

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ  
Број:03-7610/3  
Датум:08.10.2015.

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. Зорана Максимовића под насловом:

„Конзервација и усмерено коришћење генофонда црне тополе (*Populus nigra* L.) на подручју Великог ратног острва“

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 РАТКО РИСТИЋ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ИЗРАЂЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p><b>1. Орган који је именовao (изабраo) комисију и датум:</b> Наставно-научно веће Шумарског факултета Универзитета у Београду, одлука број 01-8100/1 од 29.09.2015. године.</p> <p><b>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:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета, Ужа научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, изабрана 14.12.2011. године;</li><li>2. Др Драгица Вилотић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета, Ужа научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, изабрана 19.03.2003. године;</li><li>3. Др Милан Медаревић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета, Ужа научна област: Планирање газдовања шумама, изабран 11.06.2003. године;</li><li>4. Др Владан Иветић, ванредни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета, Ужа научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, изабран 29.09.2015. године;</li><li>5. Др Предраг Алексић, научни сарадник, Јавно предузеће за газдовање шумама „Србијашуме“, Београд, Ужа научна област: Планирање газдовања шумама, изабран 26.02.2015. године.</li></ol>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p><b>1. Име, име једног родитеља, презиме:</b> Зоран (Бранимир) Максимовић</p> <p><b>2. Датум и место рођења, општина, држава:</b> 24.01.1985. године, Рашка, Република Србија</p> <p><b>3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада:</b></p> <p><b>4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука/мастера:</b></p>
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
„Конзервација и усмерено коришћење генофонда црне тополе ( <i>Populus nigra</i> L.) на подручју Великог ратног острва“

#### **IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Докторска дисертација Зорана Максимовића, дипломираног инжењера шумарства, садржи укупно 213 страница текста подељених у 10 поглавља, која садрже 35 табела, 17 графикона, једну шему и 29 слика у тексту. Списак релевантне литературе везане за област истраживања садржи 212 референци. Поголавља су структурирана тако да представљају посебне али логички повезане целине:

**1. УВОД** (1-16 стр.) са подпоглављима: 1.1. Систематски положај и класификација *Populus nigra* L., 1.2. Основне карактеристике *Populus nigra* L., 1.3. Природно распрострањење *Populus nigra* L., 1.4. Морфолошке и биоколошке карактеристике *Populus nigra* L. и 1.5. Угроженост популација *Populus nigra* L.;

**2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА** (17-49 стр.);

**3. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА** (50-51 стр.);

**4. ПОДРУЧЈЕ ИСТРАЖИВАЊА** (51-69 стр.) са подпоглављима: 4.1. Заштићено подручје „Велико ратно острво“, 4.2. Историјат Великог ратног острва, 4.3. Геолошке карактеристике, 4.4. Педолошке карактеристике, 4.5. Хидролошке карактеристике и 4.6. Климатске карактеристике, које је даље подељено на: 4.6.1. Температура ваздуха у периоду 1946-2013. године, 4.6.2. Режим падавина у периоду 1946-2013. године, 4.6.3. Хидрички биланс по методу *Thorntwaite*-а и 4.6.4. Климатски индекс по методу *Thorntwaite*-а;

**5. ЦИЉЕВИ И ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА** (69-70 стр.)

**6. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА** (70-98 стр.) са подпоглављима: 6.1. Процена стања црне тополе на подручју Великог ратног острва, које је даље подељено на: 6.1.1. Картирање локалитета на којима се јавља црна топола, 6.1.2. Одређивање основних таксационих показатеља и 6.1.3. Процена квалитета стабала, степена угрожености и могућности природног обнављања, 6.2. Селекција тест стабала, 6.3. Процена варијабилности црне тополе на нивоу тест стабала, које је даље подељено на: 6.3.1. Анализа морфолошких карактеристика листова и 6.3.2. Генетичка карактеризација применом SSR маркера, 6.4. Дефинисање стратегије конзервације и усмереног коришћења генофонда црне тополе на подручју Великог ратног острва, које је даље подељено на: 6.4.1. Оснивање клонског архива у расаднику, 6.4.2. Оснивање клонског теста потомства у расаднику, 6.4.2.1. Процена пријема резница, 6.4.2.2. Процена преживљавања једногодишњих садница, 6.4.2.3. Анализа морфолошких карактеристика једногодишњих садница и 6.4.3. Оснивање пољске банке гена на подручју Великог ратног острва, 6.4.3.1. Процена пријема садница, 6.4.3.2. Процена преживљавања двогодишњих садница, 6.4.3.3. Анализа морфолошких карактеристика двогодишњих садница;

**7. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА** (98-164 стр.) са подпоглављима: 7.1. Стање црне тополе на подручју Великог ратног острва, које је даље подељено на: 7.1.1. Локалитети на којима се јавља црна топола, 7.1.2. Основни таксациони показатељи картираних стабала и 7.1.3. Квалитет стабала, процена степена угрожености и могућности природног обнављања, 7.2. Варијабилност црне тополе на нивоу тест стабала, које је даље подељено на: 7.2.1. Варијабилност морфолошких карактеристика листова и 7.2.2. Полиморфизам и индекс

сличности, 7.3 Стратегија конзервације и усмереног коришћења генофонда црне тополе на подручју Великог ратног острва, 7.4. Мере *in situ* конзервације, 7.5. Мере *ex situ* конзервације, које је даље подељено на: 7.5.1. Клонски архив у расаднику Мишљеновац, 7.5.2. Клонски тест потомства у расаднику Мишљеновац, 7.5.2.1. Варијабилност пријема резница, 7.5.2.2. Варијабилност преживљавања једногодишњих садница, 7.5.2.3. Варијабилност морфолошких карактеристика једногодишњих садница, 7.5.3. Пољска банка гена на подручју Великог ратног острва, 7.5.3.1. Варијабилност пријема садница, 7.5.3.2. Варијабилност преживљавања двогодишњих садница, 7.5.3.3. Варијабилност морфолошких карактеристика двогодишњих садница, 7.5.4. Смернице за управљање конзервационим стаништима и одржавање пољске банке гена и 7.5.5. Предлог даљих активности на пољу конзервације генофонда црне тополе на Великом ратном острву;

**8. ДИСКУСИЈА** (164-188 стр.);

**9. ЗАКЉУЧЦИ** (188-190 стр.) и

**10. ЛИТЕРАТУРА** (191-213 стр.).

Дисертација садржи резиме на српском и енглеском језику, биографију аутора и следеће прилоге: Прилог 1: Изјава о ауторству, Прилог 2: Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације и Прилог 3: Изјава о коришћењу. Написана је ћириличним писмом у складу са Упутством за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду.

## **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

У поглављу **1. УВОД** (1-16 стр.) кандидат истиче да су шуме најважнији извор биолошког диверзитета и да имају кључну улогу у одржавању еколошких процеса и равнотеже на локалном, националном, регионалном и глобалном нивоу. Међутим, човек својим различитим активностима доприноси промени и потпуном уништењу природних екосистема и предела, што има за последицу изчезавање великог броја органских врста или смањење њихових популација до критичне границе. Кандидат наводи да је ово нарочито опасно у случајевима када се деструкција врши у популацијама шумског дрвећа са ограниченим или дисјунктивним ареалом, код ретких екотипова на ограниченом станишту или у случајевима ендемо-реликтних врста дрвећа. Тада нису угрожени само генски комплекси или гени, већ и целе популације, што у екстремним случајевима може довести и до нестанка читавих врста. Стога, кандидат истиче неопходност и значај конзервације шумских генетичких ресурса у циљу одржавања укупне генетичке разноликости која је од познатог или могућег социо-економског или еколошког значаја.

У уводном поглављу кандидат читаоца упознаје са црном тополом (*Populus nigra* L.), њеним тренутним стањем и степеном угрожености. Кандидат наводи да према REFORGEN бази о шумским генетичким ресурсима (2003) црна топола спада у категорију угрожених врста на подручју читаве Европе. Угроженост природних популација црне тополе указује на неопходност креирања стратегија конзервације генетичког диверзитета, али и примену мера очувања

њених типичних станишта, што је препознато од стране бројних научника који су се бавили проучавањем конзервације генофонда црне тополе широм Европе.

Кандидат дефинише и подручје на коме су спроведена истраживања, Велико ратно острво, које припада осетљивим екосистемима хигрофилних шума. Имајући у виду значај ових екосистема, као и њихову угроженост актуелним климатским променама, кандидат је своја истраживања усмерио у правцу конзервације и усмереног коришћења расположивог генофонда црне тополе која представља једну од дрвенастих врста које су главни носиоци шумског екосистема овог подручја.

У истом поглављу, кроз неколико подналова, кандидат износи податке везане за систематски положај и класификацију црне тополе, њене основне карактеристике, природно распрострањење, морфолошке и биоеколошке карактеристике и угроженост њених природних популација.

У поглављу **2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА** (17-49 стр.) кандидат је на 33 стране дао преглед досадашњих истраживања која се односе на црну топола у Србији и свету. Примарно је приказао истраживања и активности везане за конзервацију и усмерено коришћење шумских генетичких ресурса црне тополе. Наводи да су се истраживања у највећој мери, односила на, испитивање унутарпопулационе и међупопулационе варијабилности на нивоу морфолошких и молекуларних маркера, проучавање интрогресије гена култивисаних топола и дефинисање адекватних стратегија конзервације генофонда. Проучена литература је добро систематизована што пружа увид у структурно-функционалну повезаност истраживања и представља добру полазну основу за даља истраживања.

У поглављу **3. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА** (50-51 стр.) кандидат наводи да је са еколошког и делимично газдинског аспекта, у последњих неколико деценија, црна топола била потпуно маргинализована. Изостанком природне обнове те старењем и сечом постојећих ритских шума, убрзан је процес деградације природних састојина. Будући да се тополе необнављају семеном под застором крошњи, оплодним сечама као ни налетом семена са стране, обнова тополових шума обављала се након чистих сеча избојцима из пања и жила. Ово има за последицу деградацију високог узгојног облика тополових семењача у ниски узгојни облик, тополове пањаче.

Кандидат истиче да је у Србији мали део природних састојина црне тополе сачуван. Непрестаним људским захватима у оквиру природних станишта црне тополе, величина њеног ареала је сведена на појединачне, међусобно одвојене површине, што је случај и са природном популацијом на Великом ратном острву. На територији Великог ратног острва црна топола се јављају у типу шуме беле и црне тополе (*Populetim albo-nigrae Slav.52*) и представљају завршни стадијум развоја плавних шума меких лишћара. То су флористички богате заједнице у којима се поред едификатора беле (*Populus alba L.*) и црне тополе (*Populus nigra L.*), у спрату дрвећа јавља још и вез (*Ulmus effusa Willd.*) чија је бројност знатно редукована.

Кандидат наводи да је популација црне тополе на Великом ратном острву

подвргнута одређеном степену конзервације самом чињеницом да се налазе у оквиру заштићеног подручја где је деловање штетних агенаса, пре свега човека, строго контролисано. Међутим, кандидат истиче да су неопходне додатне мере конзервације у циљу очувања расположивог генофонда црне тополе као једног од носилаца шумског екосистема на острву. Стратегија генетичке конзервације црне тополе на подручју Великог ратног острва подразумева дугорочно очување и унапређење еколошке адаптивности и еволутивног потенцијала ове врсте и постављање основа за контролисану производњу квалификованог репродуктивног материјала у циљу проширења постојеће популације.

У поглављу **4. ПОДРУЧЈЕ ИСТРАЖИВАЊА** (51-69 стр.) кандидат износи податке везане за заштићено подручје „Велико ратно острво”. У неколико подпоглавља наводи основне податке, дефинисани степен заштите, историјат овог подручја, геолошке, педолошке, хидролошке и климатске карактеристике овог подручја, што чини једну добро дефинисану целину и даје детаљан приказ подручја истраживања.

У поглављу **5. ЦИЉЕВИ И ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА** (69-70 стр.) кандидат јасно дефинише следеће циљеве истраживања:

1. процена бројности, стања и степена угрожености црне тополе на подручју Великог ратног острва;
2. процена варијабилности на нивоу тест стабала, репрезентата популације, применом морфолошких и молекуларних маркера;
3. дефинисање адекватних мера *in situ* и *ex situ* конзервације у циљу дугорочног очувања еколошке адаптивности и еволутивног потенцијала и
4. повећање бројности црне тополе на подручју Великог ратног острва.

На основу предмета и научних циљева кандидат наводи да се у раду пошло од следећих хипотеза:

1. Утврђивањем бројности, стања и степене угрожености црне тополе, на подручју Великог ратног острва, створиће се добра полазна основа за дефинисање стратегије конзервације и усмереног коришћења расположивог генофонда;
2. Популација црне тополе на овом подручју поседује задовољавајући степен генетичке варијабилности што ће бити процењено на нивоу тест стабала, применом морфолошких и молекуларних маркера;
3. Дефинисањем адекватних мера *in situ* и *ex situ* конзервације створиће се услови за очување расположивог генофонда и његово адекватно коришћење;
4. Издавањем *in situ* конзервационих станишта и идентификацијом потенцијалних површина за природно обнављање допринеће се дугорочном очувању еколошке адаптивности и еволутивног потенцијала црне тополе на подручју Великог ратног острва;
5. Оснивањем клонског архива у расаднику, као вида *ex situ* конзервације, створиће се основа за очување дела генофонда и контролисану производњу квалификованог репродуктивног материјала;

6. Оснивањем клонског теста у расаднику, као вида *ex situ* конзервације, створиће се основа за процену генетског потенцијала селекционисаних материнских стабала у циљу њиховог даљег коришћења;
7. Оснивањем банке гена на подручју Великог ратног острва, као вида *ex situ* конзервације, створиће се основа за очување дела генофонда, процену производног и адаптивног потенцијала различитих клонова и повећање површине под црном тополом на подручју Великог ратног острва и
8. Спроведене активности допринеће очувању сложене екосистема плавних шума на подручју Великог ратног острва.

У поглављу **6. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА** (70-98 стр.) кандидат наводи да су активности у циљу конзервације и усмереног коришћења генофонда црне тополе на подручју Великог ратног острва обухватиле теренска и лабораторијска истраживања, која су спроведена у периоду од 2011-2015. године.

Теренска истраживања спроведена су на подручју Великог ратног острва и у расаднику Мишљеновац у шумском газдинству „Северни Кучај“, Кучево. Лабораторијска истраживања обављена су на Шумарском факултету Универзитета у Београду и у Шумарском генетичком институту у Хамбургу (*The Johann Heinrich von Thünen Institute-Institute of Forest Genetics, Grosshansdorf, Hamburg*).

**Истраживања на терену су обухватила:**

1. Одређивање координата појединачних стабала црне тополе;
2. Снимање спољашње границе распрострањења групе стабала црне тополе;
3. Мерење основних таксационих показатеља (висина и пречника) за појединачна стабла и за стабла представнике групе;
4. Процену квалитета, степена угрожености и могућности природног обнављања црне тополе;
5. Селекцију тест стабала;
6. Одређивање старости тест стабала;
7. Узимање узорка листова са тест стабала за процену варијабилности на нивоу морфолошких маркера;
8. Узимање узорка листова са тест стабала за процену варијабилности на нивоу молекуларних маркера;
9. Формирање клонског архива у расаднику Мишљеновац;
10. Оснивање клонског теста потомства у расаднику Мишљеновац;
11. Анализу пријема резница и преживљавања садница у тесту потомства у расаднику;
12. Оснивање пољске банке гена на подручју Великог ратног острва;
13. Анализу пријема и преживљавања садница у пољској банци гена основаној на Великом ратном острву.

У циљу стварања реалних претпоставки за заштиту и усмерено коришћење црне тополе на подручју Великог ратног острва обављено је **евидентирање, снимање и картирање локалитета** на којима се јављају појединачна стабла и очуване састојине аутохтоне црне тополе. Појединачна стабла су обележена редним бројем, док су групе стабала обележене

хоризонталном линијом у пределу прсне висине на граничним стаблима. Тачна позиција појединачних стабала, као и границе распрострањења за групе стабала снимљене су помоћу GPS пријемника *Trimble® Juno SB*. Појединачним стаблима снимљене су координате у Гаус-Кригеровом координатном систему (географска ширина и дужина), док је групама стабала снимљена спољашња граница распрострањења. У оквиру групе стабала, одабран је одређен број стабала, која представљају групу. Снимљени подаци су конвертовани у *shape* формат применом програма *TerraSync*. *Shape* фајлови снимљених података су пребачени са GPS уређаја на рачунар за даљу обраду, коришћењем програма *Microsoft Mobile Device Center*. У програму *ArcMap* вршено је преклапање са аерофото снимком у растер формату и на тај начин је добијена слика позиције сваког стабла на терену и границе распрострањења групе стабала. Излазни документ приказан је у *JPG* формату.

**Мерење основних таксационих показатеља** (пречника и висина) извршено је у фази снимања координата, на појединачним стаблима и стаблима представницима групе. Прсни пречник је мерен помоћу пречнице, на висини 1,30 m изнад земље, као просек два унакрсна мерења, док је висина мерена помоћу електронског висиномера *Vertex IV*.

**Процена квалитета, степена угрожености и могућности природног обнављања** црне тополе на подручју Великог ратног острва, обављена је у складу са критеријумима дефинисаних од стране Banković and Medarević (2009) и Krstića (2006), модификованих за потребе овог истраживања. На основу фенотипских карактеристика извршена је процена квалитета појединачних стабала и стабала репрезентата групе, према следећим критеријумима: правост дебла, рашљавост, механичка оштећења, чистоћа дебла од грана, здравствено стање дебла, дужина крошње и развијеност крошње. За процену степена угрожености од конкурентске вегетације коришћени су критеријуми: заступљеност жбуња и закоровљеност, док је могућност природног обнављања процењена на основу бројности и квалитета подмладка. Процена степена угрожености и могућности природног обнављања извршена је на површинама које захватају пројекције крошњи појединачних стабала односно унутар површина које захватају групе стабала.

Наведени критеријуми су оцењивани како би се извршила **процена стања** популације црне тополе на подручју Великог ратног острва. Оцењивање је обављено слободном проценом (нпр. правост дебла, механичка оштећења, чистоћа дебла од грана, здравствено стање, развијеност крошње) или релативном мером (нпр. рашљавост, дужина крошње). Обрада података добијених оцењивањем обављена је коришћењем статистичког програма *IBM SPSS Statistics Version 20*.

**Избор тест стабала** извршен је према конзервационим принципима, при чему су одабрана физички зрела стабла, тако да равномерно буде обухваћен цео простор на коме су заступљене популације ове врсте. Приликом селекције тест стабала примењена су упутства која су дата од стране EUFORGEN – a (Vanden Broeck, 2003). Одабрана су адултна стабла, чија је старост углавном преко 60 година, да би се избегла генетичка контаминација алохтоним генофондом односно интрогресија нежељених гена. Свако тест стабло за морфолошку анализу



листова је геореференцирано у Гаус-Кригеровој пројекцији помоћу GPS уређаја *Trimble® GeoExplorer® series*, који је био у вези са ласерским висиномером *TruPulse 360 B* којим су мерене висине стабала. Прикупљени подаци су обрађени у програму *GPS Pathfinder® Office ver. 4.20*.

У фебруару 2012. године, са селекционисаних материнских стабала из природне популације сакупљени су прошлогодишњи избојци са приближно исте висине и истог дела крошње (спољњег). Биљни материјал је сакупљен са 9 материнских стабала, који су равномерно распоређени у популацији. Релативно мали број материнских стабала за оснивање клонског архива условљен је великом старошћу стабала, недоступношћу њихове крошње и густо обрастим тереном који онемогућава увођење платформи које би олакшале приступ крошњи. Одабрана материнска стабла послужила су као ортете од којих је добијено 9 клонова који представљају скуп асексуално насталих јединки (рамета) који су међусобно генетички идентичне и идентичне су са материнским стаблом (ортетом) од кога су настале. Од сакупљеног материјала израђене су резнице просечне дужине 20 cm, које су одложене у трап, како би се очувала њихова виталност до почетка кретања вегетације.

**Оснивање клонског архива** у расаднику Мишљеновац обављено је почетком априла 2012. године, пикирањем резница у претходно припремљено земљиште, непосредно пре кретања вегетације. Резнице су пикиране у редове са размаком између биљака у редовима 20 cm и размаком између редова од 1 – 1,2 m.

**Клонски тест потомства** основан је у марту 2014. године, у расаднику Мишљеновац у непосредној близини основаног клонског архива. Резнице за оснивање теста потомства добијене су сасечањем надземног дела садница (чеповањем садница) из клонског архива, на 1 до 2 cm изнад површине земље.

У новембру 2014. године саднице из клонског теста пресађене су на Велико ратно острво, где је основана **пољска банка гена** од 9 различитих клонова црне тополе. У пољску банку гена укупно је посађено 802 једногодишње саднице, у размаку 3 x 3 m. Садња свих 9 клонова је обављена у два блока са 25 понављања, при чему је сваки клон у пољској банци гена заступљен са минимално 50 садница. Саднице у блоковима су измешане по тачно утврђеном редоследу како би се обезбедила генетичка разноврсност, већа стабилност, боља адаптивност и смањило могући утицај неуједначених станишних услова.

У оквиру клонског теста потомства и пољске банке гена обављена је процена пријема и преживљавања резница/садница.

**Истраживања у лабораторији су обухватила:**

1. Анализу морфолошких карактеристика листова тест стабала;
2. Анализу генетичке варијабилности тест стабала применом молекуларних маркера;
3. Анализу морфолошких карактеристика једногодишњих садница у тесту потомства у расаднику;
4. Анализу морфолошких карактеристика двогодишњих садница у пољској банци гена основаној на Великом ратном острву.

**Морфолошка анализа листова** обављена је на нивоу 14 тест стабала, на узорку од по 50 листова сакупљених дуж грана дугораста. Листови су

хербаризовани и на тако хербаризованом материјалу обављена су мерења, са тачношћу до 1 mm. Анализом су обухваћени следећи параметри:

- D – дужина листа (mm);
- Š – ширина листа (mm);
- V<sub>n</sub> – висина најширег дела листа, мерена од основе листа (mm);
- a – величина мерена на 1 cm од основе листа управно на главни нерв од једне до друге ивице листа (mm);
- B<sub>z</sub> – број зубаца на 1 cm дужине, мерен од најширег дела листа (n);
- α – величина угла који залапа први пар нерава (°) и
- D<sub>p</sub> – дужина петељке (mm).

Измерене морфолошке карактеристике листова, 14 тест стабала, су обрађене у статистичком програмском пакету *Statistica 7.0*. Урађена је дескриптивна статистика (средња вредност и варијациона ширина). Значајност разлика између средњих вредности анализираних параметара проверена је једнофакторијалном анализом варијансе (*One-Way ANOVA*). Статистичка значајност између група, као и хомогеност група, испитане су *post hoc* тестом најмање значајних разлика (Tukey HSD тестом за  $p < 0,05$ ). У циљу груписања тест стабала на основу анализираних морфолошких карактеристика листова примењена је кластер анализа у којој је одабран метод простог повезивања (*Single Linkage Euclidian distance*).

**Генетска структура популације** црне тополе на подручју Великог ратног острва проучена је на нивоу 30 генотипова (тест стабала) применом микросателитских молекуларних маркера (SSRs - *Single Sequence Repeats*). Генотипови су анализирани помоћу 11 парова прајмера. Утврђен је:

- просечан број алела по локусу;
- Hardy-Weinbergova равнотежа;
- коефицијент инбридинга F<sub>is</sub>;
- ниво генетичке дистанце између тест стабала.

**Анализа морфолошких карактеристика једногодишњих садница** у тесту потомства у расаднику обухватила је мерење:

- висина садница на крају првог вегетационог периода у cm и
- пречника садница на крају првог вегетационог периода у mm.

**Анализа морфолошких карактеристика двогодишњих садница** у пољској банци гена, основаној на Великом ратном острву, обухватила је мерење:

- висина садница (cm) и
- пречника садница на крају првог вегетационог периода по пресадњи (mm).

За измерене и изведене параметре израчунати су стандардни статистички параметри, анализа варијансе, Tukey HSD тест и урађена је кластер анализа за утврђивање генетичке блискости односно удаљености између анализираних клонова. У циљу утврђивања постојања повезаности између измерених и изведених параметара урађена је регресиона и корелациона анализа.

У поглављу **7. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА** (98-164 стр.) кандидат логичним редоследом, прегледно и систематично, кроз текст, табеле и графиконе износи резултате својих истраживања. Стратегију конзервације и усмереног

коришћења генофонда црне тополе на подручју Великог ратног острва дефинише на основу обављене процене стања популације и варијабилности исте на нивоу тест стабала, применом морфолошких и молекуларних маркера.

Констатује да је на подручју Великог ратног острва евидентирано 843 појединачних стабала и 6 група стабала црне тополе. У оквиру 6 група стабала евидентирано је 64 стабла, што укупно чини 907 евидентираних стабала. За свако појединачно стабло даје координате у Гаус-Кригеровом координатном систему, док су за групе стабала снимљене спољашње граница распрострањења. Картографски преглед снимљених стабала добијен је комбинацијом тачкастог и контурног метода (комбиновани метод) на основу кога се може констатовати да се црна топола, на подручју Великог ратног острва, јавља у већим или мањим групама дисконтинуираног карактера.

На основу премера основних таксационих показатеља, кандидат констатује да су у популацији заступљена стабла са пречницима од 11 до 189 cm, док средња висина по Лорајевој формули износи 29,5 m, а средња висина 20% највиших стабала у популацији износи 36,7 m.

Кандидат констатује да процењено стање популације црне тополе на подручју Великог ратног острва указује на постојање генофонда задовољавајућег квалитета и здравственог стања, који може представљати добру полазну основу за примену адекватних мера конзервације. Износи да отежавајућу околност приликом конзервације генофонда може представљати угроженост популације експанзијом инвазивних врста које онемогућавају њено природно обнављање.

На основу спроведених истраживања морфолошких карактеристика листова, на нивоу тест стабала репрезентата популације, кандидат констатује да унутар популације постоји значајна варијабилност, за свих седам анализираних својстава листова.

Кандидат наводи да је генетичком карактеризацијом популације, која је обављена на нивоу 30 тест стабала репрезентата популације, анализом 11 микросателитских локуса, укупно утврђено 110 алела, просечно 10 алела по сваком локусу. Просечан број ефективних алела ( $N_e$ ) по сваком локусу био је 6,506. Хетерозиготност ( $H_o = 0,702$ ;  $H_e = 0,822$ ) у истраживаној популацији је прилично висока што указује на велику унутарпопулациону варијабилност.  $F_{is}$  индекса преко локуса има позитивну вредност незнатно већу од нуле (0,143) на основу кога закључује да инбридинг у популацији постоји али још увек није значајно заступљен, тако да је варијабилност на унутарпопулационом нивоу и даље значајна.

На основу процењеног стања и степена варијабилности унутар популације кандидат дефинише стратегију конзервације и усмереног коришћења расположивог генофонда прописујући адекватне мере. У циљу *in situ* конзервације дефинише три *in situ* конзервациона станишта укупне површине 56 ha и 99 ar (конзервационо станиште А површине 27 ha и 90 ar; конзервационо станиште В површине 7 ha и 84 ar и конзервационо станиште С површине 21 ha 25 ar) и идентификује нове потенцијалне површине погодне за природно подмлађивање укупне површине 16 ha и 50 ar.

*Ex situ* конзервација црне тополе спроведена је оснивањем: клонског архива у расаднику, чиме је постављена основа за очување дела генофонда и

контролисану производњу квалификованог репродуктивног материјала; теста потомства у расаднику у коме је проверен генетски потенцијал материнских стабала и пољске банке гена, која ће послужити за очување дела расположивог генофонда и повећање површине под генетичким ресурсима ове врсте.

У поглављу **8. ДИСКУСИЈА** (164-188 стр.) кандидат резултате својих истраживања логички доводи у везу са до сада публикованим резултатима сличних истраживања на нивоу морфолошких и молекуларних карактеристика црне тополе и активности на конзервацији и усмереном коришћењу генофонда ове врсте.

У поглављу **9. ЗАКЉУЧЦИ** (188-190 стр.) кандидат систематизовано, кроз тезе, износи закључке до којих је дошао након спроведених истраживања.

Поглавље **10. ЛИТЕРАТУРА** (191-213 стр.) садржи ваљан избор релевантних и актуелних референци, усмерених на истраживачку проблематику. Кандидат наводи 212 референци које је користио приликом писања докторске дисертације од који су 4 аутоцитати који се односе на проблематику која је обрађена у докторској дисертацији. Референце су доследно презентоване у предвиђеном формату.

Комисија констатује да садржај наведених поглавља има логичан след који чини једну целину која је писана јасним и прецизним језиком.

## **VI ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

На основу истраживања која су спроведена у оквиру ове докторске дисертације кандидат је дошао до следећих закључака:

- Увидом у стање популације црне тополе на подручју Великог ратног острва евидентирано је 907 стабала (843 појединачних стабала и 6 група стабала са укупно 64 стабла);
- Популација црне тополе на подручју Великог ратног острва је једнодобна и поједина стабла у датим станишним условима постижу изузетне димензије;
- Популација црне тополе на подручју Великог ратног острва је угрожена експанзијом инвазивних врста које онемогућавају њено природно обнављање;
- Процењено стање популације црне тополе на подручју Великог ратног острва указује на постојање потребе за конзервацијом расположивог генофонда применом адекватних мера конзервације;
- Анализа морфолошких карактеристика листова показује да унутар истраживане популације постоји значајна варијабилност, за свих седам анализираних својстава листова;
- Анализом 11 микросателитских локуса укупно је утврђено 110 алела, просечно 10 алела по сваком локусу. Просечан број ефективних алела ( $N_e$ ) по сваком локусу био је 6,506;

- Хетерозиготност ( $H_o = 0,702$ ;  $H_e = 0,822$ ) у истраживаној популацији је прилично висока што указује на велику унутарпопулациону варијабилност;
- $F_{is}$  индекса преко локуса има позитивну вредност незнатно већу од нуле ( $0,143$ ) на основу кога се закључује да инбридинг у популацији постоји али још увек није значајно заступљен, тако да је варијабилност на унутарпопулационом нивоу и даље значајна;
- Стабилна генетичка структура и задовољавајући степен генетичке варијабилности констатован на нивоу популације представља добру полазну основу за конзервацију и усмерено коришћење генофонда и даље оплемењивање врсте;
- У циљу *in situ* конзервације дефинисана су три *in situ* конзервациона станишта укупне површине 56 ha и 99 ar (конзервационо станиште А површине 27 ha и 90 ar; конзервационо станиште В површине 7 ha и 84 ar и конзервационо станиште С површине 21 ha 25 ar) и идентификоване нове потенцијалне површине погодне за природно подмлађивање укупне површине 16 ha и 50 ar;
- *Ex situ* конзервација црне тополе спроведена је оснивањем: клонског архива у расаднику чиме је постављена основа за очување дела генофонда и контролисану производњу квалификованог репродуктивног материјала; теста потомства у расаднику у коме је проверен генетски потенцијал материнских стабала и пољске банке гена, која ће послужити за очување дела расположивог генофонда и повећање површине под генетичким ресурсима ове врсте;
- Мере *in situ* конзервације допринеће одржавању постојећег стања и могућем генетском унапређењу популације црне тополе, чиме ће се спречити даља генетска деградација ове врсте на подручју Великог ратног острва;
- Мере *ex situ* конзервације допринеће повећању површина под генетских ресурсима црне тополе. На тај начин успоставиће се популације које ће у највећој мери одражавати оригиналну генетичку разноврсност и дозволити дугорочну адаптацију на локалне услове места где је обављена садња.

Комисија констатује да су закључци до којих је кандидат дошао формулисани прецизно и презентовани прегледно те да су утемељени на резултатима до којих је кандидат дошао самостално током својих истраживања, те представљају оригиналан допринос науци и струци.

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

Резултати до којих је кандидат дошао у току својих истраживања презентовани су на 67 страна куцаног текста, логичним редоследом, прегледно и систематично са 26 табела, 16 графикана, једном шемом и 9 слика.

У табелама су приказани:

- координате појединачних стабала црне тополе;
  - нумерички показатељи дебљинске и висинске структуре популације;
  - резултати процене квалитета стабала истраживане популације;
  - резултати процене степена угрожености и могућности природног обнављања истраживане популације;
  - резултати дескриптивне статистичке анализе за морфолошке карактеристике листова;
  - резултати Tukey HSD тестова (за ниво сигнификантности од  $p \leq 0,05$ ) за морфолошке карактеристике листова;
  - резултати анализе варијансе за морфолошке карактеристике листова;
  - резултати процене генетичке варијабилности унутар популације на основу укупног броја алела ( $N_a$ ), броја ефективних алела ( $N_e$ ), запажене ( $H_o$ ) и очекиване ( $H_e$ ) хетерозиготности и коефицијената инбридинга ( $F_{is}$ );
  - резултати фреквенције алела анализираних SSR локуса;
  - резултати тестирања сигнификантности одступања од *Hardy-Weinbergove* равнотеже (HWE);
  - генетичке дистанце између анализираних тест стабала;
  - резултати варијабилности пријема резница и преживљавања једногодишњих садница у тесту потомства;
  - резултати варијабилности пријема једногодишњих садница и преживљавања двогодишњих садница у пољској банци гена;
  - резултати варијабилности морфолошких карактеристика једногодишњих садница у тесту потомства и двогодишњих садница у пољској банци гена;
  - резултати фреквенције морфолошких карактеристика једногодишњих и двогодишњих садница;
  - резултати Tukey HSD тестова (за ниво сигнификантности од  $p \leq 0,05$ ) за морфолошке карактеристике једногодишњих и двогодишњих садница;
  - резултати анализе варијансе за морфолошке карактеристике једногодишњих и двогодишњих садница;
  - резултати регресионе и корелационе анализе морфолошких карактеристика једногодишњих и двогодишњих садница;
- На графиконима је приказана:
- дебљинска и висинска структура анализираних популације;
  - удаљеност тест стабала на основу кластер анализе морфолошких карактеристика листова;
  - РСoА анализа на основу генетичких дистанци између анализираних тест стабала;
  - варијабилност пријема резница и преживљавања једногодишњих садница у тесту потомства;
  - варијабилност пријема једногодишњих садница и преживљавања двогодишњих садница у пољској банци гена;
  - фреквенција морфолошких карактеристика једногодишњих и двогодишњих садница;
  - удаљеност клонова на основу кластер анализе једногодишњих и двогодишњих садница.

На сликама је приказан:

- картографски преглед снимљених стабала;
- мрежа *in situ* конзервационих станишта;
- картографски приказ потенцијалних површина за природно обнављање;
- изглед потенцијалних површина за природно обнављање;
- изглед клонског архива и теста потомства у расаднику Мишљеновац;
- изглед и положај пољске банке гена на Великом ратном острву;
- изглед површине за оснивање пољске банке гена пре и након обављене садње.

На шеми је приказан:

- распоред садница по блоковима у пољској банци гена.

Начин приказивања добијених резултата се може окарактеристи као савремен, прегледан и илустративан. Добијени резултати су правилно протумачени и адекватно упоређени са резултатима досадашњих истраживања других аутора у поглављу 8. ДИСКУСИЈА која је написана на 25 страна.

#### **VIII КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

На основу напред изнетог у овом извештају Комисија констатује да је докторска дисертација кандидата Зорана Максимовића, дипломираног инжењера шумарства, написана у складу са наводима у пријави теме. Недостаци докторске дисертације који су могли утицати на резултате истраживања нису уочени.

Дисертација садржи све битне елементе: насловну страну на српском и енглеском језику, информације о ментору и члановима комисије, изјаву захвалности, 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.

Истраживања спроведена у оквиру ове докторске дисертације, представљају значајан допринос конзервацији и усмереном коришћењу преосталог генофонда црне тополе која на подручју Великог ратног острва спада у групу ретких и угрожених врста, са учешћем у запремини од 5,4% и запреминском прирасту од 7,0%. Спроведена истраживања доприносе повећању шумовитости овог подручја и биолошкој стабилности шумских екосистема Великог ратног острва. Обновљене или сачуване састојине црне тополе представљају важан прилог у очувању сложених екосистема плавних шума. Такође, као резултат ове докторске дисертације основан је клонски архив црне тополе у расаднику Мишљеновац и пољска банка гена на подручју Великог ратног острва чиме се трајно чува део генофонда црне тополе и ствара добра полазна основа за производњу селекционисаног репродуктивног материјала.

Дефинисана тема, постављени циљеви, одабрана методологија и добијени резултати, уз јасно дефинисање стратегије и њену имплементацију представљају пионирски подухват у области конзервације и усмереног коришћења шумских генетичких ресурса у Србији.

Имајући у виду да се, као услов за одбрану докторске дисертације, поставља објављен рад у часопису међународног значаја, Комисија констатује да је кандидат овај услов испунио. Кандидат је аутор рада у часопису Генетика, категорије М23, под насловом „*Genetic structure of black poplar (Populus nigra L.) population in the area of Great War Island*“ који садржи резултате истраживања из докторске дисертације.

#### **IX ПРЕДЛОГ:**

На основу начињеног извештаја и изнете оцене докторске дисертације, Комисија сматра да је докторска дисертација дипломираног инжењера шумарства Зорана Максимовића, методски успешно обрађена и да третира актуелну материју на нивоу неопходном карактеру рада. Истраживања су методски и обимом у потпуности обављена у складу са пријављеном темом, за коју је Веће Научних области Биотехничких наука, Универзитета у Београду дало сагласност.

Полазећи од свих наведених чињеница, Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Шумарског факултета да докторску дисертацију кандидата Зорана Максимовића под насловом „**Конзервација и усмерено коришћење генофонда црне тополе (*Populus nigra L.*) на подручју Великог ратног острва**“ прихвати за јавну одбрану ради стицања научног степена доктора биотехничких наука-област шумарске науке.

#### ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. Др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор  
Универзитета у Београду - Шумарског факултета

2. Др Драгица Вилотић, редовни професор  
Универзитета у Београду – Шумарског факултета

3. Др Милан Медаревић, редовни професор  
Универзитета у Београду - Шумарског факултета

4. Др Владан Иветић, ванредни професор Универзитета у  
Београду - Шумарског факултета

5. Др Предраг Алексић, научни сарадник, Јавно предузеће  
за газдовање шумама „Србијашуме“, Београд

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