

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ-
ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА**

Предмет: Извештај комисије за оцену израђене докторске дисертације М.Сц Драгана Бороте, под насловом „**Могућност примене аерофотограметрије у инвентури шума Војводине**“

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
1. Орган који је именовано (изабрао) комисију и датум: Наставно-научно веће Универзитета у Београду-Шумарског факултета, на седници одржаној 31.07.2018. године, одлука бр. 01-2/109.
2. 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 Дамјан Пантић , редовни професор, Планирање газдовања шумама, 10.06.2015. године, Универзитет у Београду, Шумарски факултет, 2. Др Милан Медаревић , редовни професор, Планирање газдовања шумама, 06.11.2003. године, Универзитет у Београду, Шумарски факултет, 3. Др Милорад Јанић , ванредни професор, Геодезија, 01.07.2014. године, Универзитет у Београду, Шумарски факултет, 4. Др Предраг Алексић , научни сарадник, биотехничке науке-шумарство, 26.02.2015. године, ЈП „Србијашуме”, Београд.
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
1. Име, име једног родитеља, презиме: Драган, Милан, Борота 2. Датум и место рођења, општина, држава: 11.04.1978. године, Глина, Хрватска 3. Датум одбране, место и назив мастер тезе: 12.01.2011. године, Београд, „Даљинска детекција и аерофотограметрија – основни принципи и могућности примене у инвентури шума Србије“. 4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: Биотехничке науке
III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ
<i>МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ АЕРОФОТОГРАМЕТРИЈЕ У ИНВЕНТУРИ ШУМА ВОЈВОДИНЕ</i>
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ Навести кратак садржај са назнаком броја страна поглавља, слика шема, графикона и сл. Докторска дисертација Драгана Бороте, М.Сц. инжењера шумарства, под насловом „ Могућност примене аерофотограметрије у инвентури шума Војводине ” подељена је у 9 поглавља. Дисертација је написана на 312 страници, садржи 123 актуелна литературна навода везаних за истраживану проблематику, 134 табеле, 41 графикон, 43 слике и 4 прилога.

На почетку дисертације је насловна страна на српском и енглеском језику, страна са информацијама о ментору и члановима Комисије, страна са кључном документационом информацијом, извод с кључним речима на српском и енглеском језику, као и попис табела, графикона, слика и прилога. Дисертација је написана јасним језиком, ћиричним писмом, према Упутству за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду. Дисертација је добро структурирана са поглављима која представљају логичну целину:

1. Увод (18-22 стр.)
 2. Преглед досадашњих истраживања (23-33 стр.)
 3. Циљ, полазне хипотезе и задаци истраживања (34-36 стр.)
 4. Основне карактеристике објеката истраживања (37-44 стр.)
 5. Материјал и методе истраживања (45-65 стр.)
 6. Резултати истраживања (66-232 стр.)
 7. Анализа економичности тетираних метода премера (233-243 стр.)
 8. Дискусија (244-255 стр.)
 9. Закључци (256-261 стр.)
- Литература (262 –269 стр.)
Прилози (270–304 стр.)

Иза прилога налази се биографија кандидата, а затим следе изјаве о ауторству, о истоветности штампане и дигиталне верзије рада, као и о начину коришћења дисертације.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

1 УВОД (18-22 стр.)

У историјском контексту описан је значај информација о шумским екосистемима, као и квалитативно и квантитативно усложњавања захтева за поузданим информацијама од стране бројних корисника. Дата је дефиниција фотограметрије, досадашња скромна искуства када је у питању њена примена у шумарству Србије и, у том смислу, значај ових истраживања за сагледавање могућности примене аерофотограметрије у инвентури шума Србије.

2 ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА (23-33 стр.)

У овом поглављу кандидат даје преглед најзначајнијих досадашњих истраживања о могућностима употребе аерофотограметрије у шумарству. Хронолошки су приказана истраживања у земљама с дугом традицијом примене авио снимака у шумарству, пре свега у земљама ЕУ, затим истраживања у земљама окружења (републикама бивше ЈУ) и, коначно, преглед малобројних и веома скромних истраживања аерофотограметрије у шумарству Србије. На једном месту кандидат сублимира значајнија истраживања ове проблематике, што поглављу даје посебан значај као литературне основе за будућа истраживања примене даљинске детекције и аерофотограметрије у шумарству.

3 ЦИЉ, ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА (34-36 стр.)

Поред мотива да се приступи истраживањима, у овом поглављу наведене су и полазне хипотезе:

- У конкретним састојинским ситуацијама разлике у тачности, односно у прецизности процене структурних и производних елемената добијених аерофотограметријом и терестричком инвентуром нису статистички значајне,
- Поједини подаци о станишту и састојини могу се прецизно одредити са авио снимака,
- Информације добијене на бази авио снимака могу представљати реалан основ за оперативно планирање у шумарству,
- Време утрошено за прикупљање података са снимака мање је него код терестричке инвентуре, те се примена аерофотограметрије може сматрати економски оправданом,

- Компромисно решење представљала би комбинација терестичке инвентуре и инвентуре на бази авио снимака.

На основу детаљне анализе досадашњих истраживања и дефинисаних хипотеза, формулисани су следећи задаци истраживања:

- Терестичким путем (потпуним и делимичним премером), утврдити структурне и производне карактеристике истраживаних састојина и информације из домена описа станишта и састојине,
- На бази мерљивих нумеричких елемената појединачних стабала на фото примерним површинама и предиктованих вредности преко израђених математичких модела, утврдити структурне и производне карактеристике истраживаних састојина и проценити информације везане за опис станишта и састојине на бази авио снимака,
- Извршити упоредну анализу добијених резултата структурне изграђености и производности истраживаних састојина по тестираним методама премера (терестрички : снимак),
- Конпаративна анализа информација из домена описа станишта и састојине утврђених по тестираним методама премера (терестрички : снимак),
- Упоредна анализа економичности спроведених начина премера,
- На бази спроведених анализа сагледати могућност и степен употребљивости података инвентуре на бази авио снимака у различитим шумарским дисциплинама.

4 ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ОБЈЕКТА ИСТРАЖИВАЊА (37-44 стр.)

У овом поглављу кандидат наводи основне карактеристике газдинских јединица у којима су постављена огледна поља, географски положај газдинских јединица и њихове основне станишне и састојинске карактеристике. Објекат истраживања чине тридесет три огледне површине, формиране тако да репрезентују најзаступљеније категорије шума на територији Аутономне покрајине Војводине (вештачки подгнуте засаде топола, изданачке састојине багрема и вештачки подгнуте састојине храста лужњака). Наведене састојинске целине заузимају око 57% шумом обрасле површине Војводине, због чега су и изабране за ова истраживања.

5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА (45-65 стр.)

У петом поглављу кандидат даје преглед примењених метода у различитим фазама истраживања. Поглавље је подељено у неколико под-поглавља

- 5.1. Прелиминарна истраживања
- 5.2. Прикупљање података
- 5.3. Обрада података

5.1. Прелиминарна истраживања

Када су у питању прелиминарна истраживања кандидат у овом поглављу даје анализу шумског фонда АП Војводине, анализу авио снимака, динамику снимања појединих газдинских јединица (ГЈ). На бази ових анализа дефинише објекат истраживања-засади топола, шуме багрема и шуме лужњака, као најзаступљеније категорије шума у Војводини. Такође, наводи и ограничења у избору ГЈ у којима су постављана огледна поља (ОП), која су била условљена недостатком финансијских средстава за циљано снимање ГЈ, већ је избор извршен од оних ГЈ које су биле у плану редовних авио снимања ЈП „Војводинашуме“. Наведен је број постављених ОП и њихова старосна структура. У засадима тополе постављено је 13 ОП (12 у размаку садње 5x5 m, разврстаних у 4 старосне категорије-10, 15, 20 и 25 година) и једно ОП у размаку садње 6x3 m, старости 25 година. Када су у питању изданачке састојине багрема, постављено је 8 ОП, која су груписана у четири старосне категорије (15, 20, 25 и 30 година). У вештачки подигнутим састојинама храста лужњака постављено 12 ОП која су дисрибуирана у

средњедобне састојине (чисте-3 огледна поља, мешовите-2 огледна поља) и у дозревајуће састојине: (чисте-2 огледна поља, мешовите-5 огледних поља). У овом поглављу наводе се и основни принципи пројектовања делимичног премера, односно облик, број, величина и распоред примерних површина у конкретним састојинским условима. Пројектовање мреже примерних површина урађено је применом ГИС софтвера

5.2. Прикупљање података

Код тоталног премера мерени су пречници свих стабала изнад таксационе границе, по целој површини ОП, а код делимичног премера свим стаблима на примерним површинама. Таксациона граница за вештачки подигнуте шуме (храст, тополе) износила је 10 см, за изданачке шуме (багрем) 5 см. У састојинама багрема и чистим и мешовитим састојинама храста лужњака примерне површине су биле облика круга са константним полупречником, величине, углавном, 2, 5 и 10 ари ($r = 7.98, 12.62$ и 18.40 m). У засадима тополе, примерне површине су биле правоугаоног облика, за размак садње 5 x 5 m величине 4 x 5 редова, а код размака садње 6 x 3 m извршен је премер 4 x 7 редова.

На свакој примерној површини GPS уређајем снимљена је позиција сваког стабала, како би се поузданије детерминисала на авио снимцима.

Висине и крошње стабала мерене су на детаљним примерним површинама код делимичног премера, односно на пунктовима код тоталног премера. Центри пунктова и детаљних примерних површина снимљени су GPS уређајем, а сваком стаблу на њима, којем је измерена висина и крошња, одређена је X и Y координата, у циљу поузданије детерминације истих стабала на авио снимцима. Висине стабала су мерене ултразвучним висиномером Vertex 3. Полупречници крошњи мерени су помоћу Кроненспигел инструмента у 8 праваца, у смеру N, NE, E, SE, S, SW, W и SW и то од центра стабла до линије пројекције круне.

Упоредо са премером стабала вршено је и снимање времена потребног за реализацију појединих фаза тоталног и делимичног премера у циљу израчунавање укупних трошкова терестричких метода премера, те њихве компарације са премером на фото примерним површинама.

Поред наведених елемената, на ОП је извршена и процена појединих информација које припадају домену описа станишта и састојине и које заједно са таксационим (структурним) елементима представљају основ за оперативно планирање.

За премер на авио снимцима коришћена је аерофотограметријска станица и програмски пакет *PhotoSoft* компаније *MapSoft d.o.o.*

С обзиром да су помоћу GPS уређаја на терену снимљене X и Y координате центара примерних површина и позиције стабала на свакој примерној површини делимичног премера, као и центара пунктова и позиције стабала на њима код потпуног премера, извршено је преношење ових позиција у аерофотограметријску станицу. На овај начин омогућено је да се терестрички премерене примерне површине (пунктови) и стабла на њима детерминишу и на авио снимцима и на њима изврши премер полупречника крошњи и висина.

У фотограметријској станици идентификована су стабла на примерним површинама правоугаоног облика које су идентичне примерним површинама постављеним на терену у засадима топола и на стаблима је извршена векторизација крошњи. Након дефинисања полигона крошњи, дигитализацијом или векторизацијом на авио снимцима у стерео моду, добијене су пројекције крошњи. Код терестрички реализованог делимичног премера висине су мерене само на детаљним примерним површинама, док је на авио снимцима премер висина извршен и на обичним и на детаљним примерним површинама.

5.3. Обрада података

Дендрометријска обрада података подразумевала је одређивање (код потпуног премера), односно

процену (код делимичног и премера на бази авиоснимака) броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, те димензија средњих стабала. За наведене вредности делимичног премера, било да је терестрички реализован или на бази снимака, одређена је и стандардна грешка процене, која је, поред осталог, коришћена и као мера репрезентативности узорка код делимичног премера.

На авио снимцима није било могуће мерити вредности прсног пречика стабала, па је он добијен (процењен) на бази креираних математичких модела који одражавају његову везу с висином и површином крошње. На емпиријским подацима, добијеним терестричким премером, тестиране су бројне функције типа $d = f(P_{kr})$, односно $d = f(P_{kr}, h)$. Избор финалног модела за процену прсног пречника извршен је на основу вредности коефицијента детерминације, стандардне грешке регресије и Акаике (AIC) информационог критеријума. На бази изабраних модела, за свако стабло на фото примерним површинама процењен је прсни пречник и уведен у дааљи процес обрачуна нумеричких елемената на хектару.

Поред регресионе и корелационе анализе, од статистичких метода коришћени су АНОВА и различити *post-hoc* тестови, с циљем утврђивања значајности разлика између различитих елемената стабала (d, h, P_{kr}) и састојине (N, G, V) добијених премером на снимку и премером терестричким методама инвентуре. Резултати спроведених тестова представљали су један од основа за закључивање о могућности и поузданости употребе аерофотограметрије у инвентури шума.

На крају овог поглавља образложена је анализа утрошка главног (технолошког) и помоћног времена за обављање појединих радних операција тоталног премера, делимичног премера и фотоинтерпретације аероснимака.

6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА (66–232 стр.)

У овом поглављу дисертације, на јасан и прегледан начин, поткрепљено табелама и графиконима, представљени су резултати истраживања.

За свако ОП у оквиру категорије шума и старосне категорије, односно развојне фазе код шума лужњака, дат је преглед резултата тоталног, делимичног премера и фотоинтерпретације аероснимака. Приказани су број стабала, темељница, запремина и њихове дистрибуције по дебљинским степенима, као и разлике у односу на тотолани премер који је коришћен као „еталон тачности“. Када је у питању делимични премер и премер на бази авиоснимака, утврђена је и стандардна грешке процене наведених елемената.

Површине хоризонталних пројекција крошњи и висине стабала, одређени у стереомоделу, разликују се од оних одређених на терену. На снимцима, у већини слућајева, читаване су ниже вредности површине крошњи и висине стабала, због чега су путем модела процењиване и ниже вредности прсних пречника, с одређеном импликацијом на поузданост одређивања темељнице, запремине састојине и њихових дистрибуција, генерално и на степен употребљивости снимака у инвентури шума.

Код вештачки подгнутих засада топола на свим ОП и у свим фазама старости тачност одређивања броја стабала у стереомоделу износи 100%. Код изданачких састојина багрема, у зависности од старости састојине, број стабала у стереомоделу је мањи за 5 - 10,5% у односу на број стабала одређен потпуним премером. Броја стабала код храстових састојина одређен премером на снимку, у зависности од развојне фазе, мањи је у просеку 3,7-26,8 % у односу на вредности овог елемента добијеног потпуним премером. Разлике у темељници састојине су такође изражене и код вештачки подигнутих засада топола размака садње 5x5 метара крећу се и до 24,4 %, у зависности од старости засада. Код топола размака садње 3x3 метра разлике се крећу до 19,8%. Код багрема разлике износе до 22,5%, док се код чистих средњедобних састојина храста лужњака темљница одређена на бази података премера на снимку за 32,2% разликује од оне која је добијена потпуним премером. Код чистих зревајућих састојина храста лужњака разлике темљнице је 25,8%. Разлике у запремини код вештачки подигнутих засада топола размака садње 5x5 метара добијених на авио снимку се крећу од

0,2 % до 26,0%, када је за процену прсних пречника стабала коришћен модел на нивоу врсте дрвећа и старости (АП-1), док су разлике код модела АП-2 када је за процену прсних пречника стабала коришћен модел на нивоу врсте дрвећа разлике се крећу од 1,0 до 48%, док разлике код размака садње 3x3 метра износе и до 63,1%. Код багрема разлике у запремини се крећу од 11 – 23% код АП-1 и 14,7% - 26, 8% код модела АП-2. Код хрстова разлике су израженије и крећу се од 12 до 61,8%
Разлике у дистрибуцијама наведених елемената које су добијене из података премера на авио снимку, у односу на потпуни премер, далеко су израженије него што је то случај са вредностима елемената на хектару. Док су код засада топола и изданаčkih шума багрема ове разлике донекле прихватљиве, јер потенцијална сортимента структура нема изражени плански карактер и значај, код састојина хрста лужњака оне дискредитују примену авио снимака у инвентури шума.

Информације из категорије описа станишта (заступљеност приземне вегетације, заступљеност жбуња и закоровљеност) није било могуће одредити на снимку, док су очуваност састојине, мешовитост, склоп и здравствено стање информације које су се могле поуздано интерпретирани на снимку, на свим огледним пољима. Посебан проблем примене авио снимака у инвентури шума је немогућност идентификације пратећих и примешаних врста дрвећа у мешовитим састојинама, које обично заузимају доње етаже у састојини, што је био случај и у овим истраживањима када су у питању шуме хрста лужњака. Пратеће врсте, као што су пољски јасен, граб, клен итд није било могуће идентификовати на снимку, па су видљива стабла ових врста дрвећа детерминисана као хрст лужњак. На тај начин мешовите састојине су „преведене“ у чисте, што је озбиљан недостатак с аспекта реалног планирања и елиминиса могућност примене аерофотограметрије у инвентури мешовитих састојина.

7. АНАЛИЗА ЕКОНОМИЧНОСТИ ТЕСТИРАНИХ МЕТОДА ПРЕМЕРА (233 -243 стр.)

У првом делу овог поглавља кандидат излаже структуру радног времена. Време израде, као саставни део укупног радног времена, време које се троши на стварни рад, састоји се од главног (технолошког) времена, помоћног времена и додатног времена. За потребе овог истраживања регистровано је само оперативно радно време кога чине главно (технолошко) време и помоћно време.

Приказан је утрошак оперативног времена за обављање појединих радних операција делимичног премера и фотоинтерпретације аероснимака. На свим ОП, постављеним током ових истраживања, утрошак овог времена приликом фотоинтерпретације аероснимака је за 30 до 75% мањи него код тоталног премера, док је у односу на делимичан премере реализован на терену мањи за 20-65%.

Кандидат у овом поглављу приказује и трошкове реализације тоталног, делимичног премера на терену и премера на авио снимцима, с аспекта трошкова ангажовања радне снаге. Трошкови тоталног премера су у просеку већи за 252-332% у односу на трошкове премера на фото примерним површинама, док су код делимичног премера већи за 80-103%.

8. ДИСКУСИЈА (244-255 стр.)

У овом поглављу кандидат резултате својих истраживања, на прегледан начин, повезује и пореди са резултатима бројних других, првенствено страних, истраживања. Констатује одређене сличности, али и значајне разлике у односу на истраживања спроведена у другим земљама. Разлике су условљене применом различитих снимака, просторних резолуција снимака, искустава фотоинтерпретатора и тд. Битан фактор је и сам објекат истраживања, односно структура шума. За разлику од Скандинавских земаља, које имају монолитне шуме на великим површинама у којима премер на снимцима представља примаран начин прикупљања података, шуме Србије су структурно хетерогене, те је нужна комбинација премера на снимцима са терестричким методама премера.

9. ЗАКЉУЧЦИ (256-261. стр)

У поглављу закључци, кандидат таксативно наводи најважније закључке до којих је дошао у свом раду и даје смернице будућих истраживања ове проблематике, на основу чега Комисија констатује да

да је разматрана проблематика актуелна, да су постигнути циљеви истраживања и да резултати имају теоријску и апликативну вредност за инвентури шума Војводине.

ЛИТЕРАТУРА (262-269 стр.)

Списак цитиране литературе обухвата 123 домаћих и страних литературних извора из области аерофотограметрије. Коришћена литература је актуелна и релевантна за проучавање проблематику. Ова констатација упућује на чињеницу да кандидат добро влада материјом и да добро познаје проблематику везану за тему истраживања.

ПРИЛОЗИ (270-304 стр.)

Кандидат у виду прилога даје:

- Прилог 1. Тестирани модели за предикцију прсног пречника у засадима топола
- Прилог 2. модели за предикцију прсног пречника у изданаџним састојинама багрема
- Прилог 3. Тестирани модели за предикцију прсног пречника у састојинама храста лужњака
- Прилог 4. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП 27-33

VI ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

И поред значајних рестрикција у погледу квалитативног структурирања узорка, а узимајући у обзир његову величину у појединим категоријама шума, добијени резултати до којих је кандидат дошао су релевантни и омогућавају извођење следећих закључака:

1. Информације из категорије описа станишта (заступљеност приземне вегетације, заступљеност жбуња и закоровљеност), због покривености крошњама стабала, није било могуће утврдити на снимку, чак ну у засадима топола веће старости.
2. Очуваност састојине, мешовитост, склоп и здравствено стање поуздано су интерпретирани на снимку на свим огледним пољима.
3. Заступљеност дргих врста дрвећа у чистим и мешовитим састојинама лужњака (граб, клен, багрем итд), које обично заузимају доње етажне, није било могуће идентификовати, па су видљива стабла ових врста бројана као хрст лужњак.
4. Закључци 1-3 упућују на лимитирану примену авио снимака у одређивању информација из категорије описа станишта и састојине, пре свега на информације друге категорије у чистим и једносратним састојинама.
5. За разлику од површине крошње и висине стабала, прсни пречник стабала није било могуће мерити на авио снимку. Због тога су на бази теретричких (емпиријских) података урађени математички модели за његову предикцију на бази мерљивих елемената на авио снимку. За све три категорије шума, односно главне врсте дрвећа у њима (топола, багрем и лужњак), урађени су модели типа $d = f(Pkr)$ и $d = (Pkr, h)$ у оквиру одређене старосне категорије (модел А1) и у оквиру врсте дрвећа, независно од старости, (модел А2).
6. На снимцима, у већини случајева, читаване су ниже вредности површине крошњи и висине стабала, због чега су путем модела процењиване и ниже вредности прсних пречника, с одређеном импликацијом на поузданост одређивања темељнице, запремине састојине и њихових дистрибуција, генерално на степен употребљивости снимака у инвентури шума.
7. У засадима топола старости 10 година, у односу на потпуни премер, број стабала добијен на бази авио снимка одступа 7,8%, темељница 16,5% и запремина 20,3%, када се за предикцију прсног пречника користи модел А1, односно 7,8%, 4,5% и 11,1%, када се користи модел А2. Одступања броја стабала, темељнице и запремине одређених делимичним премером на фото примерним површинама, у односу на потпуни премер, у засадима топола старим 15 година

износе за A1: 43,9%, -13,8% и -26,0%, а за A2: 43,9%, -24,4% и -33,0%; у засадима старости 20 година за A1: 13,5%, 18,8% и 5,5%, за A2: 13,5%, 3,2% и 1,0%. Наведена одступања у плантажама старим 25 година, када је у питању модел A1 износе: 23,5%, 5,2% и 0,2%, односно 23,5%, 1,4%, и -48,0% када је прсни пречник процењен на бази A2 модела.

8. Одступања дистрибуција броја стабала и запремине одређених на бази података премера засада топола на снимцима, у односу на дистрибуције које су добијене из података потпуног премера, далеко су израженије у односу на одступања таксационих елемената по хектару. Ова констатација у потпуности се односи и на изданацке шуме багрема, као и на чисте и мешовите састојине лужњака.
9. Код све три категорије шума, у већини случајева, стандардна грешка процене броја стабала и запремине код делимичног премера на снимцима била је већа од дозвољене грешке премера од $\pm 8\%$, што упућује на недовољну репрезентативност узорка (16 кругова) који је мерен на снимцима.
10. Разлике таксационих елемената добијених делимичним премером фото примерних површина у односу на потпуни премер засада топола, у комбинацији са изразитом економичношћу премера на авио снимцима, прихватљиве су с аспекта газдовања шумама. Ову тврдњу не умањује ни чињеница да су разлике у дистрибуцијама броја стабала и запремине по дебљинским степенима изражене, јер се ради о засадма топола када потенцијална сортиментна структура нема неки плански карактер. Осим тога, повећањем броја примерних површина, односно бољим усклађеивањем величине узорка степену хомогености конкретних засада, реално је очекивати да би се изнете разлике у односу на потпуни премер смањиле. Повећање интезитета премера на снимцима не би битније довело у питање економичност оваквог начина прикупљања података, али би се добили поузданији резултати. Изнете констатације афирмишу примену аерофотограмтрије у инвентури засада топола.
11. У шумама багрема старости 15 година, у односу на потпуни премер, број стабала добијен на бази авио снимка одступа 10,5%, темељница -17,0% и запремина -20,4%, када се за предикцију прсног пречника користи модел АП1, односно 10,5%, -4,3% и -19,6%, када се користи модел АП2. Одступања броја стабала, темељнице и запремине одређених делимичним премером на фото примерним површинама, у односу на потпуни премер, у изданацким шумама багрема старости 20 година износе за АП1: 3,2%, 7,0% и 14,0%, а за АП2: 3,2%, 22,5% и 26,8%; у шумама старости 25 година за АП1: 5,7%, 20,4% и 23,2%, за АП2: 5,7%, 2,0% и 18,4%. Наведена одступања у багровим шумама старим 30 година, када је у питању модел АП1 износе: -5,4%, 4,8% и 11,9%, односно -5,4%, -21,8%, и -14,7% када је прсни пречник процењен на бази АП2 модела.
12. Као и код засада топола, и код изданацких шума багрема један од ралога наведених одступања темељнице и запремине добијених из података премера на снимцима лежи у нижим вредностима висина и површина крошњи прочитаних на снимку у односу на теренски мерене вредности, односно у нижим вредностима процењених пречника стабала на бази ових елемената. Следећи разлог је свакако и недовољна репрезентативност узорка (броја фото примерних површина), на шта упућују високи износи стандардних грешака процене броја стабала и запремине. Повећањем интезитета премера на снимцима ова грешка, као и одступања таксационих елемената састојине, свели би се у прихватљиве оквире, при чему економичност овог начина прилиплјања података не би била доведена у питање, што отвара могућност примене аерофотограметрије у инвентури изданацких багрових шума. Наравно, ова констатација је коректна уколико се прихвати чињеница да дистрибуције броја стабала и запремине по дебљинским степенима немају значај код багрема у тој мери какав имају код високих природних састојина различитих врста дрвећа.
13. Одступања резултата добијених премером на снимцима у односу на потпуни премер чистих

лужњакових састојина су висока. Код дозревајућих састојина запремина одступа чак 61,8% када је у питању примена АП-1 модела, односно 50,5% код примене модела АП-2. Посебан проблем у овим састојинама представља и немогућност идентификације пратећих врста дрвећа, које, по правилу, заузимају доње етаже. Проблем је значајан с аспекта оцене и очувања биодиверзитета, ретких, реликтних и угрожених врста дрвећа. Приближавањем учешћа пратећих врста дрвећа у смеси чистих састојина износу од 10%, повећава се део запремине који није идентификован. Код састојина са високом дубећом запремином то могу бити значјани износи, због чега се може довести у питање реално планирање, посебно код планова коришћења, продаје дрвета и сл. Наведене констатације не остављају простор за примену снимака у инвентури ових састојина, осим у домену прикупљања појединих информација везаних за опис станишта и састојине.

14. Проблеми који су констатовани код чистих састојина храста лужњака, а произилазе из немогућности идентификације пратећих врста дрвећа на снимцима, усложњавају се и добијају посебну димензију у мешовитим састојинама ове врсте дрвећа. Ни на једном ОП нису препознате пратеће врсте дрвећа у мешовитим састојинама лужњака (пољски јасен, граб, багрем, брест и тд). Свако стабло идентификовано на снимку рангирано је као храст лужњак, због чега су ове мешовите састојине „преведене“ у чисте састојине. Према подацима потпуног премера учешће храста лужњака у мешовитим састојинама (ОП 27-33) у укупном броју стабала креће се од 29,2% до 86,1%, а у укупној запремини од 68,2% до 89,0%. То значи да је приликом инвентуре на фото примерним површинама 13,9-70,8% броја стабала, односно 11,0-31,8% запремине других врста дрвећа погрешно приписивано храсту лужњаку. То је озбиљан недостатак, сам по себи довољан да искључи могућност примене авио снимака у инвентури мешовитих шума храста лужњака

У односу на постављене хипотезе, могуће је констатовати следеће:

1. **Хипотеза 1.** У конкретним састојинским ситуацијама разлике у тачности, односно у прецизности процене структурних и производних елемената добијених аерофотограмметријом и терестричком инвентуром нису статистички значајне.
Хипотеза није потврђена. У већини случајева, посебно код шума лужњака, разлике елемената одређених тестираним методама инвентуре су статистички значајне. Када су у питању засади топола и изданачке шуме багрема, повећањем интензитета премера на снимцима износи грешака и одступања у односу на потпуни премер би се смањили у прихватљиве оквире. Уз прихватање чињенице да у овим шумама потенцијална сортиментна структура нема посебан плански карактер, за разлику од високих природних састојина, авио снимци би се могли користити за прикупљање таксационих елемената у ове две категорије шума.
2. **Хипотеза 2.** Поједини подаци о станишту и састојини могу се прецизно одредити са авио снимака.
Хипотеза је делимично потврђена. Због покривености крошњама стабала, чак и у засадима топола веће старости, информације о станишту не могу се поуздано одредити са снимка. Посматране информације о састојини могу се поуздано интерпретирати на снимку. Изузетак су пратеће и примешане врсте дрвећа у мешовитим састојинама лужњака, које заузимају доње спратове у састојини и које није могуће идентификовати.
3. **Хипотеза 3.** Информације добијене на бази авио снимака могу представљати реалан основ за оперативно планирање у шумарству.
Хипотеза је делимично потврђена. Уз испуњење услова наведених код објашњења хипотезе 1 и наведених чињеница код хипотезе 2, информације добијене на бази авио снимака могу се примењивати у планирању газдовања шумама багрема и засадима топола.
4. **Хипотеза 4.** Време утрошено за прикупљање података са снимака мање је него код терестричке инвентуре, те се примена аерофотграмметрије може сматрати економски

оправданом.

Хипотеза је у потпуности потврђена. Код свих огледних поља за реализацију премера на бази аавио снимкама потребно је мање времена у односу на тотлни премер, а такође и у односу на делимични премер реализован на тернеу. Трошкови премера на бази авио снимка са аспекта утрошка времена радне снаге су знатно нижи него код терестрички реализованог премера (тоталног и длеимичног).

5. **Хипотеза 5.** Компромисно решење представљала би комбинација терестичке инвентуре и инвентуре на бази авио снимака.

Хипотеза је у потпуности потврђена. Комбинацијом терестричке и инвентуре шума на бази авио снимака постигла би се већа тачност резултата у односу на тачност која се добија премером на снимку, као и већа економичност у односу на економичност терестричке инвентуре.

VII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Кандидат је на прегледан и јасан начин, користећи табеле, графиконе и слике приказао најважније резултате до којих је дошао током истраживања. Закључци који представљају оригинални научни допринос ове докторске дисертације су јасно истакнути. Имајући у виду одабрани предмет истраживања, као и постављене циљеве и хипотезе од којих се у истраживању пошло, Комисија сматра да је кандидат резултате базирао на добро утемељеној теоријској основи, до њих је дошао квалитетном применом одговарајућих метода, доказујући дефинисане хипотезе и успешно реализујући постављене циљеве истраживања. Комисија констатује да су резултати истраживања јасно и прегледно изложени, методолошки исправно анализирани и тумачени.

VIII КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Комисија констатује да је докторска дисертација Драган Бороте, МСц. инжењера шумарства, написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме за коју је, одлуком 02 Број: 61206-2804/2-14 од 07.07.2014. год, Веће научних области биотехничких наука Универзитета у Београду дало сагласност.
2. Комисија такође констатује да дисертација садржи све неходне елементе: насловну страну на српском и енглеском језику, информације о ментору и члановима комисије, кључне документационе информације, резиме на српском и енглеском језику, попис табела, графикона, слика и прилога, садржај, текст рада по поглављима, списак литературе, прилоге, изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о начину коришћењу дисертације.
3. Докторска дисертација Драгана Бороте, М.Сц. инжењера шумарства под насловом: „**Могућност примене аерофотограметрије у инвентури шума Војводине**” представља оригиналан допринос науци. Оригиналноост докторске дисертације огледа се у избору проблематике, одабраним методама рада, добијеним резултатима и закључцима који су изведени, а који се односе на могућност и оправданост примене аерофотограметрије у прикупљању шумарских информација и њиховој даљој употребу у различитим шумарским дисциплинама. Такође, овим истраживањима отворена су и нова питања из наведене проблематике, што им даје посебан значај.
4. Комисија није уочила недостатке у току израде докторске дисертације, који би евентуално могли утицати на резултате истраживања и изведене закључке.

Имајући у виду да се као услов за одбрану докторске дисертације поставља објављен рад у часопису међународног значаја, Комисија констатује да је услов испуњен, и да је кандидат коаутор на 4 рада публикованом у часописима на SCI листи:

1. Pantić D., Medarević M., Dees M., **Borota D.**, Tubić B., Obradović S., Šljukić B., Čuković D.,

Marinković M. (2015): *Analysis of the growth characteristics of a 450-year-old silver fir tree*, ARCHIVES OF BIOLOGICAL SCIENCES, 67(1):155-160.

2. Annys K., Frankl A., Spalevic V., Curovic M., **Borota D.**, M Nyssen, J. (2014): Geomorphology of the Durmitor Mountains and surrounding plateau Jezerska Povrs (Montenegro), JOURNAL OF MAPS, vol. 10, br. 4, str. 600-611.
3. Cortan D., Tubic B., Sijacic-Nikolic M., **Borota D.** (2015): Variability of Black Poplar (*Populus nigra L.*) Leaf Morphology in Vojvodina, Serbia (Article), SUMARSKI LIST, vol. 139, br. 5-6, str. 245-252.
4. Lukic S., Pantic D., Belanovic-Simic S., **Borota D.**, Tubic B., Djukic M., Djunisijevic-Bojovic D. (2015): Effects of black locust and black pine on extremely degraded sites 60 years after afforestation - a case study of the Grdelica Gorge (southeastern Serbia) (Article), IFOREST-BIOGEOSCIENCES AND FORESTRY, vol. 9, str. 235-243.

IX ПРЕДЛОГ

На основу сагледавања укупног садржаја и изнете оцене докторске дисертације М.Сц. Драгана Бороте, Комисија констатује следеће:

- Кандидат је урадио докторску дисертацију под насловом „**Могућност примене аерофотограметрије у инвентури шума Војводине**”. 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 одлуком 02 Број: 61206-2804/2-14 од 07.07.2014. год

Сходно претходним констатацијама, Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду-Шумарског факултета, да дисертацију М.Сц. Драган Бороте стави на увид јавности, да прихвати Извештај о оцени израђене докторске дисертације и упуту га Већу научних области биотехничких наука Универзитета у Београду на коначно усвајање, као и да се кандидат М.Сц. инжењер шумарства Драган Борота, након завршене процедуре, позове на јавну одбрану.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Дамјан Пантић, редовни професор
Универзитета у Београду-Шумарског факултета

др Милорад Јанић, ванредни професор
Универзитета у Београду-Шумарског факултета

др Милан Медаревић, редовни професор
Универзитета у Београду-Шумарског факултета

др Предраг Алексић, научни сарадник
ЈП „Србијашуме”, Београд