

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Број:03-2471/3
Датум:22.05.2015.

На основу члана 130. Статута Шумарског факултета а у вези члана 30. и члана 21. Правилника о докторским студијама, Декан Шумарског факултета доноси следећу

О Д Л У К У

Израђена докторска дисертација дипл.инж. Тање Палије под насловом:

„Утицај полиелектролита на интеракцију дрвета и водоразредивих премаза“

са Извештајем Комисије ставља се на увид јавности у Библиотеци и интернет страници Факултета са роком од **30 дана**.

Одлуку доставити: Библиотеци Факултета, истаћи на огласну таблу и сајт факултета, писарници, Служби за наставу и студентска питања.

ДЕКАН
Проф.др МИЛАН МЕДАРЕВИЋ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА

Предмет: Извештај комисије за оцену израђене докторске дисертације **Тање Палије, дипл.инж.** под насловом: „Утицај полиелектролита на интеракцију дрвета и водоразредивих премаза“

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<ol style="list-style-type: none">1. Орган који је именовao (изабрао) комисију и датум:Наставно-научно веће Универзитета у Београду-Шумарског факултета, 29.04.2015. године (број: 01-3273/1)2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:<ol style="list-style-type: none">1. Др Милан Јајић, УНО: Финална прерада дрвета, изабран 26.09.2002. год, редовни професор Универзитета у Београду – Шумарског факултета.2. Др Миланка Ђипоровић-Момчиловић, УНО: Хемијско-механичка прерада дрвета, изабрана 20.06.2013. год, редовни професор Универзитета у Београду– Шумарски факултет.3. Др Ксенија Радотић Хаци-Манић, УНО: Биофизика и физиологија биљака, изабрана 28.01.2004 год., научни саветник Универзитета у Београду– Институт за мултидисциплинарна истраживања4. Др Марко Петрич, УНО: Технологије обраде и прераде дрвета, изабран 28.10.2008. год, редовни професор Универзитета у Љубљани – Биотехнички факултет.5. Др Ивана Гавриловић-Грмуша, УНО: Хемијско-механичка прерада дрвета, изабрана 28.09.2010. год, доцент Универзитета у Београду-Шумарски факултет.
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<ol style="list-style-type: none">1. Име, име једног родитеља, презиме:Тања, Бошко, Палија2. Датум и место рођења, општина, држава:20.10.1982, Земун, Србија3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада:-4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука/мастера:-
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Утицај полиелектролита на интеракцију дрвета и водоразредивих премаза
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>Докторска дисертација кандидаткиње дипл. инж. Тање Палије под насловом „Утицај полиелектролита на интеракцију дрвета и водоразредивих премаза“ садржи XXIV, 250странице текста, 94 слике, 36табела и 26 једначина. Списак литературе обухвата 158 библиографских јединица домаћих и страних аутора. Након насловне стране дисертације на српском и енглеском језику следе подаци о ментору и члановима комисије, а затим: кључне документационе информације, проширени резимеса кључним речима (на српском и енглеском језику), садржај, списак слика, списак табела и списак коришћених скраћеница и симбола.</p> <p>Дисертација је написана јасним језиком, према Упутству за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду, на латиничном писму.</p> <p>Текст докторске дисертације је подељен у поглавља која представљају посебне и логично повезане целине, које прате ток рада. Поглавља су следећа:</p> <ol style="list-style-type: none">1. УВОД (1 – 3 стр.)

2. **ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСПИТИВАЊА** (4 – 8 стр.) које садржи потпоглавља: Предмет испитивања и Циљ испитивања.
3. **ТЕОРИЈСКЕ ДЕО**(9 – 62 стр.) које садржи потпоглавља: Дрво као подлога; Премази; Интеракција дрвета и премаза; Истраживања из области адхезије премаза на површинама дрвета; Полиелектролити; Анализа фактора који утичу на степен адсорпције полиелектролита; Могућности примене полиелектролита у површинској обради дрвета.
4. **ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО** (63 – 113 стр.) које садржи следећа потпоглавља: Избор материјала; Припрема материјала; Површинска обрада узорака; Методе испитивања; Статистичка обрада података.
5. **РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА И АНАЛИЗА** (114 – 192 стр.) које садржи следећа потпоглавља: Карактеризација основних материјала; Резултати предиспитивања; Резултати основних испитивања.
6. **ЗАКЉУЧЦИ** (193 – 195 стр.).
7. **ПРЕДЛОЗИ ЗА ДАЉА ИСПИТИВАЊА** (196 – 197 стр.).
8. **ЛИТЕРАТУРА**(198 – 208 стр.).
9. **ПРИЛОЗИ** (209 – 250стр.)

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. УВОД

У уводном делу истакнута је потреба коришћења премаза ради заштите и декоративне обраде површина дрвета. Дата је актуелна, најчешће коришћена подела премаза на: конвенционалне премазе на бази органских растварача и еколошки подобне премазе. Водоразредиви премази су посебно издвојени као еколошки подобни материјали који су у 2012. години чинили 15 % европског тржишта премаза за дрво, са предвиђеним порастом учешћа од 5 % у 2016. години. Имајући у виду да водоразредиви премази дају генерално нижи квалитет лакиране површине дрвета у односу на премазе на бази органских растварача, истакнуто је да се веће учешће водоразредивих премаза у површинској обради дрвета може остварити побољшањем својства површина дрвета лакираних водоразредивим премазима.

Као један од могућих праваца унапређења квалитета лакиране површине дрвета применом водоразредивих наводи се побољшање интеракције дрвета и водоразредивих премаза. Да би се утицало на интеракцију дрвета и премаза неопходно је модификовати својства дрвета и/или премаза. Имајући у виду да дрво долази у контакт са премазом само у површинском слоју, модификацијом површине дрвета могуће је утицати на интеракцију ова два материјала када се нађу у контакту. Кандидаткиња је у даљем тексту објаснила да се електрична својства дрвета могу искористити као основа електростатичког везивања са материјалима супротног наелектрисања. У ту сврху површина дрвета може се третирали растворима полиелектролита. Иако је принцип електростатичког везивања присутан у другим областима, могућности модификације површине дрвета применом полиелектролита у области површинске обраде дрвета још увек нису истражене.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСПИТИВАЊА

Предмет испитивања била је интеракција дрвета и водоразредивих премаза. Подручје истраживања било је ограничено на површински слој дрвета који представља зону контакта премаза и подлоге. Интеракција премаза и дрвета је оцењена на основу својстава лакиране површине: храпавости и адхезије очврснулог филма премаза, као и дубине пенетрације премаза у дрво.

У испитивању су коришћени узорци дрвета букве (*Fagus moesiaca* С.) који су лакирани водоразредивим акрилним транспарентним (ВТА) премазом. Пре nanoшења ВТА премаза узорци су третирали растворима катјонских полиелектролита како би се модификовала површина дрвета на начин који погодује интеракцији ВТА премаза и дрвета.

Један од циљева испитивања био је да се утврди утицај третмана дрвета растворима полиелектролита на интеракцију дрвета и водоразредивих премаза. Имајући у виду да је основно обележје лакирања дрвета водоразредивим премазима контакт хигроскопног материјала какво је дрво и воде из водоразредивог премаза, модификација површине дрвета полиелектролитима је заправо непосредно усмерена на интеракцију дрвета и воде, а посредно на интеракцију модификоване површине дрвета и водоразредивог премаза.

Други циљ испитивања био је утврђивање оптималних параметара воденог раствора полиелектролита са аспекта најмањег бубрења дрвета, односно најниже храпавости лакиране површине уз очување или побољшање адхезије водоразредивог премаза. Параметри који су варирали односе се на тип полиелектролита (како би се испитао утицај механизма везивања полиелектролита за дрво); молекулску масу полиелектролита (како би се испитао утицај пенетрације полиелектролита у ћелијски зид); концентрације и додатка соли (како би се испитао

утицај конформације полиелектролита на степен адсорпције).

Практичан циљ увођења третмана дрвета растворима полиелектролита односи се на искључивање повратних токова у технолошком процесу производње финалних производа од дрвета, чиме се може утицати на скраћивање потребног времена обраде.

У дањем тексту дате су основне претпоставке – хипотезе:

- Третирањем површине дрвета букве растворима полиелектролита доћи ће до модификације површине у погледу храпавости, способности квашења и упијања воде.
- Параметри раствора полиелектролита утичу на упијање воде из раствора у дрво, што се одражава на храпавост површине дрвета букве након третмана. Имајући у виду различите могућности везивања полиелектролита јаког и слабог типа за површину дрвних влакана, очекује се да ће се ефекат везивања односно тип коришћених полиелектролита одразити на храпавост дрвета након третмана. Са порастом молекулске масе полиелектролита у раствору очекује се мање бубрење дрвета у контакту са водом, а тиме и мања храпавост површине након третмана. Варирањем концентрације раствора полиелектролита очекује се појачавање ефекта задржавања воде од стране полиелектролита, односно мања храпавост третиране површине дрвета.
- Храпавост лакиране површине дрвета које је пре лакирања третирано раствором полиелектролита биће мања у односу на храпавост лакиране површине нетретираног дрвета.
- Услед претпостављеног смањеног упијања воде у дрво након третмана растворима полиелектролита очекује се већа дубина пенетрације ВТА премаза у дрво букве, пре свега код узорака који су третираны растворима полиелектролита велике молекулске масе.
- Третман дрвета букве раствором полиелектролита даће уједначене или веће вредности јачине адхезије ВТА премаза третираных узорака у односу на нетретиране узорке.
- Модификацијом бајца помоћу раствора полиелектролита могуће је побољшати интеракцију дрвета и водоразредивих премаза, пре свега у погледу храпавости лакиране површине дрвета.

3. ТЕОРИЈСКИ ДЕО

У теоријском делу у оквиру посебних потпоглавља (**Дрво као подлога** и **Премази**), описана су основна својства дрвета и премаза која су од значаја за систем дрво-премаз. Својства дрвета посматрана су у површинском слоју са аспекта: анатомске грађе, хемијског састава и геометријског стања (облика), као и са аспекта утицаја на интеракцију са премазом.

Кандидаткиња је на основу података из литературе дала приказ предности и недостатака водоразредивих премаза за дрво. Као предности наведени су: еколошка подобност; радна средина ослобођена непријатних испарења; ниске инвестиције у опрему, односно могућност укључивања у постојећу технологију; нижи трошкови енергије (услед мањег броја измена ваздуха у простору лакирања); добра својства очврснулог филма премаза пре свега у погледу тврдоће итд. Од недостатака истакнут је високи површински напон водоразредивих премаза (око 73 mJ/m^2) који може отежати квашење површине дрвета, као и зависност процеса сушења од релативне влажности ваздуха. У недостатке су укључена и склоност ка дисколорацији услед миграције екстрактива, слабија отпорност према воденој пари, као и још увек виша цена водоразредивих премаза у односу на премазе на бази органских растварача.

У потпоглављу **Интеракција дрвета и премаза** као најзначајнији фактори за везивање премаза на површини дрвета истакнути су: квашење дрвета премазом, пенетрација премаза у дрво и селективна адсорпција растварача из премаза у дрво. Сваки од наведених параметара анализиран је на основу опсежних података из литературе у функцији типа, врсте и појединих параметара премаза (вискозитета, додатка пигмената, површинског напона итд.); врсте и својстава дрвета (влажности, храпавости итд.) Специфичности интеракције дрвета и водоразредивих премаза описане су у посебном делу, где је ефекат „подизања дрвних влакана“ објашњен бубрењем дрвних влакана у површинском слоју дрвета у контакту са водом. На основу података из литературе издвојени су параметри који имају битан утицај на степен „подизања дрвних влакана“, а то су: систем брушења, параметри подлоге и релативна влажност ваздуха. Имајући у виду да подизање дрвних влакана након лакирања водоразредивим премазом нарушава естетски квалитет лакиране површине наведени су поступци умањења овог ефекта: квашење површине водом пре лакирања и брушење подигнутих дрвних влакана, наношење додатног слоја водоразредивог премаза и наношење основног слоја премаза на бази органских растварача. Наведеним поступцима се трошкови обраде (време обраде или трошкови материјала) повећавају, при чему се јачина адхезије премаза умањује услед смањења храпавости у површинском слоју дрвета, која представља основ механичког везивања премаза и подлоге.

На основу прикупљених података из литературе у подпоглављу **Испитивања из области адхезије премаза на површини дрвета** анализиран је утицај параметара подлоге (дрвна врста, рано или касно дрво, влажност дрвета, густина дрвета, површинска храпавост дрвета, присуство механички или хемијски ослабљеног слоја дрвета итд.); параметара премаза (тип и врста премаза, параметри формулације премаза, вискозитет итд.); као и поступака и параметара припреме (брушење и рендисање, нумерације брусне траке, правац брушења).

У подпоглављу **Полиелектролити** наведено је да полиелектролити представљају макромолекуле који у води (или другом јонизујућем раствору) дисосују на јоне дајући високо наелектрисан полимер. Разлика између јаких и слабих типова полиелектролита објашњена је тиме да јаки полиелектролити у потпуности дисосују на јоне при чему настаје полимер одговарајућег наелектрисања, док слаби полиелектролити не дисосују у потпуности. Разлике у типовима полиелектролита одражавају се на механизам везивања полиелектролита. У испитивању је коришћен један представник слабих полиелектролита – полиетиленимин (PEI), и један представник јаких полиелектролита – поли(диалилдиметиламонијум-хлорид) (PDADMAC), чије су својства детаљно описана.

Да би се утврдили параметри раствора полиелектролита који имају доминантан утицај на адсорпцију полиелектролита, на основу података из литературе анализиран је утицај типа полиелектролита, концентрације, густине наелектрисања и додатка соли на степен адсорпције на различитим подлогама.

У последњем потпоглављу у оквиру теоријских основа анализирани су могућности примене полиелектролита у површинској обради дрвета. На основу резултата претходних истраживања која су показала да се третирањем листова фурнира полиелектролитима може умањити упијање воде, дате су и основне претпоставке овог испитивања о смањеном бубрењу дрвених влакана након третмана растворима полиелектролита, које би требало да обезбеди и мању храпавост лакиране површине. Наведени су и примери побољшања адхезије премаза на подлогама од дрвета третирањем дрвета растворима полиелектролита.

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

План експерименталног рада састојао се из: Избора материјала; Припреме материјала; Површинске обраде узорак; Методе испитивања и Статистичке обраде података. Испитивања су обављена на узорцима дрвета букве из радијалног реза. Избором узорак из радијалног реза омогућено је подизања дрвених влакана у контакту са водом из раствора и/или водоразредивог премаза у правцу највећег бубрења дрвета. Препочетка обраде узорци су кондиционирани најпре у условима собне климе током месец дана, а затим у лабораторијској клима комори ($t = (15 \pm 1) ^\circ\text{C}$ и $\varphi = (50 \pm 2) \%$), током два месеца. Припрема узорак обављена је брушењем и то најпре на широкотрачној брусилици у четворостепену систему (P60 – P80 – P100 – P150), а затим ручним брушењем помоћу ручне папуче. С обзиром на недостатак података оптималну систему припреме дрвета за лакирање водоразредивим премазом, обављена су предиспитивања у којима је испитан утицај различитих система брушења (P150; P150 – P180; P150 – P180 – P220), као и дебљине мокрог филма премаза ($d = 200 \mu\text{m}$ и $d = 400 \mu\text{m}$), на основна посматрана својства лакиране површине: храпавост и јачину адхезије ВТА премаза. Уз то, испитано је како третман површине дрвета раствором полиелектролита (1 % PEI НМВ) утиче на храпавост дрвета након третмана, као и на храпавост и јачину адхезије ВТА премаза, у функцији различитих система брушења и различитих дебљина мокрог филма премаза.

На основу резултата предиспитивања одлучено је да се узорци букве у основном испитивању припремају ручним брушењем уз нумерацију брусне траке P150 и да се ВТА премаз наноси у количини која одговара дебљини мокрог филма премаза од 200 μm .

Други део предиспитивања обухватао је анализу утицаја концентрације раствора полиелектролита, времена сушења и рН вредности раствора на основна посматрана својства интеракције дрвета и премаза. На основу резултата предиспитивања одабрано је да се третман врши растворима полиелектролита концентрација 0,5; 1 и 2 % при рН = 10 и да се ВТА премаз нанесе на површину третираних узорак 90 мин након третмана. Узорци дрвета букве третирану су наношењем раствора полиелектролита две врсте (PEI и PDADMAC) и две молекулске масе (LMW и НМВ), три концентрације (0,5; 1 и 2 %), без и са додатком соли у различитим количинама (0,01 M; 0,1 M и 0,5 M). За модификацију површине дрвета букве припремљено је укупно 18 раствора (подгрупа) полиелектролита од чега 6 раствора PEI и 12 раствора PDADMAC. Раствор полиелектролита је нанет на свеже обрешену површину узорак помоћу ваљака са сунђерастом облогом.

ВТА премаз наносен је на површину узорак извлачењем помоћу апликатора са фиксном висином процепа. Наношење и сушење раствора полиелектролита и ВТА премаза обављено је у контролисаним условима радне средине.

У оквиру основних испитивања испитан је утицај третмана раствора полиелектролита на својства третираног дрвета у површинском слоју, као и утицај третмана раствором полиелектролита на интеракцију дрвета и водоразредивих премаза. У последњем делу основних испитивања анализирани су могућности модификације бајца растварањем пигментне пасте у раствору полиелектролита који је показао најбоља својства третиране, односно

лакиране површине.

Узорци букве који су коришћени у раду карактерисани су на основу следећих својстава: влажности након периода климатизације, густине у апсолутно сувом стању влажности и након периода климатизације, запреминске и површинске порозности и pH вредности. Поред наведених својстава испитана је и храпавост дрвета у површинском слоју, као и степен упијања воде, способност квашења водом и ВТА премазом (на основу вредности контактнoг угла капљице течности) и хемијске карактеристике површине.

У циљу карактеризације ВТА премаза одређена су основана својства премаза у течном стању: густина, садржај суве супстанце, вискозитет, површински напон и pH вредност.

Модификација површине дрвета након третман растворима полиелектролита различитог типа, молекулске масе, концентрације, без и са додатком соли у различитој количини оцењена је на основу: храпавости дрвета у површинском слоју, као и степена упијања воде, способности квашења водом и ВТА премазом (на основу вредности контактнoг угла капљица течности) и хемијских карактеристика површине након третмана.

Дубина пенетрације полиелектролита оцењена је квалитативно на основу позиције полиелектролита снимањем на епи-флуоресцентном микроскопу, и квантитативно на основу ЕДС анализе у оквиру СЕМ микроскопије.

Након очвршћавања премаза на нетретираним и третираним узорцима одређена је дебљина сувог филма премаза, дубина пенетрације (на основу снимака епи-флуоресцентног микроскопа, обрађених у ImageПрограму), као и храпавост филма премаза и јачина адхезије применом две методе: решетке и печатника.

Постојање статистичких разлика између појединих третмана оцењено је на основу анализе варијанси (SPSS).

5. РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА И АНАЛИЗА

Карактеризацијом узорака дрвета букве утврђено је да су испитивана својства материјала у рангу очекиваних за дату дрвну врсту. Уз то, основна својства ВТА премаза су била у рангу премаза сличних формулација.

У циљу утврђивања оптималног система припреме узорака дрвета букве за лакирање ВТА премазом прво је испитан утицај система брушења на храпавост површине дрвета и храпавост површине очврснулог филма премаза. Уз то, испитан је утицај дебљине мокрог филма премаза и система брушења на адхезију ВТА премаза. Резултати I фазе предиспитивања су показали да се увођењем виших фаза брушења дрвета букве (брусним тракама више нумерације) смањује храпавост лакиране површине као последица смањивања храпавости дрвета, али да се истовремено нарушава адхезија ВТА премаза, услед смањивања зоне контакта два материјала.

Даље је испитано како третман дрвета букве 1 % раствором PEI HMW утиче на храпавост површине дрвета, као и храпавост и јачину адхезије ВТА премаза у функцији различитих система брушења и различитих дебљина мокрог филма премаза. Резултати ове фазе предиспитивања су показали да третман површине дрвета 1 % раствором PEI HMW доводи до пораста храпавости третиране површине. Храпавост површине третираних узорака била је већа код узорака веће почетне храпавости, односно код узорака који су припремљени брушењем у нижим системима. Храпавост очврснулог филма премаза третираних узорака дрвета букве је била нижа у односу на храпавост контролних (нетретираних) узорака, док су вредности јачине адхезије за дебљину филма премаза $d = 200 \mu\text{m}$ биле у рангу нетретираних узорака. Овим је потврђено да се третман растворима полиелектролита може користити као ефикасно средство смањивања храпавости уз очување адхезије ВТА премаза на дрвету букве.

У II фази предиспитивања утврђено је да се оптимални услови третирања дрвета раствором полиелектролита могу остварити при pH вредности раствора 10 и при концентрацијама раствора од 0,5; 1 и 2 % и када се ВТА премаз наноси 90 минута након третмана раствора полиелектролита.

У оквиру основних испитивања утврђено је да се применом раствора полиелектролита може модификовати површина дрвета букве у погледу храпавости, способности квашења водом и упијања воде, чиме је **потврђена прва хипотеза**. Резултати испитивања су показали да је подешавање параметара раствора полиелектролита кључан фактор модификације површине дрвета. Наиме, највећу промену својствима храпавости, способности квашења и упијања воде показали су узорци дрвета третирани 1 % раствором PEI HMW.

Иако семеханизми адсорпције јаких и слабих полиелектролита разликују, тип полиелектролита није имао значајан утицај на храпавост површине дрвета и степен упијања воде дрвета након третмана. Молекулска маса је имала битан утицај на храпавост третиране површине дрвета. Наиме већа молекулска маса полиелектролита омогућила је већу ефикасност у спречавању продирања молекула воде у дубље слојеве дрвета, чиме је умањена храпавост третиране површине у односу на узорке који су третиран полиелектролитима мале молекулске масе, независно од концентрације и врсте полиелектролита. Пораст концентрације раствора полиелектролита није умањило храпавост третиране површине код свих врста третмана. Овим је **потврђена друга хипотеза** да параметри раствора полиелектролита утичу на храпавост површине дрвета након третмана.

Третман растворима полиелектролита различитог типа, молекулске масе, концентрације, са и без додатка соли умањило је капацитет дрвета за адсорпцију воде, што је довело до смањења храпавости лакиране површине посматрано на основу сва три параметра храпавости: R_a , R_z и R_t , чиме је **потврђена трећа хипотеза**.

ВТА премаз је генерално показао слабу способност пенетрације у дрво узорка букве (43 μm за нетретиране узорке). Овај резултат је у складу са подацима из литературе и може се објаснити формулацијом премаза, али и грађом дрвета букве. Уз то, вискозитет премаза који је био подешен за ручно nanoшење је вероватно умањило могућност продирања премаза у дубље слојеве дрвета. За сваку подгрупу узорака израчуната је максимална и просечна дубина пенетрације премаза на основу 30 снимака попречног пресека лакираног дрвета на епифлуоресцентном микроскопу и 30 позиција мерења унутар сваког снимка. Утврђено је да је код већине узорака дубина пенетрације премаза у рангу нетретираних узорака. СЕМ снимци су показали да је дошло до запуњавања ћелијских зидова током третирања дрвета растворима полиелектролита, што је довело до сужавања путања пенетрације премаза у дрво. Једини узорци код којих је примећена већа дубина пенетрације су узорци третирани 1 % раствором PDADMAC HMW са додатком NaCl у количини од 0,01 M и 0,1 M. Ови узорци су показали смањено упијање воде након третмана, нарочито након 1 и 2 минута у контакту са водом. Код других узорака који су третирани растворима полиелектролита није примећена већа дубина пенетрације премаза, чиме је **једелимично оповргнута четврта хипотеза**.

Јачина адхезије ВТА премаза третираних узорака дрвета букве била је генерално у рангу вредности нетретираних узорака. Изузетак представљају узорци третирани растворима 1 % PDADMAC LMW са додатком NaCl у количини од 0,01 и 0,1 M, као и 1 % раствором PEI LMW и 2 % раствором PDADMAC LMW, чиме је **делимично оповргнута пета хипотеза**.

1 % раствор PEI HMW који је показао најбоља својства интеракције дрвета букве и ВТА премаза у погледу смањења храпавости лакиране површине уз очување адхезије премаза, употребљен је за растварање пигментне пасте којом је бајцована површина дрвета. Поређењем својстава лакиране површине небајцованих узорака и узорака који су бајцовани контролним и модификованим бајцем (пигментна паста растворена у 1 % раствору PEI HMW) утврђено је да коришћењем раствора полиелектролита у функцији растварача може побољшати квалитет површине дрвета букве лакиране ВТА премазом, у погледу храпавости очврснулог филма премаза, чиме је **потврђена шеста хипотеза**.

6. ЗАКЉУЧЦИ

У овом поглављу кандидаткиња је приказала најважније закључке до којих је дошла током истраживања. Закључци се односе на утицај појединих параметара раствора полиелектролита на интеракцију дрвета и водоразредивих премаза, посматрану са становишта: храпавости површинског слоја филма премаза, дубине пенетрације и адхезије очврснулог филма премаза на површини дрвета.

7. ПРЕДЛОЗИ ЗА ДАЉА ИСПИТИВАЊА

Кандидаткиња је дала смернице за даља испитивања у области примене полиелектролита у површинској обради дрвета водоразредивим премазима. Предлози се односе на примену других врста полиелектролита (природног порекла) као и других дрвних врста, али и на поступке који могу појачати позитивне ефекте третирања дрвета растворима полиелектролита. Уз то, дат је предлог испитивања отпорности на дисколорацију површине дрвета која је третирана раствором полиелектролита и након тога лакирана водоразредивим премазом.

VI ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Третирањем површине дрвета букве (*Fagus moesiaca* C.) растворима полиелектролита различитих врста (PEI и PDADMAC), молекулске масе (LMW и HMW), концентрације (0,5; 1 и 2 %) без и са додатком NaCl у различитој количини (0,01; 0,1 M и 0,5 M) уочена су измењена својства површине узорака у погледу квашења, површинске енергије, степена упијања воде, храпавости, као и промене у хемијском саставу површине дрвета.

СЕМ снимци и ЕДС анализа показали су да је дошло до запуњавања ћелијских зидова дрвних влакана што је за последицу имало генерално мању дубину пенетрације ВТА премаза у дрвета третирано растворима полиелектролита. Запуњавањем ћелијских зидова, смањује се лумен ћелија што доводи до сужавања путања пенетрације премаза. Уз то, у испитивању је коришћен неразређен премаз (погодног вискозитета за поступак nanoшења ручним извлачењем), што се вероватно одразило на смањење дубине пенетрације премаза код свих узорака, а посебно код третираних узорака са суженим путањама пенетрације.

Већа храпавост површине дрвета третираних узорака, која доприноси механичком аспекту везивања премаза и дрвета, вероватно је умањила утицај смањене дубине пенетрације и претпостављене повећане кртости ћелија у површинском слоју (услед смањења броја микрофибрила по јединици површине ћелијског зида), па су измерене вредности јачине адхезије биле у рангу нетретираних узорака.

Већа храпавост површине дрвета позитивно је утицала на смањење храпавости лакиране површине. Овај на први поглед опречан ефекат објашњава се запуњеношћу ћелијских зидова подигнутих влакана на површини дрвета. Ова влакна имају врло малу физичку могућност упијања воде, па је њихово бубрење услед адсорпције воде из водоразредивог премаза минимално. Лакирањем узорака третираних растворима полиелектролита вероватно долази до повијања влакана под тежином премаза па је храпавост формираног филма премаза заправо нижа у односу на нетретиране узорке.

У погледу различитих комбинација раствора полиелектролита најбољи ефекат у погледу интеракције дрвета и ВТА премаза дали су узорци третирани 1 % раствором РЕИ високе молекулске масе. У поређењу третираних узорака наведени третман је дао највише вредности контактнoг угла капљице воде и највише вредности контактнoг угла капљице ВТА премаза, као и готово најниже вредности слободне површинске енергије дрвета ($45,1 \text{ mJ/m}^2$, у односу на $58,7 \text{ mJ/m}^2$ код нетретираних узорака). Уз то узорци третирани 1 % раствором РЕИМВ показали су најмањи степен упијања воде (4,9 % у односу на 15 % код нетретираних узорака, након 1 мин посматрања), најмањи пораст храпавости третиране површине (78 %, изражено параметром R_a), као и значајно нижу дубину пенетрације премаза (средња дубина пенетрације нижа за око 30% у односу на нетретиране узорке). Храпавост лакиране површине узорака третираних 1 % раствором РЕИМВ била је мања у односу на храпавост нетретираних лакираних узорака за 44,5; 40,8 и 45,0 % за параметре R_a , R_z и R_t , респективно. Избор наведеног третмана је оправдан и са становишта адхезије, јер је статистичка анализа показала да се применом овог третмана не нарушавају адхезивне везе премаза и подлоге.

Третирањем дрвета 1 % раствором РЕИМВ могуће је умањити трошкове обраде са неколико аспеката уз очување и/или побољшање укупних параметара лакиране површине. Наведени третман омогућава брушење дрвета коришћењем нумерације брусне траке Р150 у завршном степену, чиме се смањују трошкови материјала и обраде (за више фазе брушења) и добија површина која даје веће могућности за механичко везивање премаза. Уз то, коришћењем наведеног система брушења умањује се степен запуњавања пора брушевином, услед чега путање пенетрације премаза остају отворене. Наведени систем брушења у комбинацији са третманом 1 % раствором РЕИМВ омогућава двоструко смањивање количине материјала (са 400 μm на 200 μm теоријске дебљине мокрог филма) уз очување јачине адхезије премаза и смањивање храпавости лакиране површине за приближно 47 % (изражено параметром R_a). Поред смањења трошкова материјала смањују се и укупни трошкови обраде јер се обезбеђује наношење укупне количине темељног премаза у једном слоју.

С обзиром да се третирање површине раствором полиелектролита може увести као операција која претходи лакирању водоразредивим премазима у реалним производним условима без измене постојеће технологије и без значајнијих инвестиција, увођење третмана дрвета 1 % раствором РЕИ могао би унапредити својства лакиране површине дрвета применом водоразредивих премаза.

VII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Кандидаткиња је на прегледан и јасан начин, користећи табеле и графике, приказала најважније резултате до којих је дошла током испитивања. Резултати испитивања су тумачени узимајући у обзир различите факторе који су могли имати утицаја на њих. Закључци који чине оригинални научни допринос ове докторске дисертације су јасно истакнути.

Текст докторске дисертације је подељен у поглавља која чине логички повезану целину.

Кандидаткиња је у потпуности испунила основни циљ овог истраживања и испитала утицај различитих параметара раствора полиелектролита на интеракцију дрвета и водоразредивих премаза.

На основу целокупне анализе израђене докторске дисертације, остварених резултата изведених закључака, Комисија констатује да је кандидаткиња дипл. инж. Тања Палијаса успехом истражила значајан научни проблем, да је рад је урађен у складу са прихваћеном темом докторске дисертације и да је постављени научни задатак у потпуности испуњен.

VIII КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Дисертација је написана у складу са образложењем наведеном у пријави теме и садржи све битне елементе које је потребно да садржи једна докторска дисертација.

Оригинални научни допринос дисертације „Утицај полиелектролита на интеракцију дрвета и водоразредивих премаза“ је утврђивање доминантних параметара раствора полиелектролита који утичу на модификацију површине дрвета. Оваквом модификацијом површине дрвета могуће је на брз и једноставан начин, без великих трошкова унапредити укупна својства дрвета као подлоге и на тај начин побољшати интеракцију са водоразредивим премазима, односно квалитет лакиране површине дрвета применом овог типа премаза. Модификација површине применом раствора полиелектролита може се применити и у другим процесима

<p>обrade дрвета.</p> <p>Нису примећени недостаци дисертације који су могли да утичу на резултате истраживања.</p>
<p>IX ПРЕДЛОГ:</p>
<p>На основу сагледавања укупног садржаја и изнете оцене докторске дисертације дипл.инж. Тања Палије Комисија констатује следеће:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Кандидаткиња је урадила докторску дисертацију под насловом „Утицај полиелектролита на интеракцију дрвета и водоразредивих премаза“. • Докторска дисертација је написана према свим стандардима у научно-истраживачком раду и испуњава све потребне услове предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Универзитета у Београду-Шумарског факултета. • Истраживања у оквиру докторске дисертације су по структури, методологији и обиму обављена у складу са пријављеном темом, за коју је Веће научних области биотехничких-наука Универзитета у Београду дало сагласност број: 06-56/14 од 01.02.2012.године. <p>Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду-Шумарског факултета, да дисертацију дипл.инж. Тање Палије стави на увид јавности, да прихвати Извештај о оцени израђене докторске дисертације и упути га Већу научних области биотехничких-наука Универзитета у Београду на коначно усвајање, као и да се кандидаткиња дипл.инж. Тања Палија, након завршене процедуре, позове на јавну одбрану.</p>

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Милан Јајић, редовни професор
Универзитета у Београду – Шумарски факултет

др Миланка Ђипоровић-Момчиловић, редовни професор
Универзитета у Београду – Шумарски факултет

др Ксенија Радотић Хаџи-Манић, научни
саветник Универзитета у Београду – Институт за
мултидисциплинарна истраживања

др Марко Петрич, редовни професор
Универзитета у Љубљани – Биотехнички факултет

др Ивана Гавриловић-Грмуша, доцент
Универзитета у Београду – Шумарски факултет