



### Záverečná správa projektu IPA

<b>Doba riešenia</b>	jún 2015 – január 2016
<b>Registračné číslo projektu</b>	2/2015
<b>Dátum prijatia správy na VVČ (vyplní IPA)</b>	

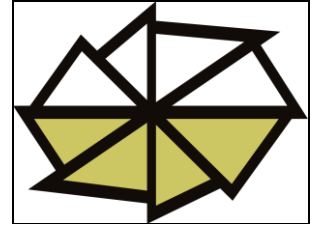
<b>Názov projektu</b>	Hodnotenie adhézie drevo/kôra počas dormantného a vegetačného obdobia
-----------------------	---

#### Vedúci projektu

Priezvisko, meno, tituly: Vilkovský, Peter, Ing.  Telefónne číslo a e-mail: + 421902285045, xvilkovsky@tuzvo.sk	Potvrdzujem správnosť údajov v správe  ..... Dátum a podpis vedúceho projektu:
---	---

#### Spoluriešitelia

<b>Prof. Ing. Igor Čunderlík, CSc.</b> – zástupca vedúceho projektu  <b>Ing. Vladimír Račko, PhD.</b> – riešiteľ projektu
---



### Výsledky riešenia projektu

- a.) spôsob, metódy a priebeh riešenia
- b.) dosiahnuté výsledky a porovnanie s cieľmi projektu
- c.) uplatnenie výsledkov a ich prínos v riešenej problematike



#### a) spôsob, metódy a priebeh riešenia

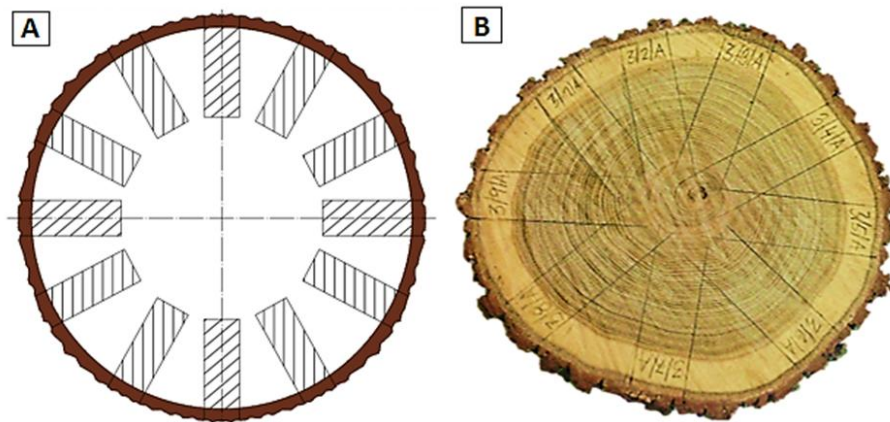
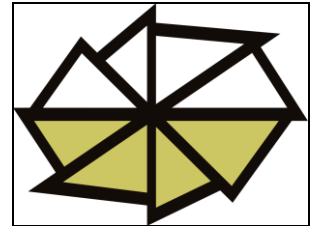
Pre splnenie uvedených cieľov projektu sme si stanovili postup, ktorý bol realizovaný na základe uvedenej metodiky. Metodika bola rozdelená do niekoľkých oblastí výskumu zameraných na otestovanie adhézie drevo/kôra na vybraných drevinách buk lesný (*Fagus sylvatica* L.) a dub zimný (*Quercus petraea* Liebl.) s následným zhodnotením šmykovej plochy. Práca bola tiež zameraná na mikroskopickú analýzu kambialnej zóny a lyka na dočasných a trvalých preparátoch.

Testovaný materiál bol selektovaný z oblasti, ktorá sa nachádza v blízkosti Zvolena. Oblasť patrí pod správu Vysokoškolského lesníckeho podniku (VšLP) Technickej univerzity vo Zvolene (TUZVO). Samotný odber sa realizoval v časti Kremnických vrchov (oblasť Včelien), ktorú obhospodaruje VšLP a nachádza vo výške 450 m.n.m. Dreviny sa vybrali aj na základe faktu, že sa jednalo o dva štrukturálne rozdielne typy kôry, ktoré boli porovnávané na základe meraní šmykovej pevnosti na rozhraní drevo/kôra a zhodnotení šmykovej plochy.

Odber sa naplánoval v mesačných intervaloch od júla do januára. Pri odbere boli vždy na konci mesiaca vybraté tri bukové a tri dubové stromy (vzorníky), z ktorých sa vymanipulovali dva kotúče (vzorky) z prsnej výšky stromu (cca 130 cm) o hrúbke cca 50-60 mm. Priemer zvolených stromov sa pohyboval od 30-35 cm. Počas uvedených mesiacov bolo odobraných 36 bukových a dubových vzorníkov, čo predstavovalo 72 vzoriek. Manipulácia vzoriek na skúšobné telesá bola vykonaná vo Vývojových dielňach a laboratóriách Technickej univerzity vo Zvolene.

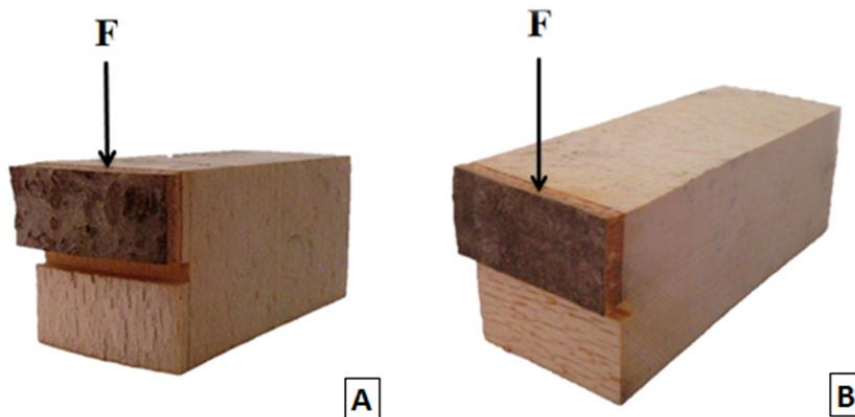
#### POSTUP VÝROBY SKÚŠOBNÝCH TELIES

Ako už bolo vyššie uvedené vzorky boli prenesené z Kremnických vrchov do vývojových dielni a laboratórií, kde sa následne spracovali na konkrétne skúšobné telesá. Pred spracovaním sme si zvolili porezovú schému (Obr. 1), ktorá bola ovplyvnená priemerom kmeňa a jeho kvalitou (hrče, poranenia a pod.). Priemer a zdravotný stav kmeňa ovplyvňoval celkový počet vymanipulovaných skúšobných telies z jednej vzorky. Počet skúšobných telies z jednej vzorky sa pohyboval od 8 do 12.



Obr. 1 Teoretická (A) a praktická (B) porezová schéma výroby skúšobných telies na vzorke duba

Z každého vzorníku sa vymanipulovali dve vzorky, ktoré boli určené na výrobu skúšobných telies pre testovanie adhézie drevo/kôra v tangenciálnom (Obr. 2B) a pozdĺžnom smere (Obr. 2A). Skúšobné telesá mali rozmery  $30 \times 30 \times 50$  mm ( $t \times l \times r$ ). Šmyková plocha (kôra), bola rozdelená na dve rovnaké plochy. Jedna plocha slúžila na testovanie adhézie (šmykovej pevnosti) v čerstvom stave a druhá plocha na testovanie v suchom stave (po klimatizovaní za podmienok  $t = 20^\circ\text{C}$  a  $\varphi = 65\%$ ).

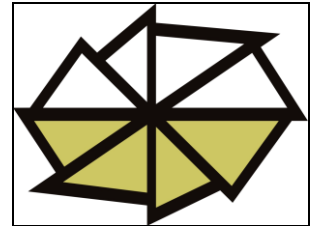


Obr. 2 Skúšobné telesá pre pozdĺžne (A) a tangenciálne (B) testovanie adhézie drevo/kôra

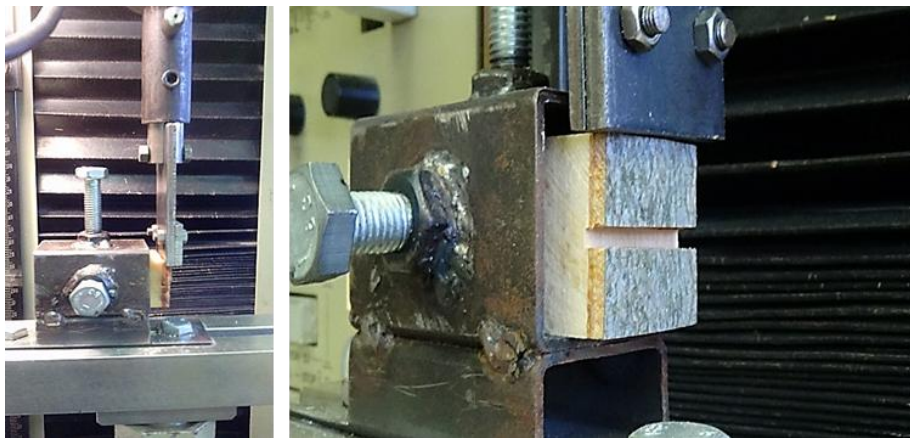
### TESTOVANIE ADHÉZIE DREVO/KÔRA

Samotné testovanie šmykovej pevnosti bolo vykonané na trhacom stroji, ktorý mal technické označenie TIRA TEST 2150. Trhací stroj je zostavený z troch hlavných častí. Z ovládacieho panelu a dvoch ramien, pričom jedno je pohyblivé (dynamické), používané na upevnenie skúšobného telesa v prípravku za pomoci ukotvovacích skrutiek a nepohyblivé (statické) rameno obsahujúce špeciálu čel'usť s odlišnými hranami, ktoré slúžili na čo najdokonalejšie kopírovanie vrstvy medzi drevom a kôrou.

Celý princíp merania bol postavený na niekoľkých operáciách, ktoré samotné meranie priviedlo k čo najväčšej presnosti. Trhací stroj snímal zaťažovaciu silu potrebnú na ušmyknutie kôry na dreve. Stroj bol napojený na snímací prístroj (ALMEMO), ktorý zaznamenával meniace sa výstupné napätie odpovedajúce veľkosti sily v danom momente merania šmykovej pevnosti. Pomocou USB prevodníka, ktorý spája ALMEMO s osobným počítačom sa výstupné údaje zapísali a uložili do textového súboru, ktorý bol priradený ku každému skúšobnému telesu individuálne.



Každé skúšobné teleso sa pred samotným otestovaním premeralo a označilo. Konkrétne merania sa týkali rozmerov prvej plochy, testovanej v čerstvom stave resp. v suchom stave (výška × šírka × hrúbka kôry). Tieto údaje sa uložili do súboru, ktorý prislúchal danému skúšobnému telesu (buk alebo dub). Označené a premerané skúšobné teleso sa následne jeden po druhom upevnil do prípravku za pomoci ukotvovacích skrutiek. Upnuté skúšobné teleso sa za podpory ovládacieho panela postupne prisúvali k hrane čeľuste, ktorej hrana bola uložená na rozhranie drevo a kôra. Po nastavení presnej polohy telesa sa za súčasného stlačenia tlačidiel na almeme a trhacom stroji aktivoval jednak pohyb ramena s ukotveným telesom a taktiež snímač výstupného napätia. Meranie bolo ukončené v momente, kedy došlo k oddeleniu kôry z povrchu dreva.



**Obr. 3** Pohľad na uloženie skúšobného telesa v prípravku za pomoci ukotvovacích skrutiek a uloženie hrany čeľuste na hranicu drevo/kôra

Následne pomocou napísaného makra boli vyhodnotené zaznamenané hodnoty namerané na jednotlivých skúšobných telesách prislúchajúce mesiacu odberu vzoriek. K vyhodnoteniu sa použili už spomínané údaje ako základne rozmery kôry prislúchajúce ku každému skúšobnému telesu a výstupné napätie z prístroja ALMEMO. Makro priradilo údaje ku konkrétnemu telesu a namerané výstupné napätie previedlo opätovne na silu. Po tejto operácii sa tieto údaje analyzovali do finálnej podoby za pomoci vzorca. Pomocou vzorca sme vypočítali hodnotu pevnosti v šmyku prislúchajúcu pre dané skúšobné teleso. Rovnaký postup merania bude aplikovaný aj pri suchých vzorkách.

Stanovenie adhézie kôry cez medzu pevnosti v šmyku:

$$\tau_{t,l} = \frac{F}{S} [\text{MPa}] \quad (1)$$

$\tau_{t,l}$  – medza pevnosti v šmyku v pozdĺžnom a tangenciálnom smere [MPa],  $F$  -zaťažujúca sila [N],  $S$  – šmyková plocha [mm<sup>2</sup>].

**MIKROSKOPICKÁ ANALÝZA KAMBIÁLNEJ ZÓNY A LYKA**

Poslednou časťou celého výskumu bola mikroskopická analýza kambialnej zóny a lyka počas dormantného a vegetačného obdobia. Hlavnou podstatou tejto analýzy bolo zistiť kvalitu a kvantitu kambialnej zóny v jednotlivých obdobiach roka a zároveň zistiť bunkovú skladbu kôry duba a buka. Pri analýze sme využili trvalé a dočasné preparáty, ktorých konkrétny postup výroby bude podrobne rozobraní v nasledujúcich častiach záverečnej správy.

**POSTUP VÝROBY TRVALÝCH PREPARÁTOV**

Pred samotnou výrobou trvalých preparátov sme sa zamerali najprv na odber materiálu (kôry). Pre odber vzoriek kôry resp. súvrstvia kambia, lyka a dreva po zoťatí stromu bolo použité zariadenie pod názvom - TREP HOR (ROSSI a kol. 2006). Toto zariadenie nám umožnilo odber celého spomínaného súvrstvia, ktorý sa okamžite po odbere uložil a skladoval vo fixačnom roztoku FAA (10 ml formaldehydu, 50 ml čistého etanolu, 5 ml ľadovej kyseliny octovej a 35 ml destilovanej vody) na dobu 2 dní. Po dvoch dňoch sme vzorky vybrali z fixačného roztoku a presunuli do vopred upravenej látky PEG 1500. Spomínaná látka sa dodáva vo forme granulátu. Takto dodávaná látka sa najprv rozpustila pri teplote 60 °C. Do takto upravenej už kvapalnej látky sme vložili a nacentrovali spomínanú vzorku. Po dobu 4 dní impregnácie v látke (PEG 1500) pri rovnakej teplote. V priebehu dvoch dní sa vzorky vybrali a presunuli do iného zásobníka, kde sa ochladili. Na záver sa nový rozpustený horúci PEG dolial na vzorku uloženú v zásobníku a nechal vychladnúť pri izbovej teplote cez noc, čím získame tzv. PEG blok so vzorkou.

Takto vyrobené bloky sa následne narezali na mikrotóme na tenké rezy (10-15 µm). Predtým sme, ale vytvorený PEG blok upevnili na kovový terčik vhodným lepidlom, čím sa získalo lepšie upnutie v čeľustiach konkrétneho mikrotómu. Po nastavení požadovanej hrúbky rezu sme si vyrobili rez súvrstvia kôry – kambia – dreva.

Vytvorené rezy sa postupne zafarbovali požadovaním farbivom (Safranín + Astra blue v pomere 1:1). Farbiace roztoky boli použité predovšetkým pre odlišenie a identifikáciu sacharidického a lignifikovaného pletiva a pre stanovenie životnosti kambialných buniek a parenchýmu. Postup a čas farbenia je uvedený v tabuľke 1.

**Tab. 1 Postup sfarbenia jednotlivých kôrových pletív**

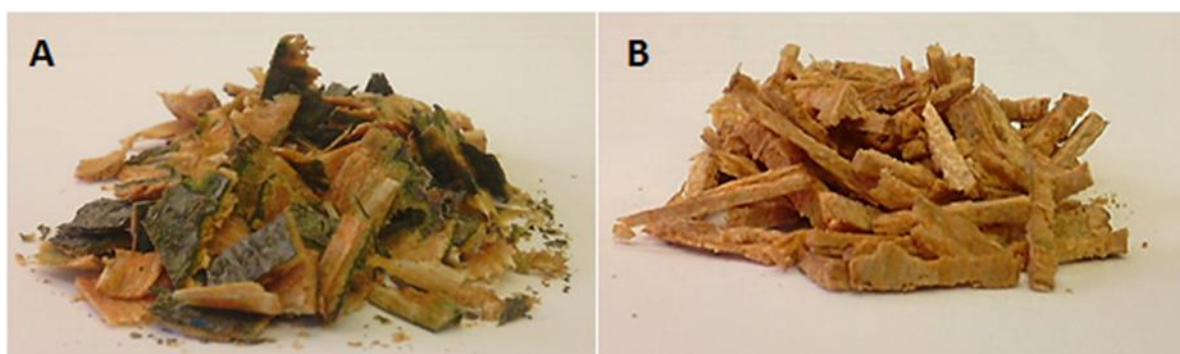
Čas [min]	Úprava	
5	voda	
5	Vyfarbovací roztok	mix Safranínu a Astra blue
1	voda	opláchnutie
3	50% alkohol	
3	75 % alkohol	
3	96 % alkohol	

Na koniec sa takto vyrobené rezy presunuli na mikroskopické podložné sklíčka, kde sa zaliali euparalom, prikryté kryciami sklíčkami a zastabilizované zaťažovacím magnetom počas niekoľko dní. Pre skúmanie zmien na rozhraní drevo-kambium-lyko bola použitá technika, transmisnej optickej mikroskopie.



### POSTUP VÝROBY DOČASNÝCH PREPARÁTOV

Aby sme lepšie pochopili morfológiu kôry, ktorá je oveľa zložitejšia ako u dreva, museli sme jednotlivé vrstvy kôry delignifikovať. Delignifikáciou alebo maceráciou docielime detailný pohľad na kôrové pletivá v konkrétnych vrstvách kôry. Na prípravu macerátu sme využívali nasledujúcu metódu GÄRTNERA a SCHWEINGRUBERA (2013), ktorí navrhli zmes troch zložiek: peroxid vodíka 32 %, koncentrovaná kyselina octová a voda v pomere 1:1:1. Prvým krokom bolo odseparovanie jednotlivých vrstiev kôry (periderm/borka, lyko) pomocou skalpela (Obr. 4), ktorým sa ešte oddelené časti nasekali na drobné kúsky.



Obr. 4 Pohľad na rozsekané kôrové pletivá peridermu (A) a lyka (B) buka

Následne boli jednotlivé chemické zložky (peroxid vodíka, kyselinu octovú a vodu) o uvedenom podiele pridané do sklenej banky spolu s nasekanými kúskami kôrových pletív. Kôrové pletivá boli od seba odseparované t.j. v jednej banke bol periderm alebo borka a v druhej lyko. Po vložení uvedených zložiek sa banky uložili do vyhrievacieho hniezda s chladičom a varili sa až do dosiahnutia úplného vybielenia kôrových pletív. Uvarené pletivá sa vyberali z banky pomocou pinzety. Na konci sme pletivá premývali vodou až do odstránenia silného kyslásteho zápachu. V závere sa premyté kôrové pletivá uložili do kadičky, do ktorej sa pridali vybrané farbivá (astra blue, safranín atď.). Na detailné skúmanie morfológie kôrových pletív lyka a peridermu alebo borky sa využila transmisná optická mikroskopia.

#### Literatúra :

- GÄRTNER, H., SCHWEINGRUBER, H. F. 2013. Microscopic Preparation Techniques for Plant Stem Analysis. Switzerland : Swiss Federal Research Institute WSL, 2013. 78 s. ISBN 378-3-941300-76-7
- ROSSI, S., ANFODILLO, T., MENARDI, R. 2006. Trephor: A new tool for sampling microcores from tree stems, In.: Iawa Journal, 2006, Vol. 27, s. 89–97.

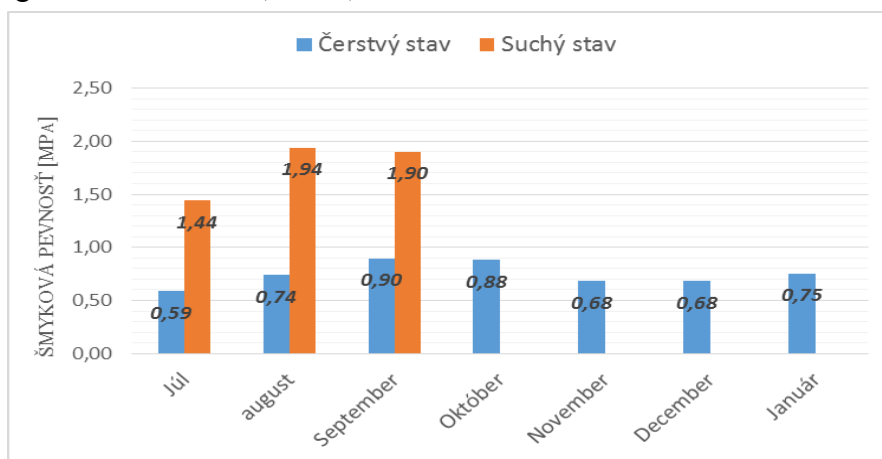




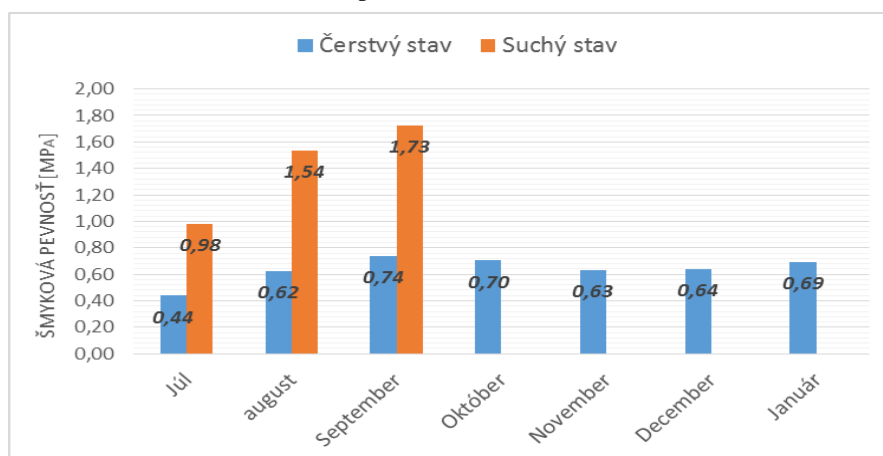
### Výsledky riešenia projektu (pokračovanie)

#### b) dosiahnuté výsledky a porovnanie s cieľmi projektu

Hlavným cieľom projektu IPA bolo testovanie adhézie na hranici drevo/kôra počas dormantného a vegetačného obdobia v čerstvom a suchom (naklimatizovanom) stave. Testovanie bolo zamerané na zisťovanie rozdielov medzi dvoma vybranými drevinami buk lesný (*Fagus sylvatica* L.) a dub zimný (*Quercus petraea* (Matusch.) Liebl.) v pozdĺžnom a tangenciálnom smere. Naše výsledky ukázali, že hodnoty šmykovej pevnosti drevo/kôra sa pri buku v čerstvom stave pohybovali v závislosti na vegetačnom resp. dormantnom období v rozsahu 0,59–0,90 MPa v pozdĺžnom smere (Obr. 5) a v rozsahu 0,44–0,74 MPa v tangenciálnom smere (Obr. 6). V suchom stave sme zaznamenali nárast šmykovej pevnosti v pozdĺžnom a taktiež aj v tangenciálnom smere v priemere o dvoj až trojnásobné zvýšenie hodnôt. Hodnoty sa pohybovali od 1,44 do 1,93 MPa v pozdĺžnom smere (Obr. 5) a od 0,98 do 1,73 MPa v tangenciálnom smere (Obr. 6).



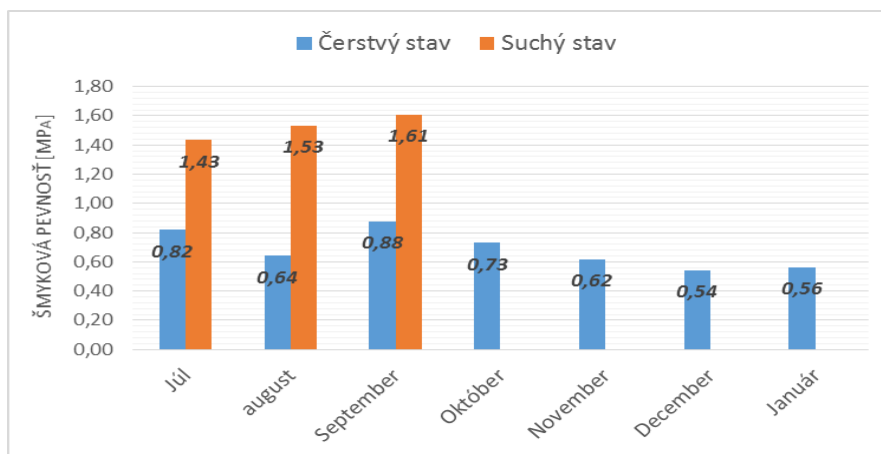
Obr. 5 Hodnoty šmykovej pevnosti merané počas jednotlivých mesiacov na drevine buk v čerstvom a suchom stave a v pozdĺžnom smere



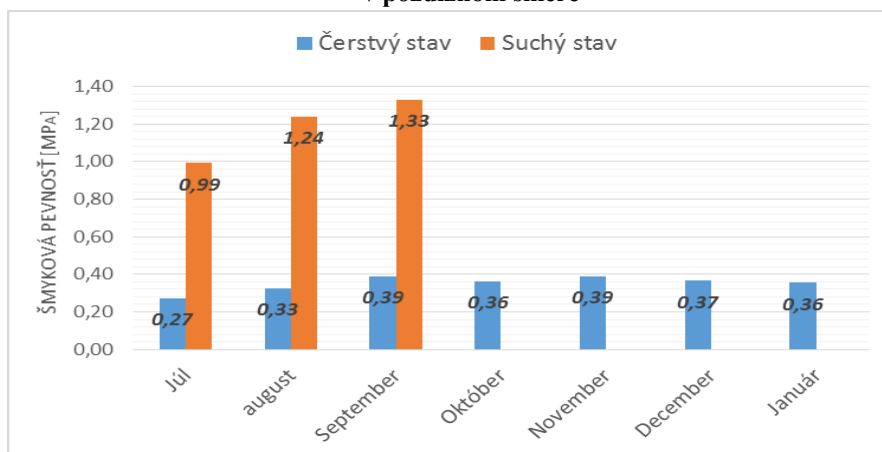
Obr. 6 Hodnoty šmykovej pevnosti merané počas jednotlivých mesiacov na drevine buk v čerstvom a suchom stave a v tangenciálnom smere



Podobný vývoj šmykovej pevnosti sme zaznamenali aj pri drevine dub. Kde sa hodnoty v čerstvom stave pohybovali od 0,54-0,88 MPa v pozdĺžnom smere (Obr. 7) a v rozsahu 0,27-0,39 MPa v tangenciálnom smere (Obr. 8). V suchom stave sa hodnoty navýšili podobne ako aj pri buku o dvoj až trojnásobok v priemere. Hodnoty v suchom stave sa pohybovali v rozmedzí 1,43-1,61 v pozdĺžnom smere (Obr. 7) a 0,99-1,33 v tangenciálnom smere (Obr. 8).



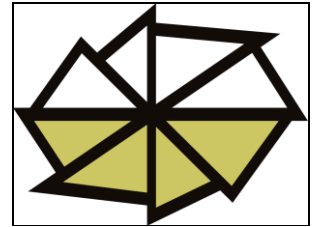
Obr. 7 Hodnoty šmykovej pevnosti merané počas jednotlivých mesiacov na drevine dub v čerstvom a suchom stave a v pozdĺžnom smere



Obr. 8 Hodnoty šmykovej pevnosti merané počas jednotlivých mesiacov na drevine dub v čerstvom a suchom stave a v tangenciálnom smere

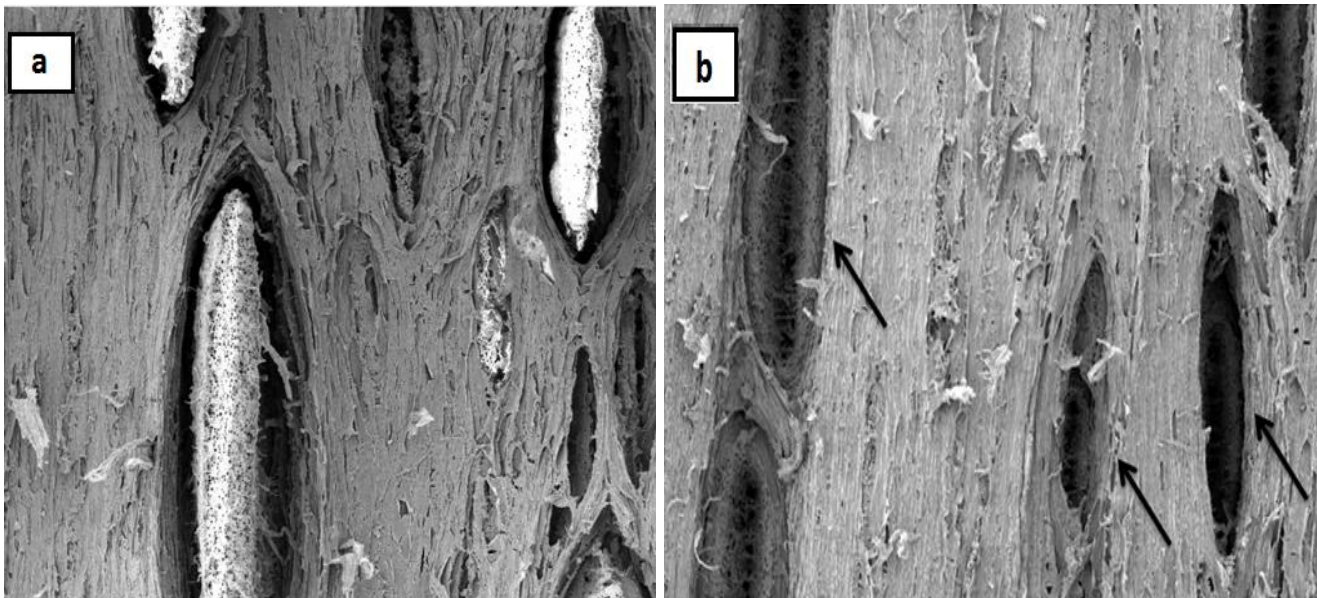
Výsledné hodnoty šmykovej pevnosti pri drevine buk aj dub v pozdĺžnom resp. v tangenciálnom smere sú ovplyvnené predovšetkým obdobím dormancie a vegetácie. V neposlednom rade sú hodnoty šmykovej pevnosti interferujúce zo smerom testovania ako aj vlhkosným stavom skúšobných telies. Veľmi dôležitým rozhodujúcim faktorom je aj druh dreviny.





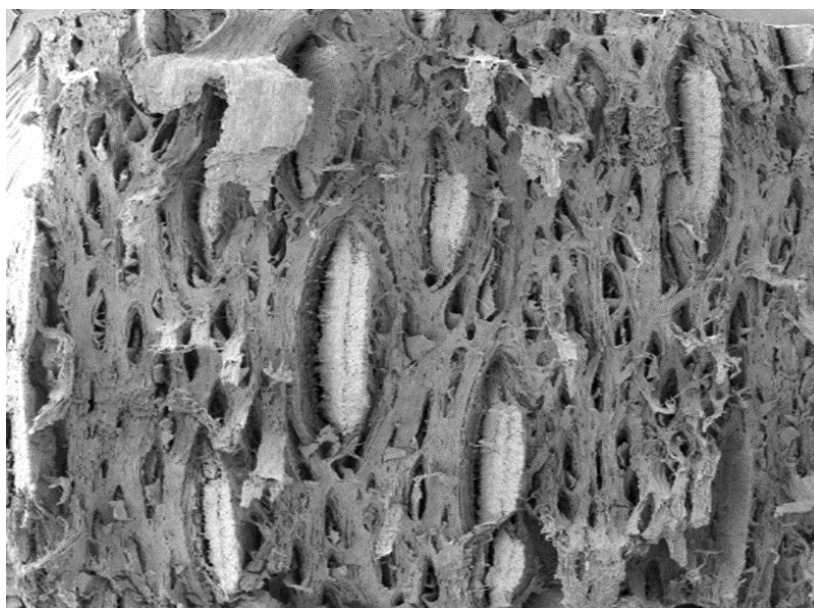
Súčasťou výsledkov projektu podľa stanovených cieľov je aj zhodnotenie štruktúry šmykového povrchu na vybraných skúšobných telesách za pomoci rastrovacieho elektrónového mikroskopu. Jednotlivé povrchy skúšobných telies boli nasnímané pri rôznom zväčšení (100, 200 a 500 x) samostatne z pohľadu dreva aj kôry. Na čerstvých vybraných vzorkách sa nasníмали šmykové plochy, ktoré reprezentovali pozdĺžny a tangenciálny smer. Konkrétne obrázky znázorňujú povrch zo strany dreva a kôry zaznamenananej pod už spomínaním druhom mikroskopu.

Ako môžeme spozorovať tak hlavne s pohľadu dreva je zrejmé, že porušenie spojenia medzi drevom a kôrou nastalo v rovine šmykovej plochy vedenej cez kambium a čiastočne aj v prvých vrstvách lyka (Obr. 9a,b). Šmyková plocha v čerstvom stave ako môžeme vidieť je čiastočne vedená aj v lyku (povytrhané pletivá) (Obr. 9b). Na mieste stržňového lúča (SL) je kónický kráter (šípka), v ktorom bol zaklíněný lykový lúč (LL) (Obr. 9b).



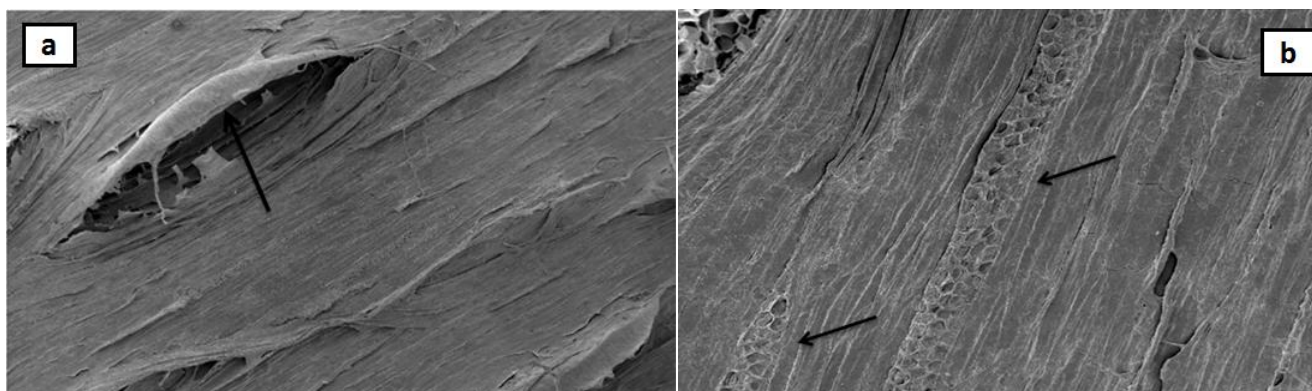
Obr. 9 Štruktúra šmykovej plochy čerstvého skúšobného telesa buka zo strany kôry (a) a dreva (b) namáhaného v pozdĺžnom smere pri 100 x zväčšení

Hrubé LL sú uvoľnené z kôry (lyka) a povytiahnuté z dreva. LL sú uložené symetricky alebo sú mierne zrotované, čo odpovedá pozdĺžnemu smeru zaťaženia. Na (Obr. 10) je možné vidieť, že kôra má málo širokých lykových lúčov (LL), ktoré sa vytrhajú z dreva. Pozdĺžne pletivá lyka sú okolo aj širokých aj malých LL silne uvoľnené, zoschnuté za vytvorenia výraznej pošvy. Šmyková plocha zaťažovaného pozdĺžne v čerstvom stave, je viac členitá. Veľa lykových lúčov (LL) je uvoľnených z kôry. Lykové lúče (LL) nie sú vedené pozdĺžne, ale ako keby boli trochu zdeformované (Obr. 10), čo môžeme prisúdiť samotnému počiatocnému tlaku pôsobiaceho na začiatku testovania.

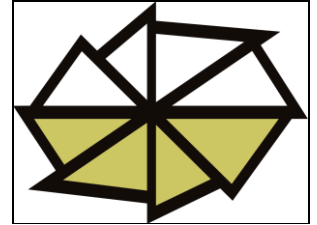


**Obr. 10** Štruktúra šmykovej plochy zo strany kôry v pozdĺžnom smere

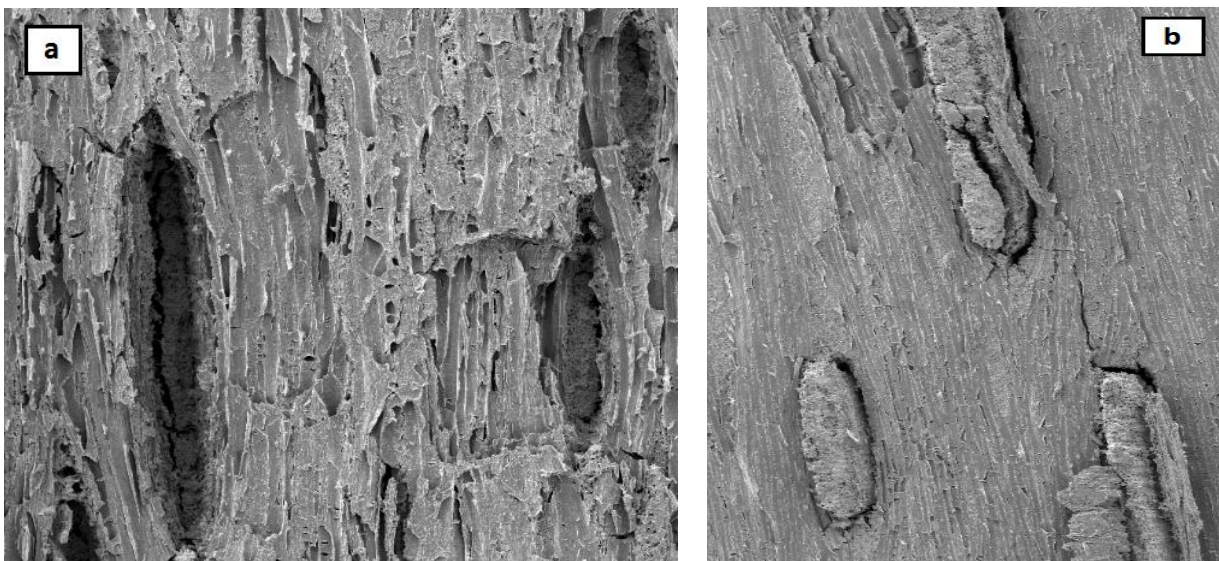
Šmyková plocha v tangenciálnom smere nebola taká členitá, skôr hladká a vedená predovšetkým cez zónu kambia. LL boli na rozdiel od pozdĺžneho smeru menej roztláčané, ale boli iba vytrhnuté a zdeformované zo klina stržňového lúča (Obr. 11a). Ďalšou zaujímavosťou bolo zistenie, že v tangenciálnom smere sa tenšie LL ustihujú, čiže nedochádza k samotnému vytrhnutiu (Obr. 11b).



**Obr. 11** Detailné zobrazenie šmykovéj plochy v čerstvom stave so zameraním na ustihnutie tenkých lykových lúčov (b) – šípka, lykový lúč (LL) - šípka po testovaní v tangenciálnom smere (a)



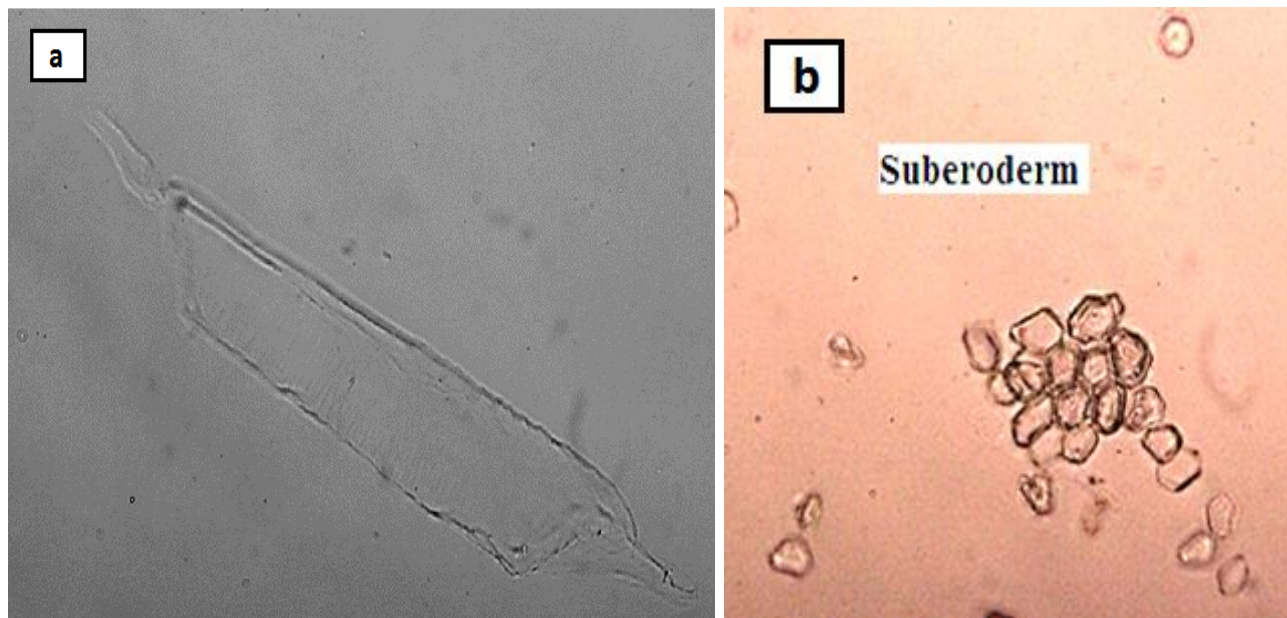
Ako už bolo spomínané šmykový povrch pri suchých skúšobných telesách bol oveľa hladší a menej členitý ako to bolo pri testovaní v čerstvom stave. V pohľade na LL sa samotná deformácia neprejavovala tak zreteľne ak to bolo pri čerstvom stave, ale dochádzalo naopak ku ulomeniu z celkového spojenia lykového lúča a stržňového lúča. K porušeniu dochádzalo predovšetkým v kambiálnej zóne, ale z menšej časti aj v zóne lyka. Z pohľadu dreva môžeme vidieť kráteri, ktoré ale nemajú kónické ukončenie (Obr. 12a). Táto skutočnosť len potvrdzuje, že LL bol ulomení mimo spojenia lykový a stržňový lúč. Naopak s pohľadu kôry sme mohli pozorovať rozstrapkané konččky ulomených LL (Obr. 12b).



Obr. 12 Šmyková plocha z pohľadu dreva (a) a kôry (b) v pozdĺžnom smere

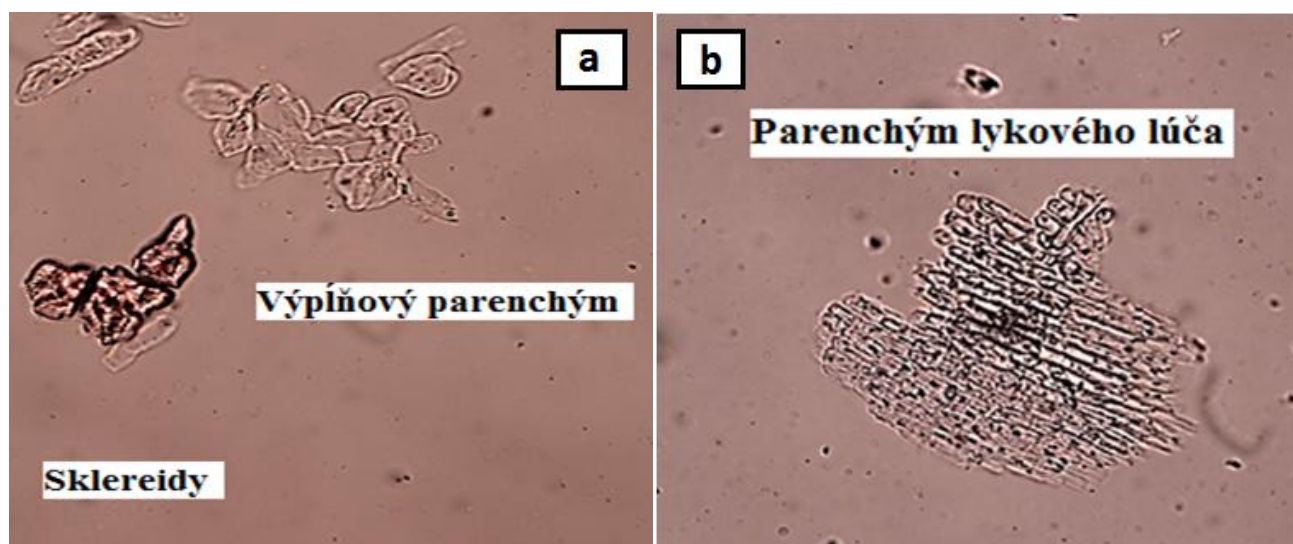
Predposledným určením cieľom nášho výskumu bolo preskúmanie morfolologickej štruktúry bukovej a dubovej kôry. Vo všeobecnosti vieme, že kôra buka je zložená z dvoch základných vrstiev a to skolabované a neskolabované lyko a periderm. Aby sme preskúmali morfológickú štruktúru museli sme upraviť kôru podľa vyššie uvedeného postupu pre výrobu macerátu. Na základe vyrobeného macerátu sme mohli pozorovať konkrétne bunkové elementy bukovej kôry.

Z celkového pozorovania macerátu lyka a peridermu pomocou transmisnej optickej mikroskopie môžeme s určitosťou povedať, že kôra buka sa skladá zo sitkovic, lúčového a pozdĺžneho parenchýmu, sklereidov a sprievodných buniek. Sitkovice majú podobný tvar ako tracheidy s tým rozdielom, že namiesto uzatvoreného konca obsahujú sieťovú perforáciu (Obr. 13). Naopak parenchymatické bunky lykového lúča sú rozmerovo podobne ako v stržňových lúčoch, ale tvarovo menej izodiametrické (Obr. 14a). Sklereidy majú nepravidelný tvar a z pohľadu priečného rozmeru neobsahujú skoro žiaden lumen (Obr. 14b). Tieto bunky sa inak nazývajú aj kamenné bunky. Najväčší podiel bol zaznamenaný predovšetkým vo vrstve peridermu.

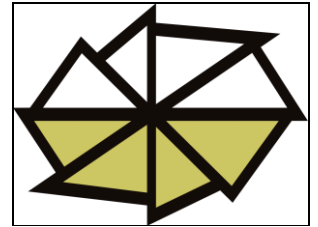


Obr. 13 Macerát z vrstvy lyka a peridermu obsahujúce sitkovice (a) a bunky suberodermy (b) v bukovej kôry

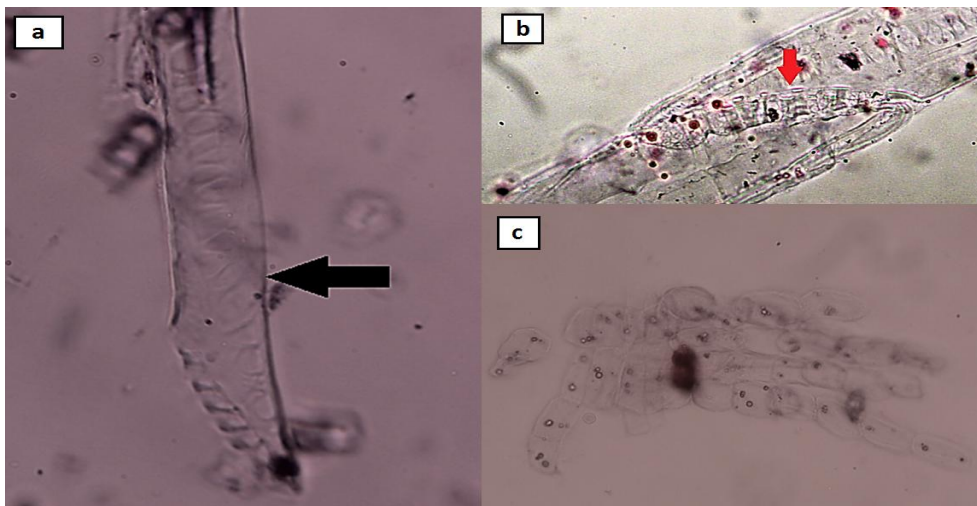
Bukové lyko obsahuje iba bunky typu sitkovic, lúčové a pozdĺžne parenchymatické bunky a menšie množstvo sklereidov, vytvárajúcich sa z parenchymatických buniek. Vrstva peridermu, súvrstvie felogénu, felodermy a suberodermy tvoria hlavne bunky parenchymatických buniek a sklereidov. Jedinou výnimkou je vrstva felogén, ktorá sa nazýva aj korkové kambium a obsahuje podobné bunky nachádzajúce sa v cievnom kambiu.



Obr. 14 Macerát obsahujúci bunky sklereidov, výplňový a lúčový parenchým

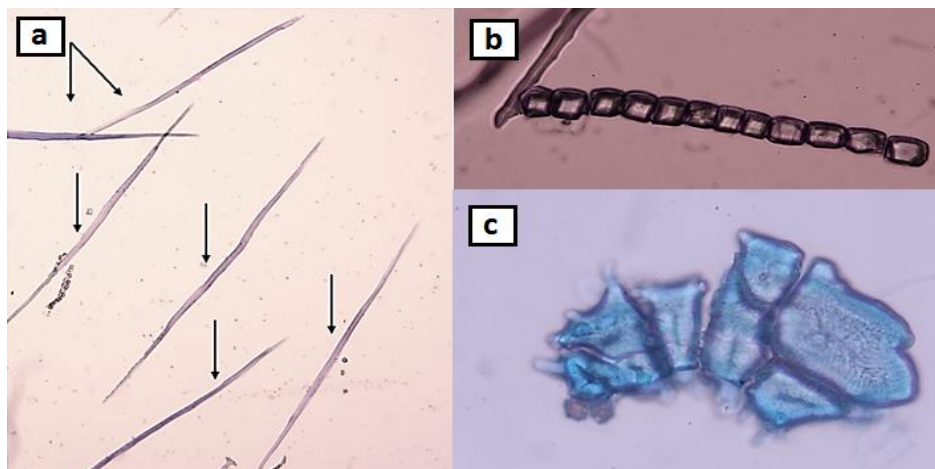


Z pohľadu morfológie dubovej kôry sa skladba lyka v porovnaní s bukovou kôrou líši predovšetkým v tvare, rozmeroch sitkovic a taktiež vo vyššom podiele sklereidov ako aj v podiele nových buniek nazývaných lykové vlákna. Sitkovice sú rozdielne predovšetkým v perforácii, ktorá pripomína rebríčkovú perforáciu so sitkami umiestnenými v konkrétnych medzerách povrchovej časti buniek (Obr. 15a,b). Po výške sitkovic sa nachádzajú vo vnútri bunky pod rôznym uhlom umiestnené sitové plochy. Sklereidy sú v dubovej kôre rozmiestnené v tangenciálnych prerušovaných skupinách.

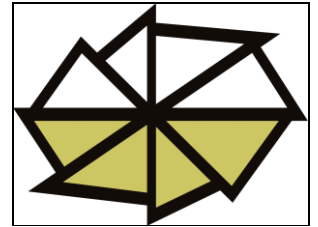


Obr. 15 Pohľad na sitkovicu (čierna šípka) a spojenie medzi sitkovicami (červená šípka) v lyku duba (a,b), výplňový parenchým (c)

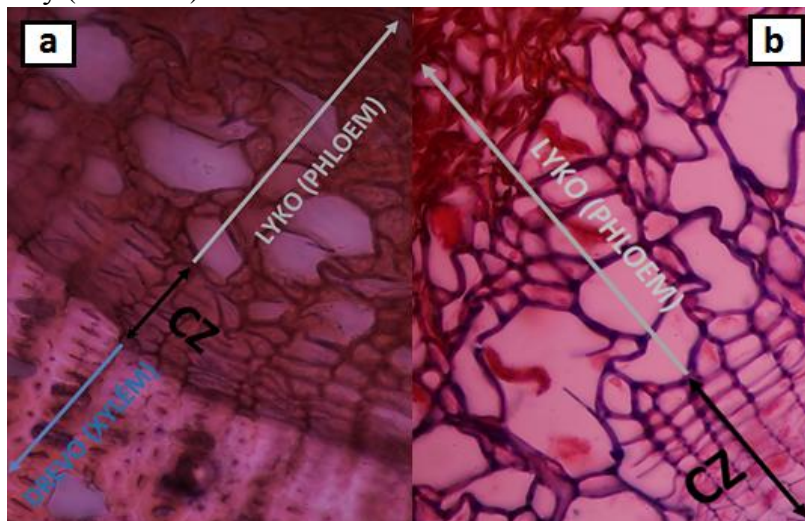
Po preskúmaní morfológie buniek môžeme dubovú kôru charakterizovať z pohľadu bunkovej skladby nasledovne. Lyko dubovej kôry je zložené zo sitkovic, lúčového a axiálneho parenchýmu, výplňového (Obr. 15c) a kryštalosného parenchýmu (Obr. 16a), sklereidov a lykových vlákien (Obr. 16b,c). Kryštalosný parenchým je prevažne v kontakte s lykovými vláknami. Axiálny parenchým je naopak v kontakte so sitkovicami podobne ako to bolo pri bukovvej kôre.



Obr. 16 Zobrazenie lykových vlákien (čierna šípka) (a), kryštalosného parenchýmu (b) a sklereidov (c) nachádzajúcich sa v lyku duba

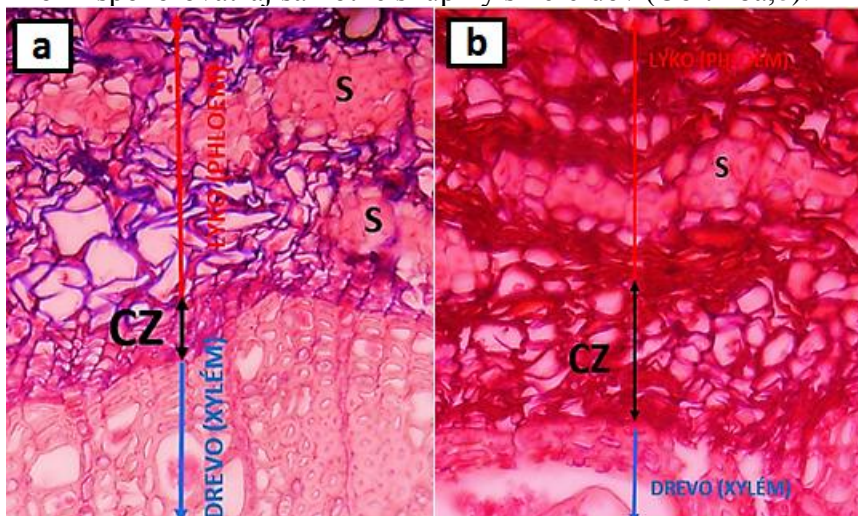


Záverečným stanovením cieľom projektu bolo zhodnotiť kvalitu a kvantitu kambia pri dube a buku počas dormantného a vegetačného obdobia. Pri pozorovaní sa zistilo, že kambiálna zóna sa výrazne líši v počte kambiálnych buniek medzi obdobím dormancie a vegetácie (Obr. 17a,b). Buk v čase dormancie mal kambiálnu zónu zloženú zo šiestich vrstiev kambiálnych buniek, ktoré boli mierne zdeformované a mali hrubšie bunkové steny (Obr. 17a). Naopak v priebehu vegetačného obdobia sa kambium značne rozšíriло z pôvodných šiestich buniek na dvojnásobok, bunky boli zreteľnejšie a vykazovali tenšie kambiálne bunkové steny (Obr. 17b).



**Obr. 17** Priečny rez znázorňujúci kambiálnu zónu počas dormantného (a) a vegetačného obdobia (b) pri drevine buk lesný

Pri dube bol vývoj kambia značne podobný. Počas dormantného obdobia sa kambium v dube skladalo iba zo 5-6 kambiálnych buniek (Obr. 18a). Vegetačné obdobie znázorňovalo kambiálnu zónu čiastočne zdeformovanú, ale samotné bunky nevykazovali hrubšie bunkové steny (Obr. 18b). Ich počet sa pohyboval v priemere okolo 8-10 kambiálnych buniek uložených v radiálnom smere. V blízkosti kambia sme taktiež mohli spozorovať aj samotné skupiny sklereidov (Obr. 18a,b).



**Obr. 18** Priečny rez znázorňujúci kambiálnu zónu počas dormantného (a) a vegetačného (b) obdobia pri drevine dub zimný – S : sklereidy

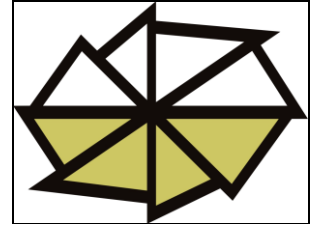
Tieto informácie len potvrdzujú, že na samotnú adhéziu drevo/kôra výrazne vplýva aj vrstva kambia, ktorá podmieňuje rozdielne hodnoty šmykovej pevnosti počas dormantného a vegetačného obdobia.



**c) uplatnenie výsledkov a ich prínos v riešenej problematike**

Zistené rozdiel v štruktúre kôry sa prejavuje významne na hodnotách fyzikálnych, mechanických a chemických vlastností. To je hlavný dôvod, prečo sa drevo v mnohých technológiách jeho spracovania odkôrňuje. Najmä pri spracovaní dreva v celulózo-papierenskom priemysle je nežiaduce, aby sa kôra dostávala do polotovaru, resp. finálneho výrobku (buničina, papier). Pri pohľade na kôru, ako nežiaduceho podielu surového dreva (guľatiny) je dôležité poznať aká je adhézia kôry na dreve. Pri technickom pohľade na kôru, je snaha spracovateľov surového dreva čo najjednoduchšie a najľahšie oddeliť kôru od dreva s čo najnižšou spotrebou energie. Na druhej strane kôra plní veľmi dôležitú ochrannú funkciu na kmeni živého stromu. Od jej ochrannej funkcie a takisto vodivej funkcie závisí vitalita a zdravotný stav stromu.

Predkladaný projekt priniesol dokonalejšie pochopenie morfolologickej skladby kôry vo vrstvách lyka a peridermu resp. borky. Na druhej strane, priniesol bližšie informácie s pohľadu držania kôry počas dormantného a vegetačného obdobia čo môže priniesť zefektívnenie samotného procesu odkôrňovania. Podrobnejší pohľad z problematiky adhézie drevo/kôra počas dormantného a vegetačného obdobia, kvality a kvantity kambialnej zóny a bunkového skladby kôry duba a buka bude riešená v dizertačnej práci.



### Zoznam výstupov, ktoré vznikli na základe výsledkov projektu

- a) publikované výstupy
- b) zoznam výstupov odovzdaných do tlače v roku 2015
- c) iné výstupy

*Publikačnú činnosť vykázat' v súlade s Organizačnou smernicou č. 7/2013 o bibliografickej registrácii a kategorizácii publikačnej činnosti, umeleckej činnosti a ohlasov na TU vo Zvolene.*

*Separáty publikačných výstupov tvoria prílohu záverečnej správy. V publikácii musí byť uvedené pod'akovanie IPA.*



#### a) publikované výstupy

##### 1. AFD - Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách

VILKOVSKÝ, P., ČUNDERLÍK, I. 2015. Vplyv druhu dreviny na adhéziu drevo/kôra (The Impact of Wood Species to Adhesion Wood/ Bark), In.: Vybrané procesy pri spracovaní dreva 2015 - katedra chémie a chemických technológií, Technická Univerzita vo Zvolene, 2015, XI. Medzinárodné sympóziu, 9 s. ISBN 978-80-228-2779-9

##### 2. AFD - Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách

ČUNDERLÍK, I., RAČKO, V., VILKOVSKÝ, P., MIŠÍKOVÁ, O. 2015. Kôra v procese odvárania buničiny, In.: Vybrané procesy pri spracovaní dreva 2015 - katedra chémie a chemických technológií, Technická Univerzita vo Zvolene, 2015, XI. Medzinárodné sympóziu, 9 s. ISBN 978-80-228-2779-9



**Čerpanie bežných výdavkov spojených s riešením výskumného projektu:**

Cestovné náhrady	0,00 €
Konferencie, sympóziá, semináre	190,34 €
Sieťové odvetvia - Komunikácie	0,00 €
Literatúra	137,70 €
Vzorkový materiál	0,00 €
Drobný hmotný majetok	0,00 €
Materiál, pracovné nástroje	514,60 €
Rutinná a štandardná údržba	0,00 €
Mzdové náklady (max. 15 %)	0,00 €
Dohody o vykonaní práce (max. 10 %)	14,42 €
<b>Spolu</b>	<b>857,06 €</b>

**Rozpis čerpania pridelených finančných prostriedkov na riešenie projektu:****Konferencie, sympóziá, semináre: (190,34 €)**

- náklady zahŕňali vložné a ubytovanie na XI. medzinárodné sympóziu “*Selected Processes at the Wood Processing*“, ktoré sa uskutočnilo 9 – 11. septembra 2015 v Hokovciach. Na medzinárodnom sympóziu boli od prezentované priebežne výsledky výskumu hodnotenia adhézie drevo/kôra počas dormantného a vegetačného obdobia.

**Literatúra: (137,70 €)**

- náklady zahŕňali nákup odbornej literatúry pod názvom „ *Functional and Ecological Xylem Anatomy* “

**Materiál, pracovné nástroje: ( 514,60 €)**

- súčasťou nákladov bol spotrebný materiál (chemické látky) pre výrobu dočasných a trvalých preparátov. Pre dočasné a trvalé preparáty sa náklady týkali predovšetkým zakúpenia chemických látok ako peroxid vodíka p.a (35%), etylalkoholu (96 %) a polyetylénglykol 500 g (PEG 1500), ktoré slúžili na prípravu macerátov a rezov pre pozorovanie štruktúry bukovej a dubovej kôry.
- náklady boli spojené aj s nákupom laboratórnej techniky, ktorá zahŕňala petriho misky (Ø 70 mm), 4 kusy varných bánk s guľatým dnom (250 ml), mikropipeta Fisherbrand 1000-5000 µl, špičky Biohit 100-5000 µl na mikropipetu, mikroskúmavky Brand 2 ml a stojan na mikroskúmavky (5 ks)
- drobné laboratórne pomôcky pinzeta anatomická (1 ks), skalpel bruškatý (1 ks) a skalpel hrotnatý (1 ks).
- zvyšné financie boli použité na nákup pílových kotúčov priemer 250 a 400 mm, pílové pásy – 8, 15, 25 mm široké, ktoré boli použité pri spracovaní vzoriek (kotúčov) na konkrétne skúšobné telesá

**IPA**  
**TUZVO**

**Interná projektová agentúra TUZVO**

Technická univerzita vo Zvolene  
Referát vedeckovýskumnej činnosti  
T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovensko  
tel: 045/5206 416, <http://www.tuzvo.sk>



<p>Názov a adresa pracoviska:</p> <p>Technická univerzita vo Zvolene T.G.Masaryka 24, Zvolen 960 53</p>	<p>Vyjadrenie fakulty, resp. org. súčasti TUZVO (prodekan pre VVČ, resp. ním poverený zástupca, riaditeľ org. súčasti)</p> <p>.....</p> <p>Dátum a podpis:</p>
---	--