

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra biologie

Bakalářská práce

Trávníčková Jana

**Kvantitativní anatomie listů vybraných jehličnanů  
vyskytujících se ve Smetanových sadech v Olomouci**

Olomouc 2021

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

Prohlašuji, že bakalářskou práci jsem vypracovala zcela samostatně a použila jsem jen uvedené prameny a literatury.

V Olomouci dne 28. 4. 2021

.....

Jana Trávníčková

Chtěla bych poděkovat vedoucí mé bakalářské práce RNDr. Olze Ševčíkové, Ph.D., za odborné vedení, za její čas a cenné rady, které mi při psaní této práce věnovala.

Dále bych ráda poděkovala Kateřině Prokešové za pomoc při pořízení fotografií příčných řezů jehlic, které byly použity v praktické části.

## Obsah

|  |    |
|--|----|
| Úvod .....   | 7  |
| Cíl práce.....   | 8  |
| TEORETICKÁ ČÁST .....  | 9  |
| 1 Jehličnany.....  | 9  |
| 1.1 Vegetativní orgány jehličnanů .....                          | 9  |
| 1.2 Reprodukční orgány jehličnanů .....                          | 10 |
| 1.3 Systém jehličnanů .....                                      | 11 |
| 2 Vybrané druhy jehličnanů .....                                 | 14 |
| 2.1 Borovice černá – <i>Pinus nigra</i> Arnold .....             | 14 |
| 2.2 Borovice kleč – <i>Pinus mugo</i> Turra .....                | 14 |
| 2.3 Borovice lesní – <i>Pinus sylvestris</i> L.....              | 15 |
| 2.4 Borovice vejmutovka – <i>Pinus strobus</i> L.....            | 15 |
| 2.5 Douglaska tisolistá – <i>Pseudotsuga menziesii</i> Mirb..... | 16 |
| 2.6 Jedle bělokorá – <i>Abies alba</i> Mill. ....                | 16 |
| 2.7 Smrk pichlavý – <i>Picea pungens</i> Engelm. ....            | 16 |
| 2.8 Smrk ztepilý – <i>Picea abies</i> L. ....                    | 17 |
| 2.9 Tis červený – <i>Taxus baccata</i> L. ....                   | 17 |
| 3 Evoluce listů.....   | 19 |
| 3.1 Mikrofyly .....  | 19 |
| 3.2 Megafyly.....  | 19 |
| 4 Morfologie jehlic.....   | 21 |
| 4.1 Fylotaxe jehlic.....   | 21 |
| 4.2 Tvar, okraj, špička jehlice .....                            | 21 |
| 4.3 Životnost jehlic .....                                       | 22 |
| 4.4 Zbarvení jehlic .....  | 22 |
| 5 Anatomická stavba jehlic .....                                 | 23 |

|                      |   |    |
|----------------------|---|----|
| 5.1                  | Pokožka (epidermis) .....   | 23 |
| 5.2                  | Podpokožka (hypodermis) .....                                       | 24 |
| 5.3                  | Mezofyl .....   | 24 |
| 5.4                  | Pryskyřičné kanálky .....   | 25 |
| 5.5                  | Transfúzní pletivo .....  | 26 |
| 6                    | Použití anatomických znaků jehlic při rozpoznávání jehličnanů ..... | 27 |
| 7                    | Výzkumy zaměřené na anatomii jehlic .....                           | 29 |
| PRAKTICKÁ ČÁST ..... |   | 31 |
| 8                    | Metodika.....   | 31 |
| 8.1                  | Sběr vzorků jehlic .....  | 31 |
| 8.2                  | Zhotovení preparátů .....   | 31 |
| 8.3                  | Měření plochy struktur v řezech jehlicemi .....                     | 33 |
| 9                    | Výsledky.....   | 34 |
| 9.1                  | Borovice černá ( <i>Pinus nigra</i> Arnold) .....                   | 34 |
| 9.2                  | Borovice kleč ( <i>Pinus mugo</i> Turra).....                       | 35 |
| 9.3                  | Borovice lesní ( <i>Pinus sylvestris</i> L.) .....                  | 36 |
| 9.4                  | Borovice vejmutovka ( <i>Pinus strobus</i> L.).....                 | 38 |
| 9.5                  | Douglaska tisolistá ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> Mirb.).....      | 39 |
| 9.6                  | Jedle bělokorá ( <i>Abies alba</i> Mill.).....                      | 41 |
| 9.7                  | Smrk pichlavý ( <i>Picea pungens</i> Engelm.) .....                 | 42 |
| 9.8                  | Smrk ztepilý ( <i>Picea abies</i> L.) .....                         | 44 |
| 9.9                  | Tis červený ( <i>Taxus baccata</i> L.) .....                        | 45 |
| 10                   | Shrnutí výsledů a diskuse .....                                     | 47 |
| 10.1                 | Tvar průřezu.....   | 47 |
| 10.2                 | Epidermis a hypodermis .....  | 47 |
| 10.3                 | Mezofyl.....  | 48 |
| 10.4                 | Transfúzní pletivo s cévními svazky .....                           | 48 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 10.5 Počet cévních svazků .....      | 49 |
| 10.6 Pryskeřičné kanálky.....        | 49 |
| Závěr.....                           | 51 |
| Seznam použité literatury .....      | 53 |
| Seznam zdrojů použitých obrázků..... | 57 |
| Přílohy .....                        | 58 |
| Anotace.....                         | 67 |

## Úvod

U většiny jehličnanů listy na zimu neopadávají, a tak mohou svou zelení zpestřovat toto období. Jehlice jehličnanů jsou schopné přečkávat zimní a předjarní období s nedostatkem dostupné vody v půdě díky různým xeromorfním adaptacím. Mezi ně můžeme řadit poměrně malou plochu listu, tlustostěnné buňky pokožky, silnou vrstvu kutikuly, nebo například zanořené průduchy pod úroveň pokožky (Vinter 2008).

Ačkoliv jsou jehlice stálezelené, nevytrvávají na rostlině po celý život. Většinou se obměňují za 4-5 let, výjimečně za 10-15 let (Hieke 2008). Naproti tomu existují i ojedinělé případy rodů s opadavými jehlicemi (modřín, metasekvoj).

Jehlice jsou poměrně variabilním orgánem jehličnanů a je možné na nich rozeznávat mnoho znaků důležitých pro určování druhů. Mezi morfologické znaky patří například postavení jehlic na větvičce, tvar, velikost, okraje, špička jehlic (Hieke 2008)

Z hlediska vnitřní stavby jehlic patří mezi důležité znaky tvar průřezu jehlicí, tloušťka povrchových vrstev, počet cévních svazků, případně počet a umístění pryskyřičných kanálků.

V rámci práce byla zkoumána vnitřní stavba jehlic vybraných druhů jehličnanů rostoucích ve Smetanových sadech v Olomouci. Pozornost byla zaměřená na rozdíly ve vnitřní stavbě jehlic zkoumaných druhů a plošné zastoupení anatomických struktur.

## **Cíl práce**

Hlavním cílem práce bylo popsat a porovnat vnitřní stavbu jehlic a následně vyhodnotit plošný rozsah jednotlivých struktur jehlic u vybraných druhů jehličnatých dřevin rostoucích ve Smetanových sadech v Olomouci.

S tím souvisí i dílčí cíle:

- Sepsat literární rešerši zaměřenou na obecný popis jehličnanů, morfologickou stavbu vybraných druhů jehličnanů, evoluci listů, morfologii a anatomickou stavbu jehlic.
- Zhotovit dočasné a trvalé preparáty z příčných řezů jehlicemi vybraných druhů.
- Využít bodovou metodu ke stanovení odhadu plochy jednotlivých struktur v jehlicích.
- Zhotovit fotografie příčných řezů jehlicemi zkoumaných druhů.



# TEORETICKÁ ČÁST

## 1 Jehličnany

Jehličnany se vyznačují mnoha výhodnými vlastnostmi, pro které jsou velmi oblíbené a často vysazované. Nejenom že jejich listy vytrvávají na většině zástupců déle než na listnatých stromech. Žádaná je určitě také určitá pravidelnost v růstu, a tak i přirozeně mohou vytvářet krásné pravidelné (kuželovité) koruny. Kromě toho existuje spousta různých barevných kultivarů, takže není těžké vytvořit zajímavé zákoutí, které vypadá krásně nejenom na jaře. Jehličnany jsou součástí nahosemenných rostlin (*Gymnospermatophyta*), ty byly ve starší literatuře řazeny na úroveň kmene (Pilát 1964).

V současném systému rostlin se taxonomická jednotka kmen nepoužívá, a proto jsou nahosemenné rostliny rozřazeny do následujících šesti oddělení: cykasy (*Cycadophyta*), liánovce (*Gnetophyta*), welwíciie (*Welwitschiophyta*), jinany (*Gingoophyta*), chvojníky (*Ephedrophyta*) a jehličnany (*Pinophyta*). Musil & Hamerník (2007) tedy ponechávají „nahosemenné“ jako skupinu bez hierarchického postavení v systému.

V odborné literatuře se místo výrazu *Pinophyta* můžeme setkat s výrazem *Coniferophyta* (Jahodář 2009). Toto označení není však příliš vhodné – vychází se totiž z latinského pojmu *Conus* (šiška), avšak ne u všech zástupců se s typickou šíškou setkáváme (Musil & Hamerník 2007).

### 1.1 Vegetativní orgány jehličnanů

#### Kořeny, kmen

Hlavní funkce kořenů u jehličnanů je stejná jako u většiny rostlin. To znamená, že upevňují rostlinu v zemi nebo v substrátu. Pomocí kořenového vlášení dochází k příjmu vody a dalších živin, které v ní mohou být rozpuštěné.

U tisovců (*Taxodium* sp.) a jiných jehličnanů, rostoucí v blízkosti močálů a obecně mělkých vod, se můžeme setkat s metamorfózou kořene – vzdušnými kořeny (pneumatofory). Ty napomáhají dýchání rostliny (Hieke 2008, Rozsypal 2003).

Jehličnany jsou výhradně dřeviny (stromy a keře) pro něž je typické druhotné tloušťnutí prostřednictvím sekundárních meristémů kambia a felogenu. Kambium vytváří každoročně přírůstky druhotného dřeva a lýka. Druhotné dřevo jehličnanů je vývojově primitivnější než listnatých dřevin, protože hlavními vodivými buňkami jsou cévice (Musil & Hamerník

2007). Díky své jednoduché buněčné struktuře, je dřevo jehličnanů označováno jako homoxylní, obsahuje jen cévice a dřevní parenchym (Vinter 2008).

Činností felogenu se tvoří na povrchu kmene a větví peridermis, jejíž odumřelá povrchová část se nazývá borka (Vinter 2008). Ta může částečně napomáhat v determinaci stáří stromu, ale taktéž napomáhá druhové determinaci. U borovic (*Pinus* sp.) se setkáváme z brázditou, u smrků (*Picea* sp.) je šupinatá. Jedle (*Abies* sp.) ji mají v mládí hladkou, v dospělosti spíše rozpukanou. Nebo se případně může odlupovat v dlouhých pruzích (*Cryptomeria* sp.). Nejčastěji má hnědou nebo šedou barvu, někdy až černou, výjimečně se setkáváme se světlou borkou (Hieke 2008).

## **Větve, listy**

Větvení u většiny jehličnanů je monopodiální, což znamená, že tedy nedochází k tomu, že by vedlejší větve přerůstaly větve hlavní (Musil & Hamerník 2007).

Listy jehličnanů jsou zejména šupinovitě nebo jehlicovitě. Jen výjimečně se můžeme setkat s plochými listy, což můžeme vidět například u rodu damarón (*Agathis* sp.) (Vinter 2008).

Jehlice jsou navíc velmi dobře adaptovány k snížení výdeje vody. Xeromorfní adaptace listu je možné dokázat například na silné kutikule a epidermis, kterou tvoří buňky se silnými stěnami. Důležitou roli také hrají průduchy gymnospermiího typu. Ty jsou seřazeny do řad a jsou ponořeny pod úroveň pokožky. Kromě toho, buňky které obklopují svěrací buňky průduchu jsou nápadně tlustostěnné a tím dochází k omezení pohybu svěracích buněk. Nejenom díky těmto adaptacím, tedy jehličnanům nemusí opadávat listy na zimě (Vinter 2008).

I přesto jsou jehlice velmi náchylné a citlivé na změny. Pokud nepřijme jehličnan zejména před zimou dostatek vody a minerálních látek, dochází k tomu, že rostlina postupně začíná trpět na nedostatek vody, který způsobí další stres. V našich polohách, na přelomu zimy a jara, kdy nejčastěji dochází k solení vozovek, stromy v blízkosti tento proces nemusí dobře snášet (Kolařík 2010).

## **1.2 Reprodukční orgány jehličnanů**

Rozmnožovací orgány jehličnanů se nazývají šištice (strobily), které jsou zpravidla jednopohlavné. Samičí šištice jsou tvořené megasporofyly, samčí šištice se skládají z mikrosporofylů. Rostliny bývají jednodomé ale i dvoudomé (Jahodář 2009).

Mikrosporofyly mají na spodní straně často 2, ale může se objevovat až 20 prašných pouzder. Jelikož primárně dochází k opylení větrem, pylová zrna mohou mít dva, případně jeden

vzdušný vak. Megasporofyly představují podpůrné a semenné šupiny. Na semenných šupinách leží jedno až více vajíček, která jsou kryta pouze jedním obalem (Pilát 1964).

Oplození napomáhá polinační kapka, která je vylučována z vajíček. Pokud na ni dosedne pylové zrno, polinační kapka vyschne. Po oplození, které je u jehličnanů jednoduché, vzniká embryo, které má 2-15 děloh (Novák & Skalický 2012, Jahodář 2009).

Dřevnatěním samičích šištic vznikají šišky. U některých rodů (smrk, douglaska) dochází při uzrání k rozevírání šupin které tvoří šišku a následně semena vypadávají. Některé šišky se ale po dozrání rozpadají, což je typické například pro jedle nebo cedr. Semena mohou být okřídlená například jednou velkou šupinou (smrk, borovice, jedle), nebo vůbec (Hieke 2008). U torejí a tisů je dokonce semeno obklopeno míškem (Musil & Hamerník 2007).

### 1.3 Systém jehličnanů

Musil & Hamerník (2007) v rámci jehličnanů vyčleňuje 6 řádů: *Pinales*, *Cupressales*, *Araucariales*, *Cephalotaxales*, *Podocarpaceales* a *Taxales*.

#### 1. řád borovicotvaré – *Pinales*

Sem můžeme zařadit pouze jedinou čeleď borovicovité (*Pinaceae*), kam patří většina jehličnanů rostoucí na našem území. Zde je řazena většina našich významných jehličnanů, jako jsou rody jedle (*Abies* sp.), borovice (*Pinus* sp.), modřín (*Larix* sp.), cedr (*Cedrus* sp.), smrk (*Picea* sp.), douglaska (*Pseudotsuga* sp.) a tsuga případně jedlovec (*Tsuga* sp.) (Úradníček 2003).

#### 2. řád cypřišotvaré – *Cupressales*

V rámci cypřišotvarých se setkáváme s dvěma poměrně různorodými skupinami cypřišovitě (*Cupressaceae*) a tisovcovité (*Taxodiaceae*). První čeleď zahrnuje celkem asi 21 rodů s hlavním výskytem na severní polokouli, avšak v ČR je původní pouze jalovec obecný (*Juniperus communis*). Tato čeleď zahrnuje ale i velmi časté sadovnický využívané rody, tzv. „smuteční“ rostliny jako je například zerav (*Thuja* sp.), či cypřišek (*Chamaecyparis* sp.) (Musil & Hamerník 2007). I přes fakt že cypřiškům se nejlépe daří v Severní Americe a svědčí jim spíše oceánské klima, bývají vysazované i v našich zeměpisných šířkách. S jedním jedincem cypřišku Lawsonova (*Chamaecyparis Lawsoniana*) se můžeme setkat mimo jiné i v Botanické zahradě v Bezručových sadech v Olomouci.

Pro tisovcovité platí, že se jedná o poměrně velké a dlouhověké, vzácně opadavé stromy (Pilát 1964). Rody této čeledi jsou poměrně staré a je velmi těžké mezi nimi stanovit

příbuzenské vztahy (Musil & Hamerník 2007). Dřeviny jsou původní především v Asii (metasekvoje, kryptomerie), a Severní Americe (sekvoj, sekvojovec).

Jediný recentní druh metasekvojí je metasekvoj čínská, v Olomouci se nachází dokonce dva zástupci, které jsou vyhlášeny jako památné. Nacházejí se v Nových sadech (ulice Polská) a Střelnici (křižovatka silnic Lazecká a Na střelnici)

### 3. řád blahočetotvaré – *Araucariales*

Stromy tohoto řádu jsou převážně vázané na jižní polokouli, avšak na teplých chráněných místech se můžou pěstovat i ve střední Evropě. Blahočety (araukárie) dosahují obrovských výšek – až 50 m. Setkáváme se zde i s několika rekordmany. Například nejvyšší tropický strom (*Araucaria huestonii* - 89 m), nebo strom s největší šiškou, která vážila 5 kg (*Araucaria bidwillii*) (Musil & Hamerník 2007).

Bývají zde zařazovány i damaroně (*Agathis* sp.). Tyto stromy se stávaly ceněnou ekonomickou surovinou ve východní Asii. Jednak se jedná o poměrně mohutné stromy, jejichž dřevo je poměrně ceněné. Dále se z některých druhů získávají kopalové pryskyřice, které se používají při výrobě laků a vykuřování (Pilát 1964).

### 4. řád hlavotisovitě – *Cephalotaxales*

Zahrňujeme sem pouze jediný rod hlavotis (*Cephalotaxus* sp.), jedná se především o keře s původem ve východní Asii. Velmi dobře jej můžeme zaměnit za tis nebo torejí. Mezi hlavní rozdíly patří nepichlavé jehlice (u torejí je tomu naopak), a přítomnost pryskyřičných kanálek, které u tisů nejsou přítomny (Musil & Hamerník 2007).

Jehlice jsou střídavě uspořádané do dvou řad. Na líci je dobře patrná střední žilka a na rubu jsou dva světlé pruhy (Koblížek 2006).

### 5. řád nohoplodotvaré – *Podocarpaceae*

Především subtropické a tropické dřeviny, které se ve střední Evropě poměrně málo vysazují, protože se jedná o poměrně choulostivé rostliny. Dají se avšak pěstovat některé rostliny rodu nohoplod (*Podocarpus* sp.), které se velmi podobají tisům (Musil & Hamerník 2007).

## 6. řád tisotvaré – *Taxales*

Zahrnuje dvě čeledi – tisovité (*Taxaceae*), pro které je typická častá absence pryskyřičných kanálků v listech a dřevě (Pilát 1964). Druhá čeleď torejovité (*Torreyaaceae*) se liší v tom, že na řezu jehlicemi můžeme pozorovat jeden poměrně větší pryskyřičný kanálek (Musil & Hamerník 2007).

## 2 Vybrané druhy jehličnanů

V této kapitole je popsána zejména morfologická stavba jehličnanů, kterým se věnuje praktická část. V rámci této práce byly zkoumány jehlice devíti druhů jehličnanů, z toho pět druhů je na našem území původních (borovice lesní, borovice kleč, jedle bělokorá, smrk ztepilý, tis červený), zbylé čtyři jsou v ČR nepůvodní (borovice černá, borovice vejmutovka, smrk pichlavý, douglaska tisolistá), přesto se jedná o rozšířené dřeviny (Musil & Hamerník 2007).

Většinu z nich můžeme zařadit do borovicotvarých (*Pinales*), jen tis červený patří do jiného řádu, a to tisotvaré (*Taxales*). Jehlice tisu se svou stavbou nejvíce odlišovaly od jehlic ostatních zkoumaných druhů.

### 2.1 Borovice černá – *Pinus nigra* Arnold

Habitus: Mohutné stromy s přímým kmenem a poměrně silnými větvemi. Na vhodných stanovištích může dosahovat výšky až 50 metrů (Úradníček 2003).

Borka: Šedá nebo případně šedočerná, často dochází k podélným poměrně hlubokým rozbrázděním, za vzniku přibližně obdélníkovitých šupin (Hejný et al. 1988).

Jehlice: Jehlice vyrůstají z brachyblastů. U borovice černé z každého vyrůstají dvě tmavomodré, poměrně silné a tuhé více než 8 centimetrů dlouhé jehlice (Hejný et al. 1988).

Šišťice: Samčí jsou žluté a dosahují velikosti zhruba 2 centimetrů. Vyrůstají spíše v nižších částech stromu na bázích nových výhonů. Po tom, co vypadne pyl, dojde k jejich zaschnutí a opadnutí. Samičí jasně červené šišťice vyrůstají spíše v horních částech stromu (Musil & Hamerník 2007).

Původ: V ČR nepůvodní. Její (částečně disjunktní) areál lemuje zejména oblast středomoří od Pyrejského, Apeninského až Balkánského poloostrova (Úradníček 2003).

Doporučuje se vysazovat na sušší oblasti, nevdá jí vyšší pH. Častěji se ale vysazuje do parků, protože se jedná o docela odolný druh borovice (Musil & Hamerník 2007).

### 2.2 Borovice kleč – *Pinus mugo* Turra

Habitus: Jehličnan s typickým keřovitým vzrůstem, kmeny jsou poléhavé nebo vystoupavé. Jedinci mohou dosahovat výšky několik desítek centimetrů až čtyř metrů (Úradníček 2003).

Borka: Šedohnědá, spíše šupinovitá. Mladá borka se neodlupuje (Hejný et al. 1988).

Jehlice: Jehlice vyrůstají po dvou, často se srpovitě zakřívují a jsou zakončené tupěji (Hejný et al. 1988).

Šišťice: Samčí mají oranžovou případně sytě červenou barvu a dosahují délky 1,2-1,4 centimetrů. Samičí mají fialovou barvu (Musil & Hamerník 2007).

Původ: V ČR původní. Souvislé porosty, bez konkurenčně schopných jiných jehličnanů, můžeme pozorovat nad tzv. horní hranicí lesa, například ve vyšších polohách Krkonoš.

### **2.3 Borovice lesní – *Pinus sylvestris* L.**

Habitus: Velmi odolná, štíhlá dřevina, která může dorůstat až čtyřiceti metrů, na nepříznivějších stanovištích samozřejmě menšího vzrůstu (Musil & Hamerník 2007).

Borka: Silně rozpukaná, zbarvením spíše šedohnědá, ale na řezu rezavá. V horní části kmene nebo na větvích oranžová. Odlupuje se po tenkých částech (Hejný et al. 1988).

Jehlice: Zpravidla po dvou v brachyblastu, kromě toho jsou poměrně silně pryskyřičnaté a oproti borovici černé jsou kratší – nikdy nedosahují délky větší než 8 centimetrů (Hejný et al. 1988).

Šišťice: Žluté samčí šišťice dosahují obvykle délky 6-7 milimetrů. Samičí růžové dosahují stejných rozměrů (Musil & Hamerník 2007).

Původ: Borovice s jedním z největších areálů. Obývá většinu Eurasie, dokonce i nejsevernější oblasti Skandinávie, zde se dostává až za severní polární kruh (Musil & Hamerník 2007).

Jedná se o poměrně odolný druh borovic, který při jakémkoliv poranění kůry roní poměrně velké množství pryskyřice (Úradníček 2003).

### **2.4 Borovice vejmutovka – *Pinus strobus* L.**

Habitus: Jedná se spíše o štíhlé vysoké stromy, běžně dosahuje 25 až 35 metrů (Musil & Hamerník 2007).

Borka: Mladí jedinci mají hladkou šedo zelenou borku, v průběhu stárnutí dochází k podélnému rozpukání (Pilát 1964).

Jehlice: Poměrně tenké, vždy rostou z brachyblastu ve svazcích po pěti, jejich délka se pohybuje kolem pěti až čtrnácti centimetrů (Hejný et al. 1988).

Šišťice: Oválné samčí šišťice, nejčastěji světle hnědé, dosahují 8-10 milimetrů. Samičí jsou zelené a dosahují délky 5-40 milimetrů.

Původ: Východní část Severní Ameriky a Kanada (Úradníček 2003).

## **2.5 Douglaska tisolistá – *Pseudotsuga menziesii* Mirb.**

Habitus: Mohutné velmi vysoké stromy, které mohou dosahovat až 100 metrů (Musil & Hamerník 2007).

Borka: Mladí jedinci mají hladkou borku s pryskyřičnatými puchýři. U starších stromů je hnědá borka velmi silná, případně korkovitá. Dochází také k hlubokému rozbrázdění (Pilát 1964).

Jehlice: Poměrně tupé a dosahují velikosti 15 až 35 milimetrů, po rozemnutí lze ucítit příjemnou citrónovou vůni. Na líci jehlice můžeme pozorovat rýhu, zatímco na rubu jsou dva světlé proužky, podobné jaké má jedle bělokorá (Úradníček 2003, Hejný et al. 1988).

Šišťice: Samčí oranžové, případně žluté dosahují délky 12-23 milimetrů. Samičí jsou světle zelené, nebo purpurové (Musil & Hamerník 2007).

Původ: Západní pobřeží Severní Ameriky (Musil & Hamerník 2007).

## **2.6 Jedle bělokorá – *Abies alba* Mill.**

Habitus: Mohutné stromy s válcovitým kmenem, dosahují často výšky 55-60 metrů (Úradníček 2003).

Borka: Mladí jedinci mají hladkou světle šedou borku, ve stáří je šupinatá (Pilát 1964).

Jehlice: Na větvičkách jsou uspořádány přibližně do dvou řad, na bázi se výrazněji rozšiřují. Podélnou rýhu si můžeme všimnout na líci jehlice a na rubu typické dva světlé (bílé) pruhy (Hejný et al. 1988).

Šišťice: Samčí zelenožluté šišťice dosahují délky 2 centimetry. Samičí mají obvykle stejnou barvu, případně mohou být červené. Jejich velikost se pohybuje mezi 2,5-4,5 centimetru (Musil & Hamerník 2007).

Původ: Střední a jižní Evropa (Musil & Hamerník 2007).

V lesích je jedle bělokorá zastoupená necelým jedním procentem, což je způsobeno nejspíš tím, že i když její dřevo se podobá smrkovému, chybí mu lesk a špatně se hobluje. Dokonce se také málo vyskytuje v zahradách protože osamocená nepůsobí esteticky zajímavě (Musil & Hamerník 2007).

## **2.7 Smrk pichlavý – *Picea pungens* Engelm.**

Habitus: Poměrně silné stromy dosahují výšky 30 metrů, kmen mívá 70-120 centimetrů v průměru (Pilát 1964).

Borka: Poměrně silná, šedohnědé barvy. Dochází v průběhu stárnutí k vytváření hlubokých brázd (Hejný et al. 1988).



Jehlice: Silné a velmi pichlavé postavené spirálně, nejčastější barva je stříbřitá nebo modrozelená. Dále jsou na nich 4 podélné rýhy a na všech stranách světlý pruh (Hejný et al. 1988).

Šišťice: Samčí mají červenou, případně zelenožlutou barvu. Samičí zprvu světle zelené, ale zralé bývají červené (Musil & Hamerník 2007).

Původ: Západní část USA (Nové Mexiko, Colorado, Utah, Wyoming). Endemit, roste pouze roztroušeně – spíše solitér (Pilát 1964, Musil & Hamerník 2007).

Nejčastěji vysazovaná jehličnatá okrasná dřevina, kvůli jeho vzhledu se mu často říká „stříbrný smrk“. Navíc je to jehličnan, který velmi dobře snáší znečištěné ovzduší a kvůli jeho pichlavým jehlicím je velmi odolný proti okusování od zvěře (Úradníček 2003).

## **2.8 Smrk ztepilý – *Picea abies* L.**

Habitus: Štíhlé vysoké stromy dosahující výšky 30-50 metrů (Musil & Hamerník 2007).

Borka: Borka nejčastěji červenohnědá, při stárnutí se z ní postupně odlupují jen menší šupiny (Hieke 2008).

Jehlice: Vyrůstají ve šroubovici. Jehlice jsou čtyřhranné a na všech stranách je méně zřetelný světlý pruh. Dále jsou zašpičatělé, často tmavozelené a typicky lesklé (Hejný et al. 1988).

Šišťice: Samčí žlutočervené dosahují délky 2-2,5 centimetrů. Samičí 6 centimetrové mají buď zelenou, nebo červenou barvu (Musil & Hamerník 2007).

Původ: Severní, střední a jihovýchodní Evropa (Musil & Hamerník 2007).

Musil & Hamerník (2007) považují smrk ztepilý za střeoevropskou nejdůležitější dřevinu, na které je zejména založen celý dřevařský průmysl. Což určitě není nadnesené, smrk ztepilý na našem území v lesech totiž zabírá 49,5 %.

## **2.9 Tis červený – *Taxus baccata* L.**

Habitus: Často se může jednat o poměrně vyšší stromy – až 18 metrů, ale také se můžeme setkat s keřovými formami (Pilát 1964).

Borka: Červenohnědá barva, celkově spíše hladká. Odlupuje se v dlouhých, širokých, ale tenkých kouscích (Musil & Hamerník 2007).

Jehlice: Poměrně krátké, měkké, čárkovité, dvouřadě postavené přičemž se poměrně náhle ztenčují v krátký řapík (Pilát 1964).

Šišťice: Samčí mají kulovitý tvar. U samičích dochází k redukci – jediné vajíčko je podpíráno třemi páry listenů (Hejný et al. 1988).

Původ: Zvláště Evropa, částečně i (přiléhající) okraje Afriky a Asie. V ČR se vyskytuje roztroušeně (Musil & Hamerník 2007).

I když celá rostlina je jedovatá kromě červeného nepravého míšku (uvnitř je ale tmavší jedovaté semeno), jedná se o poměrně častý okrasný jehličnan v parcích nebo zahradách (Musil & Hamerník 2007).

### 3 Evoluce listů

Vývoj listu cévnatých rostlin probíhal zhruba souběžně s vývojem stonku. Výsledkem tohoto procesu byl vznik dvou nehomologních typů listů – mikrofylů a megafylů (Slavíková 2002).

#### 3.1 Mikrofyly

Mikrofyly jsou poměrně malé, nedělené listy s jedinou nevětvenou žilkou, která probíhá středem listu. Protože se ze stéle stonku (soubor cévních svazků) odděluje pouze jeden cévní svazek (tzv. listová stopa), ve stéle stonku nevzniká při jejím oddělení mezera. Ze současných rostlin mikrofylní listy můžeme pozorovat u plavuní (Kaplan 2001).

Za nejpravděpodobnější teorii vzniku mikrofyly se považuje **enační teorie**. Na počátku byl nejprve bezlistý stonek *Rhyniophyt*. Na něm postupně docházelo k tvorbě určitých pokožkových výrůstků. Následně se u báze těchto enací přerušila listová stopa protostéle a začala vznikat nová žilka, jejím růstem (včetně růstu enací) vznikl mikrofyl (Kaplan 2001, Tomescu 2009).

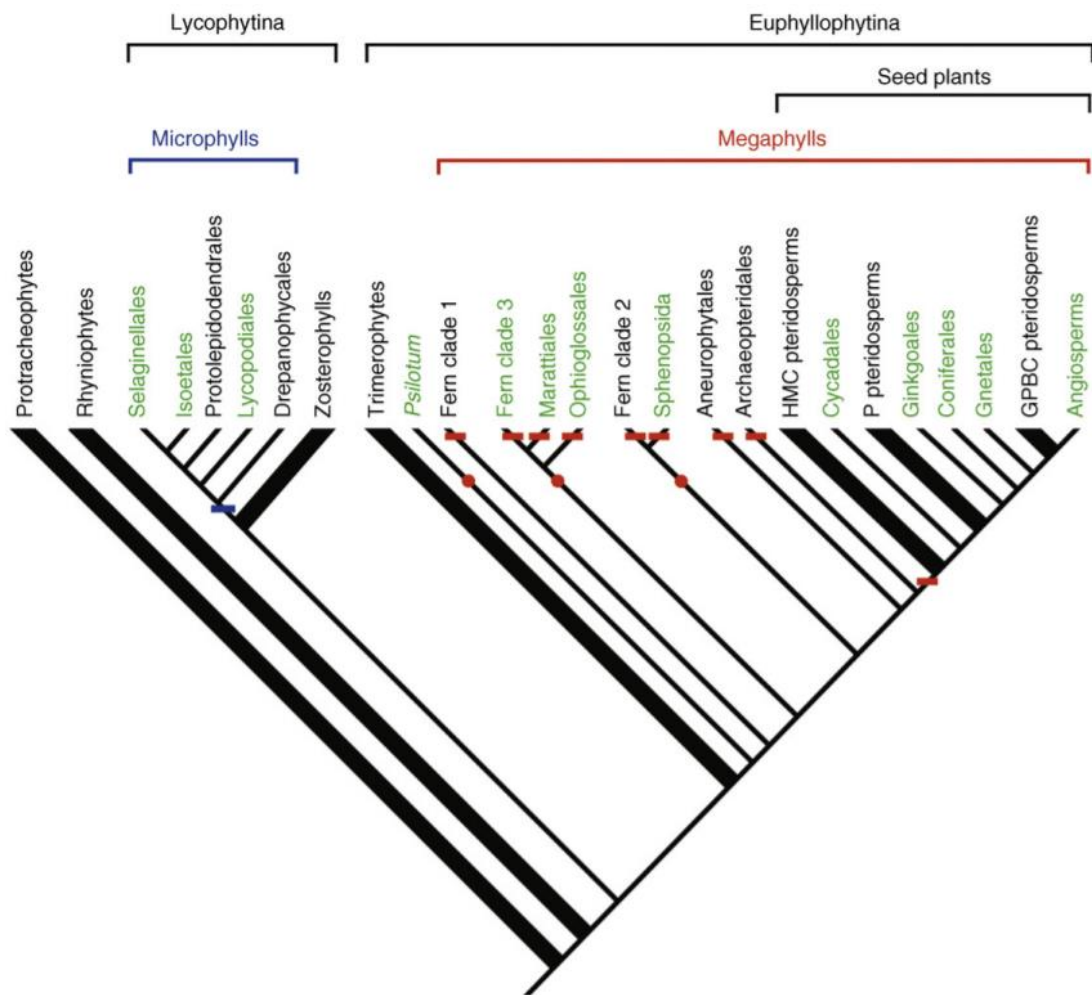
#### 3.2 Megafyly

Na rozdíl od mikrofylů, megafyly jsou celkově větší a komplexnější s poměrně bohatou a rozvětvenou žilnatinou (Tomescu 2009). V rámci stéle dochází k oddělení jedné nebo více listových stop a následně v stéle vznikají mezery (Kaplan 2001).

Evoluci listů megafylního typu můžeme považovat za velmi důležitý mezník ve vývoji rostlin. V dnešní době totiž listy megafylního typu převažují u všech cévnatých rostlin. Walter Zimmermann v **telomové teorii** popisuje sekvenci vzniku různých modifikací telomů rhyniových rostlin, které následně vedly ke vzniku listů, ale i jiných rostlinných orgánů (Beerling & Fleming 2007).

Docházelo při tom k uplatnění několika procesů jako jsou planace (uspořádání telomů do jedné roviny), kladodifikace (zploštění telomů), syntelomizace (srůst telomů), dorziventralizace (odlišení horní a spodní strany listu) a případně redukce (zmenšování megafylního listu na list podobný mikrofylům) (Slavíková 2002).

Zimmermann zde taktéž navrhuje myšlenku, že kombinováním a různými úpravami telomů pomocí některých zmiňovaných vývojových procesů můžeme vysvětlit všechny existující i zaniklé rostlinné části (Beerling & Fleming 2007).



**Obrázek 1:** Kladodiagram zachycující rozdělení cévnatých rostlin na Lycophytina (mikrofylní listy) a Euphyllophytina (megafylní listy). Zdroj: Tomescu (2009), s 7.

Jehličnany (*Coniferales*) v kladodiagramu připojeném výše jsou zařazeny mezi rostliny s megafylními listy (*Euphyllophytina*), i přesto, že jejich listy jsou drobné. Novák & Skalický (2012) uvádějí, že u listů jehličnanů se setkáváme se sekundární mikrofylií, ale původně jsou listy megafylního typu.

## 4 Morfologie jehlic

Morfologie jehlic je velmi důležitá pro rozpoznávání jednotlivých druhů jehličnanů. V této kapitole bychom se tedy chtěli zabývat alespoň těmi hlavními určovacími faktory.

### 4.1 Fylogenie jehlic

Co se týče postavení jehlic na větvičce, u jehličnanů převažuje spirální, vstřícné případně střídavé uspořádání. Spirálně vyrůstají jehlice smrků (*Picea* sp.) nebo kryptomerie (*Cryptomeria* sp.). Vstřícné listy můžeme pozorovat u zeravů (*Thuja* sp.) nebo metasekvoje čínské (*Metasequoia glyptostroboides*). Jedním z typických zástupců s přeslenitými listy je jalovec (*Juniperus* sp.). Méně často se můžeme setkat s dvouřadým postavením jehlic u douglasky (*Pseudotsuga* sp.) nebo tisu (*Taxus* sp.) (Jahodář 2009, Musil & Hamerník 2007).

U většiny zástupců z větvičky vyrůstá jehlice jednotlivě. V případě borovic (*Pinus* sp.) jehlice vyrůstají na zkrácených výhonech – brachyblastech, nejčastěji po 2, 3 a 5 jehlicích ve svazku. Výjimečně se setkáváme s borovicemi po 1 nebo 4, případně 6-8 jehlicemi ve svazku. U modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill.) se taktéž setkáváme s jehlicemi v brachyblastu, tentokrát po 15-90. Kromě toho ale na auxiblastech (prodloužených větvičkách) rostou ve šroubovici jednotlivě (Musil & Hamerník 2007).

Obvykle se jehlice se napojují na větvičku klínovitě zapičatěle nebo naopak zaobleně. Báze může být: přirostlá (blahočety), široce sbíhající (sekvoje, kryptomerie), zřetelně stopkatá (jedlovce, douglasky), či se člunkem (borovice) (Heike 2008).

### 4.2 Tvar, okraj, špička jehlice

Tvar listů je v rámci jehličnanů velmi různorodý. Typický pro jehličnany je čárkovitý tvar listu, který se vyskytuje například u jedlí (*Abies* sp.), smrků (*Picea* sp.), modřínů (*Larix* sp.) nebo také tisů (*Taxus* sp.). Podobně vypadají také šídlovité listy některých jedlí (*Abies* sp.), jalovců (*Juniperus* sp.) a smrků (*Picea* sp.). U druhově početného rodu borovice (*Pinus* sp.) se setkáváme s jehlicovitým listem. S kopinatým tvarem listu se setkáváme například u kryptomerie japonské (*Cryptomeria japonica* (L.f.) D. Don) nebo sekvojí (*Sequoia* sp.). Pro čeleď cypřišovitě (*Cupressaceae*) jsou typické spíše šupinovité, nebo člunkovité listy (Heike 2008).

Výjimku může tvořit poměrně atypická dřevina, kterou je pajehličník přeslenitý (*Sciadopitys verticillata* (Thunb.) Sieb. Et Zucc.), zde se setkáváme s určitým typem listového

dimorfismu. V přeslenech na větvích vyrůstají dvojité jehlice vzniklé srůstem a zároveň v paždí listů jsou šupinové listy (Musil & Hamerník 2007, Hieke 2008).

Častými okraji jehlic jsou hladké nebo ostré. Mírně zoubkované okraje listu má jedlovec (*Tsuga* sp.). Nepatrně pilovité okraje mají jehlice některých druhů borovic (*Pinus* sp.), tato vlastnost je dobře pozorovatelná pouze s použitím lupy nebo mikroskopu (Musil & Hamerník 2007, Hieke 2008).

Velká variabilita špiček jehlic se nejvíce projevuje u jedlí (*Abies* sp.) a smrků (*Picea* sp.). Můžeme rozlišovat následující druhy špiček: špičaté (smrk ztepilý), tupé (jedle bělokorá), zašpičatělé (jedle řecká), zaoblené (jedle obrovská), či krátce zastřižené (jedle japonská) (Hieke 2008).

### 4.3 Životnost jehlic

Jehličnany můžeme rozlišovat na 2 skupiny, do první skupiny můžeme řadit jehličnany jejichž jehlice opadávají. Takovými zástupci jsou například modřiny, tisovce, patisovce nebo jediný recentní zástupce metasekvojí – metasekvoj čínská. U druhé skupiny nedochází k opadu jehlic v pravém slova smyslu, ale spíše k jejich obměně. Jehlice borovic, smrků a jedlí vydrží až pět let, výjimku tvoří blahočety, jejichž jehlice se obměňují zhruba za 10-15 let (Hieke 2008).

Dokonce u tisovce (*Taxodium* sp.) opadají nejen jehlice, ale i celé větévky, které nesou jehlice (Vinter 2008).

### 4.4 Zbarvení jehlic

Zbarvení jehlic je spíše vázané na zelenou barvu, ale dochází k určitým odchylkám. Nápadně světlezelené jehlice mají modřiny (*Larix* sp.), naopak tmavozelené jehlice mívají tisy (*Taxus* sp.) a toreje (*Torreya* sp.). Častěji se ale setkáváme se sivými jehlicemi u některých jedlí (*Abies* sp.), smrků (*Picea* sp.) a douglasek (*Pseudotsuga* sp.). Výjimečně bývají jehlice bílé, žluté, nebo purpurové, a to pouze u některých kultivarů jalovce (*Juniperus* sp.)

## 5 Anatomická stavba jehlic

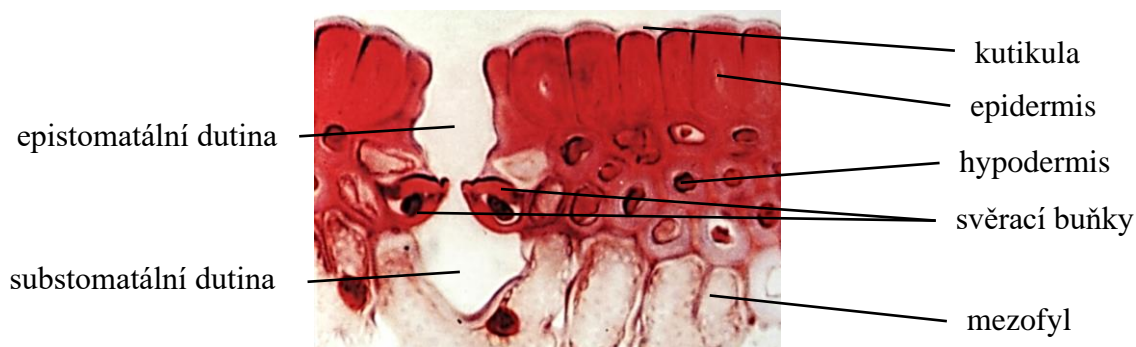
Zařazení jehlicovitého listu v rámci klasifikace listů podle anatomické stavby není v odborné literatuře jednotné. Nejčastěji se tento typ listu označuje za ekvifaciální. Do této skupiny zařazuje jehlicovité listy Slavíková (2002) společně s listy např. lociky kompasové nebo narcisu. Stejně tak Vinter (2008) a Votrubová (2010) považují jehlice za listy ekvifaciální, anatomicky sice vypadají jako bifaciální list, ale horní a spodní stranu mají podobnou. Oproti tomu Rosypal (2003) považuje listy jehličnanů za bifaciální.

### 5.1 Pokožka (epidermis)

Povrch jehlice je kryt poměrně silnou pokožkou, jejíž buňky vylučují vrstvu kutikuly. Ta je tvořena vosky, které mají tukovou povahu, z toho vyplývá že jsou hydrofobní a omezují propustnost buněčných stěn pro vodu. Z chemického hlediska se tedy jedná o estery alkoholů s neuzavřenými molekulami (alifatické alkoholy) a vyšších karboxylových kyselin s jednou karboxylovou skupinou (Kolařík 2010).

V pokožce se také vyskytují ponořené, gymnospermní průduchy (stomata), které jsou řazeny v řadách. Pro jehličnany je velmi výhodná přítomnost průduchů pod úrovní epidermis. Může totiž docházet k hromadění vodní páry v prostoru nad průduchem. Potom se sníží rozdíl tlaků vodní páry uvnitř jehlice a v okolí. Dochází tedy zároveň k snížení transpirace, to je pro rostlinu klíčové zejména v předjarním období, kdy je ještě zmrzlá půda, poměrně nízká vzdušná vlhkost a na druhou stranu poměrně vysoká teplota jehlic (Votrubová 2010, Procházka 1998).

Buňky obklopující svěrací buňky mají poměrně silnou stěnu a celkově jsou nepružné, z tohoto důvodu je pohyb svěracích buněk výrazně limitovaný. Na zimu také dochází k ucpání průduchů voskem (Vinter 2008).



**Obrázek 2:** Detail gymnospermního průduchu. Zdroj: Vinter (2008), s 155.

## 5.2 Podpokožka (hypodermis)

Jedná se o nepravidelnou vrstvu buněk. Díky tomu, že se jedná často o sklerenchymatické či kolenchymatické buňky, zvyšují tak pevnost a ochranu listu (Dostál, 2003).

Businský (2008) rozlišuje 3 typy hypodermis podle toho, jak vypadají buňky, které tvoří její jednotlivé vrstvy. Pokud tyto buňky mají přibližně stejný tvar, mluví o hypodermis uniformní. Pokud se buňky v blízkosti epidermis výrazně odlišují od buněk spodních vrstev, jedná se o hypodermis biforní. U hypodermis multimorfní, dochází k zesilování buněčných stěn směrem orientovaným dovnitř jehlice.

V některých případech hypodermis tvoří souvislou vrstvu, jindy je přerušovaná (nevykytuje se v místech, kde jsou řady průduchů), případně u některých zástupců zcela chybí, jako můžeme pozorovat u tisu červeného (*Taxus baccata* L.).

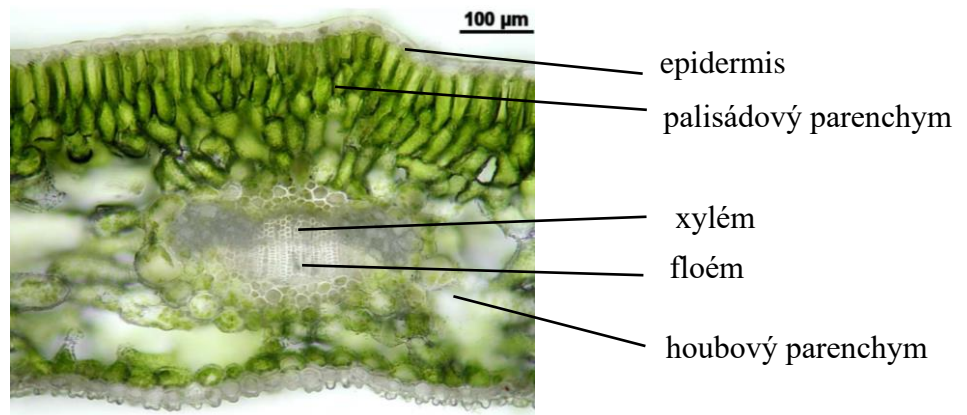
## 5.3 Mezofyl

Mezofyl jehlice vyplňuje prostor mezi hypodermis a endodermis. Je tvořený zpravidla parenchymatickými buňkami, ty bývají označovány jako ramenovité (Vinter 2008). Buňky mají totiž vychlípeniny buněčných stěn orientované kolmo dovnitř buněk. Díky tomu dochází k zvětšení povrchu buněčných stěn (Vinter 2008, Votrubová 2010).

Mezofyl může být homogenní, tzn. není rozlišený na palisádový a houbový parenchym (Slavíková 2002). Tak je tomu např. u jehlic borovic, smrků a cedru.

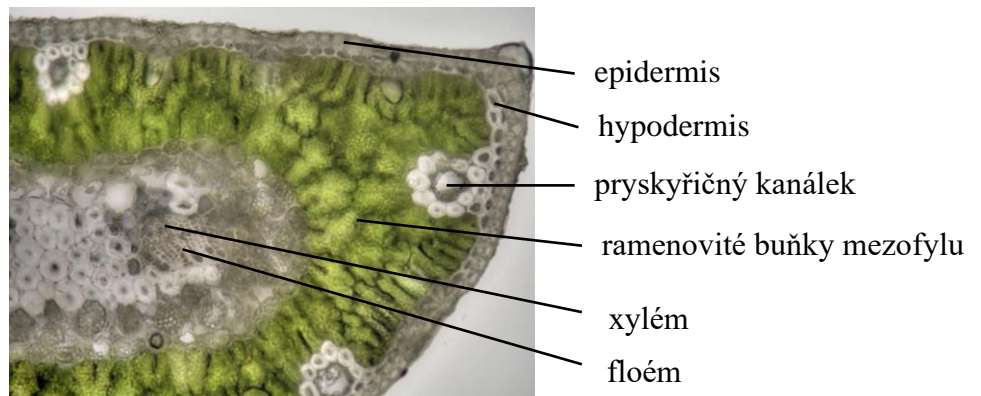
V některých jehlicích je možné pozorovat rozlišený mezofyl na palisádový a houbový parenchym např. u jehlic tisu, jedle, douglasky (Kolařík 2010, Votrubová 2010). V tomto případě nejsou buňky mezofylu ramenovité.





**Obrázek 3:** Detail rozlišeného mezofylu na příčném řezu jehlicí tisu červeného (*Taxus baccata* L.).

Zdroj: [https://www.sci.muni.cz/~anatomy/leaves/html/taxus\\_3.htm](https://www.sci.muni.cz/~anatomy/leaves/html/taxus_3.htm)



**Obrázek 4:** Detail nerozlišeného mezofylu na příčném řezu jehlicí borovice (*Pinus* sp.). Zdroj:

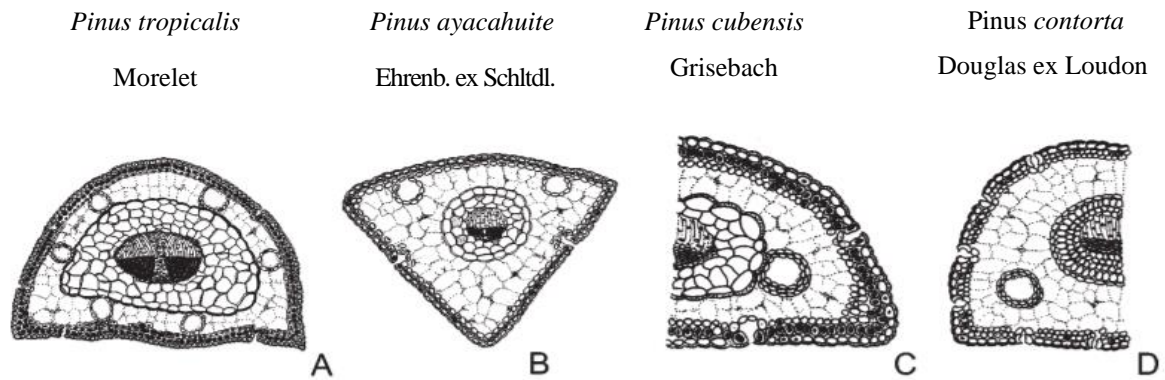
[https://www.sci.muni.cz/~anatomy/leaves/html/pinus\\_2.htm](https://www.sci.muni.cz/~anatomy/leaves/html/pinus_2.htm)

## 5.4 Pryskyřičné kanálky

Počet a umístění pryskyřičných kanálků je velmi důležitým rozlišovacím znakem pro určování jednotlivých druhů jehličnanů. Businský (2008) rozlišuje pryskyřičné kanálky podle umístění v mezofylu na marginální (externální), které se nachází při hypodermis, dále internální, které se nachází při endodermis. Mediální pryskyřičné kanálky se vyskytují přibližně ve střední části mezofylu a nakonec septální, ty zabírají celý prostor od hypodermis po endodermis.

Pryskyřičné kanálky jsou interceluláry, které nacházíme v mezofylu jehlic. Vznikají rozpuštěním střední lamely a následným oddálení buněk (Vinter 2008).

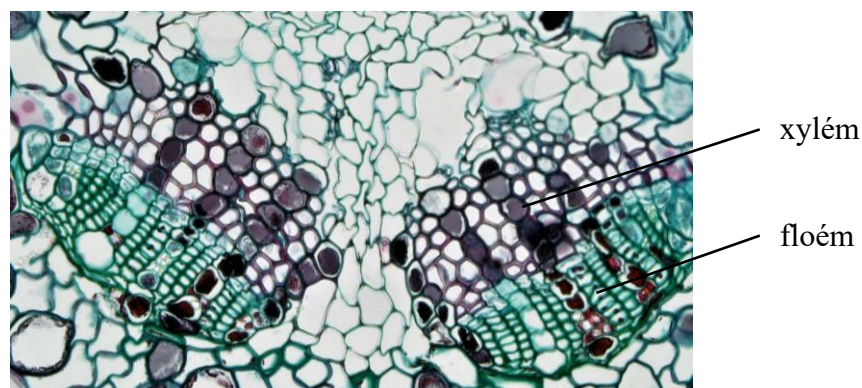
Pryskyřičné kanálky jsou vystlané vrstvou sekrečních buněk, které produkují pryskyřici a silice (Dostál 2003, Jurčák 2007).



**Obrázek 5:** Druhy pryskyřičných kanálků podle umístění v mezofylu. A - septální, B - externální, C – internální, D - mediální. Zdroj: [https://www.researchgate.net/figure/Several-characters-used-in-pine-classification-A-two-fibrovascular-bundles-per-needle\\_fig1\\_271407044](https://www.researchgate.net/figure/Several-characters-used-in-pine-classification-A-two-fibrovascular-bundles-per-needle_fig1_271407044)

## 5.5 Transfúzní pletivo

Transfúzní pletivo je oddělováno od mezofylu vrstvou endodermis. Pod ní jsou ležaté tracheidy a parenchymatické buňky. Hlavní funkcí transfúzního pletiva je zásobovat jehlice vodou a zprostředkovávat přesun asimilátů z mezofylu do síťkových buněk (Vinter 2008). Cévní svazky jsou kolaterální a platí pro ně, že xylém směřuje k svrchní straně jehlice a floém tedy ke spodní (Kolařík 2010). V jehlicích se vyskytuje jeden cévní svazek, u některých zástupců dva, výjimečně jen u damaroní (*Agathis* sp.) je cévního svazků mnoho (Vinter 2008).



**Obrázek 6:** Detail cévních svazků na příčném řezu borovicí (*Pinus* sp.). Zdroj: <https://www.flickr.com/photos/146824358@N03/albums/72157683985537212/with/36363886161/>

## 6 Použití anatomických znaků jehlic při rozpoznávání jehličnanů

Při určování jehličnanů se ve většině případů používají makroskopické znaky, které jsou patrné okem (habitus stromu, velikost, tvar a zakončení jehlic, tvar a velikost šišek, nebo tvar semenných šupin) (Musil & Hamerník 2007).

Na druhou stranu avšak některé mikroskopické znaky mají klíčový význam při rozlišování druhů v rámci jednoho rodu jehličnanu. Příkladem velmi detailního určovacího klíče, který kromě makroskopických znaků jehličnanů zahrnuje i anatomické znaky jehlic je komentovaný světový určovací klíč rodu *Pinus*, jehož autorem je Businský (2008).

Zde Businský (2008) klade důraz na analýzu následujících anatomických znaků.

- Tvar průřezu – kruhovitý, půlkruhovitý, trojúhelníkovitý, kruhová výseč.
- Počet cévních svazků – jeden, nebo dva.
- Počet pryskyřičných kanálků.
- Umístění pryskyřičných kanálků – externální (při hypodermis), internální (při endodermis), mediální (uprostřed mezofylu), septální (zaujímají prostor od hypodermis k endodermis).
- Počet vrstev hypodermis.
- Umístění průduchů – na všech stranách jehlice, nebo pouze na spodní straně.

Nezbytným předpokladem pro určování druhů jehličnanů podle anatomických znaků na jehlicích je zhotovení tenkého řezu jehlicí přibližně v její polovině. Dörken & Stützel (2012) na příkladu borovic (*Pinus* sp.) objasňují, že pokud řez je veden více distálně nebo bazálně, potom může na řezech být viditelný pouze jeden cévní svazek. Potom by mohlo dojít k vyvození toho, že jehlice má pouze jeden cévní svazek a tedy k nesprávné determinaci. Teprve v případě, když se řez sestruje přibližně v polovině jehlice, byly totiž viditelné dva cévní svazky.

V české odborné literatuře můžeme narazit i na určovací klíč založený pouze na anatomických znacích pomocí nichž je možné rozlišit některé druhy borovic (Hejný et al. 1988).

V případě, když máme příčný řez listem, jeho tvar nám může velmi pomoci, abychom přiřadili zástupce aspoň do rodu. Pokud řez má tvar kruhu anebo jeho části, určitě se jedná o borovici. V případě půlkruhu bude se jednat o zástupce s dvěma jehlicemi v brachyblastu, s tvarem kruhové výseče se setkáváme u borovic, které mají více jehlic v brachyblastu. Pokud by byl průřez kruhovitý, mělo by se jednat o borovici jednolistou (*Pinus monophylla*),

kteřá má pouze jednu jehlici v brachyblastu. Čtyřhranný řez můžeme pozorovat u smrků, zatímco spíše plochý příčný řez vykazují zástupci rodů jedle (*Abies* sp.), jedlovec (*Tsuga* sp.), douglaska (*Pseudotsuga* sp.), modřín (*Larix* sp.), případně ještě tis (*Taxus* sp.) (Hieke 2008).

Rozpoznat následující rody od sebe je už trochu obtížnější, ale můžou nám pomoci pryskyřičné kanálky. V případě jedlovců pryskyřičný kanálek se nachází pod transfúzním pletivem, pryskyřičné kanálky u modřínu opadavého se nachází při hypodermis na obou stranách od transfúzního pletiva, u tisů se naopak pryskyřičné kanálky nikdy nevyskytují (Holman et al. 2007, Ghimire 2014, Ciornea et al. 2015).

V některých publikacích, jako například Musil & Hamerník (2007) nebo Koblížek (2000), se můžeme setkávat s perokresbami. Ty určitě napomohou determinaci, na druhou stranu jelikož se jedná o poměrně zjednodušená černobílá schémata, ve kterých je naprosté minimum, mohou být taktéž nedostatečné.

## 7 Výzkumy zaměřené na anatomii jehlic

V odborné literatuře je možné najít především srovnávací studie anatomie jehlic, které popisují rozdíly ve stavbě jehlic různých rodů a také druhů v rámci jednoho rodu. Některé anatomické struktury jehlic tak mohou sloužit jako důležité rozlišovací znaky.

U zástupců čeledi *Taxaceae* vyskytujících se ve východní Asii zkoumali Ghimire et al. (2014) rozdíly v počtu vrstev palisádového parenchymu, tvaru cévních svazků, výskytu pryskyřičných kanálků, strukturu buněk obklopujících pryskyřičné kanálky, stavbu průduchů.

Ghimire et al. (2015) také studovali anatomické znaky jehlic čtyř druhů jedlí (jedle japonská, jedlicovitá, korejská a mandžuská) a 3 druhy smrků (smrk ztepilý, ajanský a korejský).

Zaměřili se zde nejprve na povrch jehlic a výskyt průduchů a zjistili, že u všech zkoumaných druhů jsou uspořádané do řad. Dále autoři zdůrazňují xeromorfní adaptace jehlic zkoumaných druhů, k nimž patří ponořené průduchy a silná kutikula.

Dörken & Stützel (2012) se zabývali pouze třemi druhy (pajehličník přeslenitý, borovice jednolistá a borovice lesní). Autoři zde poukazují na odlišnosti v počtu cévních svazků, pokud vedeme řez na různých místech jehlice. V případě borovice lesní, pokud byl veden hodně bazálně nebo distálně, nebyly viditelné dva cévní svazky. Ty jsou viditelné v případě, když vedeme řez ve střední části jehlice. Pajehličník přeslenitý je jehličnan, který spousta autorů nezkoumala. Na druhou stranu tento jehličnan má velmi zajímavý tvar průřezu který souvisí se srůstem dvou jehlic v jednu, Dále zde byla poměrně zajímavá přítomnost dvou transfúzních pletiv po jednom cévním svazku.

Bercu et al. (2010) provedli srovnávací analýzu jehlic jedle bělokoré, jedle kavkazské, cedru atlaského, cedru himalájského, jalovce obecného a jalovce čínského. U všech těchto zástupců byla pozorovaná jednovrstevná epidermis, která byla více či méně kutinizovaná. Autoři se blíže zaměřili i na velikost substomatální dutiny. U cedrů byla její velikost výrazně větší než u zbylých dvou rodů. V rámci zkoumaných rodů se výrazně lišil tvar příčných řezů (jedle a jalovce spíše protáhlý, cedry spíše trojúhelníkovité), umístění pryskyřičných kanálků. U jedlí a cedru byly dva cévní svazky obklopeny transfúzním pletivem, u jalovců pouze jeden.

Tematika vnitřní stavby jehlic byla zpracovaná i ve kvalifikačních pracích.

Stříteská (2010) se ve své bakalářské práci zabývala srovnáváním příčných řezů v rámci rodu borovice (*Pinus* sp.). Autorka zkoumala jehlice třiceti druhů borovic čímž pokryla zhruba

třetinu všech zástupců toho rodu. Dále byl v práci přiložen i příčný řez pajehličníku přeslenitého, z důvodu že by mohlo dojít k jeho záměně za některý z druhů borovic.

U borovic mají jehlice tvar kruhu (jen *Pinus monofyla*, která zde však zkoumaná nebyla), trojúhelníku, kruhové výseče, či půlkruhu. Tvar příčného řezu pajehličníku je ale specifický, na řezu je dobře viditelné, že list vznikl srůstem dvou listů.

Riemerová (2012) provedla srovnávací studii listů čeledi cypřišovitých a zjistila poměrně velkou variabilitu v jejich vnitřní stavbě. Tyto rozdílnosti byly doloženy fotografiemi a schematickými náčrtky jednotlivých příčných řezů. Výrazně se odlišovali tis japonský díky nepřítomnosti pryskyřičných kanálků a kryptomerie japonská deltovitým tvarem. Podle tvaru příčného řezu počtu cévních svazků, počtu a poloze pryskyřičných kanálků se dalo rozpoznat jednotlivé rody, v některých případech i druhy. Velkou variabilitu například vykazovaly jalovce, ostatní měli různě stlačený kosočtverečný tvar.

Frdlíková (2013) studovala variabilitu vnitřní stavby jehlic dvaceti druhů smrků a k nim připojila douglasku tisolistou. Tím bylo pokryta zhruba polovina známých druhů smrků. Jehlice všech studovaných druhů měly typický čtyřúhelníkovitý průřez. Tvar příčného řezu smrku Glehnova (*Picea glehnii*) se vymykal ostatním, jeho průřez byl protáhlý a tvarově se spíše podobal průřezu jehlicemi jedlí nebo douglasek. V porovnání s Ishii et al. (2007) průřez tímto druhem smrku byl výrazně odlišný, zase čtyřúhelníkovitý.

# PRAKTICKÁ ČÁST

## 8 Metodika

### 8.1 Sběr vzorků jehlic

Ke zkoumání vnitřní stavby jehlic byly použité následující druhy: borovice černá (*Pinus nigra* Arnold), borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), borovice kleč (*Pinus mugo* Turra), borovice vejmutovka (*Pinus strobus* L.), smrk ztepilý (*Picea abies* L.), smrk pichlavý (*Picea pungens* Engelm.), jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.), douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) a tis červený (*Taxus baccata* L.). Nomenklatura druhů byla převzatá od Musila & Hamerníka (2007).

Vzorky jehlic byly odebrané ze stromů rostoucích ve Smetanových sadech. Od každého jedince bylo odebráno několik maximálně dvacetimetrových větviček. Pro následnou přípravu příčných řezů byly vybrány pouze zdravé listy.

### 8.2 Zhotovení preparátů

Většina příčných řezů byla zhotovována v dřeni bezu černého tzv. bezové duši. Jehlice byly umístěny do podélně rozřízlé bezové duše a první řez byl prováděný zhruba v polovině jehlice. Potom následovalo několik co nejtenčích kolmých řezů, které byly následně mikroskopovány.

Ke zhotovování příčných řezů byla využita i tzv. „dvojžiletka“. Jak uvádí Provažníková (2018), příčné řezy se zhotovují pomocí žiletky přeložené napůl, která je v místě přeložení zalepená izolepou. Pro zhotovení některých řezů byla použita „dvojžiletka“ vytvořená slepením dvou celých žiletek. Taková dvojžiletka byla mohutnější a lépe se s ní pracovalo. Potom co se dvojžiletkou vytvoří řezy, nejlépe se řez vytáhne pomocí špendlíku nebo preparační jehly. Po vytvoření všech řezů je dobré žiletky oddělat od sebe a usušit například na papírové utěrce.

Z příčných řezů jehlicemi byly zhotovené dočasné preparáty, které sloužily ke zjišťování plošného zastoupení jednotlivých struktur. V kapitole výsledky práce byly použity fotografie trvalých preparátů, které byly zhotovené trvalé preparáty v histologické laboratoři, postup jejich tvorby byl následující.

Nejprve byly zhruba 1-2 centimentové části jehlic fixovány v 60% etanolu. V laboratoři byly následně jehlice nablokovány. To znamená, že byly nakrájeny cca na 0,5 centimetrů dlouhé

úseky a následně vloženy do Krütsayova roztoku, což je změkčovací tekutina. Změkčení bylo důležité pro následné zpracování materiálu. V tomto roztoku byly preparáty 24 hodin. Následně byly vzorky vloženy do autotechnikonu. Zde dochází k odvodnění vzorků za pomoci vzestupné řady alkoholů (70%, 80% a 96%). Následně byly vzorky přesunuty do dvou lázní xylenu, jehož úkolem je odstranit všechny alkohol z materiálu a nakonec jsou prosyceny v parafínu. Tento proces trvá několik hodin a provádí se přes noc.

Druhý den byly jehlice zality do parafínových bloků a následně nařezány na mikrotomu na tloušťku 10 $\mu$ m. Řezy byly přesunuty na podložní skla a po rozpuštění okolního parafínu v termostatu byly barveny metodou hematoxylin-eosin:

Při tomto procesu vzorky prochází nejprve odparafínovací řadou, zde dochází k odmytí okolního parafínu. Řada zahrnuje 2 lázně xylenu a následnou sestupnou řadu alkoholů.

Odparafínovací řada:

|             |      |
|-------------|------|
| Xylen       | 5min |
| Xylen       | 5min |
| 96% alkohol | 3min |
| 80% alkohol | 3min |
| 70% alkohol | 3min |

Potom byly skla vložena do hematoxylinu a následně do vody, aby došlo k dobarvení struktur. Ostatní struktury byly dobarveny eosinem. Pak byly vzorky ještě odvodněny v odvodňovací řadě.

Hematoxylin-eosin:

|                |        |
|----------------|--------|
| Hematoxylin    | 5min   |
| vodovodní voda | 5min   |
| eosin          | 2min   |
| vodovodní voda | oplach |

Odvodňovací řada:

|              |     |
|--------------|-----|
| 96% alkohol  | 30s |
| 96% alkohol  | 30s |
| aceton       | 30s |
| aceton-xylen | 30s |
| xylen        | 30s |



Nakonec byl materiál zamontován do montovacího média, v našem případě do pertexu. Vzorky byly na závěr foceny mikroskopem Olympus BX41 a byly použity zvětšení 40x a 100x.

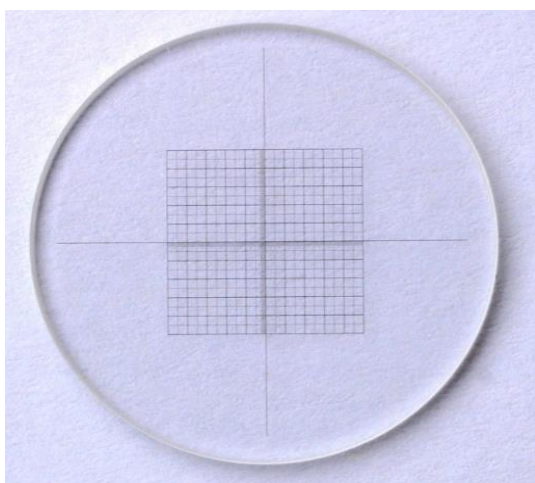
### 8.3 Měření plochy struktur v řezech jehlicemi

Odhad plochy jednotlivých struktur na příčném řezu jehlicemi byl provedený pomocí bodové metody (Kubínová & Albrechtová 1999). Byla k tomu použita okulárová mřížka, což je skleněná destička s narýsovanou mřížkou, která se vkládá do okuláru. Při každém měření byla okulárová mřížka náhodně promítnutá na příčný řez jehlicí.

Jiná možnost, jak spočítat počet zásahů byl na fotografii příčného řezu umístit vytvořenou mřížku, která byla nakreslená na nějakém průhledném materiálu.

Odhad relativní plochy dané struktury se prováděl následovně. Zjistil se počet průsečíků mřížky, které zasáhly danou strukturu. Počet zásahů do struktury se vyjádřil jako procenta z celkového počtu zásahů do průřezu jehlicí.

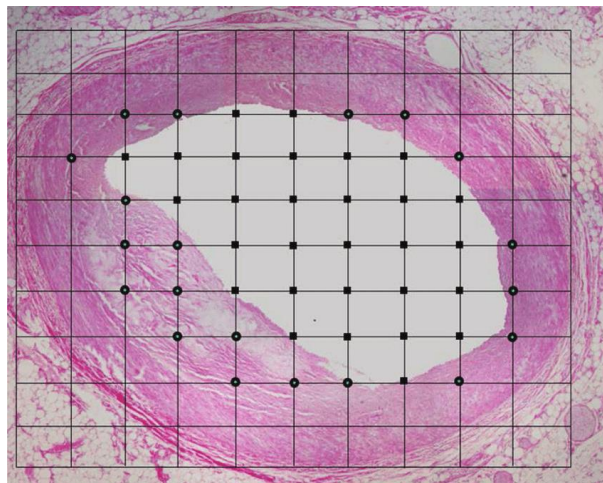
Takto bylo proměřeno 20 různých řezů u každého zkoumaného jehličnanu. Výsledné hodnoty byly zprůměrované. Následná práce se soubory dat byla vyhodnocována v programu Microsoft Excel.



**Obrázek 7:** Okulárová mřížka.

Zdroj:

[https://www.ecplaza.net/products/cross-net-ruler-stereoscopic-graticule-crosshair\\_4616561](https://www.ecplaza.net/products/cross-net-ruler-stereoscopic-graticule-crosshair_4616561)



**Obrázek 8:** Koronární arterie – bodová metoda. Zdroj:

[https://www.researchgate.net/publication/303041866\\_The\\_Study\\_of\\_the\\_Degree\\_of\\_Coronary\\_Artery\\_Stenosis\\_Comparing\\_Macroscopic\\_and\\_Microscopic\\_Assessments](https://www.researchgate.net/publication/303041866_The_Study_of_the_Degree_of_Coronary_Artery_Stenosis_Comparing_Macroscopic_and_Microscopic_Assessments)

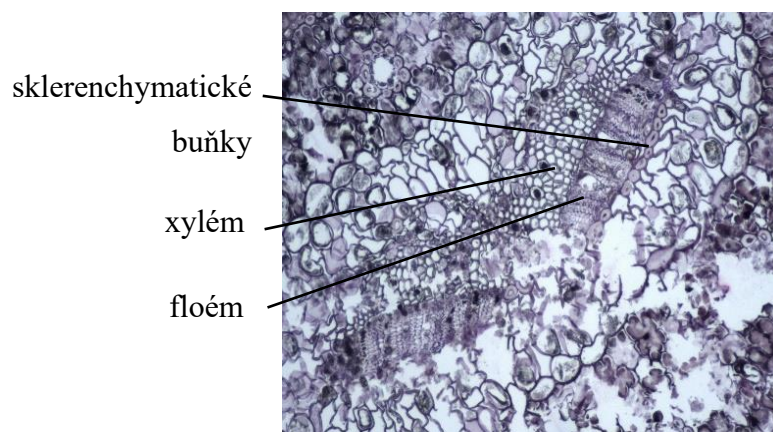
## 9 Výsledky

### 9.1 Borovice černá (*Pinus nigra* Arnold)

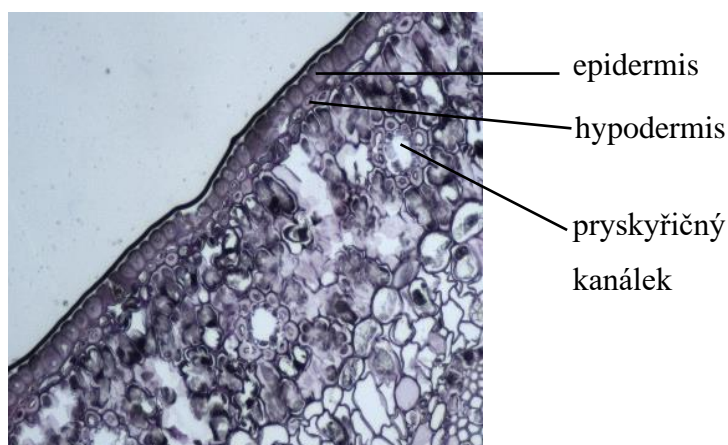
Jehlice borovice černé mají půlkruhový tvar příčného řezu. Epidermis a hypodermis je tvořena tlustostěnnými buňkami a zaujímají 23,4 % plochy příčného řezu jehlicí. Hypodermis je jednovrstevná, ale „v rozích“ je až čtyřvrstevná. Mezofyl není rozlišený na palisádový a houbový parenchym a zabírá zhruba polovinu obsahu (45,3 %). Dobře viditelná endodermis odděluje mezofyl od transfúzního pletiva. Transfúzní pletivo s cévními svazky zabírají plochu 25,3 %. Uvnitř transfúzního pletiva se nachází dva cévní svazky a jsou zde také sklerenchymatické buňky situované zejména při floému cévních svazků. Na **obrázku 9** je vidět 10 mediánních pryskyřičných kanálků, které jsou umístěné přibližně ve středu mezofylu. Pryskyřičné kanálky zaujímají 6,0 % plochy příčného řezu jehlicí.



**Obrázek 9:** Příčný řez jehlicí borovice černé. Zvětšeno 40x.



**Obrázek 10:** Detail cévních svazků na příčném řezu. Zvětšeno 100x.



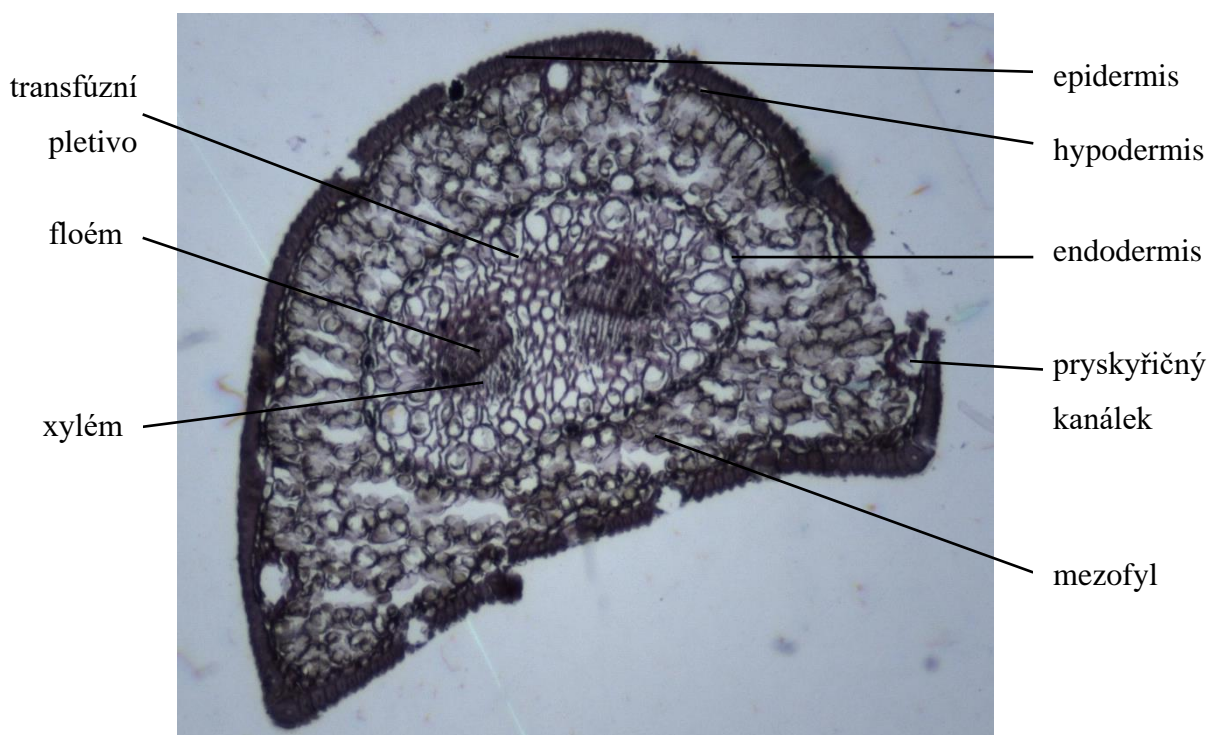
**Obrázek 11:** Detail pokožkových vrstev na příčném řezu. Zvětšeno 100x.

| měřená struktura                  | počet měření (n) | průměr ( $\mu$ ) | směrodatná odchylka ( $\sigma$ ) | variační koeficient (V) |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------|
| epidermis a hypodermis            | 20               | 23,4 %           | 8,6 %                            | 36,8 %                  |
| mezofyl                           | 20               | 45,3 %           | 9,3 %                            | 20,5 %                  |
| transfúzní pletivo a cévní svazky | 20               | 25,3 %           | 4,3 %                            | 17,0 %                  |
| pryskyřičné kanálky               | 20               | 6,0 %            | 5,1 %                            | 85,0 %                  |

**Tabulka 1:** Relativní plošné zastoupení struktur v jehlicích borovice černé – základní statistické charakteristiky.

## 9.2 Borovice kleč (*Pinus mugo* Turra)

Jehlice borovice kleče mají také půlkruhový tvar příčného řezu. Jehlici kryje jednovrstevná silně sklerenchymatická epidermis, pod kterou je jednovrstevná hypodermis. Tyto dvě struktury zaujímají 20,3 % plochy příčného řezu jehlicí. Nerozlišený mezofyl tvoří 51,0 % plochy příčného řezu jehlicí. Uvnitř transfúzního pletiva se nachází dva cévní svazky, transfúzní pletivo a cévní svazky zabírají 25,0 %. Na **obrázku 12** jsou tři pryskyřičné kanálky umístěné při hypodermis, jedná se tedy o externální pryskyřičné kanálky. Pryskyřičné kanálky zaujímají 3,7 % plochy příčného řezu jehlicí.



**Obrázek 12:** Příčný řez jehlicí borovice kleče. Zvětšeno 40x.

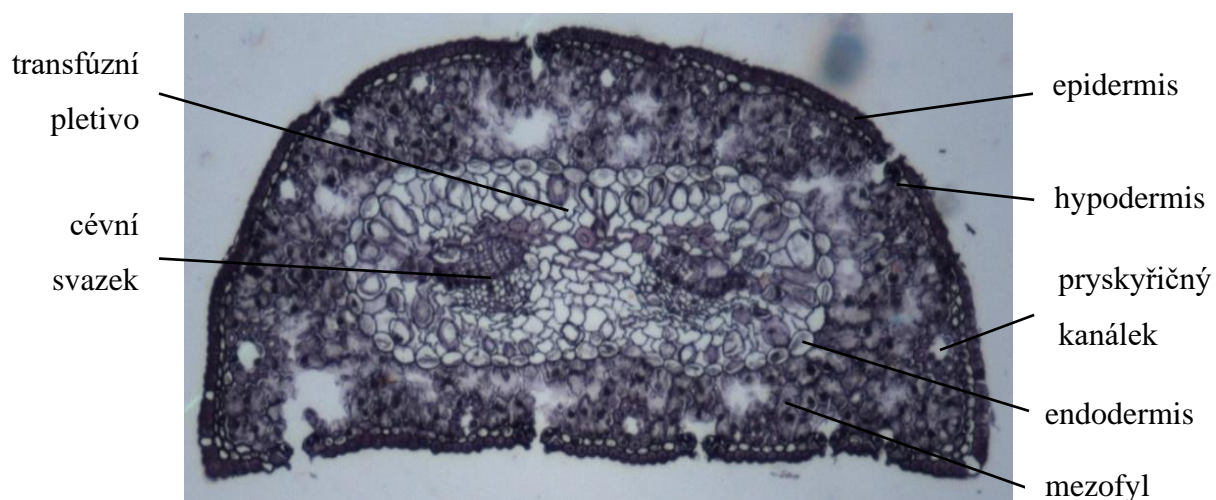
| měřená struktura                  | počet měření (n) | průměr ( $\mu$ ) | směrodatná odchylka ( $\sigma$ ) | variační koeficient (V) |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------|
| epidermis a hypodermis            | 20               | 20,3 %           | 6,0 %                            | 29,6 %                  |
| mezofyl                           | 20               | 51,0 %           | 6,9 %                            | 13,5 %                  |
| transfúzní pletivo a cévní svazky | 20               | 25,0 %           | 4,0 %                            | 16,0 %                  |
| pryskyřičné kanálky               | 20               | 3,7 %            | 3,2 %                            | 86,5 %                  |

**Tabulka 2:** Relativní plošné zastoupení struktur v jehlicích borovice kleče – základní statistické charakteristiky.

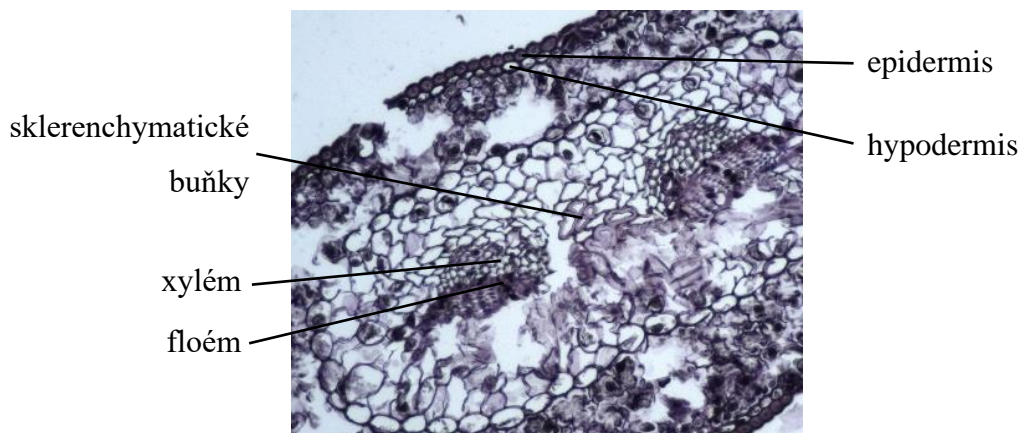
### 9.3 Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.)

Průřez jehlicí borovice lesní má půlkruhový tvar. Jehlice jsou kryty jednovrstevnou sklerenchymatickou epidermis. Hypodermis je také jednovrstevná, avšak „v rozích“ jsou pozorovatelné vrstvy dvě. Epidermis s hypodermis zaujímají 21,7 % plochy příčného řezu jehlicí. Mezofyl je nerozlišený, zaujímá 39,0 %. V transfúzním pletivu se nachází dva kolaterální svazky a také sklerenchymatické buňky, které jsou nejvíce patrné v blízkosti

floémové části cévních svazků. Transfúzní pletivo a cévní svazky zabírají 27,2 %. Pryskyřičné kanálky jsou externální – nachází se při hypodermis Pryskyřičné kanálky zaujímají 12,1 % plochy příčného řezu jehlicí. Na **obrázku 13** je na řezu jehlicí vidět 10 pryskyřičných kanálků.



**Obrázek 13:** Příčný řez jehlicí borovice lesní. Zvětšeno 40x.



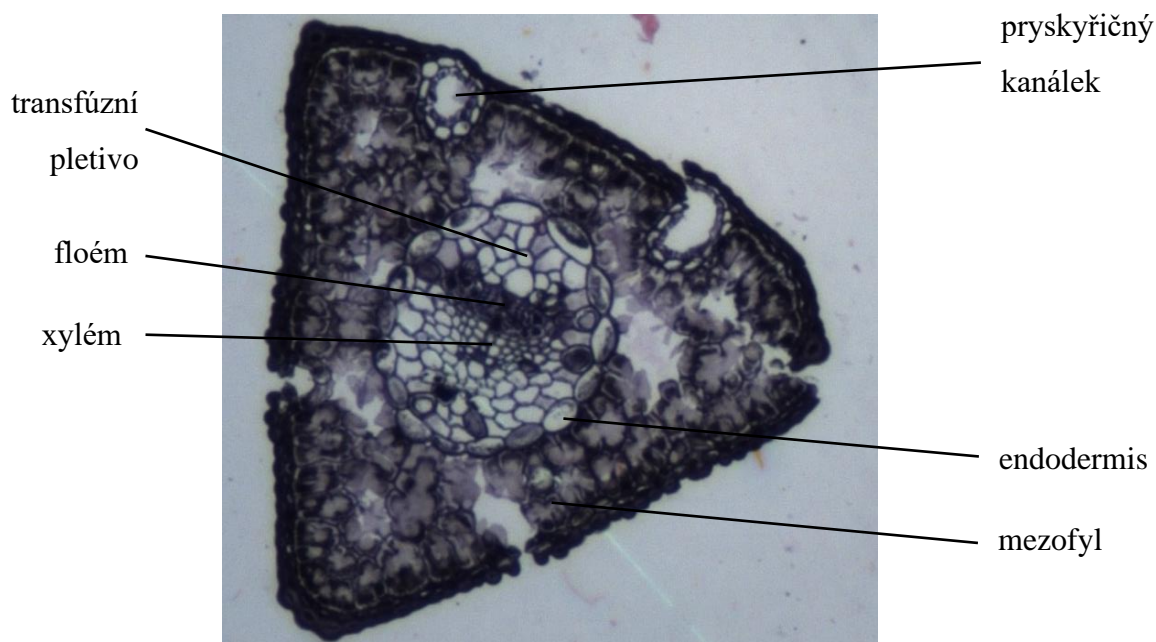
**Obrázek 14:** Detail cévních svazků na příčném řezu. Zvětšeno 100x.

| měřená struktura                  | počet měření (n) | průměr ( $\mu$ ) | směrodatná odchylka ( $\sigma$ ) | variační koeficient (V) |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------|
| epidermis a hypodermis            | 20               | 21,7 %           | 6,5 %                            | 30,0 %                  |
| mezofyl                           | 20               | 39,0 %           | 8,6 %                            | 22,1 %                  |
| transfúzní pletivo a cévní svazky | 20               | 27,2 %           | 5,5 %                            | 20,2 %                  |
| pryskyřičné kanálky               | 20               | 12,1 %           | 5,5 %                            | 45,5 %                  |

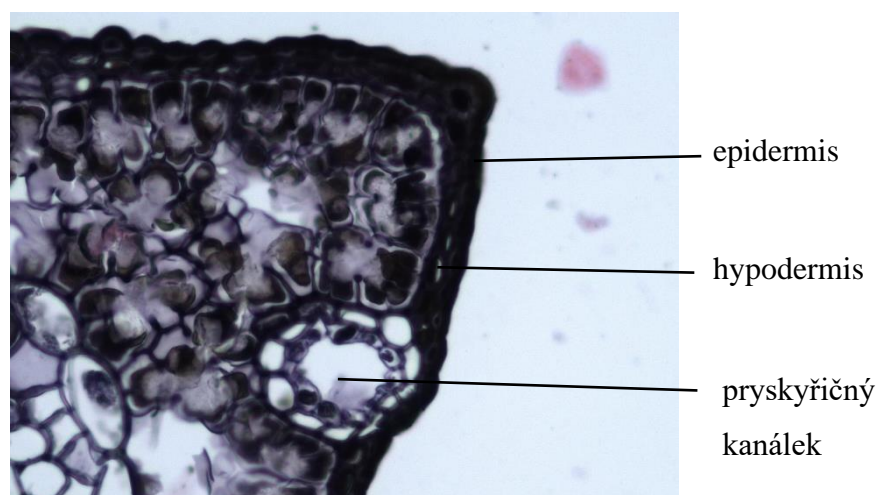
**Tabulka 3:** Relativní plošné zastoupení struktur v jehlicích borovice lesní – základní statistické charakteristiky.

#### 9.4 Borovice vejmutovka (*Pinus strobus* L.)

Díky tomu, že jehlice borovice vejmutovky rostou po pěti v brachyblastu, průřez jehlicí je podobný kruhové výseči, v některých případech až trojúhelníkovitý. Na povrchu je jednovrstevná epidermis s dobře pozorovatelnými ponořenými průduchy. Hypodermis je také jednovrstevná. Epidermis a hypodermis zaujímají 23,8 %. Mezofyl zde není rozlišený na palisádový a houbový parenchym, zaujímá polovinu plochy příčného řezu jehlicí (53,2 %). Transfúzní pletivo má spíše kruhovitý tvar a dominuje v něm jeden cévní svazek. Transfúzní pletivo a cévní svazek zabírají 19,0 %. Pryskyřičné kanálky se nachází při hypodermis, na **obrázku 15** jsou pozorovatelné dva. Pryskyřičné kanálky zaujímají 4,0 %.



**Obrázek 15:** Příčný řez jehlicí borovice vejmutovky. Zvětšeno 40x.



**Obrázek 16:** Detail pokožkových vrstev na příčném řezu. Zvětšeno 100x.

| měřená struktura                  | počet měření (n) | průměr ( $\mu$ ) | směrodatná odchylka ( $\sigma$ ) | variační koeficient (V) |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------|
| epidermis a hypodermis            | 20               | 23,8 %           | 7,2 %                            | 30,3 %                  |
| mezofyl                           | 20               | 53,2 %           | 9,7 %                            | 18,2 %                  |
| transfúzní pletivo a cévní svazky | 20               | 19,0 %           | 4,4 %                            | 23,2 %                  |
| pryskyřičné kanálky               | 20               | 4,0 %            | 2,4 %                            | 60,0 %                  |

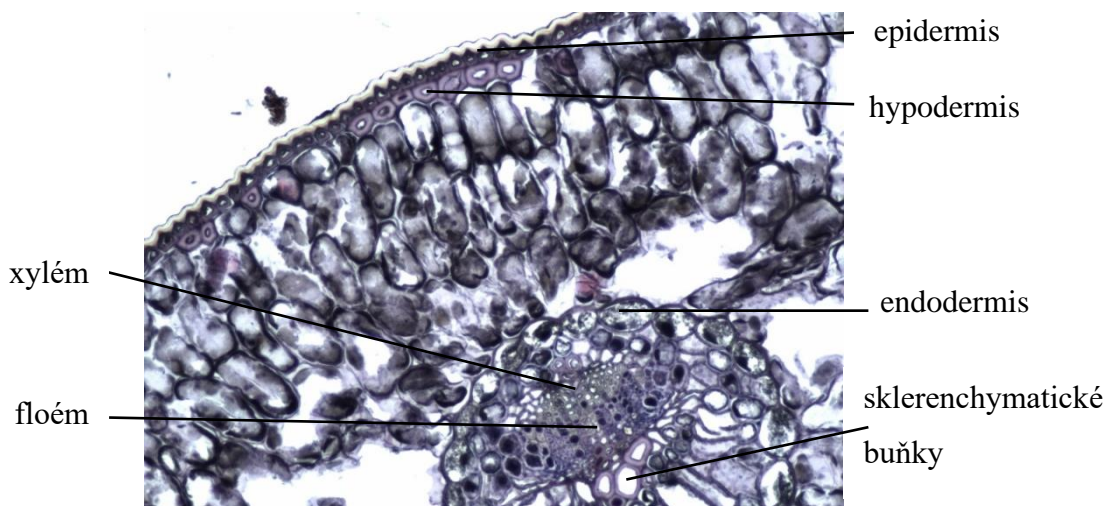
**Tabulka 4:** Relativní plošné zastoupení struktur v jehlicích borovice vejmutovky – základní statistické charakteristiky.

### 9.5 Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.)

Příčný řez jehlicí douglasky tisolisté má spíše protáhlý tvar. Jednovrstevná, silně zvrásněná epidermis je tvořena sklerenchymatickými buňkami. Sklerenchymatická jednovrstevná hypodermis netvoří souvislou vrstvu. Epidermis a hypodermis tvoří 18,1 % plochy příčného řezu jehlicí. Mezofyl je rozlišený na houbový a palisádový parenchym a zaujímá 70,6 %. V transfúzním pletivě se nachází jeden cévní svazek a také sklerenchymatické buňky. Transfúzní pletivo a cévní svazek zaujímají 9,1 %. Na **obrázku 17** jsou pozorovatelné dva pryskyřičné kanálky umístěné při epidermis. Pryskyřičné kanálky zaujímají 2,2 % plochy příčného řezu jehlicí.



**Obrázek 17:** Příčný řez jehlicí douglaske tisolisté. Zvětšeno 40x.



**Obrázek 18:** Detail cévního svazku a pokožkových vrstev. Zvětšeno 100x.

| měřená struktura                  | počet měření (n) | průměr ( $\mu$ ) | směrodatná odchylka ( $\sigma$ ) | variační koeficient (V) |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------|
| epidermis a hypodermis            | 20               | 18,1 %           | 6,9 %                            | 38,1 %                  |
| mezofyl                           | 20               | 70,6 %           | 6,9 %                            | 9,8 %                   |
| transfúzní pletivo a cévní svazky | 20               | 9,1 %            | 1,9 %                            | 20,9 %                  |
| pryskyřičné kanálky               | 20               | 2,2 %            | 1,9 %                            | 86,4 %                  |

**Tabulka 5:** Relativní plošné zastoupení struktur v jehlicích douglaske tisolisté – základní statistické charakteristiky.

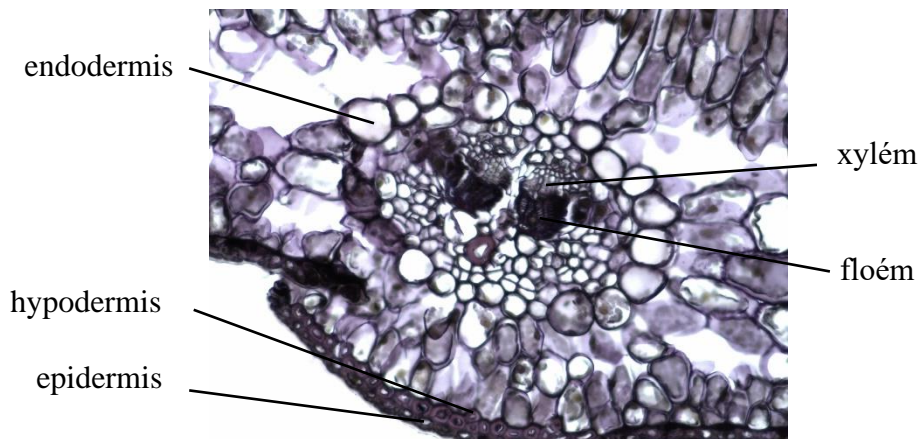


## 9.6 Jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.)

Řez jehlicí jedle bělokoré má spíše protáhlý tvar. Na jednovrstevnou sklerenchymatickou epidermis navazuje sklerenchymatická hypodermis. Ta je však přerušovaná. Epidermis a hypodermis tvoří 25,1 % plochy příčného řezu jehlicí. Mezofyl je rozlišený na palisádový a houbový parenchym a tvoří více než polovinu plochy příčného řezu jehlicí (58,6 %). Uvnitř transfúzního pletiva se nachází dva cévní svazky. Transfúzní pletivo a cévní svazky zaujímají 12,3 % plochy příčného řezu jehlicí. Na **obrázku 19** se nachází dva pryskyřičné kanálky umístěné při hypodermis. Pryskyřičné kanálky zaujímají 4,0 % plochy příčného řezu jehlicí.



**Obrázek 19:** Příčný řez jehlicí. Zvětšeno 40x.



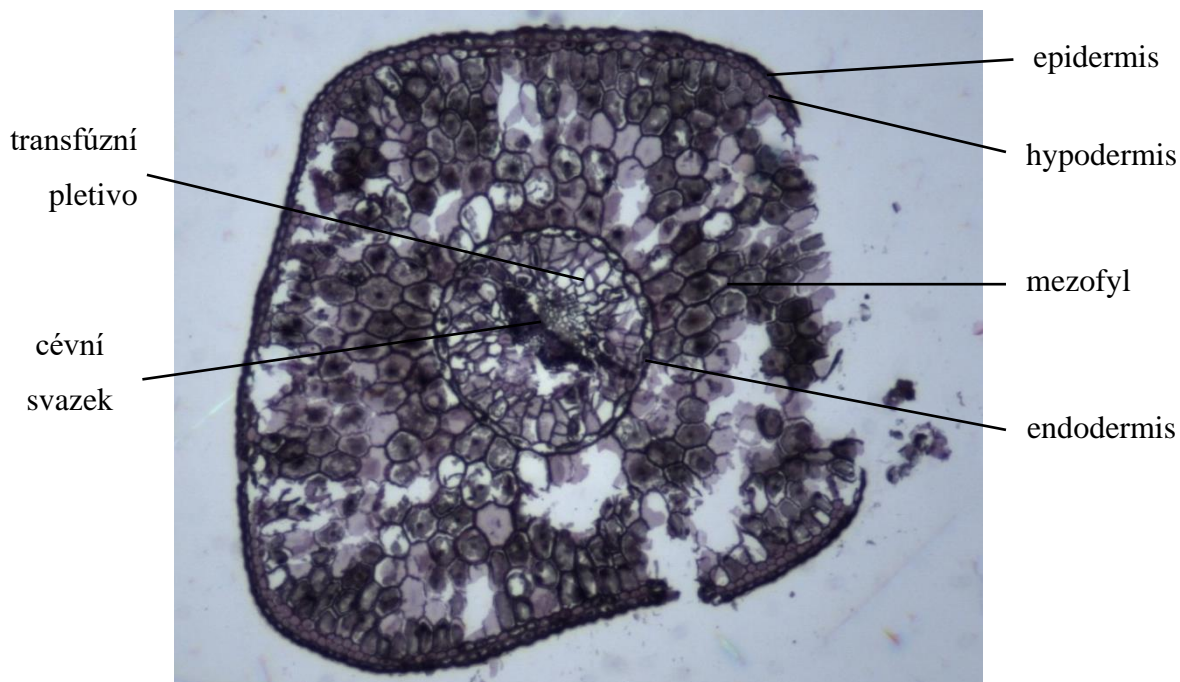
**Obrázek 20:** Detail cévních svazků na příčném řezu. Zvětšeno 100x.

| měřená struktura                  | počet měření (n) | průměr ( $\mu$ ) | směrodatná odchylka ( $\sigma$ ) | variační koeficient (V) |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------|
| epidermis a hypodermis            | 20               | 25,1 %           | 7,2 %                            | 28,7 %                  |
| mezofyl                           | 20               | 58,6 %           | 11,4 %                           | 19,5 %                  |
| transfúzní pletivo a cévní svazky | 20               | 12,3 %           | 4,5 %                            | 36,6 %                  |
| pryskyřičné kanálky               | 20               | 4,0 %            | 3,5 %                            | 87,5 %                  |

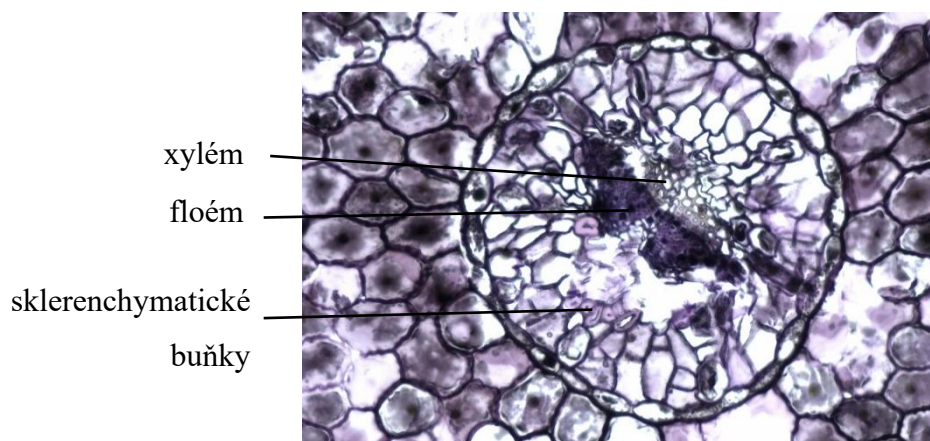
**Tabulka 6:** Relativní plošné zastoupení struktur v jehlicích jedle bělokoré – základní statistické charakteristiky.

### 9.7 Smrk pichlavý (*Picea pungens* Engelm.)

Průřez jehlicemi smrku pichlavého má spíše čtyřúhelníkovitý tvar. Pod jednovrstevnou epidermis se nachází jednovrstevná (místy i dvouvrstevná) hypodermis. Tyto struktury zaujímají pouze 19,0 % plochy příčného řezu. Mezofyl je taktéž nerozlišený, zaujímá plochu 67,5 %. V transfúzním pletivě se nachází jeden cévní svazek, který je částečně rozdělený jednou, nebo dvěma vrstvami parenchymatických buněk uprostřed cévního svazku. Také se v transfúzním pletivě nachází sklerenchymatické buňky, které jsou nejvíce situované pod floémovými částmi cévních svazků. Transfúzní pletivo a cévní svazky zaujímají 12,5 %. Pryskyřičné kanálky se na **obrázku 21** nevyskytují, při pozorování nativních preparátů byly pryskyřičné kanálky soustředěné při hypodermis. Pryskyřičné kanálky zaujímají pouze 1,0 % veškeré plochy.



**Obrázek 21:** Příčný řez jehlicí smrku pichlavého. Zvětšeno 40x.



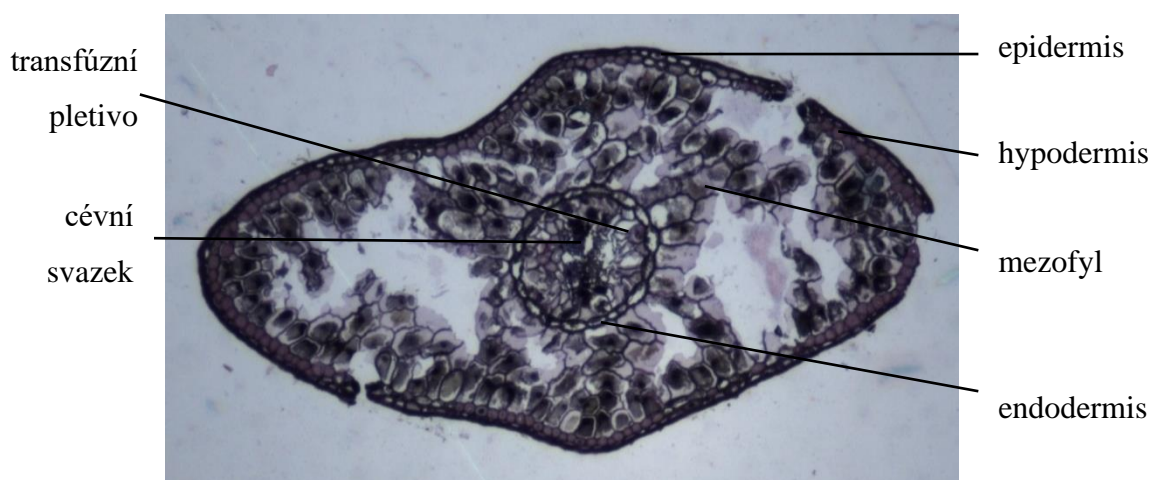
**Obrázek 22:** Detail cévních svazků na příčném řezu. Zvětšeno 100x.

| měřená struktura                  | počet měření (n) | průměr ( $\mu$ ) | směrodatná odchylka ( $\sigma$ ) | variační koeficient (V) |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------|
| epidermis a hypodermis            | 20               | 19,0 %           | 5,0 %                            | 26,3 %                  |
| mezofyl                           | 20               | 67,5 %           | 6,2 %                            | 9,2 %                   |
| transfúzní pletivo a cévní svazky | 20               | 12,5 %           | 3,7 %                            | 29,6 %                  |
| pryskyřičné kanálky               | 20               | 1,0 %            | 2,0 %                            | 200 %                   |

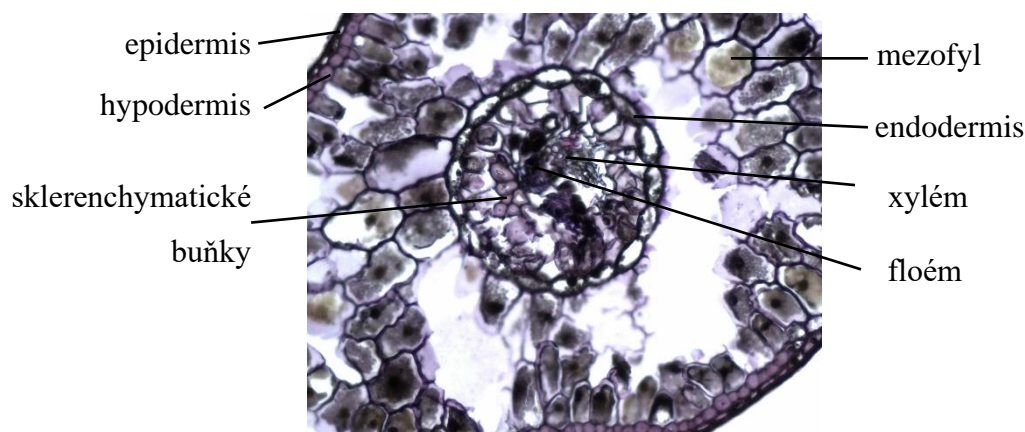
**Tabulka 7:** Relativní plošné zastoupení struktur v jehlicích smrku pichlavého – základní statistické charakteristiky.

## 9.8 Smrk ztepilý (*Picea abies* L.)

Jehlice smrku ztepilého má elipticky protáhlý příčný řez. Epidermis je jednovrstevná, hypodermis tvoří jedna vrstva buněk, které mají v některých místech ztloustlé buněčné stěny. Epidermis a hypodermis zaujímá 21,6 % plochy příčného řezu jehlicí. Mezofyl není rozlišený, tvoří 64,3 % plochy příčného řezu jehlicí. V transfúzním pletivě se nachází jeden cévní svazek, který je částečně rozdělený jednou, nebo dvěma vrstvami parenchymatických buněk uprostřed cévního svazku. Také jsou v něm přítomné sklerenchymatické buňky, které zaujímají prostor v blízkosti floému cévních svazků. Transfúzní pletivo a cévní svazky zaujímají 11,1 % plochy příčného řezu jehlicí. Na **obrázku 23** se nám bohužel nepodařilo zachytit žádný pryskyřičný kanálek, ty jsou ale obvykle umístěny při hypodermis. Pryskyřičné kanálky zaujímají 3,0 % plochy příčného řezu jehlicí.



**Obrázek 23:** Příčný řez jehlicí smrku ztepilého. Zvětšeno 40x.



**Obrázek 24:** Detail cévních svazků na příčném řezu. Zvětšeno 100x.

| měřená struktura                  | počet měření (n) | průměr ( $\mu$ ) | směrodatná odchylka ( $\sigma$ ) | variační koeficient (V) |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------|
| epidermis a hypodermis            | 20               | 21,6 %           | 7,8 %                            | 36,1 %                  |
| mezofyl                           | 20               | 64,3 %           | 7,8 %                            | 12,1 %                  |
| transfúzní pletivo a cévní svazky | 20               | 11,1 %           | 3,3 %                            | 29,7 %                  |
| pryskyřičné kanálky               | 20               | 3,0 %            | 2,8 %                            | 93,3 %                  |

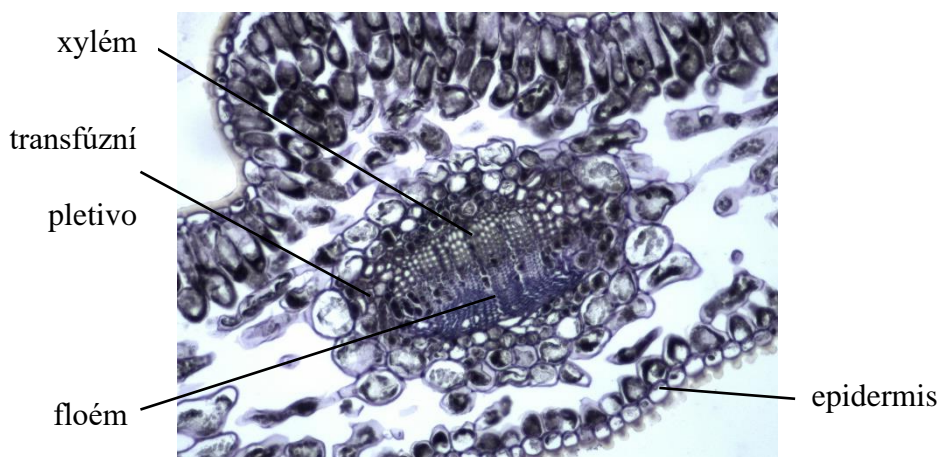
**Tabulka 8:** Relativní plošné zastoupení struktur v jehlicích smrku ztepilého – základní statistické charakteristiky.

### 9.9 Tis červený (*Taxus baccata* L.)

Tis červený má protáhlý tvar průřezu a může připomínat hranatou závorku. Epidermis je jednovrstevná a poměrně tenká. Hypodermis zde chybí úplně. Epidermis tedy zaujímá 16,0 % plochy jehlice. Mezofyl je rozlišený na palisádový a houbový parenchym a zaujímá 78,3 % plochy jehlice. Transfúzní pletivo je poměrně malé, většinu prostoru, který odděluje endodermis, vyplňuje jeden cévní svazek. Transfúzní pletivo a cévní svazek zaujímají 5,7 %. Pryskyřičné kanálky se u tisu červeného nikdy nevyskytují.



**Obrázek 25:** Příčný řez jehlicí.



**Obrázek 26:** Detail cévních svazků na příčném řezu.

| měřená struktura                  | počet měření (n) | průměr ( $\mu$ ) | směrodatná odchylka ( $\sigma$ ) | variační koeficient (V) |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------|
| epidermis a hypodermis            | 20               | 16,0 %           | 5,9 %                            | 36,9 %                  |
| mezofyl                           | 20               | 78,3 %           | 6,4 %                            | 8,2 %                   |
| transfúzní pletivo a cévní svazky | 20               | 5,7 %            | 2,3 %                            | 40,4 %                  |

**Tabulka 9:** Relativní plošné zastoupení struktur v jehlicích tisů červeného – základní statistické charakteristiky.

## 10 Shrnutí výsledů a diskuse

### 10.1 Tvar průřezu

Byly pozorovány jehlice čtyř druhů borovic. Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), borovice černá (*Pinus nigra* Arnold) a borovice kleč (*Pinus mugo* Turra) mají typický přibližně půlkruhový tvar průřezu.

Ten se u borovic odvíjí i od toho kolik je jich ve svazku na brachyblastu. U borovic se dvěma jehlicemi na brachyblastu má průřez tvar půlkruhový. Borovice se třemi a více jehlicemi na brachyblastu mají průřez podobný spíše kruhové výseči či trojúhelníku (Hejný 1988).

Borovice vejmutovka (*Pinus strobus* L.) tedy na rozdíl od ostatních zkoumaných borovic měla tedy spíše tvar trojúhelníku.

Radovanović et al. (2014) u smrků (*Picea* sp.) rozlišují 3 tvary průřezu, a to kosodélníkový, trojúhelníkovitý a eliptický. V tomto případě by oba zástupci odpovídali spíše kosodélníkovému tvaru, i když v případě smrku pichlavého (*Picea pungens* Engelm.) by se spíše mohlo jednat o kosočtverec. Taylor (nedatováno) charakterizuje tvar průřezů obou zástupců smrků jako čtyřúhelníkovitý, což je možná výstižnější.

V případě smrku ztepilého (*Picea abies* L.) uvádějí Turler et al. (2010), že tvar průřezu může mít dvojí podobu. V případě, že jsou používány jehlice rostoucí na špičce stromu, průřez bude mít čtvercový příčný řez. Nicméně do této práce byly použity pouze jehlice z bočních výhonů, které mají eliptický tvar.

Jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.) měla velmi podobný tvar jehlic s následujícím jehličnanem, a to douglaskou tisolistou (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.). Oba zástupci měli jehlice protáhlého či zploštělého tvaru. Jehlice douglasky tisolisté měla avšak svrchní část jehlice více vypouklější než jedle bělokorá.

Ghimire et al. (2014) popisují průřez jehlice tisů jako bifaciální, lineární se špičatým vrcholem, jednotlivé druhy v rámci rodu tis (*Taxus* sp.) prokazují také velké odlišnosti. V této bakalářské práci byly zkoumané jehlice pouze tisu červeného (*Taxus baccata* L.), který se mírně odlišoval od jiných druhů tisů, kterými se Ghimire et al. (2014) zabývali. Zcela určitě průřez byl zcela odlišný od jiných jehličnanů zkoumaných v této práci. Jeho průřez by mohl nejspíš nejvíce připomínat složenou závorku.

### 10.2 Epidermis a hypodermis

Plošné zastoupení epidermis a hypodermis bylo zjišťované dohromady, protože by bylo obtížné hodnotit bodové struktury do každé struktury zvlášť.

Plošný obsah rozsah epidermis a hypodermis byl u všech borovic se dvěma jehlicemi v brachyblastu obdobné a zaujímají přibližně pětinu obsahu příčného řezu. Na řezu byla dobře pozorovatelná jednovrstevná epidermis s kutikulou a sklerenchymatická hypodermis. Plocha epidermis a hypodermis jehlic jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) dosahuje největší hodnoty ze všech zkoumaných jehličnanů. Je to mu tak nejspíše, protože buňky epidermis jsou celkově silně lignifikované a hypodermis tvoří větší plochu (Bercu et al. 2010).

U jehlic douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) a tisu červeného (*Taxus baccata* L.) mají naopak nejmenší vrstvu. U douglasky tisolisté bylo viditelné, že hypodermis netvořila souvislou vrstvu a byla soustřeďovaná při epidermis zejména nad a pod transfúzním pletivem. U jehlic tisu červeného (*Taxus baccata* L.) byla naměřena nejmenší hodnota. Důvodem je nejspíše jednovrstevná epidermis s poměrně malou vrstvou kutikuly. Hypodermis zde chybí úplně, což je typické pro celý rod (Ghimire et al. 2014).

### 10.3 Mezofyl

Mezofyl všech zkoumaných druhů borovic je tvořen takzvanými ramenovitými buňkami, a tedy nedochází k rozlišení na houbovité a palisádový parenchym (Jurčák 2007). Hodnoty plošného zastoupení mezofylu u borovic dosahovaly skoro polovinu plochy řezu, trochu se vymykala hodnota u borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), kdy velikost mezofylu je 39 %. Menší plocha mezofylu je nejspíš zapříčiněna větší ploše, kterou zabírají pryskyřičné kanálky, které se při hypodermis v mezofylu nachází.

U ostatních zkoumaných jehličnanů, kromě jedle bělokoré, byly vykazovány poměrně velké hodnoty mezofylu. Jehlice jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) měly menší hodnotu mezofylu nejspíše proto, že velký prostor zaujímá epidermis a hypodermis v porovnání s ostatními zkoumanými jehličnany.

Největší část v průřezu zaujímal mezofyl u douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) a tisu červeného (*Taxus baccata* L.), a to více než tři čtvrtiny celého povrchu.

Rozlišení mezofylu na palisádový a houbový parenchym je nejlépe pozorovatelné u jehlic jedle bělokoré, douglasky tisolisté a tisu červeného což zmiňují i Jurčák (2007), Ghimire et al. (2014).

### 10.4 Transfúzní pletivo s cévními svazky

Za zmínku na prvním místě stojí uvést různý tvar transfúzního pletiva. U borovice černé (*Pinus nigra* Arnold), borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) a borovice kleče (*Pinus mugo* Turra) to byla elipsa, která byla přibližně v polovině delší poloosy mírně zaškrbená.



Borovice vejmutovka (*Pinus strobus* L.), smrk ztepilý (*Picea abies* L.), smrk pichlavý (*Picea pungens* Engelm.) a douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) měli transfúzní pletivo kruhové.

U jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) a tisu červeného (*Taxus baccata* L.) mělo transfúzní pletivo oválný tvar.

Pokud bychom měli porovnávat borovice s ostatními zkoumanými jehličnany, tak si můžeme povšimnou tendenci týkající se velikostí transfúzního pletiva včetně cévních svazků. U zkoumaných borovic transfúzní pletivo s cévními svazky zaujímalo pětinu až čtvrtinu řezu jehlicí.

U zbývajících transfúzní pletivo a cévní svazky zaujímaly mnohem menší plochu. Nejméně transfúzního pletiva s cévními svazky obsahovaly jehlice tis červený (*Taxus baccata* L.) což bylo dobře viditelné i v preparátech.

## 10.5 Počet cévních svazků

V rámci rodu borovice (*Pinus* sp.) jsme se setkali s různým počtem cévních svazků. Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), borovice černá (*Pinus nigra* Arnold) a borovice kleč (*Pinus mugo* Turra) jsou diploxylní, tj. mají dva cévní svazky. Zatímco borovice vejmutovka (*Pinus strobus* L.) haploxylní, má jeden cévní svazek. S tímto souhlasí také poznatky, které uvádí Vinter (2008).

U jedle bělokoré byly dobře pozorovatelné dva cévní svazky, což je v souladu s Jurčákem (2007). Smrky na rozdíl od jedlí mají jen 1 cévní svazek, který je částečně rozdělený jednou nebo dvěma vrstvami parenchymatických buněk uprostřed cévního svazku Ghimire et al. (2015).

Tis červený (*Taxus baccata* L.) a douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) mají jeden cévní svazek, to tvrdí také Ghimire et al. (2014), Chin & Sillett (2019).

## 10.6 Priskyřičné kanálky

Priskyřičné kanálky jehlic borovice kleče (*Pinus mugo* Turra) se nacházely spíše při hypodermis a měly ze všech borovic nejmenší zastoupení. Ve všech preparátech se nacházely nejčastěji čtyři priskyřičné kanálky. Na některých však bylo až šest, na druhou stranu na některých preparátech bylo priskyřičných kanálků i méně než čtyři.

Priskyřičné kanálky v jehlicích borovice vejmutovky (*Pinus strobus* L.) se nacházely také při hypodermis. V preparátech byly dobře pozorovatelné dva priskyřičné kanálky. Ve dvou případech byly pozorovány tři a v dalších dvou případech pouze jeden. V žádném případě

nebyl pozorován řez jehlicí, která by měla čtyři pryskyřičné kanálky, což je také maximum, které uvádějí Hejný et al. (1988).

Pro jehlice borovice černé (*Pinus nigra* Arnold) jsou typické pryskyřičné kanálky uvnitř mezofylu.

Na nativních preparátech bylo pozorováno minimálně šest až maximálně deset pryskyřičných kanálků, avšak průměrně se počet pohyboval kolem osmi.

Jehlice borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) měly opět pryskyřičné kanálky při hypodermis. Nejhojněji byly pozorovány preparáty s 12 pryskyřičnými kanálky. Počet pryskyřičných kanálků u borovice černé by měl dosahovat deseti až dvaceti (Vinter 2009). Spodní hranice byla správně stanovena – nikdy nebyly pozorovány řezy s devíti a méně pryskyřičnými kanálky. Více než patnáct však pozorováno nebylo.

U jehlic obou smrků byly maximálně pozorovatelné dva. Avšak u smrku ztepilého pouze v šesti případech z dvaceti nebyly pryskyřičné kanálky přítomné vůbec. V případech smrku pichlavého bylo pozorováno dokonce třináct případů z dvaceti, kde ani jeden pryskyřičný kanálek nebyl nalezen.

U jehlic jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.), tak i douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) byly pozorovány vždy 2 pryskyřičné kanálky na spodní straně listu. U jehlic douglasky byly vždy při hypodermis, ale u jedle na některých preparátech se posouvaly pryskyřičné kanálky doprostřed mezofylu. Ve všech případech ale byly umístěné jeden vpravo a druhý vlevo od transfúzního pletiva.

Bylo také ověřeno, že u jehlic tisu červeného (*Taxus baccata* L.) se nevyskytují pryskyřičné kanálky, což je také typické pro celý rod (Ghimire et al. 2014).

## Závěr

V bakalářské práci byla zkoumaná stavba devíti druhů jehličnanů rostoucích ve Smetanových sadech v Olomouci. Výzkum byl zaměřený na popis vnitřní stavby jehlic a odhad plošného zastoupení epidermis s hypodermis, mezofylu, transfúzního pletiva s cévními svazky a pryskyřičných kanálků.

Tvary příčného řezu jehlicemi byly následující:

- Půlkruhovitý u borovice černé (*Pinus nigra* Arnold), borovice kleč (*Pinus mugo* Turra) a borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.).
- Trojúhelníkovitý u borovice vejmutovky (*Pinus strobus* L.).
- Protáhlý u douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.), jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) a tisu červeného (*Taxus baccata* L.).
- Protáhle eliptický u smrku ztepilého (*Picea abies* L.).
- Čtyřúhelníkovitý u smrku pichlavého (*Picea pungens* Engelm.).

Nerozlišený mezofyl tvořený ramenovitými buňkami byl pozorován u borovice černé (*Pinus nigra* Arnold), borovice kleč (*Pinus mugo* Turra), borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), borovice vejmutovky (*Pinus strobus* L.), smrku pichlavého (*Picea pungens* Engelm.) a smrku ztepilého (*Picea abies* L.). Rozlišený mezofyl na palisádový a houbový parenchym byl pozorován u jehlic douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.), jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) a tisu červeného (*Taxus baccata* L.).

Jeden cévní svazek v transfúzním pletivu měly jehlice borovice vejmutovky (*Pinus strobus* L.), douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.), smrku ztepilého (*Picea abies* L.), smrku pichlavého (*Picea pungens* Engelm.) a tisu červeného (*Taxus baccata* L.).

Dva cévní svazky v transfúzním pletivu měly jehlice borovice černé (*Pinus nigra* Arnold), borovice kleč (*Pinus mugo* Turra), borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.).

Mediánní pryskyřičné kanálky se vyskytují v jehlicích borovice černé (*Pinus nigra* Arnold). Externální pryskyřičné kanálky se vyskytují v jehlicích borovice kleč (*Pinus mugo* Turra), borovice vejmutovky (*Pinus strobus* L.), borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.), smrku pichlavého a smrku ztepilého (*Picea abies* L.).

Nejvíce pryskyřičných kanálků bylo pozorováno u borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), žádné pryskyřičné kanálky neobsahovaly jehlice tisu červeného (*Taxus baccata* L.).

Relativní plocha povrchových struktur (epidermis a hypodermis) se pohybovala v rozmezí od 16,0 % (jehlice tisu červeného) do 25,1 % (jehlice jedle bělokoré). Mezofyl zaujímal plochu od 39,0 % (jehlice borovice lesní) do 78,3 % (jehlice tisu červeného). Plocha transfúzního pletiva s cévními svazky se pohybovala v rozmezí od 5,7 % (jehlice tisu červeného) do 27,2 % (jehlice borovice lesní). Plocha pryskyřičných kanálků se pohybovala od 0 % (jehlice tisu červeného) do 12,1 % (jehlice borovice lesní).

Důležitými rozlišovacími znaky jehlic jsou tvar průřezu, počet cévních svazků, počet a umístění pryskyřičných kanálků a umístění průduchů.

## Seznam použité literatury

- BEERLING, David J. & Andrew FLEMING. Zimmermann's telome theory of megaphyll leaf evolution: a molecular and cellular critique. *Current Opinion in Plant Biology* [online]. 2007, **10**(1), 4-12 [cit. 2021-04-01]. ISSN 13695266. Dostupné z: doi:10.1016/j.pbi.2006.11.006
- BERCU, Rodica, Livia BROASCA a Razvan POPOVICIU. Comparative anatomical study of some gymnospermae species leaves. *Botanica Serbica* [online]. 2010, **34**(1), 21-28 [cit. 2021-02-25]. Dostupné z: [https://botanicaserbica.bio.bg.ac.rs/arhiva/pdf/2010\\_34\\_1\\_504\\_full.pdf](https://botanicaserbica.bio.bg.ac.rs/arhiva/pdf/2010_34_1_504_full.pdf)
- BUSINSKÝ, Roman. The genus Pinus L., Pines: contribution to knowledge: A monograph with cone drawings of all species of the world by Ludmila Businská. *Acta Pruhoniciana* [online]. 2008, 88, 1-126 [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/13681467-Actapruhoniciana.html>
- CIORNEA, Elena, Irina BOZ, Elena IONEL, Sabina COJOCARU a Gabriela DUMITRU. The biochemical and histoanatomical response of some woody species to anthropic impact in Suceava County, Romania. *Turkish Journal of Biology* [online]. 2015, **39**(4), 624-637 [cit. 2021-03-24]. ISSN 13000152. Dostupné z: doi:10.3906/biy-1411-88
- DÖRKEN, Veit Martin & Thomas STÜTZEL. Morphology, anatomy and vasculature of leaves in Pinus (Pinaceae) and its evolutionary meaning. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* [online]. 2012, **207**(1), 57-62 [cit. 2021-04-07]. ISSN 03672530. Dostupné z: doi:10.1016/j.flora.2011.10.004
- DOSTÁL, Petr. *Anatomie a morfologie rostlin v pojmech a nákresech*. Praha: Univerzita Karlova v Praze - Pedagogická fakulta, 2003. ISBN 80-7290-112-5.
- FRDLÍKOVÁ, Markéta. Srovnání morfologie příčných řezů jehlic smrků (rod Picea) [online]. Olomouc, 2013 [cit. 2021-04-01]. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
- GHIMIRE, Balkrishna, Chunghee LEE a Kweon HEO. Leaf anatomy and its implications for phylogenetic relationships in Taxaceae s. l. *Journal of Plant Research* [online]. 2014, **127**(3), 373-388 [cit. 2021-02-25]. ISSN 0918-9440. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/260093980\\_Leaf\\_anatomy\\_and\\_its\\_implications\\_for\\_phylogenetic\\_relationships\\_in\\_Taxaceae\\_s\\_l](https://www.researchgate.net/publication/260093980_Leaf_anatomy_and_its_implications_for_phylogenetic_relationships_in_Taxaceae_s_l)

- GHIMIRE, Balkrishna, Chunghee LEE, Jongcheol YANG a Kweon HEO. Comparative leaf anatomy of some species of *Abies* and *Picea* (Pinaceae). *Acta Botanica Brasílica* [online]. 2015, **29**(3) [cit. 2021-02-25]. ISSN 0102-3306. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/Cross-section-CS-of-Picea-species-A-P-abies-leaf-B-C-P-koraiensis-with-one-and-two\\_fig4\\_280643031](https://www.researchgate.net/figure/Cross-section-CS-of-Picea-species-A-P-abies-leaf-B-C-P-koraiensis-with-one-and-two_fig4_280643031)
- HEJNÝ, Slavomil, Bohumil SLAVÍK, Jindřich CHRTEK, Pavel TOMŠOVIC a Miloslav KOVANDA. *Květena České socialistické republiky, Sv. 1*. Praha: Academia, 1988. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:b818b1a0-1f23-11e4-a8ab-001018b5eb5c>
- HIEKE, Karel. *Encyklopedie jehličnatých stromů a keřů*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1901-3.
- HOLMAN, Garth, Peter DEL TREDICI, Nathan HAVILL, Nam Sook LEE, Richard CROON, Kevin CUSHMAN, Sarah Mathews, Linda RAUBESON a Christopher S. CAMPBELL. A New Species and Introgression in Eastern Asian Hemlocks (Pinaceae: *Tsuga*). *Systematic Botany* [online]. 2017, **42**(4), 733-746 [cit. 2021-03-24]. ISSN 0363-6445. Dostupné z: [doi:10.1600/036364417X696474](https://doi.org/10.1600/036364417X696474)
- CHIN, Alana R. O. & Stephen C. SILLETT. Within-crown plasticity in leaf traits among the tallest conifers. *American Journal of Botany* [online]. 2019 [cit. 2021-02-25]. ISSN 0002-9122. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/330912962\\_Within-crown\\_plasticity\\_in\\_leaf\\_traits\\_among\\_the\\_tallest\\_conifers](https://www.researchgate.net/publication/330912962_Within-crown_plasticity_in_leaf_traits_among_the_tallest_conifers)
- ISHII, Hiroaki, Satoshi KITAOKA, Taiji FUJISAKI, Yutaka MARUYAMA a Takayoshi KOIKE. Plasticity of shoot and needle morphology and photosynthesis of two *Picea* species with different site preferences in northern Japan. *Tree Physiology* [online]. 2007, **27**(11), 1595-1605 [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: [doi:10.1093/treephys/27.11.1595](https://doi.org/10.1093/treephys/27.11.1595)
- JAHODÁŘ, Luděk. *Farmakobotanika: semenné rostliny*. Vyd. 2., upr. a dopl. Praha: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1791-6.
- JURČÁK, Jaroslav. *Komentovaný atlas anatomie vyšších rostlin*. Třebíč: Radek Veselý, 2007. ISBN 978-80-86376-39-4.
- KAPLAN, Donald R. The science of plant morphology: definition, history, and role in modern biology. *American Journal of Botany* [online]. 2001, **88**(10), 1711-1741 [cit. 2021-04-06]. ISSN 00029122. Dostupné z: [doi:10.2307/3558347](https://doi.org/10.2307/3558347)

- KOBLÍŽEK, Jaroslav. *Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků*. 2., rozš. vyd. Tišnov: Sursum, 2006. ISBN 80-7323-117-4.
- KOLARÍK, Jaroslav. *Péče o dřeviny rostoucí mimo les*. 3., dopl. vyd. Vlašim: ČSOP, 2010. Metodika (Český svaz ochránců přírody). ISBN 978-80-86327-85-3.
- KUBÍNOVÁ, Lucie a Jana ALBRECHTOVÁ. *Stereology in plant anatomy* [online]. Praha: Karlova univerzita, 1999. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [http://kfrserver.natur.cuni.cz/lide/albrecht/pdf/1999\\_Kubinova,Albrechtova-stereology.pdf](http://kfrserver.natur.cuni.cz/lide/albrecht/pdf/1999_Kubinova,Albrechtova-stereology.pdf)
- MUSIL, Ivan a Jan HAMERNÍK. *Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: lesnická dendrologie 1*. Praha: Academia, 2007. ISBN 978-80-200-1567-9.
- NAVRÁTILOVÁ, Božena, Dagmar SKÁLOVÁ a Radim J. VAŠUT. *Poznáváme listy dřevin: morfologie a anatomie listů dřevin* Botanické zahrady Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2440-8. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:53bd8a40-2da2-11e4-90aa-005056825209>
- NOVÁK, Jan a Milan SKALICKÝ. *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. 3. vyd. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-53-5.
- PILÁT, Albert. *Jehličnaté stromy a keře našich zahrad a parků*. Praha: ČSAV, 1964.
- PROCHÁZKA, Stanislav. *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia, 1998. ISBN 80-200-0586-2.
- PROVAZNÍKOVÁ, Eliška. *Časopis Biologie-Chemie-Zeměpis: Řezy bez duše aneb mikroskopování snadněji a rychleji* [online]. 2018, **27**. [cit. 2021-01-27]. ISSN 2533-7556. Dostupné z: <http://bichez.pedf.cuni.cz/archiv/article/53>
- RADOVANOVIĆ, Biljana, Jasmina ŠINŽAR-SEKULIĆ, Tamara RAKIĆ, Ivana ŽIVKOVIĆ a D Mitar LAKUSIĆ. *Variation in needle anatomy of Picea omorika (Pinaceae) plants belonging to different gene pools in natural populations on Tara Mt. in Serbia*. *Botanica Serbica* [online]. 2014, **38**(2) [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/271365326\\_Variation\\_in\\_needle\\_anatomy\\_of\\_Picea\\_omorika\\_Pinaceae\\_plants\\_belonging\\_to\\_different\\_gene\\_pools\\_in\\_natural\\_populations\\_on\\_Tara\\_Mt\\_in\\_Serbia](https://www.researchgate.net/publication/271365326_Variation_in_needle_anatomy_of_Picea_omorika_Pinaceae_plants_belonging_to_different_gene_pools_in_natural_populations_on_Tara_Mt_in_Serbia)

- RIEMEROVÁ, Markéta. *Srovnání morfologie příčných řezů jehlic cypřišovitých (čeleď Cupressaceae s.l.)* [online]. Olomouc, 2012 [cit. 2021-04-01]. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
- ROSYPAL, Stanislav. *Nový přehled biologie*. Praha: Scientia, 2003. ISBN 978-80-86960-23-4.
- SLAVÍKOVÁ, Zdeňka. *Morfologie rostlin*. Praha: Karolinum, 2002. s. 54. ISBN 80-246-0327-6. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:e7ef48a0-2424-11e6-918e-5ef3fc9ae867>
- STRÍTESKÁ, Magdaléna. *Srovnání morfologie příčných řezů jehlic borovic (genus Pinus)* [online]. Olomouc, 2010 [cit. 2021-04-01]. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
- TAYLOR, Ronald J. *Picea. Flora of North America* [online]. [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: <http://beta.floranorthamerica.org/Picea>
- TOMESCU, Alexandru M.F. Megaphylls, microphylls and the evolution of leaf development. *Trends in Plant Science* [online]. 2009, **14**(1), 5-12 [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: [doi:10.1016/j.tplants.2008.10.008](https://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.10.008)
- TURLER, Sonia, Hans-Rudolf BIRCHLER a Ernst WOESSNER. The Microscope Past: 50 Years Ago: Conifer Needles. *McCrone Research Institute* [online]. 2010, **58**(4) [cit. 2021-02-26]. Dostupné z: [http://www.mccroneinstitute.org/uploads/Past50-Turler-etal\\_58-4\\_p177-179\\_2010-1476996629.pdf](http://www.mccroneinstitute.org/uploads/Past50-Turler-etal_58-4_p177-179_2010-1476996629.pdf)
- ÚRADNÍČEK, Luboš. *Lesnická dendrologie I: (Gymnospermae)*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. s. 8. ISBN 80-7157-643-3. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:3409a8a0-b0df-11e2-b48c-001018b5eb5c>
- VINTER, Vladimír. *Atlas anatomie cévnatých rostlin* [online]. 2006 [cit. 2021-02-07]. Dostupné z: <http://www.botanika.upol.cz/atlas/atomie/>
- VINTER, Vladimír. *Rostliny pod mikroskopem: základy anatomie cévnatých rostlin*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. s. 156. ISBN 978-80-244-1972-5. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:f5e85700-747f-11e3-be4b-001018b5eb5c>
- VOTRUBOVÁ, Olga. *Anatomie rostlin*. 3., přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 2010. ISBN 978-80-246-1867-8.



## Seznam zdrojů použitých obrázků

- Cross Net Ruler Stereoscopic Graticule Crosshair Grid Microscope Eyepiece Micrometer. *ECPlaza* [online]. [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: [https://www.ecplaza.net/products/cross-net-ruler-stereoscopic-graticule-crosshair\\_4616561](https://www.ecplaza.net/products/cross-net-ruler-stereoscopic-graticule-crosshair_4616561)
- GERNANDT David S., Gretel Geada LÓPEZ, Sol Ortiz GARCÍA a Aaron LISTON. Phylogeny and classification of *Pinus*. *Taxon* [online]. 2005, **54**(1), 29-42 [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: doi:10.2307/25065300
- Gymnosperm Morphology: Leaves. *Flickr* [online]. [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/146824358@N03/albums/72157683985537212/with/36363886161/>
- PANYOYAI, Anon, Manoch CHOCKJAMSAI & Sarawut KONGKARNKA. The Study of the Degree of Coronary Artery Stenosis Comparing Macroscopic and Microscopic Assessments. *Asian Archives of Pathology* [online]. 2013, **9**(3) 94-100.
- Příčný řez jehlicí borovice (*Pinus* sp.). Přírodovědecká fakulta MUNI [online]. [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: [https://www.sci.muni.cz/~anatomy/leaves/html/pinus\\_2.htm](https://www.sci.muni.cz/~anatomy/leaves/html/pinus_2.htm)
- Příčný řez jehlicí tisu červeného (*Taxus baccata*). Přírodovědecká fakulta MUNI [online]. [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: [https://www.sci.muni.cz/~anatomy/leaves/html/taxus\\_3.htm](https://www.sci.muni.cz/~anatomy/leaves/html/taxus_3.htm)

## Přílohy

**Tabulka 1:** Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi borovice černé (*Pinus nigra* Arnold).

| číslo měření       | epidermis a hypodermis | mezofyl | transfúzní pletivo a cévní svazky | pryskyřičné kanálky |
|--------------------|------------------------|---------|-----------------------------------|---------------------|
| 1                  | 13,3 %                 | 46,7 %  | 26,7 %                            | 13,3 %              |
| 2                  | 6,7 %                  | 60,0 %  | 33,3 %                            | 0,0 %               |
| 3                  | 36,8 %                 | 31,6 %  | 31,6 %                            | 0,0 %               |
| 4                  | 27,8 %                 | 38,9 %  | 22,2 %                            | 11,1 %              |
| 5                  | 18,8 %                 | 50,0 %  | 18,8 %                            | 12,5 %              |
| 6                  | 23,5 %                 | 52,9 %  | 23,5 %                            | 0,0 %               |
| 7                  | 15,0 %                 | 50,0 %  | 30,0 %                            | 5,0 %               |
| 8                  | 5,6 %                  | 55,6 %  | 33,3 %                            | 5,6 %               |
| 9                  | 30,0 %                 | 45,0 %  | 20,0 %                            | 5,0 %               |
| 10                 | 16,7 %                 | 54,2 %  | 20,8 %                            | 8,3 %               |
| 11                 | 15,8 %                 | 57,9 %  | 21,1 %                            | 5,3 %               |
| 12                 | 27,3 %                 | 45,5 %  | 27,3 %                            | 0,0 %               |
| 13                 | 29,2 %                 | 45,8 %  | 20,8 %                            | 4,2 %               |
| 14                 | 22,2 %                 | 50,0 %  | 22,2 %                            | 5,6 %               |
| 15                 | 27,3 %                 | 36,4 %  | 27,3 %                            | 9,1 %               |
| 16                 | 26,3 %                 | 47,4 %  | 26,3 %                            | 0,0 %               |
| 17                 | 33,3 %                 | 38,9 %  | 22,2 %                            | 5,6 %               |
| 18                 | 29,2 %                 | 33,3 %  | 25,0 %                            | 12,5 %              |
| 19                 | 30,4 %                 | 43,5 %  | 26,1 %                            | 0,0 %               |
| 20                 | 33,3 %                 | 22,2 %  | 27,8 %                            | 16,7 %              |
| aritmetický průměr | 23,4 %                 | 45,3 %  | 25,3 %                            | 6,0 %               |

**Tabulka 2:** Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi borovice kleč (*Pinus mugo* Turra).

| číslo měření       | epidermis a hypodermis | mezofyl | transfúzní pletivo a cévní svazky | pryskyřičné kanálky |
|--------------------|------------------------|---------|-----------------------------------|---------------------|
| 1                  | 26,8 %                 | 48,8 %  | 22,0 %                            | 2,4 %               |
| 2                  | 20,4 %                 | 51,0 %  | 22,4 %                            | 6,1 %               |
| 3                  | 38,9 %                 | 38,9 %  | 16,7 %                            | 5,6 %               |
| 4                  | 23,1 %                 | 53,8 %  | 15,4 %                            | 7,7 %               |
| 5                  | 26,7 %                 | 33,3 %  | 26,7 %                            | 13,3 %              |
| 6                  | 20,6 %                 | 47,1 %  | 29,4 %                            | 2,9 %               |
| 7                  | 22,9 %                 | 45,7 %  | 28,6 %                            | 2,9 %               |
| 8                  | 12,0 %                 | 62,0 %  | 26,0 %                            | 0,0 %               |
| 9                  | 16,1 %                 | 54,8 %  | 22,6 %                            | 6,5 %               |
| 10                 | 20,7 %                 | 55,2 %  | 24,1 %                            | 0,0 %               |
| 11                 | 14,0 %                 | 51,2 %  | 30,2 %                            | 4,7 %               |
| 12                 | 10,9 %                 | 65,2 %  | 23,9 %                            | 0,0 %               |
| 13                 | 16,7 %                 | 55,6 %  | 22,2 %                            | 5,6 %               |
| 14                 | 17,1 %                 | 54,3 %  | 28,6 %                            | 0,0 %               |
| 15                 | 20,0 %                 | 46,7 %  | 30,0 %                            | 3,3 %               |
| 16                 | 14,6 %                 | 54,2 %  | 29,2 %                            | 2,1 %               |
| 17                 | 18,5 %                 | 51,9 %  | 25,9 %                            | 3,7 %               |
| 18                 | 23,1 %                 | 46,2 %  | 25,6 %                            | 5,1 %               |
| 19                 | 20,5 %                 | 51,3 %  | 25,6 %                            | 2,6 %               |
| 20                 | 22,2 %                 | 52,8 %  | 25,0 %                            | 0,0 %               |
| aritmetický průměr | 20,3 %                 | 51,0 %  | 25,0 %                            | 3,7 %               |

**Tabulka 3:** Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.).

| číslo měření       | epidermis a hypodermis | mezofyl | transfúzní pletivo a cévní svazky | pryskyřičné kanálky |
|--------------------|------------------------|---------|-----------------------------------|---------------------|
| 1                  | 29,4 %                 | 29,4 %  | 23,5 %                            | 17,6 %              |
| 2                  | 30,0 %                 | 40,0 %  | 20,0 %                            | 10,0 %              |
| 3                  | 10,0 %                 | 40,0 %  | 30,0 %                            | 20,0 %              |
| 4                  | 22,6 %                 | 45,2 %  | 25,8 %                            | 6,5 %               |
| 5                  | 15,4 %                 | 46,2 %  | 30,8 %                            | 7,7 %               |
| 6                  | 20,0 %                 | 26,7 %  | 33,3 %                            | 20,0 %              |
| 7                  | 26,3 %                 | 36,8 %  | 21,1 %                            | 15,8 %              |
| 8                  | 36,4 %                 | 31,8 %  | 18,2 %                            | 13,6 %              |
| 9                  | 15,0 %                 | 50,0 %  | 25,0 %                            | 10,0 %              |
| 10                 | 18,2 %                 | 45,5 %  | 27,3 %                            | 9,1 %               |
| 11                 | 23,1 %                 | 38,5 %  | 23,1 %                            | 15,4 %              |
| 12                 | 25,0 %                 | 20,8 %  | 41,7 %                            | 12,5 %              |
| 13                 | 16,7 %                 | 44,4 %  | 33,3 %                            | 5,6 %               |
| 14                 | 26,7 %                 | 40,0 %  | 26,7 %                            | 6,7 %               |
| 15                 | 13,0 %                 | 43,5 %  | 26,1 %                            | 17,4 %              |
| 16                 | 27,3 %                 | 31,8 %  | 27,3 %                            | 13,6 %              |
| 17                 | 15,8 %                 | 52,6 %  | 26,3 %                            | 5,3 %               |
| 18                 | 21,4 %                 | 25,0 %  | 35,7 %                            | 17,9 %              |
| 19                 | 25,0 %                 | 50,0 %  | 25,0 %                            | 0,0 %               |
| 20                 | 17,6 %                 | 41,2 %  | 23,5 %                            | 17,6 %              |
| aritmetický průměr | 21,7 %                 | 39,0 %  | 27,2 %                            | 12,1 %              |

**Tabulka 4:** Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi borovice vejmutovky (*Pinus strobus* L.).

| číslo měření       | epidermis a hypodermis | mezofyl | transfúzní pletivo a cévní svazky | pryskyřičné kanálky |
|--------------------|------------------------|---------|-----------------------------------|---------------------|
| 1                  | 22,5 %                 | 65,0 %  | 12,5 %                            | 0,0 %               |
| 2                  | 21,4 %                 | 64,3 %  | 10,7 %                            | 3,6 %               |
| 3                  | 23,1 %                 | 46,2 %  | 23,1 %                            | 7,7 %               |
| 4                  | 17,2 %                 | 65,5 %  | 13,8 %                            | 3,4 %               |
| 5                  | 26,1 %                 | 56,5 %  | 13,0 %                            | 4,3 %               |
| 6                  | 30,0 %                 | 40,0 %  | 25,0 %                            | 5,0 %               |
| 7                  | 14,8 %                 | 59,3 %  | 22,2 %                            | 3,7 %               |
| 8                  | 22,9 %                 | 54,3 %  | 20,0 %                            | 2,9 %               |
| 9                  | 25,0 %                 | 56,3 %  | 18,8 %                            | 0,0 %               |
| 10                 | 15,0 %                 | 60,0 %  | 20,0 %                            | 5,0 %               |
| 11                 | 20,0 %                 | 46,7 %  | 26,7 %                            | 6,7 %               |
| 12                 | 33,3 %                 | 33,3 %  | 26,7 %                            | 6,7 %               |
| 13                 | 11,8 %                 | 64,7 %  | 20,6 %                            | 2,9 %               |
| 14                 | 35,7 %                 | 35,7 %  | 21,4 %                            | 7,1 %               |
| 15                 | 36,8 %                 | 47,4 %  | 15,8 %                            | 0,0 %               |
| 16                 | 19,0 %                 | 57,1 %  | 19,0 %                            | 4,8 %               |
| 17                 | 20,8 %                 | 62,5 %  | 16,7 %                            | 0,0 %               |
| 18                 | 23,5 %                 | 52,9 %  | 17,6 %                            | 5,9 %               |
| 19                 | 36,8 %                 | 42,1 %  | 15,8 %                            | 5,3 %               |
| 20                 | 20,0 %                 | 55,0 %  | 20,0 %                            | 5,0 %               |
| aritmetický průměr | 23,8 %                 | 53,2 %  | 19,0 %                            | 4,0 %               |

**Tabulka 5:** Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.).

| číslo měření       | epidermis a hypodermis | mezofyl | transfúzní pletivo a cévní svazky | pryskyřičné kanálky |
|--------------------|------------------------|---------|-----------------------------------|---------------------|
| 1                  | 10,6 %                 | 74,5 %  | 10,6 %                            | 4,3 %               |
| 2                  | 14,6 %                 | 73,2 %  | 9,8 %                             | 2,4 %               |
| 3                  | 22,0 %                 | 70,7 %  | 7,3 %                             | 0,0 %               |
| 4                  | 10,8 %                 | 75,7 %  | 8,1 %                             | 5,4 %               |
| 5                  | 16,7 %                 | 72,9 %  | 8,3 %                             | 2,1 %               |
| 6                  | 14,3 %                 | 73,8 %  | 7,1 %                             | 4,8 %               |
| 7                  | 14,3 %                 | 77,1 %  | 8,6 %                             | 0,0 %               |
| 8                  | 11,4 %                 | 77,1 %  | 5,7 %                             | 5,7 %               |
| 9                  | 19,5 %                 | 70,7 %  | 7,3 %                             | 2,4 %               |
| 10                 | 7,5 %                  | 82,5 %  | 7,5 %                             | 2,5 %               |
| 11                 | 24,3 %                 | 64,9 %  | 8,1 %                             | 2,7 %               |
| 12                 | 22,9 %                 | 65,7 %  | 11,4 %                            | 0,0 %               |
| 13                 | 36,4 %                 | 54,5 %  | 9,1 %                             | 0,0 %               |
| 14                 | 8,7 %                  | 82,6 %  | 8,7 %                             | 0,0 %               |
| 15                 | 20,6 %                 | 64,7 %  | 11,8 %                            | 2,9 %               |
| 16                 | 28,1 %                 | 59,4 %  | 12,5 %                            | 0,0 %               |
| 17                 | 22,0 %                 | 65,9 %  | 9,8 %                             | 2,4 %               |
| 18                 | 15,2 %                 | 69,7 %  | 12,1 %                            | 3,0 %               |
| 19                 | 19,4 %                 | 66,7 %  | 11,1 %                            | 2,8 %               |
| 20                 | 22,5 %                 | 70,0 %  | 7,5 %                             | 0,0 %               |
| aritmetický průměr | 18,1 %                 | 70,6 %  | 9,1 %                             | 2,2 %               |

**Tabulka 6:** Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.).

| číslo měření          | epidermis +<br>hypodermis | mezofyl | transfúzní<br>pletivo a<br>cévní svazky | pryskyřičné<br>kanálky |
|-----------------------|---------------------------|---------|---|------------------------|
| 1                     | 21,1 %                    | 68,4 %  | 5,3 %                                   | 5,3 %                  |
| 2                     | 20,0 %                    | 73,3 %  | 6,7 %                                   | 0,0 %                  |
| 3                     | 33,3 %                    | 60,0 %  | 6,7 %                                   | 0,0 %                  |
| 4                     | 15,0 %                    | 70,0 %  | 10,0 %                                  | 5,0 %                  |
| 5                     | 28,6 %                    | 57,1 %  | 7,1 %                                   | 7,1 %                  |
| 6                     | 23,1 %                    | 69,2 %  | 7,7 %                                   | 0,0 %                  |
| 7                     | 11,1 %                    | 77,8 %  | 11,1 %                                  | 0,0 %                  |
| 8                     | 21,7 %                    | 65,2 %  | 13,0 %                                  | 0,0 %                  |
| 9                     | 27,3 %                    | 45,5 %  | 18,2 %                                  | 9,1 %                  |
| 10                    | 14,3 %                    | 76,2 %  | 9,5 %                                   | 0,0 %                  |
| 11                    | 26,9 %                    | 57,7 %  | 11,5 %                                  | 3,8 %                  |
| 12                    | 38,5 %                    | 38,5 %  | 15,4 %                                  | 7,7 %                  |
| 13                    | 33,3 %                    | 41,7 %  | 16,7 %                                  | 8,3 %                  |
| 14                    | 34,8 %                    | 52,2 %  | 13,0 %                                  | 0,0 %                  |
| 15                    | 23,5 %                    | 58,8 %  | 11,8 %                                  | 5,9 %                  |
| 16                    | 23,1 %                    | 46,2 %  | 23,1 %                                  | 7,7 %                  |
| 17                    | 31,3 %                    | 50,0 %  | 12,5 %                                  | 6,3 %                  |
| 18                    | 18,2 %                    | 63,6 %  | 18,2 %                                  | 0,0 %                  |
| 19                    | 25,0 %                    | 50,0 %  | 16,7 %                                  | 8,3 %                  |
| 20                    | 31,3 %                    | 50,0 %  | 12,5 %                                  | 6,3 %                  |
| aritmetický<br>průměr | 25,1 %                    | 58,6 %  | 12,3 %                                  | 4,0 %                  |

**Tabulka 7:** Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi smrku pichlavého (*Picea pungens* Engelm.).

| číslo měření       | epidermis a hypodermis | mezofyl | transfúzní pletivo a cévní svazky | pryskyřičné kanálky |
|--------------------|------------------------|---------|-----------------------------------|---------------------|
| 1                  | 9,1 %                  | 72,7 %  | 13,6 %                            | 4,5 %               |
| 2                  | 26,9 %                 | 65,4 %  | 7,7 %                             | 0,0 %               |
| 3                  | 18,5 %                 | 66,7 %  | 14,8 %                            | 0,0 %               |
| 4                  | 25,9 %                 | 59,3 %  | 14,8 %                            | 0,0 %               |
| 5                  | 21,7 %                 | 60,9 %  | 17,4 %                            | 0,0 %               |
| 6                  | 17,4 %                 | 73,9 %  | 8,7 %                             | 0,0 %               |
| 7                  | 11,5 %                 | 76,9 %  | 11,5 %                            | 0,0 %               |
| 8                  | 21,7 %                 | 60,9 %  | 17,4 %                            | 0,0 %               |
| 9                  | 23,8 %                 | 66,7 %  | 9,5 %                             | 0,0 %               |
| 10                 | 11,1 %                 | 72,2 %  | 16,7 %                            | 0,0 %               |
| 11                 | 15,0 %                 | 60,0 %  | 20,0 %                            | 5,0 %               |
| 12                 | 18,5 %                 | 66,7 %  | 14,8 %                            | 0,0 %               |
| 13                 | 16,0 %                 | 72,0 %  | 12,0 %                            | 0,0 %               |
| 14                 | 19,2 %                 | 73,1 %  | 7,7 %                             | 0,0 %               |
| 15                 | 21,4 %                 | 67,9 %  | 10,7 %                            | 0,0 %               |
| 16                 | 27,8 %                 | 55,6 %  | 11,1 %                            | 5,6 %               |
| 17                 | 18,2 %                 | 77,3 %  | 4,5 %                             | 0,0 %               |
| 18                 | 17,4 %                 | 69,6 %  | 13,0 %                            | 0,0 %               |
| 19                 | 21,7 %                 | 60,9 %  | 13,0 %                            | 4,3 %               |
| 20                 | 16,7 %                 | 72,2 %  | 11,1 %                            | 0,0 %               |
| aritmetický průměr | 19,0 %                 | 67,5 %  | 12,5 %                            | 1,0 %               |



**Tabulka 8:** Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi smrku ztepilého (*Picea abies* L.).

| číslo měření       | epidermis a hypodermis | mezofyl | transfúzní pletivo a cévní svazky | pryskyřičné kanálky |
|--------------------|------------------------|---------|-----------------------------------|---------------------|
| 1                  | 28,0 %                 | 60,0 %  | 8,0 %                             | 4,0 %               |
| 2                  | 11,8 %                 | 70,6 %  | 11,8 %                            | 5,9 %               |
| 3                  | 11,8 %                 | 76,5 %  | 11,8 %                            | 0,0 %               |
| 4                  | 6,7 %                  | 73,3 %  | 13,3 %                            | 6,7 %               |
| 5                  | 20,0 %                 | 60,0 %  | 13,3 %                            | 6,7 %               |
| 6                  | 35,7 %                 | 50,0 %  | 14,3 %                            | 0,0 %               |
| 7                  | 18,8 %                 | 75,0 %  | 6,3 %                             | 0,0 %               |
| 8                  | 33,3 %                 | 58,3 %  | 4,2 %                             | 4,2 %               |
| 9                  | 22,2 %                 | 61,1 %  | 11,1 %                            | 5,6 %               |
| 10                 | 15,8 %                 | 73,7 %  | 10,5 %                            | 0,0 %               |
| 11                 | 12,5 %                 | 68,8 %  | 18,8 %                            | 0,0 %               |
| 12                 | 23,3 %                 | 63,3 %  | 10,0 %                            | 3,3 %               |
| 13                 | 33,3 %                 | 52,4 %  | 9,5 %                             | 4,8 %               |
| 14                 | 16,7 %                 | 70,0 %  | 6,7 %                             | 6,7 %               |
| 15                 | 23,5 %                 | 58,8 %  | 11,8 %                            | 5,9 %               |
| 16                 | 27,8 %                 | 55,6 %  | 16,7 %                            | 0,0 %               |
| 17                 | 25,0 %                 | 65,0 %  | 10,0 %                            | 0,0 %               |
| 18                 | 27,8 %                 | 55,6 %  | 11,1 %                            | 5,6 %               |
| 19                 | 22,2 %                 | 66,7 %  | 11,1 %                            | 0,0 %               |
| 20                 | 16,7 %                 | 72,2 %  | 11,1 %                            | 0,0 %               |
| aritmetický průměr | 21,6 %                 | 64,3 %  | 11,1 %                            | 3,0 %               |

**Tabulka 9:** Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi tisu červeného (*Taxus baccata* L.).

| číslo měření       | epidermis a hypodermis | mezofyl | transfúzní pletivo a cévní svazky | pryskyřičné kanálky |
|--------------------|------------------------|---------|-----------------------------------|---------------------|
| 1                  | 20,8 %                 | 75,0 %  | 4,2 %                             | 0,0 %               |
| 2                  | 11,1 %                 | 83,3 %  | 5,6 %                             | 0,0 %               |
| 3                  | 16,7 %                 | 79,2 %  | 4,2 %                             | 0,0 %               |
| 4                  | 26,9 %                 | 65,4 %  | 7,7 %                             | 0,0 %               |
| 5                  | 23,1 %                 | 69,2 %  | 7,7 %                             | 0,0 %               |
| 6                  | 10,5 %                 | 78,9 %  | 10,5 %                            | 0,0 %               |
| 7                  | 5,6 %                  | 88,9 %  | 5,6 %                             | 0,0 %               |
| 8                  | 12,0 %                 | 84,0 %  | 4,0 %                             | 0,0 %               |
| 9                  | 14,3 %                 | 81,0 %  | 4,8 %                             | 0,0 %               |
| 10                 | 19,0 %                 | 81,0 %  | 0,0 %                             | 0,0 %               |
| 11                 | 25,0 %                 | 66,7 %  | 8,3 %                             | 0,0 %               |
| 12                 | 10,0 %                 | 85,0 %  | 5,0 %                             | 0,0 %               |
| 13                 | 25,0 %                 | 68,8 %  | 6,3 %                             | 0,0 %               |
| 14                 | 10,5 %                 | 78,9 %  | 10,5 %                            | 0,0 %               |
| 15                 | 17,6 %                 | 76,5 %  | 5,9 %                             | 0,0 %               |
| 16                 | 10,5 %                 | 84,2 %  | 5,3 %                             | 0,0 %               |
| 17                 | 10,0 %                 | 85,0 %  | 5,0 %                             | 0,0 %               |
| 18                 | 15,0 %                 | 80,0 %  | 5,0 %                             | 0,0 %               |
| 19                 | 21,1 %                 | 73,7 %  | 5,3 %                             | 0,0 %               |
| 20                 | 15,4 %                 | 80,8 %  | 3,8 %                             | 0,0 %               |
| aritmetický průměr | 16,0 %                 | 78,3 %  | 5,7 %                             | 0,0 %               |

## Anotace

|                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| <b>Jméno a příjmení:</b> | Jana Trávníčková            |
| <b>Katedra:</b>          | Biologie                    |
| <b>Vedoucí práce:</b>    | RNDr. Olga Ševčíková, Ph.D. |
| <b>Rok obhajoby:</b>     | 2021                        |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Název práce:</b>          | Kvantitativní anatomie listů vybraných jehličnanů vyskytujících se ve Smetanových sadech v Olomouci   |
| <b>Název v angličtině:</b>   | Quantitative leaf anatomy of selected conifers occurring in Smetanovy sady in Olomouc   |
| <b>Anotace práce:</b>        | <p>Bakalářská práce má za úkol pozorovat a srovnávat anatomickou stavbu jehlic, což je zkoumáno na jednotlivých příčných řezech.</p> <p>Teoretická část se hlavně zabývá anatomickou stavbou jehlic a následnému využití těchto poznatků při determinaci jehličnanů. V praktické části jsme se kromě popisu jednotlivých příčných řezů také zabývali odhadem jednotlivých anatomických struktur (epidermis a hypodermis, mezofyl, transfúzní pletivo, pryskyřičné kanálky) pomocí bodové metody. Dále do ní připojujeme fotogalerii s jednotlivými příčnými řezy zkoumaných druhů jehličnanů.</p> |
| <b>Klíčová slova:</b>        | jehličnany, příčný řez jehličnatým listem, bodová metoda, epidermis, hypodermis, mezofyl, transfúzní pletivo, cévní svazky, pryskyřičné kanálky   |
| <b>Anotace v angličtině:</b> | <p>The bachelor's thesis aims to observe and compare the anatomical structure of needles, which is examined on cross sections.</p> <p>The theoretical part mainly deals with the anatomical structure of needles and the following use of this knowledge in determining conifers. In the practical part, in</p>   |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>addition to the description of individual cross sections, we estimate size of each anatomical structures (epidermis and hypodermis, mesophyll, transfusion tissue, resin canals) using the point counting method. We also attach a photo gallery with individual cross-sections of the investigated species of conifers.</p>  |
| <p><b>Klíčová slova v angličtině:</b></p> | <p>conifers, cross section of a conifer leaf, point counting method, epidermis, hypodermis, mesophyll, transfusion tissue, vascular bundles, resin ducts</p>   |
| <p><b>Přílohy vázané v práci:</b></p>     | <p><b>Tabulka 1:</b> Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi borovice černé (<i>Pinus nigra</i> Arnold).</p> <p><b>Tabulka 2:</b> Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi borovice kleč (<i>Pinus mugo</i> Turra).</p> <p><b>Tabulka 3:</b> Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i> L.).</p> <p><b>Tabulka 4:</b> Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi borovice vejmutovky (<i>Pinus strobus</i> L.).</p> <p><b>Tabulka 5:</b> Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi douglasky tisolisté (<i>Pseudotsuga menziesii</i> Mirb.).</p> <p><b>Tabulka 6:</b> Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi jedle bělokoré (<i>Abies alba</i> Mill.).</p> <p><b>Tabulka 7:</b> Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi smrku pichlavého (<i>Picea pungens</i> Engelm.).</p> <p><b>Tabulka 8:</b> Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi smrku ztepilého (<i>Picea abies</i> L.).</p> |

|                      |  |
|----------------------|--|
|                      | <b>Tabulka 9:</b> Procentuální zastoupení obsahu jednotlivých struktur v příčném řezu jehlicemi tisu červeného ( <i>Taxus baccata</i> L.). |
| <b>Rozsah práce:</b> | 69 stran, 79 844 znaků   |
| <b>Jazyk práce:</b>  | český  |