tab, 1785.

*Pinus resinosa* ROEHL Cat. Grain. Conif. Mexic. 30, 1857.

*Pinus sylvestris* L. Sp. Pl. 2: 1000, 1753.

*Pinus tabuliformis* subsp. *mukdensis* (NAKAI) BUSINSKÝ Acta Průhon. 68: 26, 1999.

*Pinus thunbergii* PARL. Prodr. (DC.) 16(2.2): 388, 1868.

*Pinus uncinata* RAMOND ex DC. Fl. Franc. (DC. & Lamarck), ed. 3. 3: 726, 1805.

*Pinus rotundata* LINK Abh. Berl. Akad. 1827, 168.

**Sect. Pseudostrobus** Endl., 1847

**Subsect. *Sabineanae*** Loudon, 1838

*Pinus coulteri* D.DON Trans. LINN. Soc. London, 17: 440, 1836.

**Subsect. *Ponderosae*** Loudon, 1838

*Pinus jeffreyi* BALF. in A.Murray. Bot. Exped. Oregon p. 2, 1853.

*Pinus ponderosa* P.LAWSON & C.LAWSON Agric. Man. 354 (-355), 1836.

**Sect. Trifoliae** Duhamel, 1755 [type: *P. palustris* Mill.]

**Subsect. *Australes*** Loudon, 1838 [type: *P. Austrálie* F. Michx. = *P. palustris* Mill.]

*Pinus palustris* MILL. Gard. Dict., ed. 8. n. 14, 1768.

*Pinus pungens* LAMB. Ann. Bot. [König & Sims], 2: 198, 1805.

**Subsect. *Contortae*** Little et Critchf., 1966

*Pinus contorta* DOUGLAS ex LOUDON Arbor. Frutic. Brit. 4: 2292, 1838.

**Sect. Pinea** Endl., 1847

*Pinus pinea* L. Sp. Pl. 2: 1000, 1753.

## 5.2 METODIKA ZHOTOVOVÁNÍ MIKROSKOPICKÝCH PREPARÁTŮ

Mikroskopické preparáty byly zhotovovány z příčných řezů jehlicí borovice, a to ve vzdálenosti cca 1/3 z celkové délky od brachyblastu. Řezy byly zhotovovány pomocí bezové duše, žiletkou volně v ruce. Zhotovené preparáty měly charakter hodinového preparátu (vodního), popř. krátkodobého preparátu za použití roztoku glycerol-etanolu (1:3). Problematikou zhotovování mikroskopických preparátů se blíže zabývají VINTER (2009) a JURČÁK (1998).

## 5.3 METODIKA POŘIZOVÁNÍ MIKROFOTOGRAFIÍ

Snímky řezů byly pořízeny pomocí mikrofotografického systému Olympus DP70, při zvětšení 40x; z toho 4x bylo zvětšení na objektivu mikroskopu a 10x na objektivu kamery mikrofotografického systému. Po umístění preparátu na stolek mikroskopu se obraz pomocí

kamery přenesl na monitor počítače. Na rozdíl od mikroskopu ale nebyl tento obraz převrácený, kamera zobrazovala objekt na podložním skle tak orientovaný, jak jej bylo možné pozorovat na podložním skle na stolku mikroskopu. mimo objektiv. Po zaostření pomocí mikrošroubu mikroskopu a vyrovnaní bílé barvy budoucího snímku byla pořízena fotografie daného preparátu pomocí programů DP Controller a DP Manager. Pro lepší možnost porovnání velikostí dokumentovaných preparátů byla v programu DP Controller při pořizování snímků navolena možnost zobrazení měřítka na fotografii.

#### **5.4 LITERATURA POUŽITÁ V KAPITOLE VÝSLEDKY PRÁCE**

Součástí výsledků práce jsou stručné charakteristiky studovaných druhů. Jejich popisy vznikly na základě literární rešerše základní dostupné dendrologické literatury. Charakteristiky taxonů vznikly na základě studia následující literatury: HIEKE 2008, CHMELARŮ 1981, KOBLÍŽEK 2006, KREMER 1995, MOJŽÍŠEK 2005, MUSIL a HAMERNÍK 2007 a ÚRADNÍČEK a kol. 2009.



## 6. VÝSLEDKY PRÁCE

### 6.1 PŘEHLED STUDOVANÝCH DRUHŮ BOROVIC A JEJICH CHARAKTERISTIKA

*P. aristata* – borovice osinatá

- pomalu rostoucí strom, dosahující 5-13(-20) m, někdy spíše keř nebo vícekmenný strom
- jehlice na brachyblastech po (4-)5, 2-5 cm dlouhé, tmavozelené, celokrajné, s bělavými kapkami vyloučené pryskyřice, vytrvávají 10-12 let
- šišky na štítcích s nápadnou osinkou
- původní rozšíření: jihozápadní část USA: suché horské svahy

*P. armandii* – borovice Armandova

- strom 15-20(-28) m
- rozkladitá koruna
- jehlice ve svazečcích po 5, dlouhé 10-15 cm, jemně pilovité, vnější strana je světle zelená, vnitřní bělavá, vytrvávají na stromě 2-3 roky
- původní rozšíření: západní a střední Čína, Taiwan: horské lesy

*P. ayacahuite* – borovice mexická

- strom až 30 m,
- koruna kuželovitá, poměrně řídká, závojovitého charakteru s vodorovnými větvemi, v horní části vystoupavými
- jehlice na brachyblastech po 5, tenké, jemné, převislé, dlouhé až 20 cm, stříbřitě lesklé
- původní rozšíření: od jižního Mexika po Guatemala až k Hondurasu

*P. canariensis* – borovice kanárská

- strom 25-40 m
- borka červenohnědá, popraskaná, odlupčivá
- na kmeni četné výmladky – zpr. po lesních požárech
- jehlice na brachyblastech po 3, u výmladků šedomodré, později zelené, dlouhé 15-30 cm, ohebné, vytrvávají 1-3 roky
- původní rozšíření: endemit Kanárských ostrovů

*P. cembra* – borovice limba

- menší až stř. velký strom, vzrůstu 8-16(-25) m; v Karpatech 10-21m, v Alpách až 25 m, ve vysokých polohách bývá někdy vysoká jen necelé 2 m
- koruna řidší, užší až sloupovitá, často nepravidelná
- jehlice ve svazečcích po 5, dlouhé 5-9(-11) cm, tmavozelené, husté, vytrvávají 3-5 let
- roste ve vysokohorských oblastech s kontrastním klimatem, světlomilná
- původní rozšíření: vyšší hory stř. Evropy (Alpy, Karpaty)

*P. contorta* – borovice pokroucená

- strom menší až střední velikosti (1-)10-25(-30) m
- kuželovitá koruna
- tenká, oranžovohnědá až šedavá borka
- jehlice ve svazečcích po 2, dlouhé 3-7 cm, často zkroucené
- ze severoamerických druhů vykazuje největší ekologickou amplitudu
- původní rozšíření: jz. část Kanady a z. a stř. část USA

*P. coulteri* – borovice Coulterova

- strom 13-25(-30) m
- řídká, široce kuželovitá koruna
- jehlice ve svazečcích po 3(-4), dlouhé 20-25(-30) cm, tuhé, šedavě zelené barvy, nahlučené na konci letorostů, vytrvávají na stromě 2-3 roky
- původní rozšíření: Kalifornie: suché podhorské a horské lesy

*P. densiflora* – borovice hustokvětá

- strom 15-20(-36) m
- koruna nepravidelná, rozkladitá (připomíná *P. sylvestris*)
- jehlice na brachyblastech po 2, nahlučené na konci letorostů, dlouhé 6-10(-12) cm, tenké, modravě zelené. Na stromě vytrvávají cca 3 roky.
- původní rozšíření: Japonsko, Korea, Čína, Taiwan: od pahorkatin do hor, často na chudých půdách

*P. heldreichii* – borovice bělokorá

- strom střední velikosti, 15-20 cm
- kuželovitá, ve stáří poněkud zploštělá koruna
- borka políčkovitě rozpraskaná, šedavé barvy
- jehlice ve svazečcích po 2, dlouhé 4-9 cm, dosti tuhé, vytrvávají 5-6 let
- světlomilná, často tvoří horní hranici lesa
- původní rozšíření: balkánský a jihoitalský endemit; horské lesy

*P. jeffreyi* – borovice Jeffreyova

- strom stř. až velkých rozměrů 20-35(-60 m)
- koruna široce kuželovitá, řídká
- borka ve stáří podélně brázditá
- ve svazečcích je po 3 jehlicích, dlouhých 15-25 cm, nahlučených na koncích větví, namodrale zelené jehlice po rozednutí voní, na stromě vytrvávají 2-3 roky
- původní rozšíření: západní část Severní Ameriky: Kalifornie, Nevada, Kreton, Mexiko

*P. koraiensis* – borovice korejská

- strom 18-25(-40) m
- koruna široce kuželovitá
- borka šedavá, dosti dlouho hladká
- jehlice ve svazečcích po 5, dosti řídké, dlouhé 6-12 cm, na vnější straně tmavozelené, lesklé, na vnitřní modravě bělavé, vytrvávají 2 roky
- původní rozšíření: Korea, Japonsko, Mandžusko, Dálný Východ

*P. lambertiana* – borovice Lambertova

- v domovině strom 40-60(-80) m, ve stř. Evropě 10-15(-20) m
- koruna vysoko nasazená
- jehlice na brachyblastech po 5, dlouhé 7-11 cm, často spirálně stočené, ostře pilovité, zašpičatělé, vytrvávají 3 roky
- původní rozšíření: západní část Severní Ameriky

*Pinus mugo* – borovice kleč

- menší či větší keř 0,5-2,5 m
- keř tvořen poléhavými, na konci vystoupavými kmínky
- jehlice ve svazečcích po 2, dlouhé 3-4 cm, tmavě zelené a mírně prohnuté, vytrvávají 4-6 let
- původní rozšíření: Alpy, Apeniny, Dinaridy, Rodopy, Karpaty; v ČR původní na Šumavě, v Krkonoších a Jizerských horách.

*Pinus nigra* – borovice černá

- strom středních až větších rozměrů, 15-25(-40) m
- koruna v mládí kuželovitá, v dospělosti okrouhlá, rozložitá až plochá
- borka šedočerná, hluboce brázditá
- jehlice na brachyblastech po 2, dlouhé 8-12(-15) cm, tuhé, vytrvávají asi 4 roky
- původní rozšíření: jižní a stř. Evropa a mediterán, Krym, Malá Asie, severně zasahuje až do Rakouska
- světlomilná, preferuje půdy s vysokým pH

*P. palustris* – borovice bažinná

- strom 25-35 m
- koruna nepravidelná, kmen 60-90 cm silný
- červenohnědá, až 2 cm silná, hluboce brázditá, v tenkých šupinách se odlupující
- jehlice na brachyblastech po 3, na výhonech stěsnaně postavené, tenké a ohebné, u starých stromů dlouhé 20-25 cm, u mladých až 45 cm, temně zelené barvy, jemně zoubkovité
- původní rozšíření: jihovýchodní státy USA: Virginia až Florida

*P. parviflora* – borovice drobnokvětá

- -strom 10-15(-25) m
- koruna široce kuželovitá
- tmavě šedá, dlouho hladká borka
- jehlice na brachyblastech po 5, nahloučené na konci větví, dlouhé 4-6(-7) cm, prohnuté, modravě zelené, vytrvávají na stromě 3-4 roky
- původní rozšíření: Japonsko: horské lesy

*P. peuce* – borovice rumelská

- horská borovice, strom 10-25(-30) m, vzhledem připomíná vejmutovku či limbu
- koruna štíhle kuželovitá
- borka dlouho hladká, šedohnědé barvy
- jehlice na brachyblastech po 5, dlouhé 7-10 cm, zelené až šedo zelené, vytrvávají 3 roky
- původní rozšíření: balkánský endemit a třetihorní relikv; areál rozšíření je tvořen 2 malými areály a několika izolovanými lokalitami (horské lesy Albánie, Černé Hory, Makedonie, Bulharska a severního Řecka).

*P. pinea* – borovice pinie

- strom 15-25 m
- koruna má hřibovitý tvar, široce rozložitá, deštníkovitá
- kmen ve spodní části nevětvený
- jehlice na brachyblastu po 2, dlouhé 10-20 cm, čárkovité, špičaté, někdy mírně pokroucené, s řadou velice jemných podélných proužků, tmavě hnědé až šedo zelené barvy, většinou velmi volné
- původní rozšíření: celá oblast Středomoří, od Kanárských ostrovů a Madeiry až po Malou Asii

*P. ponderosa* – borovice těžká

- velký strom 20-30(-80) m, dorůstá impozantních velikostí
- koruna štíhle kuželovitá
- borka hluboce brázditá, odlupčivá v plátcích
- jehlice na brachyblastech po 3 (ale také po 2, 2-3, 5), nahlučené na koncích větví, 12-25 cm dlouhé, tmavozelené, vytrvávají 3 roky
- preferují propustné, písčité a štěrkovité půdy
- původní rozšíření: záp. část Severní Ameriky od Britské Kolumbie do Mexika, jedna z nejrozšířenějších borovic z. části S. Ameriky

*P. pungens* – borovice pichlavá

- strom max. 12 m výšky
- jehlice na brachyblastech po 2
- šišky s nápadně vystouplými štítky
- původní rozšíření: Severní Amerika

*P. reflexa*

- strom v rozpětí 10-20(-25) m výšky
- koruna v mládí kuželovitá, později téměř kulovitá, s dlouhými, velmi ohebnými větvemi
- jehlice na brachyblastech po 5, dlouhé 4-8 cm, modrozelené, nahloučené na konci větévek, celokrajné, tuhé, na stromě vytrvávají 5-7 let
- původní rozšíření: západní část Kanady a USA: suché horské svahy

*P. resinosa* – borovice smolná

- strom 15-20(-40) m
- koruna široce vejčitá
- borka mělce rozpukaná, červenohnědé barvy
- jehlice na brachyblastech po 2, dlouhé 9-15(-17) cm, zkroucené, leskle zelené, vytrvávají na stromě 4 roky
- původní rozšíření: jihovýchodní část Kanady a severovýchodní část USA, s těžišťem v oblasti Velkých jezer: na kyselých půdách nížin a pahorkatin

*P. rotundata* – borovice blatka

- strom malého vzrůstu, dorůstající 5-15(-25) m
- koruna kuželovitá, kmen je přímý, s šedočernou borkou
- jehlice na brachyblastech po 2, neojíněné, dlouhé 3-5(-7) cm, vytrvávají 3-6 let
- malé ostrůvkovité arely na rašeliništích
- původní rozšíření: endemit střední Evropy (ČR, Polsko, Rakousko, Německo)

*P. sibirica* – borovice sibiřská

- strom střední velikosti 20-35(-40) m
- koruna vejcovitá
- jehlice ve svazečcích po 5, na vnější straně tmavozelené, na vnitřní modrozelené, 6-13 cm dlouhé, vytrvávají 3-5 let
- původní rozšíření: sever Asie, Mongolsko, Sibiř; areál zasahuje i do severovýchodní Evropy
- má velká, bezkřídlá, jedlá semena

*P. strobfiformis*

- strom 20-25 m
- koruna vejčitá, v mládí úzce kuželovitá
- borka v mládí hladká, šedozelená, později šupinatá, brázditá
- jehlice na brachyblastech po 5, dlouhé 4-7 cm, tmavě zelené, štětkovitě nahloučené na konci větví
- původní rozšíření: Skalisté hory od Texasu a Arizony až do Kanady;, na západě zasahuje až do Sierra Nevada: vlhčí skalní srázy v horách nad 1000 m n. m.

*P. strobus* – borovice vejmutovka

- strom střední až velký 20-30(-50) m
- koruna v mládí kuželovitá, později nepravidelně rozkladitá
- borka šedozelená, dlouho hladká
- jehlice jsou na brachyblastech po 5, dlouhé 5-12(-14) cm, tenké, šedozelené, vytrvávají 2-3 roky
- preferuje mírně teplé, převážně humidní podnebí
- původní rozšíření: severovýchodní části Severní Ameriky
- největší a nejrychleji rostoucí konifera této části S. Ameriky

*Pinus sylvestris* L. – borovice lesní, sosna

- stromovitý vzrůst 15-25 (až 40 m)
- koruna v mládí kuželovitá, později až deštníkovitě zploštělá
- borka šedohnědá, deskovitě rozpukaná, v horní části kmene rezavě oranžová, lístkovitě odlupčivá
- kmen větvený až v horní ¼
- jehlice na brachyblastu po 2, dlouhé 4-5(-7) cm, šedozeleň, opadávají po 3 letech
- původní rozšíření: téměř celé mírné pásmo Eurasie (největší ekologická amplituda v celém rodu).

*P. tabuliformis* subsp. *mukdensis*

- strom 10-18(-25) m vysoký, někdy jen keř
- koruna často široká a zploštělá
- jehlice na brachyblastech po 2 i 3, dlouhé 10-15 cm, často namodrale zelené
- původní rozšíření: západní a střední Čína, Korea: horské lesy

*P. uncinata* – borovice zobanitá, pyrenejská

- stromovitý vzrůst, 10-20(-25) m
- koruna má kuželovitý tvar
- jehlice na brachyblastech po 2, dlouhé 4-6(-7) cm, tmavozelené barvy
- extrémní stanoviště, suché, skalnaté půdy a sutě, kolem horní hranice lesa
- původní rozšíření: Pyreneje, Francouzské středohoří, Alpy, Švýcarský Jura, Vogézy



## 6.2 FOTOGRAFICKÁ ČÁST



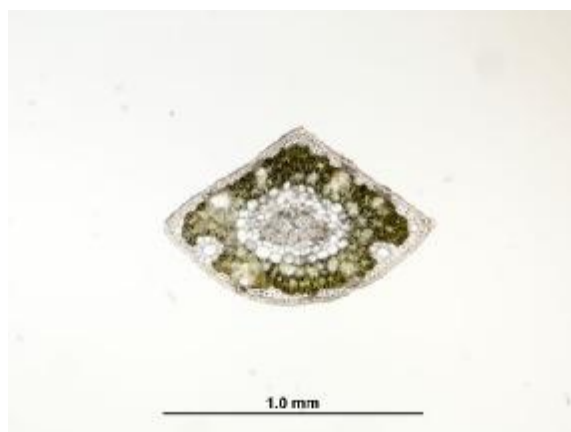
*P. aristata*: 1 CS, 1 PK



*P. armandii*: 1 CS, 3 PK



*P. ayacahuite*: 1 CS, 2 PK



*P. canariensis*: 2 CS, 2 PK



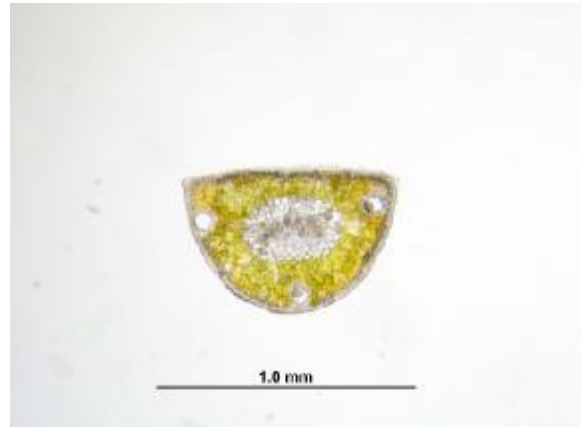
*P. cembra*: 1 CS, 3 PK



*P. contorta*: 2 CS, 2 PK



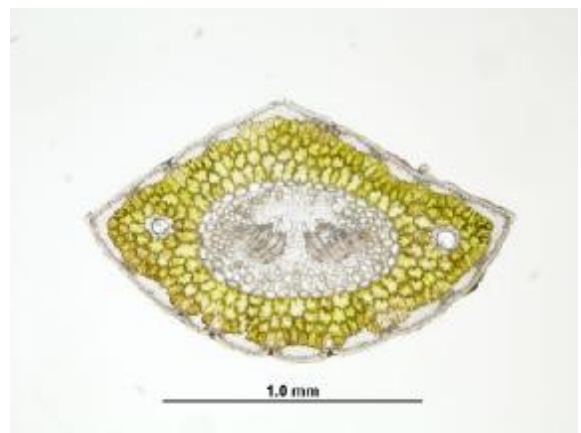
*P. coulteri*: 2 CS, 2 PK



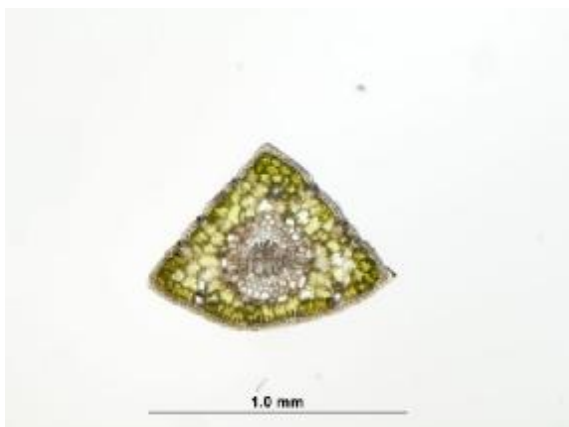
*P. densiflora*: 2 CS, 3 PK



*P. heldreichii*: 2 CS, 5 PK



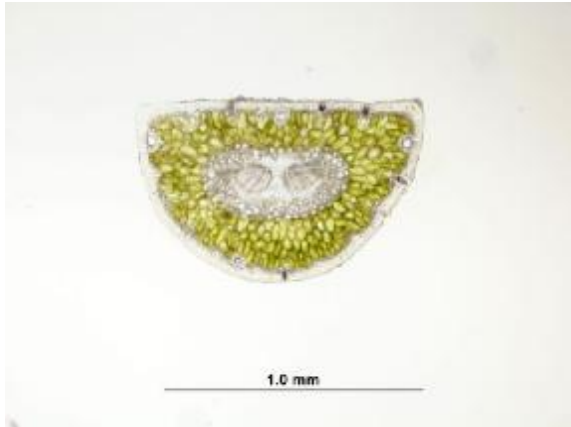
*P. jeffreyi*: 2 CS, 2 PK



*P. koraiensis*: 1 CS, 3 PK



*P. lambertiana*: 1 CS, 5 PK



*P. mugo*: 2 CS, 4 PK



*P. nigra*: 2 CS, 5 PK



*P. palustris*: 2 CS, 2 PK



*P. parviflora*: 1 CS, 2 PK



*P. peuce*: 1 CS, 2 PK



*P. pinea*: 2 CS, 0 PK



*P. ponderosa*: 2 CS, 2 PK



*P. pungens*: 2 CS, 1 PK



*P. reflexa*: 1 CS, 2 PK



*P. resinosa*: 2 CS, 2 PK



*P. rotundata*: 2 CS, 2 PK



*P. sibirica*: 1 CS, 2 PK



*P. strobiformis*: 1 CS, 2 PK



*P. strobus*: 1 CS, 1 PK



*P. sylvestris*: 2 CS, 11 PK



*P. sylvestris* cv. *watereri*: 2 CS, 12 PK



*P. sylvestris* lok. Soláň: 2 CS, 7 PK



*P. sylvestris* cv. *watereri*: 2 CS, 11 PK



*P. tabuliformis*: 2 CS, 8 PK



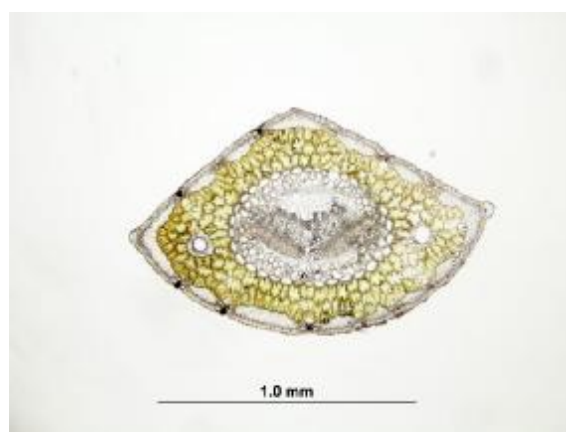
*P. thunbergii*: 1 CS, 2 PK



*P. uncinata*: 2 CS, 5 PK



POROVNÁNÍ ZÁSTUPCŮ DRUHU *P. PONDEROSA* Z RŮZNÝCH LOKALIT:



*P. ponderosa* ze 2 lokalit:

nahoře: Botanická zahrada UP

vlevo dole: arboretum Žampach

všichni 3 jedinci: 2 CS, 2 PK

## 6.3 KOMENTÁŘE A VYSVĚTLIVKY K FOTOGRAFICKÉ ČÁSTI

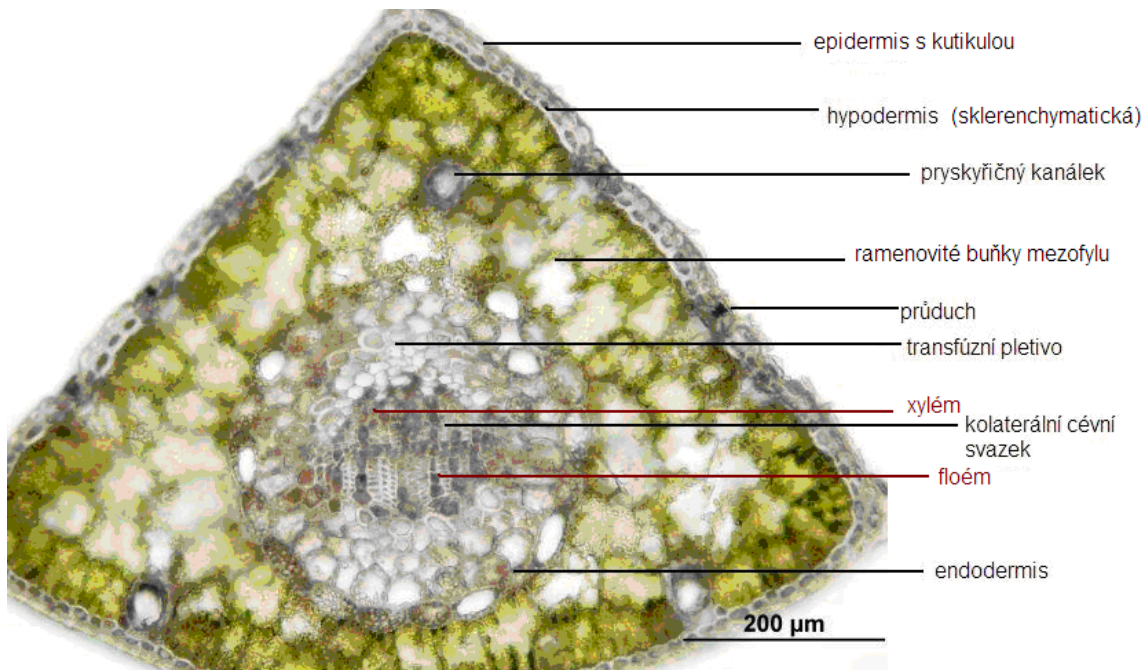
### 6.3.1 Použité zkratky

CS – cévní svazek

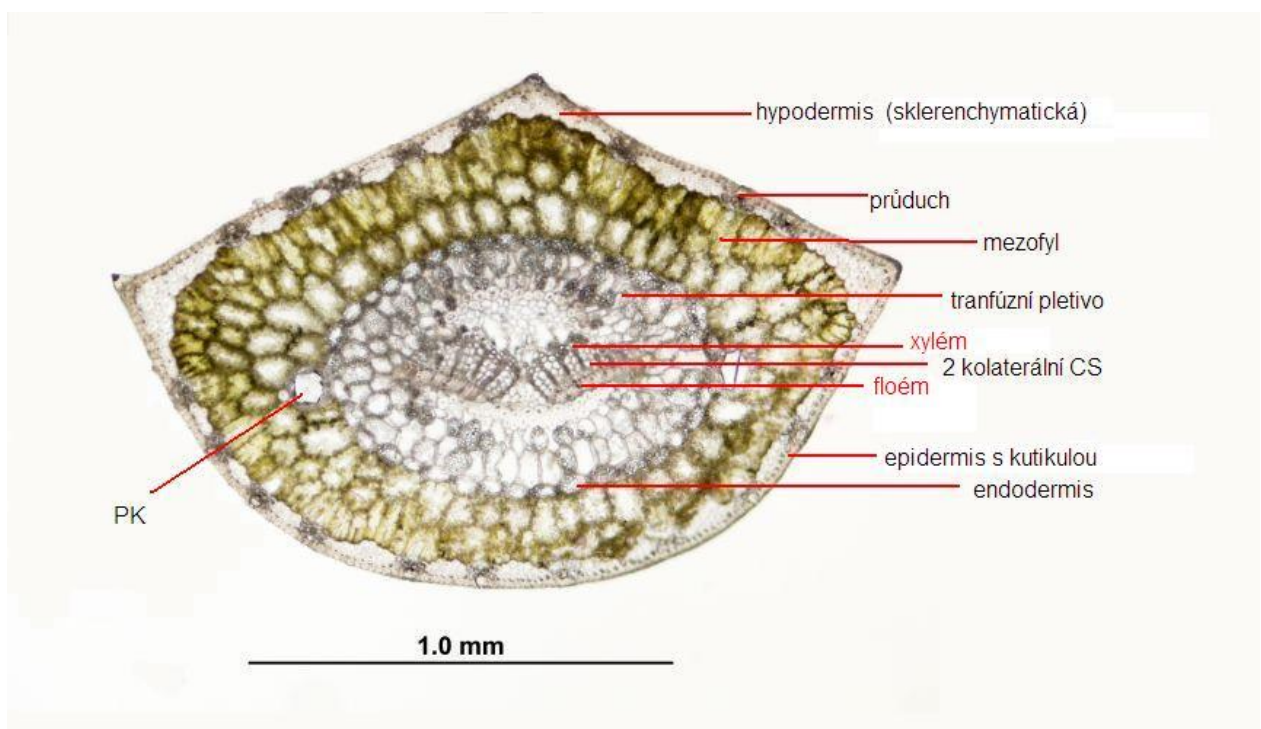
PK – pryskyřičný kanálek

### 6.3.2 Struktury pozorovatelné na průřezu jehlicí borovice

Jehlice borovice korejské (*P. koraiensis*):



Jehlice borovice bažinné (*P. palustris*):





### 6.3.3 Určení materiálu s nejistým zařazením

Pajehličník přeslenitý nepatří mezi borovice, má však listy s borovicí zaměnitelné.



Pajehličník přeslenitý

- 2 kolaterální CS
- 6 PK

Borovice z Botanické zahrady UP v Olomouci:



1) 2 CS, 6 PK, na průřezu tvar půlkruhu – jedná se tedy pravděpodobně o borovici kleč (*Pinus mugo*)

2) 2 CS, 10 PK, půlkruhovitý tvar průřezu, výrazně delší než širší – pravděpodobně tedy borovice lesní (*Pinus sylvestris*)



Borovice ze skleníku v areálu Katedry Botaniky UP v Olomouci:



- řez veden blíže k brachyblastu – viditelný PK v pravém horním rohu
- 2 CS
- pravděpodobně tedy borovice pínie (*Pinus pinea*)

## 7. DISKUZE

Tvary jehlic na řezu u jednotlivých druhů vykazují velkou míru závislosti na tom, ve kterém podrodě jsou klasifikovány. Lze proto zobecnit, že pro podrod *Strobus* je typický tvar trojúhelníkovitý a velikost, kterou by odpovídal přibližně  $\frac{1}{4}$  výšeče pomyslného kruhu (tj. kruh, který by společně utvořili 4 řezy jehlicí). Naopak pro podrod *Pinus* je převládající tvar výšeče, přibližně od  $\frac{1}{3}$  až po cca  $\frac{1}{2}$  tohoto pomyslného kruhu.

Počet pryskyřičných kanálků u některých druhů není vždy stálý, tuto proměnlivost v jejich počtu jsem pozorovala i na svých preparátech. Přikláním se proto k názoru BUSINSKÉHO (2008), že počet pryskyřičných kanálků lze využít pouze jako orientační či sekundární determinační znak. Obzvláště velká proměnlivost v počtu pryskyřičných kanálků byla pozorována u podrodu *Pinus*. Podrod *Strobus* měl při dodržení zásad řezání počty pryskyřičných kanálků stálé.

Pro některé druhy byly k dispozici jehlice z více lokalit. Všichni 3 pozorovaní jedinci druhu *P. ponderosa* se shodují jak v počtu cévních svazků (2 CS), tak v počtu pryskyřičných kanálků (2 PK), které jsou uloženy v mezofylu, jde tedy o mediální PK (dle Businského dělení PK). Lze tedy říci, že to jsou znaky pro tento druh relativně stálé a bylo by možné je (po ověření na větším počtu jedinců druhu) využít při determinaci tohoto druhu.

Mezi materiálem byly také 2 vzorky, které byly potřeba zařadit. K tomu byl použit klíč k určování borovic podle anatomických znaků jehlic (VINTER 2009).

První exemplář měl na průřezu tvar půlkruhu, ve středním válci 2 kolaterální cévní svazky, jednovrstevnou hypodermis a k ní přisedlé pryskyřičné kanálky v počtu 6. Byl tedy zařazen jako *Pinus mugo*.

Druhý exemplář byl také půlkruhovitý průřez, ale výrazně delší než široký, se 2 kolaterálními cévními svazky a jednovrstevnou hypodermis s 10 přisedlými pryskyřičnými kanálky, byl tedy zařazen jako *Pinus sylvestris*.

Mezi znaky, které se v rámci jednoho druhu nemění, bychom mohli považovat například počet cévních svazků (u některých taxonomických skupin) či charakter tvaru řezu jehlicí.

U *P. pinea* nebyl při dodržení místa řezu, tj. přibližně v 1/3 vzdálenosti od brachyblastu, pozorován na preparátu žádný pryskyřičný kanálek. Po posunutí řezného místa směrem k brachyblastu se však objevil 1 PK, situovaný v jednom z růžků půlkruhu jehlice, přisedlý k hypodermis.

Citované literární zdroje se rozcházejí významněji pouze v údajích o rozpětí vzrůstu jednotlivých druhů borovic, nejčastěji o několik metrů u uvedeného průměrného vzrůstu. Průměrný vzrůst u jednotlivých autorů se liší díky tomu, že výška byla měřena u různých jedinců různých populací na různých stanovištích. Jak již bylo uvedeno, dosažená výška jedince závisí ve velké míře na podmínkách stanoviště, na kterém roste. Proto průměrný vzrůst může být brán pouze jako orientační údaj.

Zmíněný pajehličník přeslenitý (viz foto v sekci Komentáře a vysvětlivky k fotografické části) nepatří, jak již bylo uvedeno, mezi borovice. Náleží do fylogeneticky dosti vzdálené čeledi *Sciadopityaceae*. Rozdíly jsou proto patrné i na příčném řezu jehlic. Pro borovice typické ramenovité buňky mezofylu se u něj nenacházejí, taktéž nemá oba cévní svazky obklopené jedním kruhem endodermis, jak je tomu u borovic. Lze u něj pozorovat rozlišení mezofylu na palisádový a houbový parenchym, které u borovic také chybí. Příčný řez proto potvrzuje, že morfologické útvary pajehličníku, které připomínají jehlice borovic, ve skutečnosti jehlice nejsou a jedná se o jiný metamorfovaný útvar s nejasným původem (FARJON 2005).

Koblížek (KOBÍŽEK 2006) uvádí, že *P. cembra* má hustou, kuželovitě vejcovitou korunu, podle Musila (MUSIL a HAMERNÍK 2007), je však koruna u tohoto stromu řidší, užší až sloupovitá, často nepravidelná. Podle dostupné literatury a její fotodokumentace habitu *P. cembra* bylo zjištěno, že u mladých stromů platí charakteristika dle Koblížka, u starších pak dle Musila.

## 8. ZÁVĚR

Tato práce by mohla být značným přínosem pro výuku dendrologie jehličnanů, hlavně pro praktickou ukázkou rozdílné morfologie jehlic v rámci jednoho rodu, zvláště v odborných cvičeních, kdy časové nároky či dostupnost rostlinného materiálu nedovoluje názorně předvést nejdůležitější i ty méně známé zástupce rodu *Pinus* v rámci jedné vyučovací hodiny.

Fotodokumentace zhotovená v rámci této práce by také mohla posloužit jako základ pro budoucí morfologický klíč jehličnanů, který bude přístupný na internetu pro širokou veřejnost.

Tato práce je také zajímavá tím, že (pokud je mi známo) dosud nikdo v ČR fotograficky nezmapoval morfologické rozdíly příčných řezů jehlicemi u nás pěstovaných druhů rodu *Pinus*.

Na zhotovených hodinových mikroskopických preparátech byla pozorována morfologie jehlic vybraných druhů borovic na příčném řezu. Následně byla pořízena fotodokumentace těchto řezů pomocí mikrofotografického systému Olympus DP70, při zvětšení 40x. Byly porovnávány rozdíly mezi jednotlivými druhy borovic a také mezi jejich podrody.

## 9. LITERATURA

- Businský, R., 2008. The genus *Pinus* L., Pines: contribution to knowledge. Acta Pruhoniana, Průhonice.
- Dostál, P., 2004. Anatomie a morfologie rostlin v pojmech a nákresech. – 122 s., UK v Praze.
- Farjon, A., 2005. A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys. – 644 s., Royal Botanical Garden, Kew.
- Hieke, K., 1978. Praktická dendrologie (svazek 1). – 533 s. Státní zemědělské naklad., Praha.
- Hieke, K., 2008. Encyklopedie jehličnatých stromů a keřů. – 248 s., Computer Press, Brno.
- Chmelař, J., 1981. Dendrologie s ekologií lesních dřevin – 1. část Jehličnany. Brno.
- Jurčák, J., 1998. Základní praktikum z botanické mikrotechniky a rostlinné anatomie. UP v Olomouci.
- Koblížek, J., 2006. Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků. Sursum.
- Kremer, B., 1995. Stromy. V Evropě zdomácnělé a zavedené druhy. – 287 s., IKAR Praha.
- Musil, I. & Hamerník, J., 2007. Jehličnaté dřeviny. [Conifers.] – 352 s., Academia Praha.
- Musil, I. & Hamerník, J., 2003. Lesnická dendrologie 1. Jehličnaté dřeviny. – 177 s., Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Mojžíšek, M., 2005. Jehličnaté stromy a keře. – 95 s., Computer Press, Brno.
- Novák, J., Skalický, M., 2009. Botanika. Praha.
- Pilát, A., 1964. Jehličnaté stromy a keře našich zahrad a parků. – 508 s., Nakladatelství AVČR Praha.
- Poleno, Z. [ed.], 1994 – 1995. Lesnický naučný slovník I. A II. díl. Ministerstvo zemědělství, Praha: 1- 743 + 684.
- Procházka, S. a kol., 2002. Botanika. Morfologie a fyziologie rostlin. – 242 s., MZLU v Brně.
- Úradníček, L. & Maděra, P. & Tichá, S. & Koblížek, J., 2009. Dřeviny České republiky. – 367 s., MZLU v Brně.
- Vinter, V., 2009. Rostliny pod mikroskopem (Základy anatomie cévnatých rostlin) – 2. dopl. vydání, PřF UP v Olomouci.
- Vinter, V., 2008. Úvodní praktikum z botanické mikrotechniky. PřF UP v Olomouci.

Internetové zdroje:

[www.ipni.org](http://www.ipni.org)

[www.uspza.cz/arboretum](http://www.uspza.cz/arboretum) - arboretum Žampach

[www.dendrologie.cz](http://www.dendrologie.cz)

botany.cz

[www.rostliny.net](http://www.rostliny.net)

AtlasRostlin.cz

[www.conifers.org](http://www.conifers.org)