

**Oponentský posudok  
na habilitačnú prácu s názvom „Analýza drevených štruktúr skenovacím elektrónovým  
mikroskopom“ od Ing. Miroslavy Mamoňovej, PhD.**

**1. Odôvodnenie vypracovania oponentského posudku**

Tento oponentský posudok bol vypracovaný na základe oficiálneho listu dekana Drevárskej fakulty Technickej univerzity vo Zvolene zo dňa 2. apríla 2019, ktorým som bola požiadaná o posúdenie predloženej habilitačnej práce. Na základe rozhodnutia Vedeckej rady Drevárskej fakulty TU vo Zvolene zo dňa 14. marca 2019 som bola menovaná za recenzenta habilitačnej práce Ing. Miroslavy Mamoňovej, PhD. vo vednom odbore Štruktúra a vlastnosti dreva.

**2. Hodnotenie formálnej stránky habilitačnej práce**

Habilitačná práca pozostáva z 18 publikovaných článkov značnej dĺžky venovaných mikroskopickej anatomickej analýze dreva. Práca obsahuje úvod k téme výskumu a tri kapitoly, v ktorých kandidátka predstavila informácie o svojich výskumných oblastiach.

Tieto kapitoly sú nazvané nasledovne:

1. Vplyv vonkajších faktorov na zmenu štruktúry drevených pletív.
2. Hodnotenie penetrácie do štruktúr dreva s cieľom zvýšenia jeho biologickej odolnosti.
3. Nové aplikácie a zobrazenia pomocou SEM aplikované na drevné štruktúry.

Záverečná časť práce obsahuje zhrnutie a závery, ako aj prílohy so špecifikáciou vlastného podielu na článku.

**3. Hodnotenie obsahovej stránky habilitačnej práce**

V kapitole venovanej vonkajším faktorom, ktoré menia štruktúru dreva, kandidátka preukázala, že lisovanie dyhy spôsobuje nezvratné morfológické zmeny v pletivách dreva. Pod vplyvom stlačenia podliehajú tracheidy a vlákna značným deformáciám a na povrchu bunkovej steny sa vyskytujú kondenzačné zlúčeniny lignínu a degradačné produkty hemicelulózy. Vo svojich prácach kandidátka dokumentovala kolaps bunkového lúmenu (intracelulárny priestor) a zvýšený výskyt nepravidelností vo forme trhlín v bunkových stenách spôsobených teplotou a tlakom. Keď sa lisovanie uskutočnilo pri vysokých teplotách a nízkom tlaku, bola pozorovaná značná fragilita a tepelná erózia bunkovej steny vodivých pletív.

Výsledky výskumu anatomickej štruktúry jelše lepkavej (*Alnus glutinosa* L.) ukázali, že po ošetrení STTM (krátkodobým termo-mechanickým zhustením dreva) sa zlepšila kvalita povrchu lisovaných dýh (drsnosť, tvrdosť). Tieto štúdie rozšírili naše poznatky o zmenách v štruktúre bunkových stien a anatomických deformáciách elementov dreva jelše vplyvom termo-mechanického lisovania. Na základe analýzy mikroskopických obrazov sa dospelo k záveru, že ošetrenie STTM spôsobilo termo-mechanický kolaps buniek, axiálne trhliny, zvlnenie bunkovej steny a zvýšenú krehkosť štruktúr dreva (intracelulárne trhliny), zvyšuje sa tendencia vzniku horizontálnych trhlín a dochádza k tepelnej erózii sekundárnej bunkovej steny. Výsledky analýz umožnili kandidátke stanoviť koreláciu medzi stupňom lisovania a veľkosťou ciev. Výsledky boli publikované v niekoľkých prácach publikovaných v odborných časopisoch.

Na základe mikroskopickej analýzy, Ing. Miroslava Mamoňová, PhD., dokumentovala stav povrchu dýh jelše, buka, brezy a borovice pred a po ošetrení STTM. Preukázala, že póry a mikrotrhliny, ktoré vznikli počas lúpania a sušenia dyhy, sa zatvorili, a tak proces STTM výrazne zlepšil kvalitu povrchu dyhy. Mikroskopické skúmania odhalili, že morfológia lisovanej dyhy závisí od stupňa zlisovania. Zvýšenie aplikovaného tlaku zvýšilo plastickú deformáciu tracheí až po bod kolapsu. Počas procesu lisovania sa bunkové steny oslabujú trhlinami. Na základe vlastného mikroskopického výskumu dospela autorka k záveru, že spolu so zvýšením teploty a tlaku, sa tiež zvyšuje redukcia lúmenu buniek a praskanie stien zdeformovaných buniek. Bola stanovená negatívna korelácia medzi stupňom zlisovania a veľkosťou tracheíd.

Ing. Miroslava Mamoňová, PhD., venovala podstatnú časť svojej habilitačnej práce štúdiu mikroštruktúry bukového dreva po hydrotermickom spracovaní. Tieto štúdie sa uskutočnili s cieľom oddeliť natívne štruktúry, ktoré prechádzajú fyziologickými zmenami od štruktúr po hydrotermickom spracovaní dreva. Získané výsledky hydrotermickej analýzy naznačujú, že k uvoľňovaniu strednej lamely jednoduchej perforácie tracheí dochádza už pri teplote 100 °C, zatiaľ čo pri teplote 110 °C sa začínajú objavovať amorfné útvary na stenách buniek jarného dreva. Kandidátka preukázala, že tepelné a hydrotermické ošetrenie dreva spôsobujú výrazné zmeny v monosacharidoch. Počas tepelného spracovania sa vytvára kyselina octová v dôsledku deacetylácie hemicelulóz a nastáva štiepenie  $\beta$ -O-4 éterových väzieb v ligníne. Mikroskopické testy potvrdili výskyt väčšieho množstva protoplazmy v letnom dreve buka. Pri parení bukového dreva sa najväčšie zmeny vyskytujú v bunkovej stene ciev, kde došlo k dislokácii lignínu. Výsledky mikroskopických pozorovaní potvrdzujú penetráciu degradačných sploďín dreva sekundárnou bunkovou stenou na povrch S3 jarných ciev, kde sa vytvárajú amorfné útvary. Dokumentované útvary sú vytvárané z lignínu a degradačných produktov hemicelulóz, ktoré vznikajú počas hydrotermickej úpravy. Tieto zistenia sú cenné z vedeckého hľadiska, nakoľko vysvetľujú chemické a mechanické procesy, ku ktorým dochádza v dreve počas jeho hydrotermálneho spracovania.

V časti venovanej hodnoteniu penetrácie do dreva látkami modifikujúcimi drevo s cieľom zlepšiť jeho biologickú odolnosť kandidátka preukázala, že skenovacia elektrónová mikroskopia umožňuje získať informácie o rezíduách modifikujúcich látok, predovšetkým minerálov, v štruktúre drevných pletív. Pozorovala kryštály alebo skupiny kryštálov a ich

distribúciu v drevených pletivách. To je významné pre proces modifikácie dreva a pre skúmanie historických depozitov dreva v rašelinových podmienkach.

S využitím SEM analýzy, Ing. Miroslava Mamoňová, PhD., preukázala, že počas sekundárnej modifikácie dreva s kremíkovo-organickými zlúčeninami, silány prenikajú do sekundárnej bunkovej steny, ktorá sa prejavuje zväčšením vrstvy S3 a výskytom trhlín v oblasti prieniku. Dôsledkom je zvýšená krehkosť modifikovaného dreva. V spolupráci s medzinárodnými výskumnými centrami, kandidátka zverejnila výsledky a ich analýzu vo významných vedeckých časopisoch.

Ing. Miroslava Mamoňová, PhD. preukázala, že použitie jedinečného výskumného nástroja, Cryo-SEM, umožňuje skúmať sekundárne bunkové steny dreva po tepelnej a hydrolytickej úprave a drevo degradované inými biotickými faktormi, napr. archeologické drevo.

Na prípravu vzoriek na mikroskopické analýzy autorka využila modernú metódu duálneho lúča FIB-SEM, ktorá jej umožnila pozorovať bunkovú stenu v jej pôvodnom nezmenenom stave a výsledky dokumentovať v 3D formáte.

### **Zhrnutie**

Elektrónová mikroskopia je niekedy jedinou metódou na prezentáciu priestorovej štruktúry dreva. Súbor štúdií predložených na recenzné posúdenie predstavuje jedinečné obrazy štruktúry dreva vzoriek dreva pripravených pomocou najmodernejších techník.

Pri analýze predložených prác možno poznamenať, že Ing. Miroslava Mamoňová, PhD. je schopná pracovať v spolupráci s domácimi výskumnými centrami a medzinárodnými tímami. Výsledkom tejto spolupráce sú početné cenné publikácie v časopisoch s impakt faktorom. Skutočnosť, ktorú treba zdôrazniť, je, že kandidátka použila moderné aplikácie na nano-štruktúrne skúmanie materiálov, ktoré umožňujú pozorovanie a dokumentovanie obrazu in-situ.

SEM analýza ponúka nielen vedecké, ale aj praktické aplikácie. Pomáha pri výbere parametrov pre technologické procesy spôsobom, ktorý zabezpečí získanie zamýšľaného produktu bez prílišnej deštrukcie drevných buniek.

Na základe habilitačnej práce predloženej na posúdenie môžem potvrdiť, že Ing. Miroslava Mamoňová, PhD. sa stala expertom na mikroskopické analýzy, predovšetkým pri interpretácii výsledkov skúmania, čo viedlo k početným publikáciám zahrnutým do databázy Web of Science (43 publikácií) a počet citácií z diel napísaných s jej účasťou presahuje 100. Podľa tejto databázy je Hirschov index 7.

### **Záver**

Na základe vyššie uvedeného posudku som dospela k záveru, že habilitačná práca Ing. Miroslavy Mamoňovej, PhD., s názvom „Analýza drevných štruktúr pomocou skenovacieho elektrónového mikroskopu“, ktorá obsahuje súvislý súbor publikácií, potvrdzuje profesionálne znalosti a kvalifikáciu kandidátky a spĺňa požiadavky stanovené v rámci habilitačného konania. Drobné nepresnosti zaznamenané v práci nemajú žiadny vplyv na celkové veľmi pozitívne hodnotenie.

Vzhľadom na vyššie uvedené navrhujem, aby bola habilitačná práca prijatá na obhajobu a po pozitívnom výsledku obhajoby v súlade s Vyhláškou č. 6/2005 Z. z. Ministerstva školstva Slovenskej republiky o postupe získavania vedecko-pedagogických titulov alebo umelecko-pedagogických titulov docent a profesor - Ing. Miroslava Mamoňová, PhD. získala titul docent vo vednom odbore Štruktúra a vlastnosti dreva.

V súlade s tým, neváham a odporúčam Ing. Miroslavu Mamoňovú, PhD. pre ďalší postup týkajúci sa udelenia titulu docent na Technickej univerzite vo Zvolení.