

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ  
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ – ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА

**Предмет:** Извештај комисије за оцену израђене докторске дисертације маг. инж. Николе Шушића, под насловом „Утицај прореда на структуру састојина и прираст стабала будућности беле липе (*Tilia tomentosa* Moench) на подручју Националног парка „Фрушка гора”

**I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ**

**1. Орган који је именовао (изабрао) комисију и датум:**

Одлуком Наставно-научног већа Шумарског факултета Универзитета у Београду бр. 01-2/33, од 29.03.2023. године, образована је Комисија за оцену израђене докторске дисертације кандидата маг. инж. Николе Шушића, под насловом „УТИЦАЈ ПРОРЕДА НА СТРУКТУРУ САСТОЈИНА И ПРИРАСТ СТАБАЛА БУДУЋНОСТИ БЕЛЕ ЛИПЕ (*TILIA TOMENTOSA* MOENCH) НА ПОДРУЧЈУ НАЦИОНАЛНОГ ПАРКА „ФРУШКА ГОРА”.

Састав комисије са назнаком 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:

1. др Бранко Стајић, редовни професор Универзитета у Београду – Шумарског факултета, ужа научна област Планирање газдовања шумама, изабран у звање 31. марта 2021. године
2. др Дамјан Пантић, редовни професор Универзитета у Београду – Шумарског факултета, ужа научна област Планирање газдовања шумама, изабран у звање 10. јуна 2015. године.
3. др Матјаж Чатер, доцент Универзитета у Љубљани – Биотехничког факултета, научна област Гајење шума, изабран 26.03.2012., реизабран 27.03.2017. године.
4. др Драгица Станковић, научни саветник Универзитета у Београду – Института за мултидисциплинарна истраживања, ужа научна област Екологија шума и заштита животне средине, изабрана у звање 27.09.2017. године.
5. др Томислав Дубравац, научни саветник у трајном звању, Хрватски шумарски институт, Јастребарско, научно поље Шумарство, изабран у звање 28.06.2017. године.

**II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ**

1. Име, име једног родитеља, презиме:  
**Никола, Мирољуб, Шушић**
2. Датум, и место рођења, општина, држава:  
**20.03.1991. године, Краљево, Република Србија**
3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада:  
**20.03.2017. године, Универзитет у Београду, Шумарски факултет; мастер рад: „Карактеристике раста лужњака (*Quercus robur* L.) и сладуна (*Quercus frainetto* Ten.) у почетној фази развоја и њихов значај са узгојног аспекта”**
4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука/мастера:  
**Шумарство - Гајење шума**

**III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Утицај прореда на структуру састојина и прираст стабала будућности беле липе (*Tilia tomentosa* Moench) на подручју Националног парка „Фрушка гора”

**IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Докторска дисертација под насловом „Утицај прореда на структуру састојина и прираст стабала будућности беле липе (*Tilia tomentosa* Moench) на подручју Националног парка „Фрушка гора” садржи укупно 245 страна, од чега је: 186 страна текста и 20 страна литературе. Докторска дисертација садржи укупно 70 табела, 7 слика, 122 графикона и 33 прилога. Списак релевантне литературе, везане за област истраживања, садржи 249 литературних референци. Текст је подељен у 10 поглавља, која су структурирана тако да представљају посебне, али логички повезане целине:

1. УВОД (1–5 стр.)

2. ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА (6–7 стр.)
3. ЦИЉ И ЗАДАТАК ИСТРАЖИВАЊА (стр. 8)
4. ХИПОТЕЗЕ (стр. 9)
5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА (10–28 стр.)
6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА (29–164 стр.)
7. ДИСКУСИЈА (165–183 стр.)
8. ЗАКЉУЧЦИ (184–186 стр.)
9. ЛИТЕРАТУРА (187–206 стр.)
10. ПРИЛОЗИ (207–245 стр.)

Иза поглавља „Прилози” дата је биографија кандидата, као и потребне изјаве кандидата о ауторству, истоветности штампане и дигиталне верзије рада, као и овлашћење о начину коришћења. Дисертације је написана ћиричним писмом, у складу са Упутствима за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду.

## У ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

**Наслов докторске дисертације** одговара дефинисаном предмету и циљевима истраживања. Наслов дисертације јасно указује на тематику и садржај дисертације.

### 1. УВОД (1–5 стр.)

У уводу кандидат полази од **Теоријске основе неге шума (потпоглавље 1.1)** и наводи-дознаку стабала, као темељни стручни шумарски поступак који одређује само шумарство и указује на положај гајења шума у шумарској науци. У наставку се разматрају основне одреднице гајења једнодобних шума — ток опходње у једнодобној шуми, основна подела сеча у гајењу шума, улога неге у гајењу једнодобних шума, са посебним освртом на гајење шума блиско природи (*close-to-nature silviculture*), уз разматрање биолошких претпоставки на којим се заснивају прореде као мере неге (биолошко диференцирање стабала). На крају потпоглавља, кандидат наводи неке од ефеката прореда на основу литературних извора — ефекте прореда на структуру састојина, производност, стабилност, виталност, биодиверзитет, естетику шуме и друге ефекте. У **потпоглављу 1.2 (Приступу нези и циљеви неге)** истиче се да један од приступа неге шума који највише доприноси оптимизацији раста циљних стабала и унапређењу њиховог квалитета представља селективна прореда. Код селективне прореде наводе се два основна приступа избора стабала будућности као колектива стабала од нарочитог значаја у нези — први приступ је везан за перманентну селекцију стабала будућности током опходње уз постепен крајњи одабир, док је други приступ везан за избор стабала при првој прореди и њиховој перманентној нези до краја опходње. У наставку се, у контексту улоге неге шума, истичу питања одрживости и потреба за адаптивним мерама у контексту текућих и будућих климатских промена. У овом потпоглављу, кандидат, служећи се литературом, наводи дистинкцију између традиционалног гајења шума које има састојински карактер и стабилничног гајења, усмереног на циљна стабла који се сматра иновативнијим приступом. У кратким цртама износи се проблем одређивања оптималног броја стабала будућности према литературним изводима. У **потпоглављу 1.3 (Бела липа (*Tilia tomentosa* Moench) у Србији, на Фрушкој гори и њен значај)**, наводе се аутохтоне врсте липа у Србији и генерално стање шума у којима је заступљена липа на основу података из Националне инвентуре шума Србије. Наводи се доминација изданачког (вегетативног) порекла састојина липе у Србији и на Фрушкој гори у односу на састојине семеног порекла. У наставку су дати основни подаци о обраслој површини у НП „Фрушка гора” и учешћу беле, ситнолисне и крупнолисне липе у шумском фонду националног парка. Такође је дат и краћи историјски преглед развоја националног парка, са посебним освртом на промене које су забележене у стању шума према доступним литературним изводима. На крају Увода, наслањајући се на објављене литературне изворе, кандидат разматра главне узроке затеченог, неповољног стања шума на подручју НП „Фрушка гора” истичући да је доминација липа првенствено последица неуредно вођених сеча обнове у храстовим и буковим шумама што липа користи захваљујући јакој регенеративној способности. Увод дисертације се завршава значајем беле липе за шумарство у ширем контексту.

### 2. ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА (6–7 стр.)

У овом поглављу кандидат досадашња истраживања посматра посебно на националном нивоу (**потпоглавље 2.1 Гајење липа у Србији**) и европском нивоу (**потпоглавље 2.2 Гајење липа у Европи**). У првом делу наводе се, претежно хронолошки, литературни извори који су

указивали на значај и потребе за изучавањем липа и неке добијене резултате, претежно везане за састојинско структуру у различитим деловима Србије (Фрушка гора, Делиблатска пешчара, Ђердап, Јастребац). На основу анализе литературе, кандидат закључује да садашње неповољно стање липових састојина на подручју НП „Фрушка гора” захтева оптимизацију гајења, нарочито јер се за дугорочни циљ претпоставља њихова конверзија у смеру природнијег састава шума, првенствено са едификаторима различитих врста храстова и букве који су истиснути од стране липе. Наводи се како се управо мерама неге такав дугорочни циљ може постићи на временски и материјално одржив начин. Кандидат такође истиче веома мали број литературних извора који садрже већ остварене ефекте неге применом прореда у састојинама беле липе. У другом делу овог поглавља (потпоглавље 2.2.), кандидат наводи значај липа (нарочито ситнолисне и крупнолисне) у Европи и наводи литературне изворе којим се аргументује да расте интересовање за липама у Европи, што је везано и за њихову отпорност у условима климатских промена у условима Централне Европе. Наводе се неке од препорука за гајење липа у европској литератури, као и њихов генерални значај.

### **3. ЦИЉ И ЗАДАТАК ИСТРАЖИВАЊА (стр. 8)**

Главни циљ рада усмерен је на дефинисање утицаја различитих метода прореда на елементе раста стабала и структуру изданачких састојина беле липе, као и прираст стабала будућности у третману селективне прореде, која је примењена на расположивим трајним огледним површинама, и упоредивих стабала (колектив стабала одабран по истим критеријумима као и колектив стабала будућности), али у третману ниске прореде, која се примењује на ширем подручју Националног парка „Фрушка гора” у оквиру плански дефинисане опходње од 80 година.

У сврху остваривања наведеног циља рада, а на основу расположивих трајних огледних површина са третманом селективне прореде у протеклом 25–26-годишњем периоду као неопходног услова за наведену компарацију, било је неопходно реализовати већи број задатака истраживања, од којих се као најбитнији, издвајају следећи:

- дефинисати методологију за прикупљање емпиријских података и њихову компаративну анализу;
- на основу прикупљених емпиријских података извршити анализу састојинске структуре на огледним површинама, уз посебан осврт на разматрање старосне структуре, затим извршити мапирање крошњи упоредивих колектива стабала, одредити елементе изграђености крошњи упоредивих колектива стабала, дефинисати просторну структуру и компетицијске односе суседних стабала;
- дефинисати промене елемената раста стабала и структуре састојина у зависности од старости и метода прореде.

### **4. ХИПОТЕЗЕ (стр. 9)**

У складу са прикупљеним материјалом и постављеним циљевима и задацима истраживања, као и прегледом резултата досадашњих истраживања, кандидат је дефинисао следеће полазне хипотезе:

1. Стабла будућности под утицајем селективне прореде и упоредива стабла под утицајем ниске прореде у периоду од 25–26 година се значајно разликују у елементима раста, изграђености крошње и степену виткости, у свим анализираним старостима састојина у распону 52–86 година;
2. Стабла будућности под утицајем селективне прореде показују јачу реакцију у дебљинском прирасту у односу на упоредива стабла под утицајем ниске прореде у анализираним старостима састојина;
3. Прирасна реакција стабала будућности под утицајем селективне прореде опада са старошћу;
4. Услед јаким селективних прореда усмерених на стабла будућности, опходња се може скратити уколико се за циљ газдовања узима техничка опходња заснована на циљаном пречнику најквалитетнијег сортимента и циљаном броју стабала будућности.

### **5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА (10–28 стр.)**

У потпоглављу 5.1 (Објекат истраживања и примењени третмани) наводи се да су предмет истраживања изданачке састојине беле липе у оквиру најзаступљенијег типа шуме у западном делу Националног парка „Фрушка гора”. Дати су основни еколошки услови за овај тип

станишта, као и климатске карактеристике, приказане за метеоролошку станицу Сремска Митровица. Компаративна истраживања су спроведена у три састојине, старости 52, 69 и 86 година, односно на крају претходно дугорочно пројектованог истраживаног периода од оснивања трајних огледних површина 1993/94. године (2019. године). Кандидат дефинише ефекте прореда у оквиру два диференцирана третмана: третман Е — селективна прореда усмерена на стабла будућности који се спроводио на расположивим трајним огледним површинама од оснивања 1993/94. године и третман П — ниска прореда у истим састојинама, где су основане компаративне огледне површине у суседству претходно наведених. У овом потпоглављу су приказани подаци о огледним површинама (припадност газдинској јединици, одељењу, одсеку и површина огледа). Наглашава се да су критеријуми за избор стабала будућности на третману Е аналогно коришћени и у избору „упоредивих стабала” на третману П, али 25–26 година касније. Тиме је анализирано око 150 стабала по хектару на оба наведена третмана у три наведене старости састојина. На основу тога, створена је основа за објективно упоређивање две узгојне стратегије које одражавају различите приступе у газдовању састојинама беле липе. У потпоглављу **5.2 (Прикупљање и обрада података)** наведено је да је **провера старости састојина и реконструкција дебљинског прираста (наслов потпоглавља 5.2.1)** извршена преко извртака прикупљених у оквиру колектива стабала будућности и упоредивих стабала, која припадају категорији доминантних стабала у састојинама. Наведен је детаљан методолошки поступак прикупљања и обраде извртака.

У наставку у потпоглављу **5.2.2 (Структура састојине, елементи раста стабала, састојина и колектива упоредивих стабала)** кандидат описује премер пречника и висина стабала на огледним површинама које су коришћене за потребе карактеризације структуре састојине, елемената раста стабала, састојина и колектива упоредивих стабала. Наводе се елементи раста који су мерени, оцењени или израчунати на нивоу састојине или колектива упоредивих стабала: број стабала ( $N$ ), њихови пречници ( $d_{1,30}$ ), висине ( $h$ ), биолошки положај (БП), степен стешњености крошње (СК), квалитет дебла (КД), темељница ( $G$ ), запремина ( $V$ ), аритметички средњи пречник ( $d_a$ ), средњи пречник по темељници ( $d_g$ ), аритметички средња висина ( $h_a$ ), Лорајева средња висина ( $h_L$ ), средњи пречници и средње висине 100 најдебљих стабала ( $d_{g100}$  и  $h_{dom100}$ ), као и део потенцијално највредније запремина ( $V_f$ ) на састојинском нивоу. На нивоу стабала будућности и упоредивих стабала (око 150 стабала по хектару), утврђен је њихов број по хектару у састојини ( $N_k$ ), средњи пречник по темељници ( $d_{gk19}$ ), аритметички средња висина ( $h_{ak}$ ), Лорајева средња висина ( $h_{Lk}$ ), степен виткости ( $h:d_k$ ), дужина дебла до прве примарне гране или рачве ( $h_d$ ), темељница ( $G_{k19}$ ), укупна запремина ( $V_k$ ), број стабала са средњим пречником од најмање 35,0 cm без коре ( $N_{rk}$ ) и њихова запремина до прва два метра дужине ( $V_{rk}$ ) у 2019. години. Такође су, преко извртака добијених Преслеровим сврдлом, реконструисани пречници стабала из 1993/94. године. Затим се описује израчунавање текућег дебљинског и темељничног прираста стабала на основу анализираних периода истраживања.

Кандидат даље у **потпоглављу 5.2.3 (Просторна структура)** наводи на који начин је окарактерисана просторна структура састојине и стабала будућности/упоредивих стабала — стабла су картирана на основу прикупљања координата стабала на терену у локалном координатном систему на основу чега је израчунат Clark-Evans R индекс просторне структуре. Поред тога, извршено је израчунавање димензионог диференцирања пречника и висина на нивоу састојине и различитих колектива (стабла БП1, стабла СК1, стабла будућности/упоредива стабла).

Изграђеност крошњи стабала будућности/упоредивих стабала (**потпоглавље 5.2.4 Параметри изграђености крошње стабала будућности и упоредивих стабала**) окарактерисана је преко 22 елемента изграђености крошње. За те потребе, мерена је висина стабала ( $h$ ), висина почетка крошње ( $h_{cb}$ ), висина најширег дела крошње ( $h_b$ ) и осам полупречника крошње који су вертикално пројектовани на подлогу помоћу „Blume-Leiss Kronenmesser” инструмента. На основу тих података израчуната је дужина крошње ( $l$ ), пречник (ширина) крошње ( $b$ ), релативна дужина крошње ( $l:h$ ), дужина крошње светлости ( $l_o$ ), дужина крошње сенке ( $l_u$ ), удео крошње светлости ( $l:l_o$ ), удео крошње сенке ( $l:l_u$ ), степен раширености крошње ( $b:h$ ), степен здепатости крошње ( $b:l$ ), однос ширења крошње ( $b:d_{1,3}$ ), застрта површина крошње ( $Z_p$ ), укупна површина омотача крошње ( $P_k$ ) као збир површине омотача крошње светлости ( $P_o$ ) и површине омотача крошње сенке ( $P_u$ ), као и укупна запремина крошње ( $V_{kk}$ ) добијена као збир запремине

крошње светлости (апроксимирана кубним параболоидом,  $V_{ko}$ ) и запремине крошње сенке (апроксимирана превршеном купом,  $V_{ku}$ ), одступање тежишта полигона крошње од центра дебла ( $T_b$ ) и варијабилност полупречника крошње ( $rCV\%$ ).

Компетицијски статус стабала будућности и упоредивих стабала (**потпоглавље 5.2.5 Компетицијски индекси**) анализиран је преко 12 индекса компетиције. Коришћено је пет индекса који не зависе од дистанци између стабала (*distance independant index*) и седам који зависе од дистанци (*distance dependant index*). За све индексе примењиван је радијус компетиције који износи  $0,33h$  предметног стабла. Из прве групе, као показатељ компетицијског статуса, коришћен је број конкурената, сума темељнице стабала, Logimer (1983) индекс, Daniels et al. (1986) и Rouvinen & Kuuluvainen (1997) индекс. Од индекса за које су потребне дистанце између стабала, коришћени су Hegyi (1974), Alemdag (1978), Martin & Ek (1984), Jiang & Qiu (1994), Rouvinen & Kuuluvainen 2 и 3 и Joahnn (1982) индекси.

У статистичкој обради података (**5.3 Статистичка анализа података**), кандидат наводи да су коришћени показатељи дескриптивне статистике (аритметичка средина, стандардна девијација, коефицијент варијације, коефицијент асиметрије и коефицијент спљоштености) за анализирани елементе раста на нивоу састојине, стабала будућности и упоредивих стабала, као и за елементе изграђености крошње и компетицијске индексе. За елементе на састојинском нивоу коришћена је подела огледних поља на потпоља, коју кандидат приказује у Прилозима. За карактеризацију стабала будућности/упоредивих стабала коришћена су појединачна стабла. Дескриптивну статистику прате дистрибуције података израђене у R окружењу. Тестирање разлика аритметичких средина између третмана вршено је *t*-тестом уколико су биле испуњене претпоставке нормалности расподеле и једнакости варијанси (тестирано Shapiro-Wilk, односно Levene тестовима). Уколико услови нису били испуњени, примењивано је три трансформације података пре него би се прешло на тестирање непараметарским тестом (Mann Whitney U тест). Код статистичке анализе прираста, примењивана је анализа коваријансе како би се узео у обзир утицај почетних димензија (из 1993/94. године) на вредности прираста. У тестирању разлика између третмана коришћен је Tukey(HSD) текст.

Промена елемената раста у времену на састојинском нивоу вршена је користећи величине са појединих потпоља, а за промене у времену на нивоу стабала будућности/упоредивих стабала коришћена су појединачна стабла. Индекси компетиције су ранжирани на основу корелација сваког од индекса са елементима раста стабала и њихових крошњи. У циљу поређења индекса компетиције израчунати су њихови рангови за шта је коришћена значајност регресије, где је ранг 1 добио индекс са највећом значајношћу. Кандидат на крају поглавља наводи софтвере и пакете који су коришћени у R окружењу за статистичку анализу.

## **6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА (29–164 стр.)**

Резултати су приказани у три потпоглавља. У **потпоглављу 6.1 (Структура састојина)**, структура састојине се карактерише преко старости састојине, броја стабала по хектару, дебљина и висина стабала, степена виткости, темељнице и запремине стабала. Посебно се анализира просторна структура преко Clark-Evans R индекса и димензионог диференцирања стабала. У **потпоглављу 6.1.1 (Старост састојина)** приказују се резултати провере старости састојина и закључује да се старост из актуелних основа газдовања шумама може прихватити у даљем разматрању за карактерисање прирасне снаге стабала. У наставку, у **потпоглављу 6.1.2 (Број стабала по хектару)**, се приказује број стабала по врстама дрвећа, биолошким положајима, степену стешњености крошње и квалитету дебла и потврђује да се ради о чистим састојинама липе, уз наглашавање забележених разлика између третмана прореди. Састојинска структура се даље детаљније разрађује преко дескриптивне статистике и дистрибуција дебљинске (**потпоглавље 6.1.3, Дебљине стабала**) и висинске структуре (**потпоглавље 6.1.4, Висине стабала**) уз одговарајуће статистичко тестирање. Наглашава се забележена бимодалност расподела на третману селективне прореди у односу на унимодалност на третману ниске прореди у старости састојина 52 и 69 година. На сличан начин приказани су степен виткости (**потпоглавље 6.1.5, Степен виткости**), темељница (**потпоглавље 6.1.6, Темeljница састојина**) и запремина стабала (**потпоглавље 6.1.7, Запремина састојина**). Ово потпоглавље кандидат закључује збирном табелом свих анализираних елемената структуре и истиче разлике између третмана. Резултати показују да је на састојинском нивоу на третману селективне прореди значајно мања темељница и запремина уз значајно веће средње пречнике и нижи степен

виткости, у односу на третман ниске прореди. Разлике у висинама су мање изражене, али је уочљиво да су висине ниже на третману селективне прореди. На третману селективне прореди забележен је апсолутно и релативно већи број стабала првог биолошког положаја, са слободно стојећом крошњом и са квалитетним деблом, у односу на третман ниске прореди.

У анализи просторне структуре (**потпоглавље 6.1.8, Просторна структура састојине**) преко Clark & Evans R индекса, кандидат наводи разлике између третмана по различитим колективима стабала (укупна састојина, колектив стабала првог биолошког положаја, колектив стабала са слободно стојећом крошњом). На аналоган начин, анализира се просторни распоред преко димензионог диференцирања пречника и висина стабала и наводе се разлике између третмана.

У **потпоглављу 6.2 (Структура стабала будућности и упоредивих стабала)** анализирају се разлике између третмана по наведеним старостима састојина на нивоу колектива стабала будућности (третман селективне прореди) и упоредивих стабала (третман ниске прореди) са различитих аспеката. У првом делу овог потпоглавља, кандидат анализира разлике између третмана у основним елементима структуре — броју стабала, биолошким положајима, степену стешњености крошње и квалитету дебла (**потпоглавље 6.2.1, Број стабала по хектару**), дебљинској и висинској структури и њиховим дистрибуцијама, средњим пречницима на почетку и на крају истраживаног периода, средњим висинама, дужином дебла (**потпоглавља 6.2.2, Дебљине стабала и 6.2.3, Висине стабала**), степеном виткости (**потпоглавље 6.2.4, Степен виткости стабала**), темељници (**потпоглавље 6.2.5, Темељница стабала**) и запремини (**6.2.6, Запремина стабала**) на крају истраживаног периода. На крају овог дела резултата, даје се збирна табела на основу које кандидат упоређује два третмана по старостима састојина и истиче да су стабла будућности на третману селективне прореди окарактерисана већим пречницима, темељницом и запремином, као и нижим вредностима степена виткости у односу на упоредива стабла на третману ниске прореди. Висине стабала су значајно ниже на третману селективне прореди у старости 52 године, док су у друге две анализирани старости разлике мање изражене. Истиче се да је на третману селективне прореди забележено више стабала пречника преко 35,0 cm без коре што указује и на већу потенцијалну запремину највреднијих сортимената на овом третману. У наставку се анализира **Изграђеност крошњи стабала (потпоглавље 6.2.7)** преко 22 елемента изграђености крошње наведених у Материјалу и Методу. Кандидат сваки од тих елемената описује преко табеле дескриптивне статистике, хистограма средњих вредности праћеног главним резултатима статистичког тестирања и дистрибуцијама података и наводи разлике између третмана. Посебно се анализира укупна површина застирања крошњи стаблима будућности/упоредивим стаблима и истиче да стабла будућности на третману селективне прореди крошњама покривају знатно већу површину у односу на упоредива стабла на третману ниске прореди. У старостима 69 и 86 година, стабла будућности граде потпун склоп (0,73, у старости састојине 69 година, односно 0,69 у старости састојине 86 година), за разлику од колектива упоредивих стабала која граде склоп на нивоу 0,29–0,46. У оквиру **Просторне структуре стабала (потпоглавље 6.2.8)** наводи се просторни распоред стабала будућности и упоредивих стабала преко Clark & Evans R индекса и закључује да је распоред у свим случајевима равномеран. Додатно се анализира димензионо диференцирање пречника и висина и закључује да између третмана нема већих разлика иако су забележене сигнификантне разлике у појединим случајевима. На основу досад наведеног, потврђују се радне хипотезе 1 и 4.

Компетицијски статус стабала будућности и упоредивих стабала приказан је у оквиру **потпоглавља 6.2.9 (Компетицијски индекси)** на основу 12 индекса компетиције. Сваки од индекса приказан је на основу табеле дескриптивне статистике, хистограма средњих вредности са главним елементима статистичког тестирања и дистрибуцијама података који су посебно коментарисани. Кандидат генерално закључује да су стабла будућности на третману селективне прореди под значајно слабијим компетицијским притиском својих непосредних суседа у радијусу од 0,33h, у односу на упоредива стабла на третману ниске прореди. Индекси компетиције се доводе у везу са елементима раста посматраних колектива стабала и рангирају преко суме рангова тако да кандидат издваја индексе који су показали боље корелације са елементима раста, конкретно индекс Rouvinen & Kuuluvainen 2 (1997) који је код 14 елемената раста остварио најбољи ранг. Посебно се приказују елементи раста и њихове корелације са индексима компетиције (**потпоглавље 6.2.10, Веза индекса компетиције и елемената раста стабала**

**будућности и упоредивих стабала)** и установљава се да је степен виткости показао ранг 1 код 7 од 12 индекса конкуренције. Наводе се и други елементи који су остварили јаче корелације са индексима конкуренције — степен раширености крошње, ширина крошње, укупна површина омотача крошње, прсни пречник, површина омотача крошње светлости и површина застирања крошње. Слабе корелације показују дужина крошње сенке, одступање тежишта крошње од центра дебла, висина стабла, варијабилност полупречника крошњи и дужина дебла. У оквиру потпоглавља **6.2.11 (Прираст стабала будућности и упоредивих стабала)** анализиран је периодични дебљински и темељнични прираст за период од 1993/94. до 2019. године и на основу њега израчунат текући дебљински и темељнични прираст. Кандидат посебно приказује резултате за дебљински и темељнични прираст који се састоје из табеле дескриптивне статистике, хистограма средњих вредности са главним елементима статистичког тестирања (уз анализу коваријансе којом се уважава утицај почетних димензија са почетка анализираних периода на вредности прираста) и дистрибуција података које се посебно коментаришу. На основу ових резултата потврђују се радне хипотезе 2 и 3. Дебљински и темељнични прирасти су сигнификантно већи на третману селективне прореде у све три анализираних старости састојина. Наглашава се да дебљински прираст опада са старашћу код оба третмана што није случај и код темељничног прираста који је највећи у старости састојине 69 година на третману селективне прореде. У потпоглављу **6.3 (Промена елемената раста стабала и структуре састојина у зависности од старости и метода прореде)** кандидат на основу доступне три временске тачке (старост састојина 52, 69 и 86 година), даје генералне трендове промене средњих вредности анализираних елемената раста. Притом се дефинише да ли тренд уопште постоји (да ли је сигнификантан) и ако постоји, да ли је линеаран или квадратни. На основу промена тренда закључује се да се потенцијално оптимум појединих елемената раста на састојинском нивоу или нивоу упоредивих стабала може тражити негде између старости састојина 52 и 69 година, али се и наводи да се таква оптимализација на анализираним узорку не може егзактно утврдити и да представља простор за будућа истраживања.

## **7. ДИСКУСИЈА (165–183 стр.)**

Поглавље Дискусија је структурирано у пет потпоглавља у складу са резултатима истраживања, тако да су посебно дискутују поједини делови кроз потпоглавља **7.1 (Структура и елементи раста састојина)**, **7.2 (Структура и елементи раста стабала будућности и упоредивих стабала)**, **7.3 (Изграђеност крошњи стабала будућности и упоредивих стабала)**, **7.4 (Компетицијски индекси)** и **7.5 (Дебљински и темељнични прираст)**. У оквиру ових потпоглавља, кандидат дискутује о резултатима својих истраживања и указује на сличности и разлике у односу на резултате истраживања других аутора, мада истиче недостатак сличних истраживања што у домаћој, што у иностраној литератури што се тиче саме беле липе. У том смислу се више ослања на резултате објављене на другим врстама дрвећа, посебно онима са којима се липа јавља у заједницама (нпр., китњак, лужњак, цер) или оним које имају и неке сличне еколошке особине (нпр., буква). На крају се у облику једне врсте закључних разматрања резултати дисертације посматрају у ширем контексту и дискутују потенцијалне импликације резултата у смислу могућих препорука за праксу. Даје се и предлог будућних истраживања која би се могла наслонити на постојеће резултате.

## **8. ЗАКЉУЧЦИ (184–186 стр.)**

У овом поглављу кандидат даје преглед резултата који је по редоследу аналоган приказу у Резултатима и Дискусији. Износи се укупно шест главних закључака: на нивоу састојинске структуре; на нивоу структуре стабала будућности и упоредивих стабала; на нивоу изграђености крошњи стабала будућности и упоредивих стабала; на нивоу конкуренцијског статуса стабала будућности и упоредивих стабала; на нивоу прираста стабала будућности и упоредивих стабала и један генерални закључак са ширим потенцијалним импликацијама резултата на газдовања састојинама беле липе на подручју НП „Фрушка гора” праћен предлогом будућних истраживања.

## **9. ЛИТЕРАТУРА (187–206 стр.)**

У овом поглављу приказано је 249 литературних извора, везаних за проблем истраживања. Кандидат на правилан начин користи наводе из обрађене литературе кроз текст дисертације. Доминантно су заступљене референце на енглеском језику, али је покривена и домаћа литература која третира наведену проблематику.

## 10. ПРИЛОЗИ (207–245 стр.)

У оквиру 33 дата прилога, кандидат даје детаљан приказ статистичке обраде што укључује дескриптивну статистику приказану по потпољима, вредности параметарских и непараметарских тестова коришћених за поређење третмана, вредности тестова хомогености варијанси и нормалности расподеле, вредности Kolmogorov-Smirnov тестова, резултате трансформације података, сигнификантност коефицијаната корелације елемената раста стабала и њихових крошњи и индекса компетиције, резултате коваријансе за прирасте стабала будућности и упоредивих стабала и резултате тестирања значајности функција изравнавања података елемената структуре и компетиције по старостима састојина. Додатно су приказане фотографије којима су визуелно документована стања хоризонталне и вертикалне изграђености састојина, као и изглед стабала будућности/упоредивих стабала на огледним површинама по третманима неге.

## VI ЗАКЉУЧЦИ, ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Приказани закључци произилазе из резултата истраживања и у логичном следу прате њихову структуру:

- Изданацке састојине беле липе под утицајем селективне прореди од старости 26, 44 и 61 годину после 25–26 година имају мањи број стабала, мању темељницу и запремину по хектару у односу на састојине под утицајем ниске прореди, а имају веће средње и доминантне пречнике и веће учешће стабала пречника преко 35,0 cm без коре (минимални пречник фурнирског трупа), као и повећану стабилност изражену преко степена виткости, у односу на састојине под перманентним утицајем ниске прореди. Састојине имају бимодални облик дебљинске структуре и варијабилнију хоризонталну и вертикалну структуру (унапређен димензиони диверзитет састојине), која се тек на крају опходње преводи у унимодалну структуру са доминацијом стабала будућности равномерно распоређених по површини. На састојинском нивоу, промене вредности елемената раста су претежно линеарног опадајућег (број стабала и степен виткости на третману селективне прореди) или растућег тренда (средњи пречник по темељници и аритметички средња висина), док код темељнице и запремине није забележен значајан тренд промене вредности ни у једном од третмана. Криволинијски растући тренд је забележен код Лорајеве средње висине и степена виткости на третману ниске прореди.

- Стабла будућности на третману селективне прореди карактеришу се већим средњим пречником, темељницом и запремином, као и већим учешћем потенцијалне, односно највредније запремине (стабла пречника већих од 35,0 cm без коре) у старости састојина 52 и 69 година у односу на упоредиви колектив стабала на третману ниске прореди. Нумеричке вредности средњег пречника по темељници и запремине стабала будућности и упоредивих стабала као неки од узгојно и газдински најважнијих елемената раста, указују на ефекте спроведених третмана неге: средњи пречник по темељници стабала будућности на третману селективне прореди износи од 34,9 cm (старост 52 године) преко 41,6 cm (старост 69 година) до 42,1 cm (старост 86 година). Средњи пречник по темељници упоредивих стабала на третману ниске прореди износи од 28,7 cm (старост 52 године), преко 34,3 cm (старост 69 година) до 39,3 cm (старост 86 година). Учешће стабала будућности и упоредивих стабала у затченој запремини показује да су стабла будућности на третману селективне прореди главни носиоци продукције чинећи од 71,8% ( $157,37 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) запремине састојине у старости 52 године, преко 77,4% ( $218,28 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) у старости 69 година, до 83,9% ( $236,61 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) укупне запремине у старости 86 година. Упоредива стабала на третману ниске прореди чине од 22,1% ( $110,81 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) укупне запремине у старости 52 године, преко 39,7% ( $157,65 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) у старости 69 година до 47,7% ( $222,36 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) укупне запремине у старости 86 година.

- Стабла будућности се карактеришу и значајно већом статичком стабилношћу израженом преко степена виткости. У погледу висина, веће разлике између третмана постоје само у старости састојина 52 године и висине су мање на третману селективне прореди. Наведени елементи раста стабала су у извесној мери повољнији и у старости 86 година код стабала будућности, али су разлике код колектива упоредивих стабала између различитих третмана знатно мање изражене у односу на разлике у старости 52 и 69 година. Средњи пречник, висина и запремина стабала будућности показују растуће трендове са старошћу на оба третмана с тим што је код селективне прореди тренд увек криволинијски за разлику од третмана ниске прореди где је линеаран (изузев код средње висине).



- Стабла будућности на третману селективне прореди се карактеришу већим, и правилнијим крошњама у односу на упоредива стабла на третману ниске прореди. Средње вредности неких од елемената који имају посебан биолошки, узгојни и газдински значај то потврђују.

- Просечна вредност ширине крошње је на третману селективне прореди од 6,3 m (старост састојине 52 године), преко 7,9 m (старост састојине 86 година) до 8,4 m (старост састојине 69 година) док је на третману ниске прореди од 3,8 m (старост састојине 52 године), преко 5,0 m (старост 69 година) до 6,3 m (старост састојине 86 година).

- Просечна површина застирања крошње је на третману селективне прореди је од 31,1 m<sup>2</sup> (старост 52 године) преко 48,5 m<sup>2</sup> (старост 86 година) до 54,2 m<sup>2</sup> (старост састојине 69 година). На третману ниске прореди, средње вредности површине застирања крошње су од 11,7 m<sup>2</sup> (старост састојине 52 године), преко 19,8 m<sup>2</sup> (старост састојине 69 година), до 30,8 m<sup>2</sup> (старост састојине 86 година).

- Просечна површина омотача крошње светлости као најважнијег асимилационог дела крошње је на третману селективне прореди од 168,5 m<sup>2</sup> (старост састојине 52 године), преко 266,2 m<sup>2</sup> (старост састојине 86 година) до 294,8 m<sup>2</sup> (старост састојине 86 година). На третману ниске прореди, средње вредности су од 65,8 m<sup>2</sup> (старост састојине 52 године), преко 108,5 m<sup>2</sup> (старост састојине 69 година) до 177,2 m<sup>2</sup> (старост састојине 86 година).

- Мерени елементи као што су дужина и ширина крошње, висина почетка крошње, висина најширег дела крошње и дужина крошње светлости су веће код стабала будућности на третману селективне прореди у односу на упоредива стабла на третману ниске прореди у свим старостима састојина. Само се дужина крошње значајно не разликује у старости 86 година. Различити односи изведени из мерених елемената који примарно указују на карактеристике облика крошње, као што су удео крошње светлости и сенке, степен здепатости крошње, степен раширености крошње, однос ширења крошње и варијабилност полупречника крошње показују да су крошње стабала будућности правилније од крошњи колектива упоредивих стабала на третману ниске прореди. Средње вредности изведених елемената, односно површина омотача крошње светлости, крошње сенке и укупна површине омотача крошње, као и запремина крошње светлости, крошње сенке и укупна запремина су значајно веће на третману селективне прореди у свим старостима састојина у односу на упоредива стабла на третману ниске прореди. Елементи изграђености крошње који се не разликују значајно између третмана су дужина крошње сенке и одступање тежишта крошње од центра дебла. Значајне разлике између третмана у свим серијама показују да чак и када се са селективним прореди започне у старости 61. годину, стабла реагују и у развоју крошњи. Већина елемената раста крошњи стабала на третману ниске прореди има тренд линеарног повећања, за разлику од третмана селективне прореди где је он криволинијски.

- Утврђене су разлике у компетицијском статусу колектива стабала будућности и упоредивих стабала између третмана селективне и ниске прореди. Стабла будућности су под мањим степеном компетицијског притиска у односу на упоредив колектив стабала на третману ниске прореди. Индекси компетиције зависни од дистанци су се у овом истраживању показали као погоднији, а најбољу корелацију са елементима раста показао је индекс компетиције RK2 по Rouvinen и Kuuluvainen (1997). Уз RK2, добру корелацију са елементима раста показао је и Hegyi (1974) индекс заузимајући друго место на листи рангираној по суми рангова. Од анализираних компетицијских индекса који су независни од дистанци, најбољу корелацију са елементима раста показао је Lorimer (1983) индекс заузимајући треће место на листи рангираној по суми рангова. Вредности компетицијских индекса опадају са повећањем старости, што је потврђено значајношћу тренда код оба третмана прореди. На третману селективне прореди, тренд опадања је линеаран, док је на третману ниске прореди утврђен опадајући криволинијски тренд.

- Утврђене су разлике у прирасту пречника и темељнице колектива стабала будућности и упоредивих стабала између третмана селективне и ниске прореди. У погледу дебљинског и темељничног прираста, стабла будућности на третману селективне прореди показују јачу прирасну реакцију. Кумулативни ефекти селективне прореди видљиви су у све три анализирани старости почетка примене селективне прореди, при чему је дебљински прираст највећи у периоду од 26. до 52. године старости састојина, а темељнични у периоду од 44. до 69. године старости састојине. Прирасти са старошћу састојина опадају. Резултати указују да је гранични

период за оптималну прирасну реакцију беле липе у третману селективне прореди између старости 44 и 61 годину састојине. Нега састојина селективном проредом треба, генерално, да започне што раније будући да прирасна реакција са старошћу опада, иако су умањени ефекти видљиви и касније.

- На Фрушкој гори основни дугорочни циљ је превођење изданаких липових састојина у сложеније, мешовите састојине, које се састоје од природних едификатора својствених одређеном станишту, што осим липе укључује и храстове, букву, граб и друге врсте. Такав циљ се најбрже и најефикасније може постићи применом селективне прореди и добијањем веће количине квалитетнијих сортимената, а тиме и средстава за финансирање скуних радова за конверзију. У том случају се може препоручити селективна прореди са раним избором стабала будућности и интензивним приступом њихове неге.

- У пројекцији даљих истраживања, као главни задатак се може предложити проширење палете ефеката прореди. Неки од предмета истраживања који се могу сматрати као значајни у контексту актуелних климатских промена јесу утицај прореди на виталност стабала и њихове физиолошке параметре, затим и друге значајне проблеме као што је емисија гасова ефеката стаклене баште на објектима који су преко 25 година под различитим узгојним, односно газдинским третманом.

#### **VII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Докторска дисертација је написана јасним језичким стилем, прегледно је структурирана и написана. Одабрана методологија одговара постављеном проблему. Обрада података вршена је одговарајућим статистичким методама. Резултати су приказани текстуално, графички и табеларно. Кандидат је потврдио све четири постављене радне хипотезе чиме су реализовани циљеви истраживања. Дисертација представља оригиналан и самосталан научно-истраживачки рад, а резултати имају и практични значај.

**Имајући у виду да се, као услов за одбрану докторске дисертације, посавља објављен рад у часопису међународног значаја, Комисија констатује да је кандидат овај услов испунио. Кандидат је први аутор рада који се односи на предмет дисертације и објављен је у часопису од истакнутог међународног значаја, категорије M22:**

M22: Šušić N., Bobinac M., Andrašev S. (2022): Effects of two different thinning methods on the diameter and basal area increments of silver lime (*Tilia tomentosa* Moench) target trees in Fruška Gora (Serbia). Ann. For. Res. 65(2): 3–14. <https://doi.org/10.15287/afr.2022.2392>

#### **VIII КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ**

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

**Дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.**

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све неопходне елементе: насловну страну на српском и енглеском језику, информације о ментору и члановима комисије, резиме на српском и енглеском језику, садржај, текст рада по поглављима, литературу, биографију аутора, изјаву о ауторству, изјаву о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу. Докторска дисертација својим насловом, садржајем, постављеном методологијом, резултатима истраживања, начином тумачења добијених резултата, као и изнетих закључака, садржи све битне елементе који се захтевају за радове овакве врсте и представља један заокружен, самосталан научно-истраживачки рад.

**Комисија позитивно оцењује структуру и све елементе које садржи докторска дисертација.**

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Резултати дисертације дају оригиналан увид у дугорочне ефекте примене различитих метода проређивања липових састојина на аутохтоном природном станишту, чиме су омогућени елементи за објективно упоређивање на нивоу структуре састојина, изграђености крошњи и прираста стабала. Тиме су омогућени комплексни параметри за објективан избор и примену метода неге липових састојина на основу кога се боље могу остваривати циљеви газдовања у производном, еколошком и социјалном смислу, посебно везани за услове у Националном парку „Фрушка гора” где је бела липа широко заступљена врста. Бела липа као врста отпорна на сушу представља све већи интерес и у европском шумарству. Информације од значаја за њено

гајење и газдовање су применљиве за подручје НП „Фрушка гора”, али се могу екстраполирати и на шири ниво, јер резултати дисертације дају нове информације о биолошким особинама липе, значајне за процес газдовања (прирасна реакција, односно одговор беле липе на различиту доступност ресурса која зависи од регулације густине састојине и старости).

Дисертација кандидата Николе Шушића је утемељена на компарацији дугорочних ефеката примене различитих метода проређивања липових састојина, што представља први такав истраживачки подухват у Србији, и заснована је на веродостојним теоријско-методолошким и истраживачко-аналитичким поступцима, у погледу обима, структуре и релевантности грађе на којој се заснива.

**Имајући све наведено у виду Комисија констатује да ова дисертација даје оригинални допринос науци и ужој научној области Гајење шума.**

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања  
**Комисија није уочила недостатке докторске дисертације који би утицали на резултате истраживања.**

#### **IX ПРЕДЛОГ**

На основу укупне оцене докторске дисертације, комисија предлаже да се докторска дисертација кандидата маг. инж. шум. Николе Шушића под насловом „УТИЦАЈ ПРОРЕДА НА СТРУКТУРУ САСТОЈИНА И ПРИРАСТ СТАБАЛА БУДУЋНОСТИ БЕЛЕ ЛИПЕ (*TILIA TOMENTOSA* MOENCH) НА ПОДРУЧЈУ НАЦИОНАЛНОГ ПАРКА „ФРУШКА ГОРА”” **прихвати, а кандидату одобри одбрана.**

#### ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Бранко Стајић, редовни професор,

Универзитет у Београду, Шумарски факултет

др Дамјан Пантић, редовни професор,

Универзитет у Београду, Шумарски факултет

др Матјаж Чатер, доцент,

Универзитет у Љубљани, Биотехнички факултет

др Драгица Станковић, научни саветник,

Универзитет у Београду, Институт за мултидисциплинарна истраживања

др Томислав Дубравац, научни саветник у трајном звању,

Хрватски Шумарски Институт Јастребарско

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај