

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

**Vliv částečného poškození kůry na anatomickou stavbu
nově vytvořeného dřeva u juvenilních jedinců borovice
lesní**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2016/2017

Tomáš Pýcha

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Vliv částečného poškození kůry na anatomickou stavbu nově vytvořeného dřeva u juvenilních jedinců borovice lesní** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 9. 5. 2017

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce doc. Ing. Hanuši Vavrčikovi, Ph.D., za ochotu, trpělivost a poskytnuté odborné rady.

Abstrakt

Pýcha, T.: Vliv částečného poškození kůry na anatomickou stavbu nově vytvořeného dřeva u juvenilních jedinců borovice lesní

Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. 2017

Účelem této práce bylo zjistit, zda poškození kůry na jedné straně kmene způsobí změny v anatomické stavbě dřeva. V průběhu vegetačního období byl odstraněn pás kůry na polovině obvodu kmene osmi stromků. Na konci vegetačního období byly z části kmene nad a pod poškozenou kůrou zhotoveny mikroskopické preparáty. Z těchto preparátů byly zjištěny počty tracheid, jejich rozměry a radiální přírůst dřeva. Počet tracheid a radiální přírůst dřeva na poškozené straně kmene byl o 30-50 % nižší pod místem poškozené kůry než nad poškozením. Radiální rozměry tracheid byly na poškozené straně kmene o 14-16 % menší než na nepoškozené straně. Tloušťka buněčných stěn tracheid na poškozené straně kmene poklesla vůči straně nepoškozené o 7-20 %.

Klíčová slova: borovice lesní, kambium, poškození kůry, tracheidy

Abstract

Pýcha, T.: The effect of partial mechanical bark damage on anatomy of newly formed wood in young Scots pine trees

Bachelor thesis. Mendel university in Brno. 2017

The aim of this thesis was to determine whether bark damage on one side of a stem causes changes in wood anatomy. During the growth season a strip of bark was removed on half the circumference of stem of eight trees. After the end of growth season thin cross sections of stems were made from above and below the removed strip of bark. On these sections number of tracheids, their dimensions and radial wood increment were measured. Number of tracheids and radial wood increment on damaged side of the stem was 30-50 % lower below than above the wound. Radial width of tracheids on the damaged side of the stem was 14-16 % lower than on the undamaged side. Tracheid cell wall thickness was also lower on the damaged side of the stem where it was 7-20 % thinner compared to the undamaged side.

Key words: bark damage, cambium, Scots pine, tracheids

OBSAH

1	Úvod	7
2	Cíl práce.....	8
3	Literární přehled	9
3.1	Obecná charakteristika borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	9
3.2	Stavba kmene stromu	12
3.3	Makroskopická stavba dřeva jehličnatých dřevin	13
3.4	Mikroskopická stavba dřeva jehličnatých dřevin.....	14
3.4.1	Tracheidy	15
3.4.2	Parenchymatické buňky.....	16
3.5	Reakční dřevo jehličnatých dřevin.....	17
3.6	Poškození kůry stromu	17
3.6.1	Reakce kambia na mechanické poškození	17
3.6.2	Zacelení otevřené rány v kůře	17
3.6.3	Vliv poškození kůry na tracheidy	18
4	Materiál a metodika	20
4.1	Lokalizace	20
4.2	Výběr zkušebních jedinců	20
4.3	Výroba vzorků.....	21
4.4	Zhotovení příčných řezů	21
4.5	Výroba trvalých preparátů.....	22
4.6	Snímání a měření preparátů	23
4.7	Statistické zpracování dat.....	24
5	Výsledky	25
5.1	Počet vytvořených tracheid	25
5.2	Přírůst dřeva	27
5.3	Radiální rozměr tracheid	30

5.4	Tloušťka buněčné stěny tracheid.....	33
6	Diskuze	36
6.1	Počet vytvořených tracheid	36
6.2	Přírůst dřeva	36
6.3	Radiální rozměr tracheid	37
6.4	Tloušťka buněčné stěny tracheid.....	37
7	Závěr.....	39
8	Summary.....	40
9	Literatura	41

1 ÚVOD

Les je nedílnou součástí naší krajiny plnící celou řadu nezastupitelných funkcí. Ve své biomase poutá velké množství uhlíku, zachycuje prachové částice v atmosféře a produkuje významné množství kyslíku. Schopnost lesů zadržovat velké množství vody snižuje riziko povodní, zatímco kořeny a koruny stromů plní protierozní funkci. Lesy se díky své členité struktuře vyznačují vysokou biodiverzitou a v dnešní krajině silně ovlivněné lidskou činností poskytují útočiště pro nespočetné množství rostlinných a živočišných druhů. Pro člověka měli lesy odedávna stěžejní význam jako zdroj potravy, paliva a snadno dostupného materiálu pro stavební účely a výrobu různých nástrojů a předmětů denní potřeby. V neposlední řadě je les vynikajícím místem pro rekreaci, neboť má pozitivní vliv na lidskou psychiku.

Výsledkem produkční funkce lesa je v současném lesním hospodářství zejména obnovitelná dřevní surovina. Nositeli této produkce jsou jednotlivé stromy v lesním v porostu, které jsou vystaveny komplexu faktorů určujících kvantitu a kvalitu vyprodukovaného dříví. Poškození kmenů dřevin zvěří, hmyzem, těžební činností či abiotickými faktory je v lese častým jevem s mnohdy dalekosáhlými následky. Otevřené rány v kůře stromu způsobují změny ve stavbě okolního dřeva a jsou místem nákazy dřevokaznými houbami. Porozumění vlivu těchto poranění na strom nám může pomoci lépe vyhodnotit jejich dopad na zdraví a růst daného jedince.

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce je zjištění účinku částečného poškození kůry na anatomickou strukturu nově se tvořícího letokruhu u jedinců borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.). Za tímto účelem bylo nutné zjistit, zda se počet nově vytvořených tracheid v radiálním směru na příčném řezu kmenem liší na straně s poškozenou kůrou a kambiem od strany nepoškozené. Cílem také bylo zjistit, zda se reakce kambia z hlediska počtu vytvořených buněk liší nad a pod místem poškození.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Obecná charakteristika borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.)

Jedná se od stálezelený jehličnan středních rozměrů dorůstající na příznivých stanovištích výšky až 40 m a průměru kmene do 1 m. Dožívá se věku 300 let, na exponovaných stanovištích s nízkou konkurencí až 500 let (Úradníček et al., 2014). Kořenový systém je mohutný s křivým kořenem zasahujícím do hloubky 1,5–3 m, na suchých písčitých půdách i hlouběji, boční kořeny rostou v hloubce do 20 cm a poté se stácejí dolů. Díky tomu je nadzemní část velmi dobře upevněna v zemi a netrpí tak vývraty. Na pohyblivých písčích mohou odnosem materiálu vznikat i chůdovité kořeny. Kmen je přímý, větvený až v horní čtvrtině. Na extrémních stanovištích je často křivolaký. Dolní část je kryta silnou, hluboce rozpukanou borkou, zatímco na horní části se nachází tenká borka rezavě červené až oranžové barvy, která se odlupuje ve slabých lístcích. Koruna je v severní části evropského areálu štíhlá s jemnými větvemi, ve střední a jižní části spíše klenutá až deštníkovitá se silnými větvemi (Musil a Hamerník, 2007). Šedozelené jehlice dlouhé 3–8 cm jsou po dvou na krátkých brachyblastech, opadávají asi po 3 letech, na suchých stanovištích po 2 letech a v horských oblastech vydrží až 4 roky. Plodného věku dosahuje jako solitér od 15. roku, zatímco v zápoji začíná plodit mezi 30. a 40. rokem. Šišky v prvním roce dorůstají velikosti lískového oříšku, během druhého roku dorůstají normální velikosti, dozrávají a na počátku třetího roku vylétávají semena, přičemž šišky opadávají až v průběhu léta. Tvar šišek je velmi proměnlivý, jejich štítky jsou však vždy našedlé a matné. Borovice je jednodomým druhem, avšak samčí a samičí šišťice se obvykle vyskytují nerovnoměrně na jednom jedinci a vytváří tak převážně samčí či samičí exempláře, a některé stromy tedy téměř neplodí. Pokud je koruna stromu dobře osvětlena, plodí borovice každým rokem (Úradníček a Maděra et al., 2009). Ke kvetení dochází od května až do počátku června. Semena mají světle hnědou až černou barvu a jsou vybavena křídlem, díky kterému dosahuje rozsev semen do vzdálenosti 50–100 m od mateřského stromu, za příhodných povětrnostních podmínek až 1 km. Dobrá úroda se vyskytuje průměrně každý 3. až 6. rok. Klíčení probíhá nejlépe za plného světla nebo alespoň částečného osvětlení. Semenáček má větší počet děložních lístků, ke kterým se ještě v průběhu prvního roku přidává svazeček jehlic. Růst mladých borovic je velmi rychlý, výškový přírůst vrcholí mezi 15. až 25. rokem a dosahuje až 80 cm za rok (Musil a Hamerník, 2007).

Borovice je velmi odolný a rychle rostoucí druh, poškozována zvěří je jen v mládí, dokud má stále hladkou kůru na spodní části kmene. Nebezpečí představují mokrý sníh a jinovatka, které mohou zlomit vrchol, což vede k jeho nahrazení bočními větvemi a znehodnocení kmene, neboť borovice nemá žádné rezervní spící pupeny. Při poškození kůry zaceluje ránu silným roněním pryskyřice. Mezi velmi nebezpečné škůdce patří klikoroh borový (*Hylobius abietis*), václavka smrková (*Armillaria ostaye*) a sypavka borová (*Lophodermium pinastri*), zejména v mladých porostech (Úradníček et al., 2014). Obzvláště klikoroh borový je jedním z nejzávažnějších škůdců jehličnatých dřevin vůbec, jež způsobuje poškození dřevin podobné tomu, které je předmětem této práce. Jedná se o dlouhověkého brouka z čeledi nosatcovitých, dožívajícího se až 3 let. Jeho larvy se vyvíjejí v 1–2 roky starých pařezech borovice, popřípadě smrku, v jejichž lýku a dřevě vyžirají až 1 m dlouhé chodby. Po jedno až dvou letém vývoji se kuklí a líhnou se dospělci. Larvy jsou z lesnického hlediska neškodné, neboť se vyvíjí v mrtvém dřevě, a příznivě tím ovlivňují rychlost jeho dekompozice. Na rozdíl od larev, dospělci škody způsobují, živí se totiž ohlodáváním kůry a lýka kmenů čerstvě vysázených 3–6 letých sazenic na pasekách, kam jsou přitahováni vůní čerstvých pařezů. Při silném napadení se ranky spojují v plošky, které přerušují lýko na části, a často i na celém obvodu kmene. Úplným přerušením lýka přímo způsobují uhynutí sazenic, menšími poraněními je oslabují a činí je náchylnými k houbovým infekcím, které přispívají k jejich odumírání (Křístek a Urban, 2004).

Borovice je velmi světlomilný druh neschopný růstu a zmlazování v zástínu, souvislé porosty vznikají přirozeně pouze na extrémních stanovištích, kde ji nemohou náročnější, stín snášející druhy konkurovat. Z pohledu klimatu je borovice velmi přizpůsobivá dřevina, vyskytuje se na územích s délkou vegetační doby 90 – 200 dnů, je odolná mrazu i horku. Dokáže se vyrovnat s širokým rozsahem srážkových podmínek, na nejsušších stanovištích s ročními srážkovými úhrny od 200 mm dokáže přežít díky její schopnosti čerpat vodu z mnohem větší hloubky než ostatní dřeviny, zároveň roste na horských stanovištích se srážkovými úhrny až 1780 mm. Na půdní podmínky je borovice snad nejméně náročnou dřevinou našich lesů, roste na mělkých, chudých písčitých až kamenitých půdách, zejména silikátového původu, ale i na vápencích a hadcích. Na rašeliništích a bažinatých půdách se vyskytuje také, ale roste zde hůře, často v zakrslé formě a pouze s mělkým kořenovým systémem. Vysazená na hlubší, úrodné půdě roste velmi dobře. Přes svou značnou přizpůsobivost je poměrně citlivá na imise a nedá se tak využít pro výsadby v oblastech se znečištěným ovzduším (Musil a Hamerník, 2007). Jako

pionýrský, velmi přizpůsobivý druh vytváří borovice mnoho ekotypů, s různým vzrůstem, typem koruny a ovětvením. Na našem území se nachází např. místní ekotypy třeboňská a východočeská borovice. Provenienčními pokusy byla zjištěna stálost řady znaků v první generaci a ověřeny možnosti přenosu osiva. Jako nevhodné se ukázalo především přenášení osiva do oblastí s horším klimatem a použití izolovaných horských ekotypů, které jsou specializovány na specifické podmínky a málo plastické (Úradníček et al., 2014).

Celé naše území se nachází v oblasti euroasijského areálu borovice. Přirozeně se vyskytovala jen v oblastech pahorkatin a nižších pohoří na extrémních stanovištích, jako jsou skalní ostrohy a sutě. V nízkých polohách byla přimíšena v doubravách na písčích a mělkých suchých půdách. Tyto reliktní bory se nachází např. v pískovcových skalách severovýchodních Čech, na chudých písčích Polabí a Třeboňské pánve a na skalnatých výspách Dražanské a Českomoravské vrchoviny (Úradníček a Maděra et al., 2009). Borovice lesní je zástupce svého rodu s největším areálem na světě. Vyskytuje se od Skotska, jde přes celou Sibiř až k Ochotskému moři, nejjižněji zasahuje ve Španělsku v pohoří Sierra Nevada a nejseverněji ve Skandinávii, kde jde až za severní polární kruh. Ve vertikálním směru lze borovici nalézt v nadmořských výškách od 0 do 2100 m n. m., na Kavkaze až ve 2600 m n. m. V severní části svého areálu je dřevinou nížin, zatímco v jižní části je spíše horským stromem (Musil a Hamerník, 2007).

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky (2015) uvádí, že současné zastoupení borovice v našich lesích je 16,6 % a doporučuje zastoupení 16,8 %. Dále uvádí rekonstruované přirozené zastoupení 3,4 %. Z tohoto lze vyčíst, že je borovice rozšířena daleko za svůj areál. Dříve byly zakládány rozsáhlé porosty na chudých půdách, často z ciziny dovezeného semene, což neřídka vedlo k netvárným porostům nízké kvality. Na ostatní plochy se rozšířila náletem díky devastaci lesů, pastvě a těžbě hrabanky na stelivo a osidlování opuštěných polí a pastvin (Úradníček et al., 2014). Borovice je v našich lesích po smrku nejvýznamnějším jehličnanem. Dřevo se využívá ve stavebnictví a truhlářství, zpracovává se na telegrafní sloupy a pražce, díky trvanlivosti ve vodě se používá ve vodním stavitelství více než smrk. V chemickém průmyslu se využívá vysoký obsah pryskyřice, zejména v jádrovém dřevě. Pryskyřice se těží i z živých stromů (smolaření) a využívá se na výrobu terpentýnu. Využití v zahradnictví je spíš okrajové, na druhou stranu v posledních letech stoupá poptávka po vánočních stromcích.

3.2 Stavba kmene stromu

Dřevo je hmota organického původu, která se vytváří přírodními procesy v kořenech, kmenech a větvích dřevin z obsahu půdy a ovzduší. Jedná se o rostlinné pletivo, jehož většina buněčných elementů má zdřevnatělé (lignifikované) buněčné stěny. Nejobjemnější a nejcennější je ve stromu dřevo kmene, ze kterého se získávají kulatinové sortimenty určené pro průmyslové zpracování. Dřevo se v kmeni nachází mezi dření, která tvoří střed kmene a vnějšími vrstvami – kambiem a kůrou, jejíž součástí je lýko. Anatomické elementy kmene, jež jsou vláknitého charakteru a orientovány zejména podélně, můžeme pozorovat na třech základních řezech. Příčný řez je orientován kolmo na osu kmene, na kulatině tvoří tzv. čelo a je také nazýván čelním řezem. Letokruhy na tomto řezu tvoří koncentrické vrstvy buněk, zatímco dřevné paprsky tvoří úzké pásy buněk probíhající od středu kmene k obvodu, kolmo na letokruhy. Radiální řez je podélný řez vedený rovnoběžně s osou kmene a procházející středem kmene. Zde se letokruhy zobrazují jako převážně rovnoběžné pásy a dřevné paprsky vytváří rozličně tvarované lesklé plochy zvaná zrcadla. Tangenciální řez je podélný řez vedený rovnoběžně s osou kmene, avšak v určité vzdálenosti od středu. Letokruhy se zde ve střední části řezu zobrazují jako parabolické útvary, na okrajích řezu probíhají rovnoběžně. Dřevné paprsky lze pozorovat jako tenké, svislé čárky (Gandelová et al., 2009).

Kůra stromu je soubor povrchových vrstev kmene, které obklopují dřevo, lýko a dřev, na příčném řezu je vidět jako kruhová vrstva tmavých pletiv. Má funkci vodivou, mechanickou a izolační, má složitější strukturu než dřevo a její vzhled je specifický pro jednotlivé dřeviny. Vzniká činností sekundárních dělivých pletiv felogénu, následných felogénů a kambia a dělí se na vnitřní a vnější kůru. Vnější kůra (periderm) je produktem dělivého korkového pletiva felogénu, který produkuje směrem k obvodu kmene korek (felém) a směrem do středu kmene zelenou kůru (feloderm). Funkcí vnější korkové vrstvy je ochrana vnitřních vrstev kůry před mechanickým poškozením a škodlivými abiotickými a biotickými činiteli. Vnitřní kůra zvaná lýko vzniká činností kambia, a to produkcí buněk směrem k obvodu kmene. Lýkem, které tvoří světlejší část kůry, jsou transportovány asimiláty vytvořené fotosyntézou v listech z koruny stromu do kořenů. Morfologický vzhled kůry je závislý na druhu dřeviny, stanovišti a věku jedince. Kůra mladých stromů je hladká, stárnutím však vnější vrstvy odumírají a odlupují se. Hluboko rozbrázděná povrchová vrstva kůry se nazývá borka. U dřevin tvořících typickou rozpukanou borku jako dub a javor je borka vytvářena zejména činností následných

felogénů, první felogén je v činnosti jen určitou dobu, poté odumírá a v hlubších částech kůry se zakládá následný felogén, který produkuje nové vrstvy korku. U dřevin s hladkou celistvou kůrou, jako jsou buk a habr, je první felogén aktivní téměř po celý život stromu a vytváří pouze tenkou vrstvu korku, která brzy odumírá a odlupuje se v tenkých plátcích nebo v prášku. U těchto dřevin přirůstá kůra zejména činností kambia (tvorbou lýka). U našich dřevin je zastoupení kůry z celkového objemu stromu mezi 6 a 25 %.

Kambium je dělivé (meristemické) pletivo mezi lýkem a dřevem, kde tvoří tenkou makroskopickou nerozlišitelnou vrstvu živých buněk (Gandelová et al., 2009). Během růstu stromu odděluje sekundární vodivá pletiva, směrem do středu stromu sekundární dřevo a směrem k obvodu sekundární lýko (Panshin a Zeeuw, 1980). Kambium svou každoroční činností zajišťuje radiální přírůst dřeva (letokruhy) a lýka.

Dřeň je světlé, řídké, odumřelé pletivo, nacházející se ve středu kmene. V prvním roce života stromu se dřeň podílí na vedení vody, později tuto funkci přebírají letokruhy. Dřeň je obvykle 2 – 5 mm široká, u většiny dřevin okrouhlého tvaru, např. u borovice je hvězdicovitá. Má nízké mechanické vlastnosti a ve výrobcích ze dřeva je nežádoucí (Gandelová et al., 2009).

3.3 Makroskopická stavba dřeva jehličnatých dřevin

Letokruhem rozumíme kruhovou vrstvu dřeva vytvořenou tloušťkovým přírůstem za jeden rok. Vytváří se činností kambia v průběhu vegetačního období a obaluje kmen, větve a kořeny. U dřevin mírného pásma můžeme letokruhy rozlišit, neboť se skládají z vrstev jarního a letního dřeva, lišícího se svou barvou a texturou. Jehličnany mají výraznou vrstvu letního dřeva snadno odlišitelnou od dřeva jarního. Jarní dřevo je světlejší a výrazně měkčí než dřevo letní, které má dva až třikrát vyšší hustotu. Přejít mezi zónou jarního a letního dřeva se pohybuje od pozvolného, např. u smrku, po náhlý jako je tomu u borovice. Podíl letního dřeva se snižuje s rostoucí šířkou letokruhu. Šířka letokruhu se u našich hospodářsky významných dřevin pohybuje mezi 1 až 5 mm a je silně ovlivněna šířkou koruny; obecně platí, že stromy se širší korunou mají širší letokruhy (Požgaj et al., 1997).

Běl je vnější část dřeva přiléhající ke kambiu, vyznačující se přítomností živých buněk v dřeňových paprscích, v dřevním parenchymu a průchodností vodivých elementů. Její funkcí je vedení vody a minerálních látek z kořenů do koruny a ukládání zásobních látek. Bělové dřeviny mají celý průřez kmene zbarven stejně, neboť nemají tak výrazný rozdíl mezi středovou a obvodovou částí. Jádro je vnitřní, tmavě zbarvená část kmene,

kteřá neobsahuje živé parenchymatické buňky, a jeho tracheidy jsou pro vodu převážně neprůchodné. Vzniká procesem zjadernění, který se projevuje uzavíráním dvojteček a ukládáním jádrových látek v buňkách. Některé dřeviny mají vyzřálé dřevo, které má znaky jádra, avšak není tmavě zbarveno a je pozorovatelné jen na čerstvě poraženém kmeni jako světlejší část, neboť má nižší vlhkost než běl.

Dřeňové paprsky se skládají z pásů parenchymatických buněk orientovaných kolmo na podélnou osu kmene. Jejich funkcí je horizontální transport asimilátů a vody, a dále ukládání energeticky bohatých látek jako jsou škroby a cukry. Dle doby vzniku se dělí na primární paprsky, probíhající od dřeně až do lýka a sekundární paprsky vznikající později v průběhu růstu, kdy probíhají od některého z letokruhů do lýka. Podíl dřeňových paprsků ve dřevě se u jehličnatých dřevin pohybuje mezi 5–10 %, tedy méně než u listnatých dřevin, kde činí 7–29 % (Gandelová et al., 2009).

Dřeňové skvrny se vyskytují ve dřevě hlavně listnáčů, ale i jehličnanů, a to jako důsledek poškození kambia hmyzem nebo bakteriemi. Jedná se o hojivý parenchym, na příčném řezu viditelný jako hnědá skvrna a na podélném řezu jako svislé pásy.

Pryskyřičné kanálky jsou tvořeny buňkami, které shromažďují a vylučují pryskyřici. Vyskytují se ve dřevě některých jehličnatých dřevin (smrk, modřín, borovice, douglaska). Horizontální kanálky procházejí středem některých dřeňových paprsků a jejich rozměry jsou pod hranicí viditelnosti lidským okem. Vertikální kanálky jsou orientovány souběžně s tracheidami, zejména v letním dřevě, jejich podíl ve dřevě je asi 6x větší než kanálků horizontálních. Jejich šířka se pohybuje na hranici viditelnosti pouhým okem, dlouhé jsou mezi 10 a 80 cm. Borovice má z našich dřevin největší frekvenci výskytu kanálků (50 až 400 vertikálních kanálků na 1 cm² plochy příčného řezu). Kanálky jsou navzájem spojené v jednu soustavu, ze které při poranění kůry roní pryskyřice na povrch kmene. Vedle ochranné funkce má i funkci impregnační, kterou zvyšuje odolnost dřeva proti houbám (Požgaj et al., 1997).

3.4 Mikroskopická stavba dřeva jehličnatých dřevin

Jehličnaté dřeviny jsou vývojově starší než dřeviny listnaté. Oproti listnáčům má jejich dřevo jednoduchou stavbu, na které se podílejí dva typy anatomických elementů. Tracheidy, které mají ve dřevě vodivou a mechanickou funkci, a parenchymatické buňky, ze kterých se skládají dřeňové paprsky, podélný dřevní parenchym a pryskyřičné kanálky.

3.4.1 Tracheidy

Tracheidy neboli cévice jsou hlavním anatomickým elementem dřeva jehličnanů, tvoří až 95 % celkového objemu dřeva, např. u borovice 91 %. Jsou to uzavřené protáhlé buňky (100–300x delší než širší), na příčném řezu mají tvar 4–6 úhelníku. Jejich délka se pohybuje mezi 2–6 mm (u borovice 3,1mm), šířka kolem 0,04 mm, zakončení může být různé od ostře špičatého či zašpičatělého po zaoblené až rovné. Rozměry tracheid a jejich buněčných stěn závisí na poloze v kmeni, věku stromu, stanovišti a postavení stromu v porostu. Juvenilní dřevo, které se nachází blíže ke dřeni (10 až 15 letokruhů), obsahuje buňky s menšími rozměry. Kromě diferencujících se tracheid v přirůstajícím letokruhu se jedná o mrtvé buňky se zdřevnatělými buněčnými stěnami. Mají funkci vodivou a mechanickou, převažující funkce ovlivňuje tvar, rozměry i tloušťku buněčné stěny. Na počátku vegetačního období se tvoří jarní tracheidy, jejichž funkce je zejména vodivá. Mají tenké (2-3 μm) buněčné stěny, zaoblené nebo zašpičatělé zakončení, oproti letním tracheidám mají větší radiální rozměr a jsou o 10 % kratší. Jejich radiální stěny mají velké množství ztenčenin, v průměru 70-90, neboli dvojteček, které umožňují transport vody mezi buňkami. Dvojtečky jsou umístěny v jedné řadě, např. u borovice, nebo ve dvou řadách u modřínu (Požgaj et al., 1997). Letní tracheidy se tvoří v druhé polovině vegetačního období, jejich funkce je převážně mechanická. Mají tlusté buněčné stěny (3-7 μm), jsou ostře zašpičatělé a na stěnách mají menší počet dvojteček (8-25). Tracheidy jsou ve dřevě orientovány rovnoběžně s osou kmene a na příčném řezu tvoří radiální řady buněk, jejichž radiální rozměr klesá směrem od jarního k letnímu dřevu, zatímco tangenciální rozměry zůstávají nezměněny (Gandelová et al., 2009).

Dvojtečky jsou charakteristickým typem ztenčenin tracheid. Vznikají překlenutím sekundární buněčné stěny ve tvaru polokoule s kruhovým otvorem uprostřed, zvaným porus, přes ztenčeninu primární stěny zvanou uzavírací blanka. Tato blanka je uprostřed ztloustlá a vytváří čokovitý útvar, zvaný torus, který je o něco větší než porus. Uzavírací membrána je propustná, neboť se skládá z paprscitě uspořádaných jemných vláken, na kterých je zavěšen torus. Při proschnutí jarního dřeva je torus přitažen na porus a dvojtečka se tak uzavře jako ventil (Požgaj et al., 1997).

Na stěnách tracheid některých jehličnanů (u tisu a douglasky) se vyskytují spirální ztlouštění, což jsou lokálně ztloustlá místa buněčné stěny, která zvyšují jejich mechanickou pevnost a chrání je před tlakem okolních buněk.

Na místech styku tracheid a parenchymatických buněk, zvaných křížová pole, se vyskytují pro určité druhy jehličnanů typické ztenčeniny, např. u borovice je to jedna velká ztenčenina (Gandelová et al., 2009).

U dřevin, jejichž dřevo obsahuje pryskyřičné kanálky, se vyskytují i horizontálně orientované tracheidy, a to na spodním a horním okraji dřeňového paprsku. Tyto buňky jsou podstatně kratší než vertikální tracheidy a obsahují jen malé dvojtečky. Buněčné stěny těchto tracheid mají u borovice ostré zuby směřující dovnitř buňky a jsou důležitým diagnostickým znakem (Požgaj et al., 1997).

3.4.2 Parenchymatické buňky

Buňky dřeňových paprsků mají tvar krátkých válečků 40–70 µm dlouhých a 10–15 µm širokých. Paprsky jehličnanů, jejichž dřevo neobsahuje pryskyřičné kanálky, jsou tvořeny jednou vrstvou parenchymatických buněk, nazývají se paprsky homocelulární. Ve dřevě s výskytem pryskyřičných kanálků se nachází paprsky heterocelulární, které navíc obsahují ležaté tracheidy a jsou složeny z více vrstev parenchymatických buněk. Vrstevnatost dřeňového paprsku vyjadřuje počet buněk ve vodorovném směru, výška paprsků je dána počtem buněk uložených nad sebou ve směru podélné osy kmene.

Na stavbě vertikálních pryskyřičných kanálků se podílí tři vrstvy parenchymatických buněk. Vnitřní vrstva se skládá z epitelových buněk. Jedná se o živé buňky vylučující pryskyřici, mají zrnitou cytoplazmu, velké jádro a nelignifikované buněčné stěny. U borovice jsou tenkostěnné a je jich méně než u smrku a modřínu, které mají větší počet tlustostěnných epitelových buněk. Střední vrstva je složena z tzv. mrtvých buněk tvořících mechanickou oporu buněk epitelových. Vnější vrstvu, tzv. doprovodný parenchym, tvoří živé parenchymatické buňky bohaté na zásobní látky a škroby. Průměr kanálků se pohybuje mezi 30-50 µm a s věkem se zvyšuje.

Horizontální kanálky jsou uloženy v dřeňových paprscích, jejich stavba je podobná vertikálním kanálkům s výjimkou menších rozměrů a absence doprovodného parenchymu. Při poškození kambia dochází k tvorbě dalších kanálků patologického původu, a to i u dřevin, které normálně kanálky neobsahují. Nejvyšší zastoupení pryskyřičných kanálků mají borovice lesní a vejmutovka, a to kolem 0,7 %, ostatní jehličnany kolem 0,2 %.

U některých jehličnanů se vyskytuje podélný dřevní parenchym, tvořený parenchymatickými buňkami, orientovanými rovnoběžně s osou kmene, uspořádanými v pásech nebo jednotlivě. Jejich funkcí je ukládání zásobních látek. Hojněji se vyskytují

ve dřevě jalovců a cypřišů, zřídka u jedle, smrku a douglasky, u borovice a tisů se nenachází (Gandelová et al., 2009).

3.5 Reakční dřevo jehličnatých dřevin

Jedná se o reakci dřeva větví a kmene stromu na namáhání. To je ve větvích způsobeno jejich vlastní vahou, v kmeni je to důsledek ohybu větrem, křivosti kmene a excentrické polohy větví. U jehličnatých dřevin se vyskytuje na straně tlaku, ve větvích se tedy vyskytuje na spodní straně. Reakční dřevo obsahuje 3-4krát vyšší podíl letního dřeva a má širší letokruhy způsobující nestejnou šířku letokruhů po obvodu kmene (Gandelová et al., 2009). Makroskopicky reakční dřevo pozorujeme jako hnědou zónu ve tvaru půlměsíce na stlačované straně dřeva. Tracheidy reakčního dřeva jsou na příčném řezu okrouhlého tvaru, což způsobuje vznik mezibuněčných prostor, a mají výrazně tlustší buněčné stěny než okolní tracheidy (Požgaj et al., 1997).

3.6 Poškození kůry stromu

3.6.1 Reakce kambia na mechanické poškození

Závažným důsledkem hlubokého, až na vrstvu dřeva zasahujícího, mechanického poškození kůry je přerušení vodivého pletiva – lýka a dělivého pletiva – kambia. Při odstranění kůry dochází k porušení buněk kambiální vrstvy, což lze na obnaženém dřevě pozorovat v podobě slizu, který je zbytkem protoplazmy z porušeného kambia (Gandelová et al., 2009).

Jako reakci na porušení kambia můžeme v letokruhu vytvořeném po vzniku poranění pozorovat tzv. traumatické pryskyřičné kanálky. Vyskytují se v blízkosti poranění ve vyšším počtu než v okolním dřevě a často jsou orientovány v tangenciálních řadách.

Na hranici rány, ve které odumřely kambiální buňky, dochází k tvorbě vrstvy hojivého pletiva, tzv. kalusu. Kalus je tvořen parenchymatickými buňkami, schopnými dělení, bez jasně definovaného tvaru. Obvykle jsou přibližně stejně dlouhé jako široké, jejich tvar se pohybuje od různě pokroucených po hranaté (Schweingruber, 2007).

3.6.2 Zacelení otevřené rány v kůře

K poškození kůry může dojít z celé řady důvodů, např. mrazovým či slunečním úpalem nebo ožehnutím ohněm. Mezi mechanická poškození kůry lze zařadit například ta způsobená těžbou dřeva, polomy nebo žírem hmyzích škůdců (Gandelová et al., 2009). Při odstranění kůry začne na poškozené ploše odumírat kambium a následkem toho na místě rány přestane přirůstat kůra i dřevo. Reakcí kmene stromu je snaha tuto ránu zarůst

ze stran tzv. závaly. Z odkryté plochy kmene vystavené atmosféře se silně odpařuje voda, což vede ke vzniku tzv. zásušku. Zásušek je zóna odumřelé části kmene, mající na příčném řezu tvar paraboly, která svým vrcholem směřuje do středu kmene. Letokruhy zarůstající ránu postupně vytvoří tzv. závitkovou zónu, která obsahuje dřevo, jehož vlastnosti jsou podobné reakčnímu dřevu (Požgaj et al., 1997). Tyto letokruhy jsou orientovány kolmo na plochu poškozené kůry. Intenzivní růst a akumulace dřeva v závitkových zónách je nejúčinnějším způsobem zacelení rány na kmeni (Zajaczkowska, 2014). Po spojení přibližujících se závitkových zón mezi nimi ještě několik roků (3–8) zůstává kůra a vzniká zárost, což je kůra, která zůstane zarostlá ve dřevě. Dalším růstem závitkových zón dochází k prasknutí kůry a spojení letokruhů, čímž je rána uzavřena (Požgaj et al., 1997). V místě spojení letokruhů závitkových zón lze pozorovat nepravidelně uspořádané tracheidy. Na tangenciálním řezu se vyskytují tracheidy odkloněné od podélné osy kmene až o 90 stupňů. Místy se vyskytují i tracheidy křivé či orientované do kruhu (Zajaczkowska, 2014). Kůra závitkové zóny je výrazně slabší než v okolí rány. U dřevin s hrubou kůrou se po zavalení jizva ztrácí v jejím členitém povrchu, zatímco u dřevin s hladkou kůrou zůstává jizva viditelná až 50 let. Na kvalitu poškozeného kmene má největší vliv délka stádia otevřené rány, neboť se poraněním do stromu dostávají houbové infekce (Požgaj et al., 1997). Obranou stromů při poranění kůry jsou povlaky pryskyřice, gumových látek a ucpávání cév v obnaženém dřevě thylami (Gandelová et al. 2009).

3.6.3 Vliv poškození kůry na tracheidy

Stoffel a Hitz (2008) zkoumali vliv poranění kůry, způsobeného sněhovou lavinou a pádem kamení, na strukturu letokruhu modřínu opadavého (*Larix decidua*). Na vzorcích odebraných v těsné blízkosti poškozené kůry zjišťovali přítomnost traumatických pryskyřičných kanálků a rozměry tracheid. Zjistili, že radiální rozměry tracheid jarního dřeva vytvořeného po poškození kůry mezi hranicí letokruhu a řadou traumatických kanálků byly v blízkosti rány o 27 % nižší než v letokruhu předcházejícího roku.

Arbellay et al. (2014) zjišťovali změny ve dřevě douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*), modřínu západoamerického (*Larix occidentalis*) a borovice těžké (*Pinus Ponderosa*) po poranění kůry ohněm. Rozměry tracheid byly zjišťovány na příčných řezech zhotovených ze vzorků odebraných 4 cm od okraje poranění v horizontálním směru. Zjistili, že u hranice rány byly rozměry tracheid u všech druhů o 25-30 % nižší než v kontrolním letokruhu předchozího roku. Dále konstatovali, že zmenšení vodivých

elementů dřeva po poškození ohněm odpovídá účinkům mechanického poškození kambia.

Wilson a Gartner (2002) se zabývali účinkem kroužkování, což je přerušení lýka po celém obvodu kmene odstraněním kůry, na růst kmene a větví u šesti druhů jehličnatých stromů. Měření plochy letokruhu zjišťovali rozdíl v přírůstu nad a pod kroužkem. Zjistili, že tloušťkový přírůst kmene byl pod kroužkováním nižší než u kontrolních jedinců z důvodu omezení transportu uhlovodíků lýkem do spodní části kmene.

Požgaj et al. (1997) uvádí, že zhoršené růstové podmínky mají za následek menší rozměry tracheid a nepříznivé klimatické podmínky nebo působení imisí může ovlivnit podíl objemu buněčných stěn.

Lev-Yadun (2002) poskytuje nástin vzdálenosti, do které je dřevo ovlivněno mechanickým poškozením ve směru podélné osy kmene. V dekapitovaných čtyřletých jedincích borovice pinie (*Pinus pinea*) zjišťoval rozdíl ve stavbě dřeva těsně pod řezem a ve vzdálenostech 5, 10, a 40 cm pod místem řezu. Zjistil, že počet pryskyřičných kanálků v letokruhu byl oproti kontrolním stromkům těsně pod místem řezu 6krát vyšší, a stále 4krát vyšší 10 cm pod místem řezu. Ve vzdálenosti 40 cm pod řezem již rozdíl v množství pryskyřičných kanálků nenalezl.

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Lokalizace

Vybraná zkušební plocha o rozloze 0,4 ha se nachází asi 1 km východně od obce Poběžovice u Holic, na souřadnicích 50°5'51" severní šířky, a 16°0'58" východní délky v nadmořské výšce cca 306 m. Plocha náleží do mírně teplé oblasti T2 s průměrným ročním úhrnem srážek 550 až 700 mm a průměrnou červencovou teplotou 18 až 19 °C (Quitt, 1971). Z pohledu biogeografického členění spadá plocha do Třebechovického bioregionu, jenž patří do hercynské podprovincie (Culek, 1996). Plocha také náleží do lesní oblasti 17 – Polabí (Plíva a Žlábek, 1986).

Kultura na ploše byla založena v roce 2014 sadbou dvouletých sazenic borovice lesní v počtu 10 000 kusů na ha. Z pohledu přírodních podmínek se plocha nachází v 2. lesním vegetačním stupni, lesním typem je zde 2k5 – kyselá buková doubrava borůvková (geoportal.uhul.cz). Půdní typ na stanovišti je podzol arenický (mapy.geology.cz).

4.2 Výběr zkušebních jedinců

Na zkušební ploše bylo náhodně vybráno 12 průměrných jedinců, jejich pozice byla označena kolíkem a zaznamenána na náčrtku plochy. Průměrná výška vybraných jedinců byla před vyjmutím z plochy 119 cm a průměrná tloušťka 25,5 mm. Na bazální části kmene, cca 5 cm od země, byla na polovině obvodu kmene ostrým nožem odstraněna ploška kůry a kambia (Obr. 1). Stav k 20. 11. 2016 je zobrazen na Obr. 2. Výška této plošky byla 2 cm a u všech stromků byla situována směrem na východ. Odstranění kůry bylo provedeno u osmi zkušebních jedinců, u první skupiny čtyř stromků (skupina A) 22. 5. 2016, u druhé skupiny čtyř stromků (skupina B) 22. 5. 2016 a poslední čtyři jedinci (skupina K) byli ponecháni jako kontrolní skupina.



Obr. 1: Odstraněný pruh kůry v květnu Obr. 2: Odstraněný pruh kůry, stav v listopadu

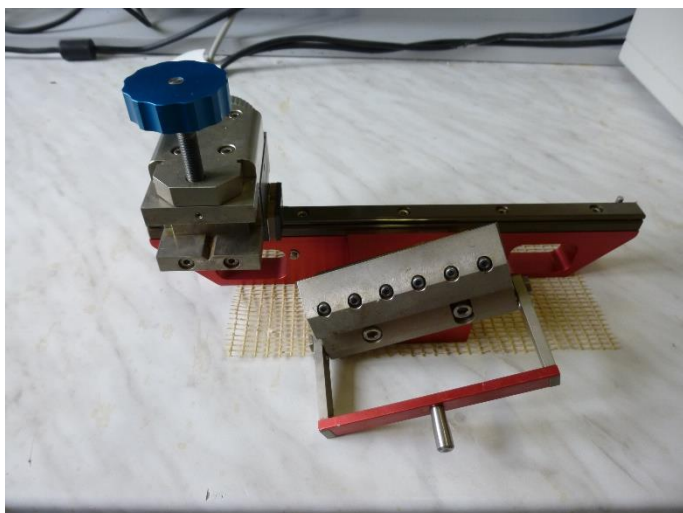
4.3 Výroba vzorků

Všech dvanáct jedinců bylo vyjmuto z plochy 20. 11. 2016. Z kmenů zkušebních stromků byly ruční pilkou odebrány 2 špalíky cca 1,5 cm vysoké. Jeden špalík byl odebrán nad a jeden pod částí kmene s odstraněnou kůrou, a to 1 cm od hranice plošky, na které byla kůra odstraněna. Zároveň byla na těchto špalících vyznačena jejich orientace v kmeni nesmývatelným fixem. Na kůře špalíků byl čárou vyznačen střed plošky s odstraněnou kůrou. Na čelech špalíků, která se nacházela dále od centrální poškozené části kmene, byla vyznačena nepoškozená strana kmene spolu s jednou nebo dvěma čarami značícími, zda se jedná o špalík z horní nebo spodní části. Čela špalíků blíže k poškozené části kmene, vzdálená 1 cm od okraje poškozené kůry, byla určena k výrobě preparátů. Z kontrolních stromků byl odebrán jeden špalík z výšky cca 5 cm nad zemí a označen obdobným způsobem s tím, že místo poškozené strany byla vyznačena světová strana (východ). Takto připravené špalíky byly uloženy do označených plastových nádob (jedna pro každý stromek) s roztokem 30% ethanolu.

4.4 Zhotovení příčných řezů

Příčné řezy pro výrobu mikroskopických preparátů byly krájeny na ručním mikrotomu G. S. L. 1. (Obr. 3) ve vzdálenosti 1 cm od okraje odstraněné kůry. Špalíky byly upevněny pomyslnou poškozenou stranou směrem nahoru do držáku mikrotomu a jejich příčná poloha byla upravena stavěcím šroubem tak, aby se lehce dotýkaly čepelky. Poté byl špalík stavěcím šroubem posunut o 15 až 20 μm směrem k čepelce a pohybem držáku byly odkrajovány tenké řezy, které zůstávaly na čepelce mikrotomu. Několik

prvních řezů sloužilo k zarovnání čela špalíku do jedné roviny, neboť bylo nerovné a dřevní vlákna potrhaná od řezání ruční pilkou. Během krájení byly řezy navlhčovány a posouvány po čepelce mokrým štětcem tak, aby nedocházelo k jejich roztržení. Po uříznutí prvního celistvého řezu byla tloušťka řezů nastavena na 10 až 15 μm . Povedené řezy byly s pomocí mokrého štětce a preparační jehly přeneseny na označené podložní sklo s tím, že jejich orientace byla vždy udržována pomyslnou poškozenou stranou nahoru a poté byly přikryty krycím sklem.



Obr. 3: Ruční mikrotom G. S. L. 1

4.5 Výroba trvalých preparátů

Zhotovení trvalých preparátů spočívalo v jejich obarvení a uzavření uzavíracím médiem. Prvním krokem bylo naskládání hotových řezů s jejich podložními a krycími skly do plastového nosiče. Obarvení bylo provedeno vložení tohoto nosiče na dobu 10 minut do nádoby s roztokem dvou barviv. Barvivo Safranin barví lignifikované buněčné stěny dřeva na červeno, zatímco Astra blue barví nelignifikované buněčné stěny lýka, kambia, dřevných paprsků a pryskyřičných kanálek na modro. Obarvení preparátů taktéž poskytuje kontrast oproti bílému pozadí preparátu na snímku, což usnadňuje jeho další zpracování. Po barvení byly preparáty propláchnuty ve dvou nádobkách s absolutním ethanolem, ve kterých dojde k opláchnutí přebytečného barviva, které by jinak zůstalo na sklech.

Po propláchnutí bylo z preparátů sejmuto krycí sklo a na řez a podložní sklo byly kápnuty dvě až tři kapky uzavíracího média Euparalu (syntetická pryskyřice). Následně byl preparát uzavřen krycím sklem, které bylo nejdříve přiloženo na podložní sklo jednou z jeho kratších stran, a poté bylo postupně spuštěno na preparát tak, aby se Euparal rovnoměrně rozlil mezi skly a nevznikly žádné vzduchové bubliny. Poté byly uzavřené

preparáty umístěny na kovovou desku a zatíženy jedním nebo dvěma magnety, dokud uzavírací médium nezatuhlo po přibližně pěti dnech. Hotový trvalý preparát je zobrazen na Obr. 4.



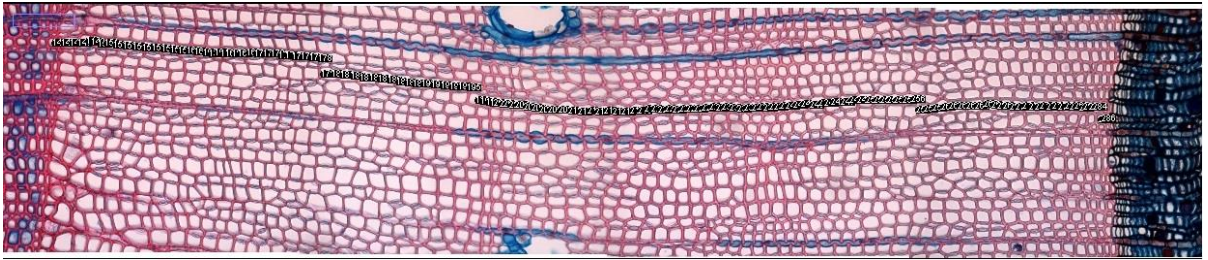
Obr. 4: Hotový trvalý preparát – příčný řez kmenem

4.6 Snímání a měření preparátů

Z každého preparátu, jenž byl příčným řezem celého kmene, byly pro potřeby analýzy vytvořených tracheid nasnímány dva snímky z posledního letokruhu ve tvaru radiálních pásů širokých několik desítek buněk. Jeden snímek ze středu poškozené strany a jeden snímek ze středu strany nepoškozené. Snímky byly pořízeny pomocí světelného mikroskopu Leica DM2000 vybaveného digitální kamerou Leica DFC 295. Obraz z mikroskopu byl kamerou převeden do počítače a naskenován pomocí grafického editoru ImageJ. Každý snímek letokruhu byl složen z několika (2 až 11) dílčích, na sebe navazujících snímků pořízených objektivem s 20 násobným zvětšením, složených do jednoho snímku.

Na každém snímku byly pomocí programu ImageJ změřeny radiální rozměry lumenů tracheid a tloušťky dvojitých buněčných stěn (Obr. 5), což je rozměr společné buněčné stěny dvou sousedících tracheid. Tyto dvě hodnoty byly změřeny pro každou buňku ve třech náhodně vybraných radiálních řadách. Dále byl na každém snímku změřen na třech místech celkový přírůst dřeva (šířka letokruhu). Naměřené hodnoty byly nahrány do tabulkového procesoru Microsoft Excel 2013, ve kterém byl vypočítán počet tracheid v letokruhu, tloušťka buněčných stěn a radiální rozměry tracheid. Tloušťka buněčné stěny byla vypočtena jako polovina průměru dvou dvojitých buněčných stěn. Součtem dvou

buněčných stěn konkrétní buňky a šířky jejího lumenu byly vypočteny radiální rozměry buněk.



Obr. 5: Měření lumenů a dvojitých buněčných stěn tracheid na příčném řezu v programu ImageJ

4.7 Statistické zpracování dat

Naměřené hodnoty radiálních rozměrů, tloušťek buněčných stěn, počtů tracheid v letokruhu a přírůstů byly uspořádány do tabulek, rozdělených podle skupin stromů. První skupina stromů (A) byly zkušební stromky, u kterých byla kůra odstraněna v květnu, u druhé zkušební skupiny (B) v červnu a třetí skupina byly kontrolní stromky (K). Z důvodu výskytu reakčního dřeva byl ze statistického zpracování a z výsledků vyjmut jeden ze zkušebních stromků skupiny B a jeden kontrolní stromek skupiny K. Tyto tabulky byly následně nahrány do statistického programu Statistica 12.

Pomocí vícefaktorové analýzy rozptylu byly zjišťovány rozdíly mezi naměřenými hodnotami na poškozené a nepoškozené straně kmene, nad místem poškození (horní část) a pod místem poškození (spodní část). Data z kontrolních stromků byla vyhodnocena jednofaktorovou analýzou rozptylu (ANOVA). Analýza rozptylu je testem shody středních hodnot pro více výběrů, který umožňuje zjistit, jestli má některý z faktorů statisticky významný vliv na hodnotu měřené veličiny. Nulová hypotéza o shodě středních hodnot je zamítnuta, jestliže je mezi středními hodnotami souborů zjištěn statisticky významný rozdíl se spolehlivostí 95 %. Pokud je nulová hypotéza zamítnuta, následuje Tukeyho test mnohonásobného porovnávání, kterým se zjišťuje, mezi kterými skupinami existuje rozdíl.

5 VÝSLEDKY

5.1 Počet vytvořených tracheid

V Tab. 1, ve které jsou uvedeny průměrné počty tracheid zjištěné u skupiny stromků A (kůra odstraněna 22. 5.), můžeme pozorovat, že ve spodní části je výrazný rozdíl mezi počtem tracheid na straně poškozené a nepoškozené. Na poškozené straně se vytvořilo o 60 % méně tracheid než na straně nepoškozené, tento rozdíl je statisticky významný. Ve vertikálním směru je statisticky významný rozdíl na poškozené straně kmene, kde se ve spodní části vytvořilo o 50 % méně buněk. Rozdíly mezi ostatními hodnotami nejsou statisticky významné.

Tab. 1: Průměrný počet tracheid v letokruhu skupiny A

Č. stromu	Počet tracheid ve spodní části		Počet tracheid v horní části	
	Strana poškozená	Strana nepoškozená	Strana poškozená	Strana nepoškozená
A1	45	68	75	78
A2	26	112	54	73
A3	51	112	105	104
A4	72	187	156	117
Průměr	48	120	98	93

Rozdíly v počtu tracheid v letokruzích stromků skupiny B (kůra odstraněna 22.6), uvedené v Tab. 2, jsou statisticky významné ve spodní části, mezi stranou poškozenou a nepoškozenou. Na poškozené straně kmene se vytvořilo o 35 % méně tracheid. Dále je významný rozdíl na straně poškození, kde se ve spodní části vytvořilo o 30 % méně tracheid než nad poškozením. Rozdíly mezi ostatními hodnotami nejsou statisticky významné.

Tab. 2: Průměrný počet tracheid v letokruhu skupiny B

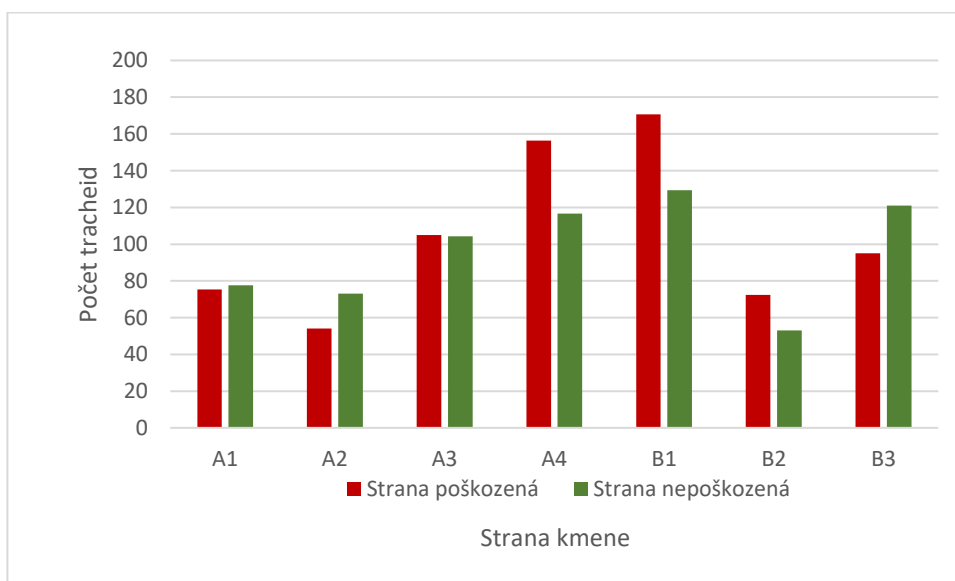
Č. stromu	Počet tracheid ve spodní části		Počet tracheid v horní části	
	Strana poškozená	Strana nepoškozená	Strana poškozená	Strana nepoškozená
B1	133	170	171	129
B2	35	84	72	53
B3	69	109	95	121
Průměr	79	121	113	101

Rozdíl v počtu tracheid vytvořených na opačných stranách kmenů kontrolních stromků, uvedený v Tab. 3, není statisticky významný.

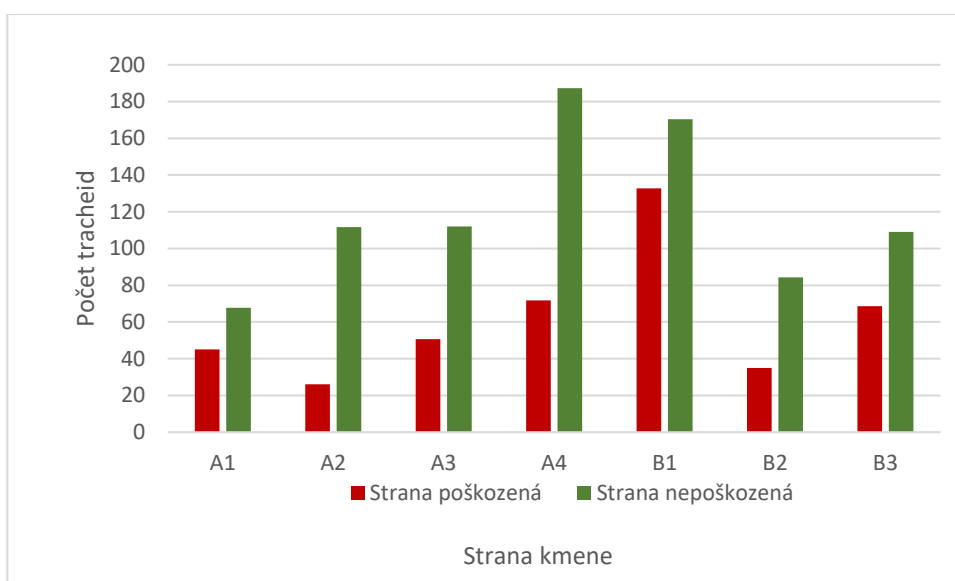
Tab. 3: Průměrný počet tracheid v letokruhu skupiny K

Č. stromu	Počet tracheid v letokruhu	
	Východní strana	Západní strana
K1	95	117
K2	77	74
K2	119	94
Průměr	97	95

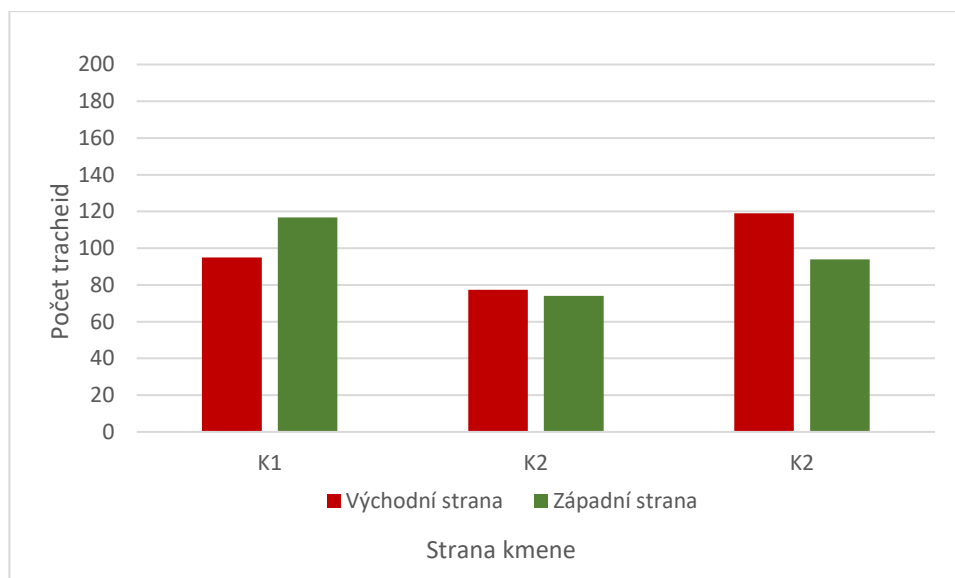
Počet tracheid vytvořených v letokruhu poškozených stromků v horní části je znázorněn na Obr. 6, ve spodní části na Obr. 7. Počet tracheid v letokruhu kontrolních stromků je znázorněn na Obr. 8.



Obr. 6: Počet tracheid v letokruhu v horní části poškozených stromků



Obr. 7: Počet tracheid v letokruhu spodní části poškozených stromků



Obr. 8: Počet tracheid v letokruhu kontrolních stromků

5.2 Přírůst dřeva

Statisticky významný rozdíl v radiálním přírůstu dřeva stromků skupiny A můžeme pozorovat v dolní části, kde je na nepoškozené straně přírůst téměř trojnásobný oproti straně poškozené. Ve vertikálním směru je významný rozdíl na straně poškozené, kde přírůst ve spodní části dosáhl pouze poloviční hodnoty horní části. Rozdíly mezi ostatními hodnotami uvedenými v Tab. 4 nejsou statisticky významné.

Tab. 4: Přírůst dřeva stromků skupiny A

Č. stromu	Přírůst dřeva ve spodní části (μm)		Přírůst dřeva v horní části (μm)	
	Strana poškozená	Strana nepoškozená	Strana poškozená	Strana nepoškozená
A1	970	1595	1674	1974
A2	565	2850	1123	1892
A3	1188	2941	2271	2584
A4	1610	5531	3476	3195
Průměr	1083	3229	2136	2411

V Tab. 5 můžeme pozorovat, že přírůst dřeva ve skupině stromků B je ve spodní části na straně poškozené o 45 % nižší než na straně nepoškozené. Ve vertikálním směru je rozdíl na poškozené straně, kde je přírůst ve spodní části o 31 % nižší než v horní části. Tyto rozdíly jsou statisticky významné. Rozdíly mezi ostatními hodnotami nejsou statisticky významné.

Tab. 5: Přírůst dřeva stromků skupiny B

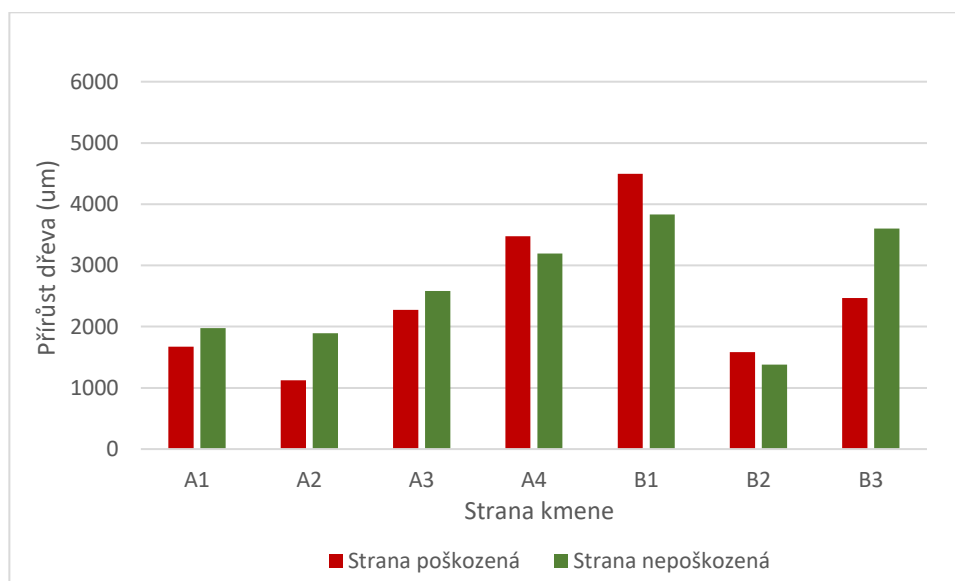
Č. stromu	Přírůst dřeva ve spodní části (μm)		Přírůst dřeva v horní části (μm)	
	Strana poškozená	Strana nepoškozená	Strana poškozená	Strana nepoškozená
B1	3267	4976	4495	3831
B2	712	2217	1584	1378
B3	1907	3453	2467	3603
Průměr	1962	3548	2848	2938

Přírůsty dřeva na východní a západní straně kmene kontrolních stromků jsou uvedeny v Tab. 6. Rozdíly mezi hodnotami nejsou statisticky významné.

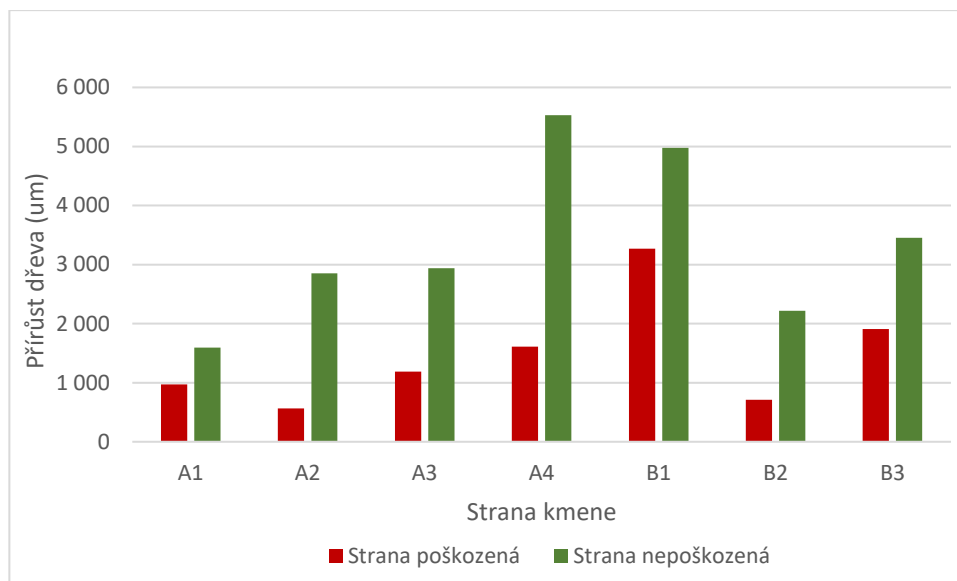
Tab. 6: Přírůst dřeva stromků skupiny K

Č. stromu	Přírůst dřeva (μm)	
	Východní strana	Západní strana
K1	2736	3399
K2	2034	1915
K3	3315	2490
Průměr	2695	2601

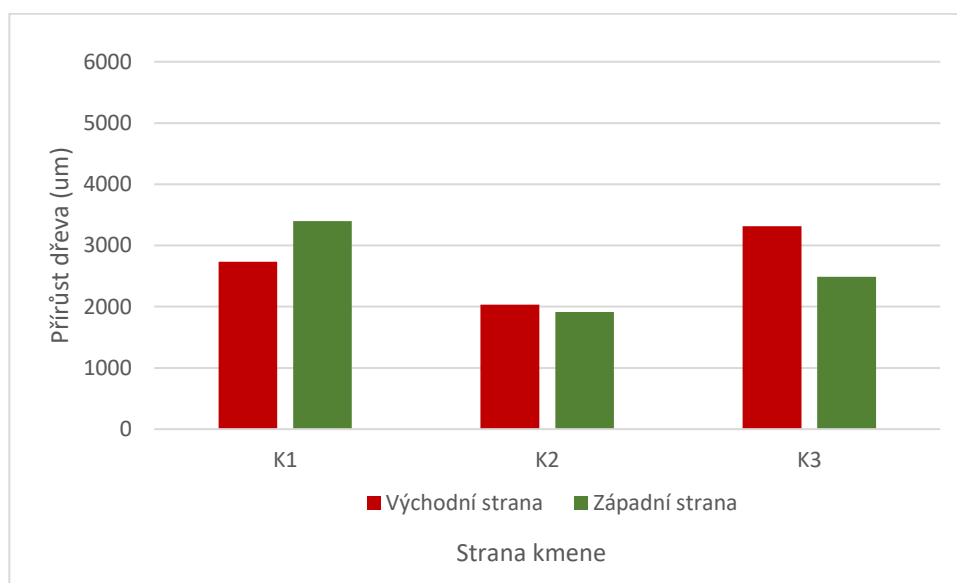
Přírůst dřeva poškozených stromků v horní části je znázorněn na Obr. 9, ve spodní části na Obr. 10. Přírůst dřeva kontrolních stromků je znázorněn na Obr. 11.



Obr. 9: Přírůst dřeva v horní části poškozených stromků

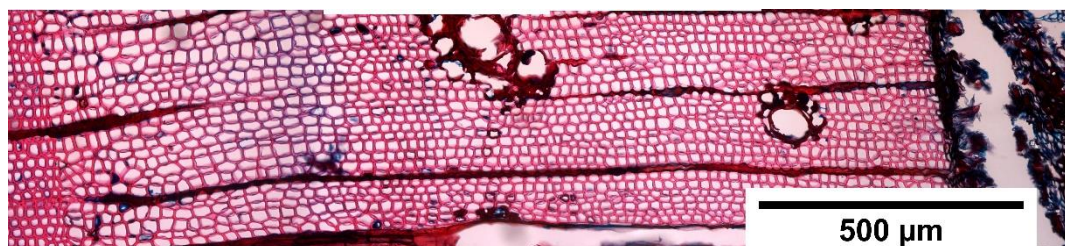


Obr. 10: Přírůst dřeva ve spodní části poškozených stromků

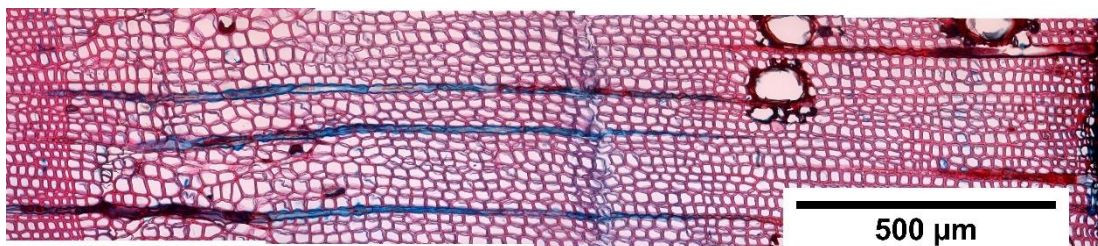


Obr. 11: Přírůst dřeva stromků skupiny K

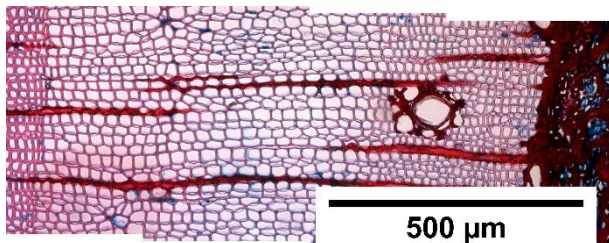
Úbytek přírůstu ve spodní části poškozené strany kmene je ilustrován na snímcích letokruhů (Obr. 12–15) jednoho z poškozených stromků (A1).



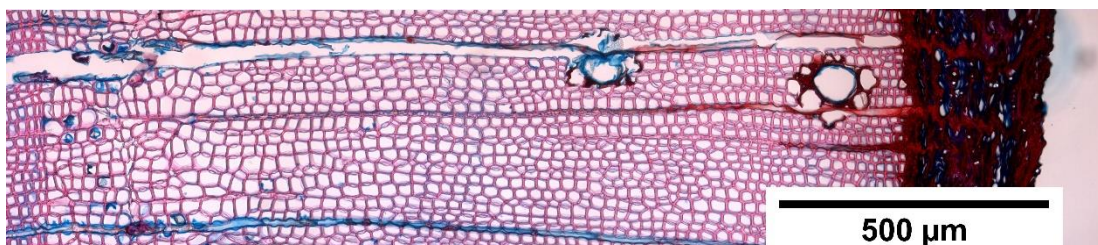
Obr. 12: Snímek letokruhu horní části kmene, poškozené strany.



Obr 13: Snímek letokruhu horní části kmene, nepoškozené strany



Obr. 14: Snímek letokruhu spodní části kmene, poškozené strany



Obr. 15: Snímek letokruhu spodní části kmene, nepoškozené strany

5.3 Radiální rozměr tracheid

Zjištěné radiální rozměry tracheid u skupiny A jsou ve spodní části o 15 % menší na poškozené straně kmene, než na straně nepoškozené. Taktéž v horní části dosahují buňky menších radiálních rozměrů na poškozené straně, a to o 16 %. Rozdíl mezi rozměry tracheid na poškozené a nepoškozené straně je statisticky významný. Mezi rozměry tracheid v horní a spodní části není statisticky významný rozdíl. Hodnoty rozměrů tracheid pro jednotlivé stromy jsou zobrazeny v Tab. 7.

Tab. 7: Průměrné radiální rozměry tracheid ve skupině A

Č. stromu	Radiální rozměr ve spodní části (μm)		Radiální rozměr v horní části (μm)	
	Strana poškozená	Strana nepoškozená	Strana poškozená	Strana nepoškozená
A1	21,0	23,1	22,3	24,8
A2	21,4	25,1	20,2	25,6
A3	23,0	25,8	21,1	24,4
A4	21,8	28,9	21,0	26,6
Průměr	21,8	25,7	21,2	25,3

V Tab. 8 můžeme pozorovat, že výsledky pro skupinu B jsou podobné jako u skupiny A. Ve spodní části kmene mají buňky na poškozené straně o 15 % menší rozměry než na straně nepoškozené, obdobně je tomu i v horní části, kde rozdíl činí 14 %. Tyto rozdíly byly zhodnoceny jako statisticky významné. Rozdíl mezi velikostí tracheid ve spodní a horní části není statisticky významný.

Tab. 8: Průměrné radiální rozměry tracheid ve skupině B

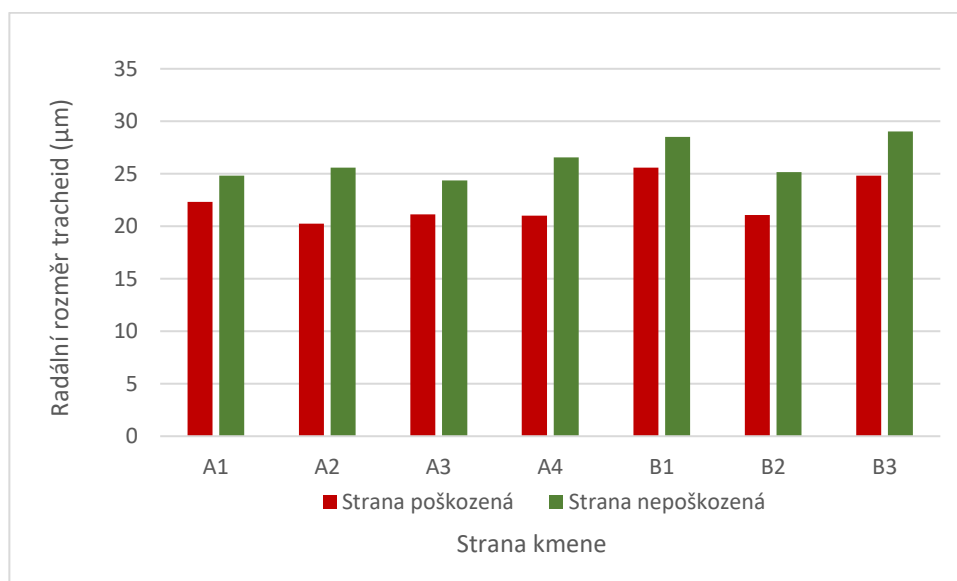
Č. stromu	Radiální rozměr ve spodní části (μm)		Radiální rozměr v horní části (μm)	
	Strana poškozená	Strana nepoškozená	Strana poškozená	Strana nepoškozená
B1	24,3	28,4	25,6	28,5
B2	19,6	25,2	21,1	25,2
B3	26,9	30,3	24,8	29,0
Průměr	23,6	28,0	23,8	27,6

Radiální rozměry tracheid kontrolní skupiny, které byly měřeny na východní a západní straně kmene jsou uvedeny v Tab. 9. Mezi rozměry buněk na protilehlých stranách kmene nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl.

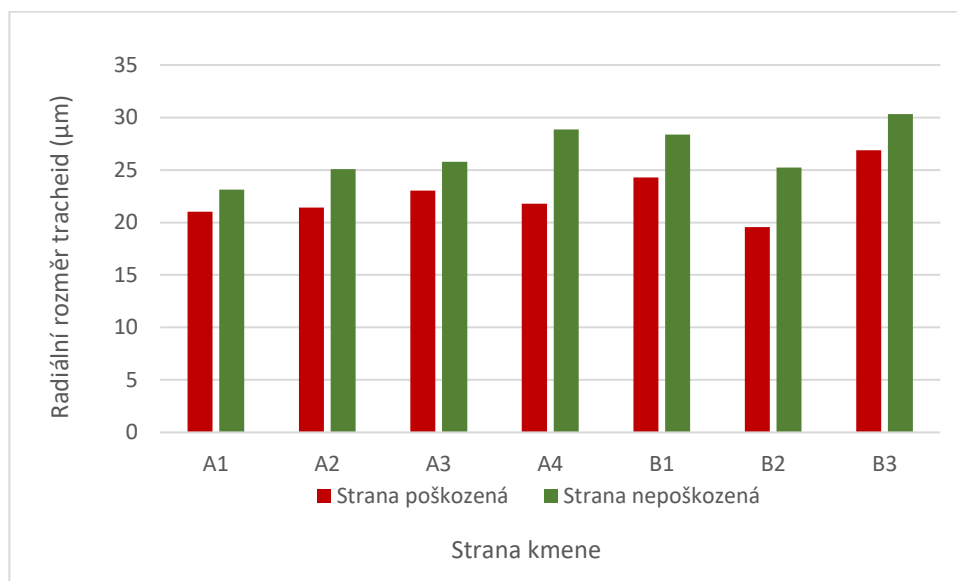
Tab. 9: Průměrné radiální rozměry tracheid ve skupině K

Č. stromu	Radiální rozměr buněk (μm)	
	Východní strana	Západní strana
K1	27,5	28,3
K2	25,8	25,7
K3	27,5	26,2
Průměr	26,9	26,7

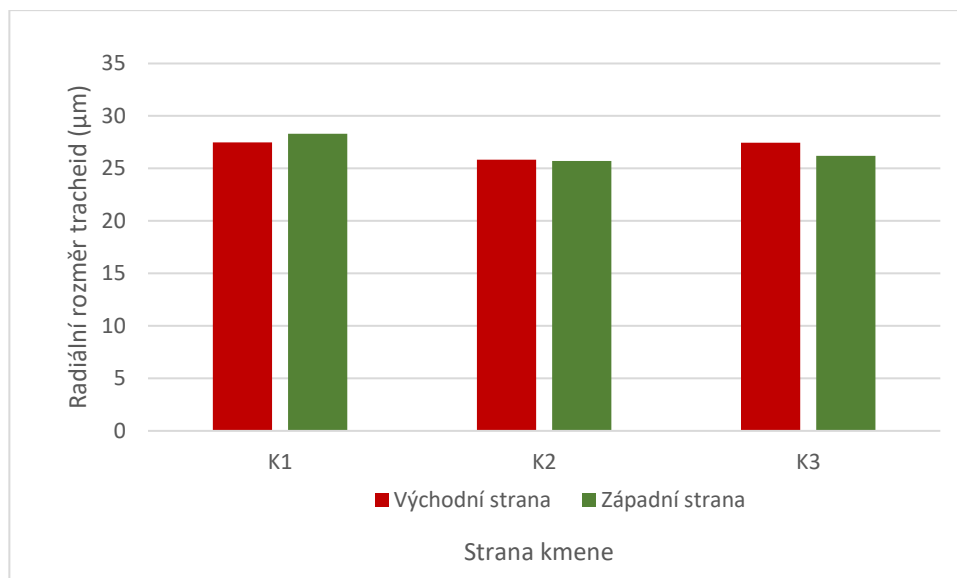
Radiální rozměry tracheid v horní části poškozených stromků jsou znázorněny na Obr. 16, ve spodní části na Obr. 17. Radiální rozměry tracheid v letokruhu kontrolních stromků jsou znázorněny na Obr. 18.



Obr. 16 : Radiální rozměry tracheid v letokruhu horní části poškozených stromků



Obr. 17: Radiální rozměry tracheid v letokruhu spodní části poškozených stromků



Obr. 18: Radiální rozměry tracheid v letokruhu stromků skupiny K

5.4 Tloušťka buněčné stěny tracheid

V Tab. 10 lze pozorovat, že tloušťky buněčných stěn tracheid jsou menší na poškozené straně kmene, ve spodní části o 7 % a v horní části o 16 %, tyto rozdíly jsou statisticky významné. Rozdíl mezi tloušťkou buněčných stěn tracheid v horní a spodní části není statisticky významný.

Tab. 10: Průměrné tloušťky buněčných stěn tracheid ve skupině A

Č. stromu	Tloušťka b.s. ve spodní části (µm)		Tloušťka b.s. v horní části (µm)	
	Strana poškozená	Strana nepoškozená	Strana poškozená	Strana nepoškozená
A1	2,27	2,43	2,47	2,89
A2	3,24	3,09	2,74	3,60
A3	2,87	3,27	2,47	3,22
A4	2,08	2,51	3,35	3,41
Průměr	2,62	2,83	2,76	3,28

U skupiny B byl zjištěn statisticky významný rozdíl v tloušťce buněčných stěn mezi stranami kmene. Na poškozené straně ve spodní části jsou buněčné stěny tracheid o 21 % slabší, v horní části o 10 % slabší. Rozdíly v tloušťkách buněčných stěn, ve vertikálním směru nejsou statisticky významné. Průměrné hodnoty pro jednotlivé stromy jsou uvedeny v Tab. 11.

Tab. 11: Průměrné tloušťky buněčných stěn tracheid ve skupině B

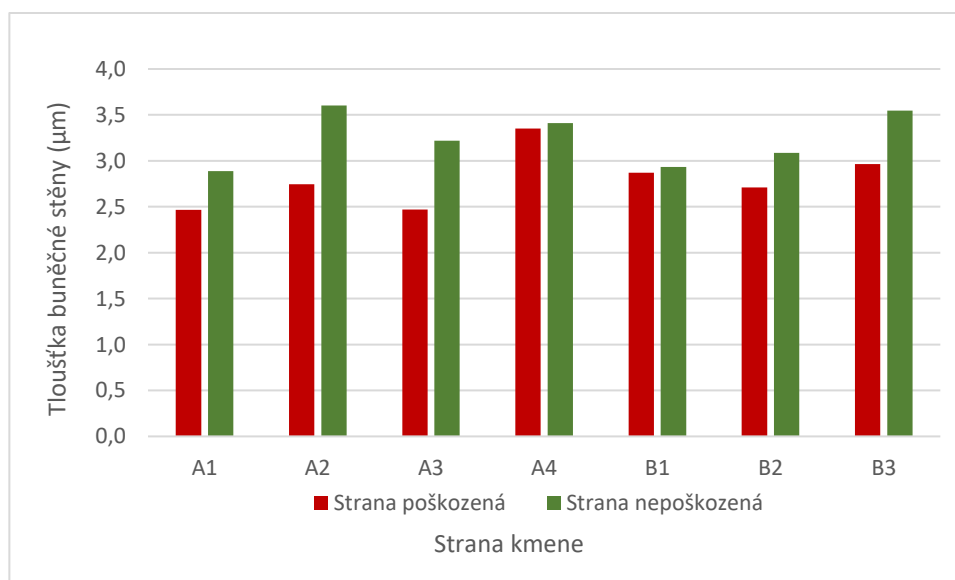
Č. stromu	Tloušťka b.s. ve spodní části (μm)		Tloušťka b.s. v horní části (μm)	
	Strana poškozená	Strana nepoškozená	Strana poškozená	Strana nepoškozená
B1	2,99	3,19	2,87	2,93
B2	2,31	3,49	2,71	3,09
B3	2,79	3,59	2,97	3,55
Průměr	2,70	3,42	2,85	3,19

Průměrné tloušťky buněčných stěn tracheid kontrolních stromků, měřené na protilehlých stranách kmene, jsou uvedeny v Tab. 12. Rozdíly mezi hodnotami nejsou statisticky významné.

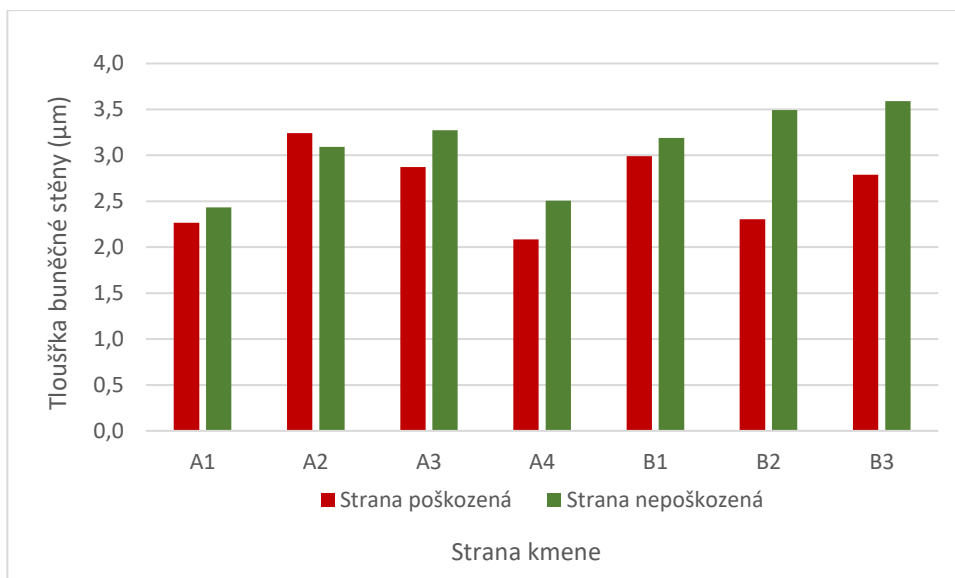
Tab. 12: Průměrné tloušťky buněčných stěn tracheid ve skupině K

Č. stromu	Tloušťka buněčné stěny (μm)	
	Východní strana	Západní strana
K1	2,96	3,00
K2	2,37	2,49
K2	2,69	2,32
Průměr	2,67	2,61

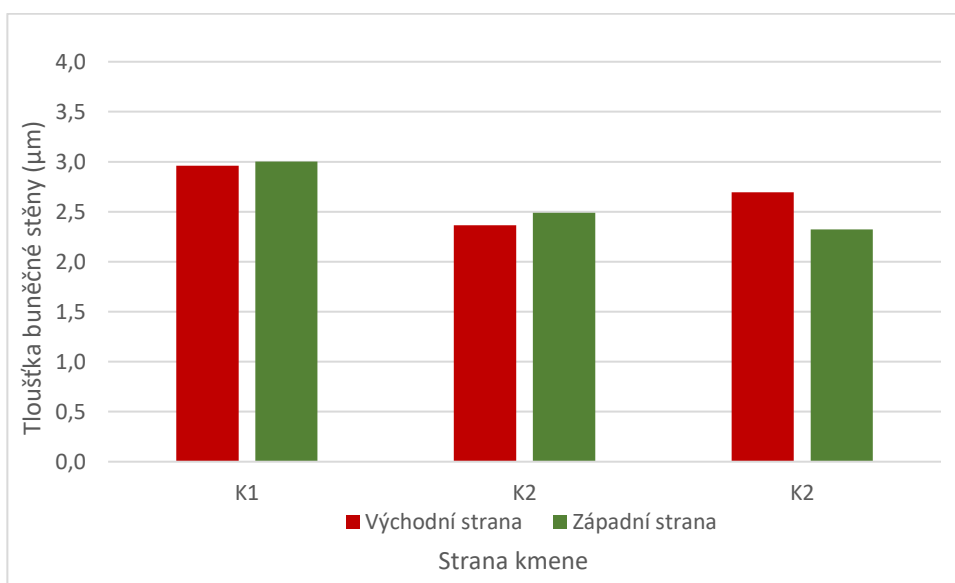
Tloušťky buněčných stěn tracheid vytvořených v poškozených stromcích v horní části jsou znázorněny na Obr. 19, ve spodní části na Obr. 20. Tloušťka buněčných stěn tracheid kontrolních stromků je znázorněna na Obr. 21.



Obr. 19: Tloušťky buněčných stěn tracheid v letokruhu horní části poškozených stromků



Obr. 20: Tloušťky buněčných stěn tracheid v letokruhu spodní části poškozených stromků



Obr. 21: Tloušťky buněčných stěn tracheid v letokruhu kontrolních stromků

6 DISKUZE

6.1 Počet vytvořených tracheid

Počet tracheid v horní části nebyl ovlivněn, neboť mezi poškozenou a nepoškozenou stranou nebyl u skupiny A ani B nalezen statisticky významný rozdíl. Výrazný pokles v počtu vytvořených tracheid byl pozorován u obou skupin ve spodní části, kde se na poškozené straně vytvořilo výrazně méně tracheid, zatímco na protější straně kmene se vytvořilo srovnatelné množství tracheid jako v horní části. Oproti letokruhu v horní části se na poškozené straně kmene u skupiny stromků A vytvořilo o 50 % méně tracheid a u skupiny B o 30 % méně. Tento rozdíl mezi skupinami je pravděpodobně způsoben tím, že kůra byla u skupiny B odstraněna o měsíc později a před poraněním se tak stihlo vytvořit více tracheid. Tento rozdíl poskytuje ověření toho, že k poklesu produkce tracheid došlo v důsledku odstranění kůry a kambia. Zdá se tedy, že počet tracheid klesl jen pod místem, kde bylo odstraněním kůry přerušeno lýko a kambium. Wilson a Gartner (2002), kteří okroužkovali několik druhů jehličnanů, pozorovali podobný účinek. Plocha letokruhu vzniklého pod kroužkováním byla oproti kontrolním stromkům nižší z důvodu přerušování lýka, čímž byl zastaven transport uhlovodíků z koruny stromu do části kmene pod kroužkem a do kořenů. Otázkou je, do jaké míry je transport uhlovodíků do spodní části kmene omezen, pokud je lýko přerušeno pouze na polovině obvodu kmene. Výsledky naznačují, že účinky tohoto typu poranění na množství vytvořených tracheid jsou koncentrovány převážně na část kmene, která se nachází přímo pod místem přerušování lýka. Je tedy možné, že horizontální transport uhlovodíků z nepoškozené strany kmene do strany poškozené a vertikální transport uhlovodíků ze spodní části stromu nedokáže na poškozené straně plně nahradit jejich přerušovaný přísun z horní části stromu.

6.2 Přírůst dřeva

Přírůst dřeva je ovlivněn zejména přerušováním lýka, tedy obdobně jako počet vytvořených tracheid. Přírůst dřeva na protilehlých stranách kmene ve skupině A i B nebyl v horní části ovlivněn. Významné snížení přírůstu bylo zjištěno na poškozené straně kmene, kde byl přírůst ve spodní části u skupiny A o 50 % nižší a u skupiny B o 31 % nižší než v horní části. Tyto rozdíly v přírůstu korespondují s počty tracheid zjištěnými v odpovídajících letokruzích. Mezi skupinou A a B je zde téměř stejný rozdíl jako v případě počtu vytvořených tracheid.

6.3 Radiální rozměr tracheid

Radiální rozměry tracheid byly u skupiny A i B ovlivněny obdobným způsobem. Na poškozené straně kmene byly rozměry tracheid ve skupině A menší o 15–16 % než na straně nepoškozené, ve skupině B činil tento rozdíl 14–15 %. Mezi rozměry tracheid v horní a spodní části rozdíl nebyl. Na rozdíl od počtu vytvořených tracheid se jejich radiální rozměry zdají být neovlivněny přerušáním lýka, neboť rozměry tracheid v horní a spodní části jsou na poškozené straně kmene srovnatelné.

Podobný účinek na tracheidy pozorovali Stoffel a Hitz (2008) na modříněch poškozených pádem kamení. Zjistili, že v letokruhu vytvořeném po poranění došlo v bezprostřední blízkosti poškozené kůry k poklesu radiálních rozměrů jarních tracheid vytvořených mezi hranicí letokruhu a traumatickými pryskyřičnými kanálky o 27 % oproti kontrolnímu letokruhu předcházejícího roku. Podobný jev sledovali i Arbella et al. (2014) na vzorcích odebraných 4 cm od okraje poškozené kůry. Rozměry tracheid ve třech druzích jehličnanů byly o 25–30 % nižší než v kontrolních letokruzích. Arbella et al. (2012) zkoumali vliv poškození kůry, která byla stržena záplavami, na strukturu dřeva nově se tvořícího letokruhu jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*). Zjistili, že ve dřevě v blízkosti poraněné kůry byla plocha lumenů jarních cév až o 77 % nižší než v roce předcházejícím poranění. Také zjistili, že se zvětšující vzdáleností od poranění se jeho účinek snižuje. Je nutno podotknout, že porovnání výsledků s těmito studiemi je poměrně komplikované, neboť Stoffel a Hitz (2008), Arbella et al. (2014) i Arbella et al. (2012) odebírali vzorky na boku rány, namísto nad a pod ránou. Navíc byly vzorky odebírány v různé vzdálenosti od okraje poranění, což je faktor, který výrazně ovlivňuje míru změny ve struktuře dřeva (Lev-Yadun, 2002).

6.4 Tloušťka buněčné stěny tracheid

Tloušťky buněčných stěn tracheid ve skupině A i B byly ovlivněny obdobně jako radiální rozměry tracheid. Buněčné stěny byly u skupiny A na poškozené straně kmene o 16 % slabší v horní části, a o 7 % slabší ve spodní části. Ve skupině B byly na poškozené straně buněčné stěny o 10 % slabší v horní části a o 20 % ve spodní části. Tyto výsledky naznačují, že zmenšení radiálních rozměrů tracheid nad a pod hranicí rány je doprovázeno zeslabením jejich buněčných stěn. Požgaj et al. (1997) uvádí, že nepříznivé růstové podmínky, či působení imisí může mít za následek snížení podílu buněčných stěn. Je možné, že vysychání obnaženého dřeva v místě poškození kůry a následný vznik zásušky může mít na tracheidy v okolí rány podobný negativní účinek. Jiným možným

vysvětlením může být snaha stromu obnaženou část dřeva co nejrychleji zarůst intenzivní akumulací dřeva do závalů (Zajązkowska, 2014), které se formují na okraji části kmene s poškozenou kůrou a odumřelým kambiem, na úkor přírůstu dřeva ve větší vzdálenosti od poranění.

7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zjištění účinku poškození kůry na jedné straně kmene na anatomickou stavbu nově vytvořeného dřeva jedinců borovice lesní.

Počet tracheid vytvořených v horní části nebyl významně ovlivněn, zatímco na poškozené straně kmene ve spodní části, nad kterou bylo poškozením kůry přerušeno lýko, došlo k výraznému 30–50% poklesu v počtu vytvořených tracheid oproti letokruhu v horní části. Přírůst dřeva byl taktéž ovlivněn pouze ve spodní části, kde se na poškozené straně kmene vytvořilo o 31–50 % méně dřeva než v části horní. Na poškozené straně kmene došlo ke snížení radiálních rozměrů tracheid o 14–16 % oproti straně nepoškozené, a to ve stejné míře v horní i spodní části kmene. Tloušťka buněčných stěn tracheid taktéž poklesla na poškozené straně kmene o 7–20 % ve spodní i v horní části. Dá se tedy říci, že na poškozené straně kmene dochází v blízkosti horního a spodního okraje rány ke zmenšování vodivých elementů dřeva a pod okrajem rány dochází k výraznému poklesu tvorby tracheid.

V této práci bylo simulováno mechanické poškození kůry, ke kterému v lese dochází u vzrostlých stromů např. při výchovných těžbách. U mladých jedinců je častým původcem takového poškození kalamitní škůdce klikoroh borový. Z takto malého vzorku stromů nelze vyvozovat jednoznačné závěry, avšak hlubší porozumění reakce stromu na poškození kůry by mohlo vést k vytvoření opatření, která by dokázala urychlit proces zarůstání otevřené rány na kmeni a tím snížit riziko nákazy dřevokaznými houbami či snížit mortalitu jedinců napadených klikorohem borovým. Při dalším výzkumu na toto téma by bylo vhodné odebrat vzorky ve více vzdálenostech od hranice poškozené kůry tak, aby šlo stanovit do jaké vzdálenosti je stavba dřeva ovlivněna.

8 SUMMARY

The aim of this thesis, The effect of partial mechanical bark damage on anatomy of newly formed wood in young Scots pine trees, was to determine whether bark damage on one side of the stem causes changes in wood anatomy in newly formed growth rings. During the growth season a strip of bark was removed on half the circumference of eight trees. After the end of growth season thin cross sections of stems were made 1 cm above and 1 cm below the removed strip of bark. The sections were made using sledge microtome, then they were stained and enclosed in Euparal. In the last growth ring on these sections width of the growth ring was measured, number of tracheids in three radial lines was counted and their cell walls and radial widths were measured on damaged and undamaged side of the stem. Values of these parameters were compared on damaged and undamaged side of the stem as well as below and above the wound.

The results show that number of tracheids in a growth ring was mostly unaffected above the wound, but below the wound on the damaged side of the stem there was a large decrease of 30–50 % in number of tracheids compared to the ring above the wound. The width of the ring was also only affected below the wound on the damaged side where it was 31–50 % narrower compared to the ring above the wound. Radial width of tracheids was affected on the damaged side of the stem where it was 14–16 % lower below as well as above the wound compared to the undamaged side. Tracheid cell wall thickness also decreased on the damaged side of the stem where it was 7–20 % thinner compared to the undamaged side.

9 LITERATURA

- ARBELLAY, E., ET AL.**, 2014. *Changes in tracheid and ray traits in fire scars of North American conifers and their ecophysiological implications*. *Annals of Botany* 114(2), 223–232.
- ARBELLAY, E., PATRICK, F., STOFFEL, M.**, 2012. *Duration and extension of anatomical changes in wood structure after cambial injury*. *Journal of Experimental Botany* 63(8), 3271–3277
- CULEK, M.**, 1996. *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, 346 s. ISBN 80-85368-80-3.
- GANDELOVÁ, L., HORÁČEK, P., ŠLEZINGEROVÁ, J.**, 2009. *Nauka o dřevě*. 3. vyd., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 176 s., ISBN 978-80-7375-312-2.
- KŘÍSTEK, J., URBAN, J.**, 2004. *Lesnická entomologie*. Praha: Academia, 445 s. ISBN 80-200-1052-1.
- LEV-YADUN, S.**, 2002. *The distance to which wound effects structure of secondary xylem of decapitated Pinus pinea*. *Journal of Plant Growth Regulation* 21(2), 191-196.
- MUSIL, I., HAMERNÍK, J.**, 2007. *Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: Lesnická dendrologie 1*. Praha: Academia, 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9.
- PANSHIN, A. J., DE ZEEUW, C.**, 1980. *Textbook of wood technology: Structure, Identification, Properties, and Uses of the Commercial Woods*. 4. vyd. New York: McGraw-Hill. 722 s. ISBN 0-07-048441-4.
- PLÍVA, K., ŽLÁBEK, I.**, 1986. *Přírodní lesní oblasti ČSR*. Praha. Státní zemědělské nakladatelství. 313 s.
- POŽGAJ, A., CHOVANEC, D., KURJATKO, S., BABIAK, M.**, 1997. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava: Príroda. 485s. ISBN 80-07-00960-4.
- QUITT, E.**, 1971: *Klimatické oblasti Československa*. Praha: Academia. 73 s.
- SCHWEINGRUBER, F., H.**, 2007. *Wood structure and environment*. Berlin: Springer, 279 s. ISBN 978-3-540-48299-4.
- STOFFEL, M., HITZ, O., M.**, 2008. *Rockfall and snow avalanche impacts leave different anatomical signatures in tree rings of juvenile Larix decidua*. *Tree Physiology* 28(11), 1713-1720.

ÚRADNÍČEK, L., ET AL., 2014. *Dendrologie: (společenstva a významné dřeviny ČR)*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 144 s. ISBN 978-80-7509-181-9.

ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P. ET AL., 2009. *Dřeviny České republiky. 2. přepracované vydání*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 367 s. ISBN 978-80-87154-62-5.

WILSON, B., F., GARTNER, B., L., 2002. *Effects of phloem girdling in conifers on apical control of branches, growth allocation and air in wood*. Tree Physiology 22(5), 347–353.

ZAJĄCZKOWSKA, U., 2014. *Regeneration of Scots pine stem after wounding*. IAWA Journal 35 (3), 270–280.

Elektronické zdroje:

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA. Půdní mapa [online] citováno 12. 4. 2017. Dostupné na <<https://mapy.geology.cz/pudy/>>

ÚSTAV PRO HOSPODÁŘKOU ÚPRAVU LESŮ BRANDÝS NAD LABEM. Oblastní Plány rozvoje lesů [online] citováno 12. 4. 2017. Dostupné na <<http://geoportal.uhul.cz/OPRLMapNew/>>

ZPRÁVA O STAVU LESA A LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY [online] citováno 3. 4. 2017. Dostupné na <<http://www.uhul.cz/ke-stazeni/informace-o-lese/zelene-zpravy-mze>>