

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ

Драган М. Борота

**МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ
АЕРОФОТОГРАМЕТРИЈЕ У
ИНВЕНТУРИ ШУМА ВОЈВОДИНЕ**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

БЕОГРАД, 2018

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF FORESTRY

Dragan M. Borota

**THE POSSIBILITIES FOR
APPLICATION OF
AEROPHOTOGRAMETRY IN FOREST
INVENTORY IN VOJVODINA**

DOCTORAL DISSERTATION

BELGRADE, 2018

ИНФОРМАЦИЈЕ О МЕНТОРУ И ЧЛАНОВИМА КОМИСИЈЕ

Ментор: Др Дамјан Пантић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета

Чланови комисије: Др Милан Медаревић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета,

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

Др Предраг Алексић, виши научни сарадник, Јавно предузеће „Србијашуме“

Датум одбране:

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ – ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИОНА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број (РББ)	
Идентификациони број (ИБР)	
Тип документације (ТД)	Монографска публикација
Тип записа (ТЗ)	Текстуални штампани материјал
Врста рада (ВР)	Докторска дисертација
Аутор (АУ)	М.Сц. Драган Борота, дипл. инж. шумарства
Ментор (МН)	Др Дамјан Пантић, редовни професор, Универзитет у Београду, Шумарски факултет
Наслов рада (НР)	Могућност примене аерофотограметрије у инвентури шума Војводине
Језик публикације (ЈП)	Српски/ћирилица
Језик извода (ЈИ)	Српски/енглески
Земља публикације (ЗП)	Република Србија
Географско подручје (ГП)	Србија
Година издавања (ГИ)	2018.
Издавач (ИЗ)	Ауторски репринт
Место издавања и адреса (МС)	11030 Београд, Р. Србија, Кнеза Вишеслава 1
Физички обим рада (ФО) (број поглавља/страна/литературних извора/табела/прегледа/графикона/дијаграма/шема/карти/фототаблица/прилога)	9 поглавља / 312 стране / 123 литературна навода / 134 табеле /91 графикон /43 слика/ 4 прилога
Научна област (НО)	Шумарство
Научна дисциплина (ДИС)	Дендрометрија
Предметна одредница/Кључне речи (ПО)	аерофотограметрија, авионски снимци, састојинска инвентура шума, тотални и делимични премер, фотоинтерпретација, утрошак времена и трошкови
УДК	
Чува се (ЧУ)	Библиотека Шумарског факултета, Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд, Р. Србија
Важна напомена (ВН)	Нема
Датум прихватања теме (ДП)	Одлука ННВ Шумарског факултета, бр. 01-4207/1, од 29.05.2014.год. Одлука Већа научних области биотехничких наука, бр. 02 Број: 61206-2804/2-14, 07.07.2014. год.
Датум одбране (ДО)	

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number (ANO)	
Identification number (INO)	
Document type (DT)	Monographic publication
Type of record (TR)	Textual printed article
Contains code (CC)	Doctoral dissertation
Author (AU)	M.Sc. Dragan Borota, Dipl. Ing. Forestry
Mentor (MN)	Ph.D. Damjan Pantić, Full Professor, University of Belgrade Faculty of Forestry
Title (TI)	The possibilities for application of aerophotogrametry in forest inventory in Vojvodina
Language of text (LT)	Serbian/Cyrillic alphabet
Country of publication (CP)	Republic of Serbia
Locality of publication (LP)	Serbia
Publication year (PY)	2018
Publisher	Author's reprint
Publication place (PL)	11030 Belgrade, R. Serbia, Kneza Višeslava 1
Physical description (PD)	
(number of chapters/pages/citations/tables/reviews/charts/diagrams/scheme/maps/images/annexes)	9 chapters / 312 pages /123 references / 134 tables /91 charts /43 pictures / 4 anex
Science field (SF)	Forestry
Science discipline (SD)	Dendrometry
Subject/Key words (CX)	aerophotogrametry, arial images, stand forest inventory , total and partial inventory, photointerpretations, time consupion and costs
UDC	
Holding data(HD)	Library of Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, 11030 Belgrade, Republic of Serbia
Note (N)	None
Accepted by scientific board on (ACB)	Decision of Academic-Scientific Council of Faculty of Forestry, No. 01-4207/1, 29.05.2014 Decision of Professional Board of Biotechnical Sciences, No. 61206-2804/2-14, from 07.07.2014.
Defended on (DE)	

ИЗЈАВЕ ЗАХВАЛНОСТИ

Овим путем желим да се захвалим свом ментору професору Дамјану Пантићу којем дугујем посебну захвалност због пружене непроцењиве помоћи, стрпљењу, на пруженој моралној и стручној подршци током спроведених истраживања и израде ове докторске дисертације.

Велику захвалност дугујем и осталим члановима комисије. Професору Милану Медаревићу, на стручним саветима и сугестијама и на моралној подршци како би ова дисертација била што боља, професору Милораду Јанићу који је својим стручним саветима, и сугестијама из области практичне примене аерофотограметрије допринео да ова докторска дисертација буде што боља. Затим Др Предрагу Алексићу на стручним сугестијама и изванредној сарадњи.

Посебну захвалност дугујем Јавном предузећу Војводина шуме на пруженој техничкој и стручној помоћи и који су уступили потребне авио снимке за реализацију ових захтевних истраживања. Посебну захвалност дугујем шумским газдинствима у оквиру Јавног предузећа Војводина шуме, и колегама из ШГ Нови Сад, ШГ Сомбор и ШГ Банат Панчево на техничкој помоћи приликом прикупљања података.

Неизмерну захвалност дугујем компанији MapSoft d.o.o. који су ми уступили на бесплатно коришћење програм за стереоскопски приказ авио снимака и прикупљање дигиталних података фотограметријским методама PhotSoft standard.

Велику захвалност дугујем колегама Биљани Пешић, Ненаду Стевановићу, због несебичне помоћи коју су ми пружили током израде докторске дисертације и другим колегама који су на било који начин допринели да ова истраживања буду успешно реализована и самим тим олакшали израду овог рада.

Неизмерну захвалност дугујем Рајку Вајагићу на помоћи приликом прикупљања теренских података, Раденку Поњарицу на несебичној помоћи приликом теренског прикупљања података, ГИС подршци и на изради програмских апликација за аутоматско пројектовање потребног броја примерних површина на огледним пољима.

Посебну захвалност дугујем Ивану Ивковићу мастеру примењене статистике, на пруженој моралној и стручној подршци и саветима приликом статистичке обраде података.

Неизмерну захвалност дугујем и својој породици, својој супрузи Ивани, својим родитељима на моралној подршци, изузетном стрпљењу и разумевању, без које израда ове докторске дисертације не би била могућа.

Аутор

МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ АЕРОФОТОГРАМЕТРИЈЕ У ИНВЕНТУРИ ШУМА ВОЈВОДИНЕ

Извод

Фотограметрија је метод и наука прикупљања и интерпретације информација о удаљеним објектима, површини или појави, који су прикупљени таквим врстама уређаја који нису у директним контакту са датим објектом, површином или појавом која се испитује. У шумарству Србије квантитативни и квалитативни подаци о шумском фонду су се добијали углавном применом терестричких метода прикупљања података. Позитивна искуства развијених земаља у примени аерофотограметрије говоре да се може применити за добијање информација и у шумарству. Резултати ових истраживања указују да се аерофотограметрија у знатној мери као дисциплина може користити у састојинској инвентури шума. У већини случајева, посебно код шума лужњака, разлике елемената одређених тестираним методама инвентуре су статистички значајне када су у питању структурни и производни елементи добијени аерофотограметријом и терестричком инвентуром шума. Због покривености крошњама стабала, чак и у засадима топола веће старости, информације о састојини и станишту не могу се поуздано одредити са снимка. Тачност у одређивању нумеричких елемената пре свега броја стабала указују да се код вештачки подигнутих састојина топола добијају тачне процене овог елемената. Код изданаčkih састојина багрема долази до потцењивања броја стабала и добија се мањи број у односу на број стабала добијен тоталним премером. Када су у питању засади топола и изданаčke шуме багрема, повећањем интензитета премера на снимцима износи грешака и одступања у односу на потпуни премер би се смањили у прихватљиве оквире. Код вештачки подигнутих састојина храста лужњака број стабала је значајно потцењен. Узрок лежи у чињеници да су се на бази авио снимка успешно могла идентификовати стабала која се налазе у горњем спрату, док стабала осталих врста дрвећа која се налазе у доњем спрату нису видљива због склопљености крошњи стабала храста лужњака и немогућности њихове идентификације на авио снимку. 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, и као компромисно решење за састојинску инвентуру шума у Републици Србији би била комбинована инвентура, која у себи спаја позитивна својства терестричке инвентуре и инвентуре на бази аероснимака, обезбеђујући тако поуздане и употребљиве информације, добијене на економичан начин.

Кључне речи: аерофотограметрија, авио снимци, састојинска инвентура шума, тотални и делимични премер, фотоинтерпретација, утрошак времена и трошкови

**THE POSSIBILITIES FOR APPLICATION OF AEROPHOTOGRAMMETRY IN
FOREST INVENTORY IN VOJVODINA**

Abstract

Photogrammetry is a method and the science of collecting and integrating information about remote objects, a surface or a phenomenon that are collected by the types of devices that are not in direct contact with the given object, surface or phenomenon being examined. In Serbia, quantitative and qualitative data on the growing stock were obtained mainly by applying a terrestrial method of data collection. The positive experiences of developed countries in the application of aerophotogrammetry indicate that it can be used to obtain information in forestry as well. Results of these studies indicate that aerial photographs can be used to a considerable extent as a discipline in the inventory of forests. In most cases, especially in the case of common oak forests, the differences in the elements determined by the tested inventory methods are statistically significant when it comes to structural and production elements obtained by aerophotogrammetry and terrestrial forest inventory. Due to the coverage of tree canopies, even in older poplar plantations, information on stands and habitats cannot be reliably determined from the image. The accuracy in determining the numerical elements, primarily the number of trees, indicates that this element is accurately estimated in the artificially established poplar stands. The number of trees in the coppice black locust stands is underestimated and a smaller number is obtained in comparison to the number of trees obtained by total measurement. When it comes to poplar plantations and coppice black locust forests, the increase in the intensity of measurement on the aerial images would result in reduction of errors and deviations in relation to the total measurement to acceptable levels. In artificially established stands of common oak, the number of trees is significantly underestimated. The reason lies in the fact that trees in the upper storey can be successfully identified based on images, while trees of other species in the lower storey are not visible due to the closure of canopy of common oak trees and thus cannot be identified on the aerial images. A combination of terrestrial and inventory based on aerial images would result in higher accuracy of the results compared to the accuracy obtained by measurement on images, and a compromise solution for the forest inventory in the Republic of Serbia would be a combined inventory that couples the positive features of the terrestrial inventory and the inventory based on aerial images, thus providing both reliable and usable information obtained in a cost-effective manner.

Keywords: aerial photogrammetry, aerial images, stand inventory, total (full) and partial inventory, photointerpretation, time and cost

Садржај

1. УВОД	16
2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА	21
2.1. Страна истраживања.....	21
2.2. Истраживања у Србији.....	30
3. ЦИЉ, ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА	32
3.1. Циљ истраживања.....	32
3.2. Полазне хипотезе.....	32
3.3. Задаци истраживања.....	33
4. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ОБЈЕКТА ИСТРАЖИВАЊА	35
4.1 ГЈ „Карапанца”.....	36
4.2 ГЈ „Дорословачке шуме“.....	38
4.3 ГЈ „Багремара“.....	39
4.4 ГЈ „Доње Потамишје”.....	40
5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА	43
5.1. Прелиминарна истраживања.....	43
5.1.1. Структура и величина узорка.....	43
5.1.2. Просторно и површинско дефинисање огледних поља.....	46
5.1.3. Пројектовање делимичног и потпуног (тоталног) премера.....	47
5.2. Прикупљање података.....	50
5.2.1. Терестричка инвентура.....	51
5.2.2. Премер на авио снимцима.....	54
5.3 Обрада података.....	59
6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	64
6.1. Избор математичких модела за предикцију прсног пречника стабала тополе на бази елемената очитаних са авио снимка.....	64
6.1.1. Засади топола размака садње 5 x 5 m старости 10 година.....	65
Огледно поље 1 (ОП–1).....	67
Огледно поље 2 (ОП – 2).....	73
Огледно поље 3 (ОП – 3).....	77
6.1.2. Засади топола размака садње 5 x 5 m, старости 15 година.....	82
Огледно поље 4 (ОП – 4).....	85
Огледно поље 5 (ОП – 5).....	89
Огледно поље 6 (ОП – 6).....	93
6.1.3. Засади топола размака садње 5 x 5 m, старости 20 година.....	101
Огледно поље 7 (ОП – 7).....	103
Огледно поље 8 (ОП – 8).....	107
Огледно поље 9 (ОП – 9).....	111
6.1.4. Засади топола, размака садње 5 x 5 m, старости 25 година.....	116
Огледно поље 10 (ОП – 10).....	118
Огледно поље 11 (ОП – 11).....	122
Огледно поље 12 (ОП – 12).....	126
6.1.5. Засади топола размак садње 6 x 3 m, старости 25 година.....	132
Огледно поље 13 (ОП – 13).....	132
6.2. Избор математичких модела за предикцију прсног пречника стабала багрема на бази елемената очитаних са авио снимка.....	139
6.2.1. Шуме багрема старости 15 година.....	140
Огледно поље 14 (ОП – 14).....	143

Огледно поље 15 ОП – 15).....	147
6.2.2. Шуме багрема старости 20 година.....	152
Огледно поље 16 (ОП – 16).....	156
Огледно поље 17 (ОП – 17).....	159
6.2.3. Шуме багрема старости 25 година.....	165
Огледно поље 18 (ОП – 18).....	167
6.2.4. Шуме багрема старости 30 година.....	175
Огледно поље 20 (ОП – 20).....	178
Огледно поље 21 (ОП – 21).....	181
6.3. Избор математичких модела за предикцију прсног пречника стабала храста лужњака на бази елемената прочитаних са авио снимка.....	187
6.3.1. Средњедобне, чисте састојине храста лужњака	188
Огледно поље 22 (П – 22)	191
Огледно поље 23 (ОП – 23).....	196
Огледно поље 24 (ОП – 24).....	200
6.3.2. Дозревајуће, чисте састојине храста лужњака.....	207
Огледно поље 25 (ОП – 25).....	209
Огледно поље 26 (ОП – 26).....	217
6.3.3. Мешовите састојине храста лужњака, средњедобне и дозревајуће.....	225
7 АНАЛИЗА ЕКОНОМИЧНОСТИ ТЕСТИРАНИХ МЕТОДА ПРЕМЕРА	229
7.1. Структура радног времена.....	229
7.1.1. Време реализације премера у засадима топола	231
7.1.2. Време реализације премера у изданачким састојинама багрема	236
7.1.3. Време реализације премера у вештачки подигнутим састојинама храста лужњака ...	239
8. ДИСКУСИЈА	242
9. ЗАКЉУЧЦИ	254
ЛИТЕРАТУРА	260

СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 1. Приказ пораста информација о шумама током времена на глобалном нивоу (Lund, Smith, 1997).....	17
Табела 2. Шумски фонд Војводине (Banković et al., 2009).....	35
Табела 3 Структура површина ГЈ „Карапанца“ према обраслости	36
Табела 4. Стање шума појединих састојинских целина ГЈ „Карапанца“	37
Табела 5. Структура површина ГЈ „Дорословачке шуме“ према обраслости	38
Табела 6. Стање шума појединих састојинских целина ГЈ „Дорословачке шуме“	39
Табела 7. Структура површина ГЈ „Багремара“ према обраслости	39
Табела 8. Стање шума појединих састојинских целина ГЈ „Багремара“.....	40
Табела 9. Структура површина ГЈ „Доње Потамишје“ према обраслости	41
Табела 10. Стање шума појединих састојинских целина ГЈ „Доње Потамишје“	42
Табела 11. Елементи делимичног премера у засадима топола.....	47
Табела 12. Елементи делимичног премера у шумама багрема	48
Табела 13. Елементи делимичног премера у шумама храста лужњака.....	48
Табела 14. Изглед обрасца за снимање времена реализације потпуног премера.....	53
Табела 15. Изглед обрасца за снимање времена реализације делимичног премера	53
Табела 16. Информације о станишту и састојини процењиване терестрички и на авио снимцима	54

Табела 17. Тестиране функције за процену прсног пречника на бази површина крошњи стабала добијених са авио снимка.....	59
Табела 18. Тестиране функције за процену прсног пречника на бази површина крошњи и висина стабала добијених са авио снимка.....	60
Табела 19. Тестиране функције за израду висинске криве.....	62
Табела 20. Статистички параметри изабраних модела за процену прсног пречника стабала у засадима топола различитих размака садње и старости	64
Табела 21. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП-1	68
Табела 22. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-1.....	69
Табела 23. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП-2	74
Табела 24. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-2.....	74
Табела 25. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП-3	77
Табела 26. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-3.....	78
Табела 27. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у засадима тополе старости 10 год	80
Табела 28. Анализа варијансе у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 10 година.....	81
Табела 29. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премер у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 10 година	81
Табела 30. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 4	85
Табела 31. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-4.....	86
Табела 32. Компаративна анализа информација о станишту и састојини ОП - 5	89
Табела 33. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-5.....	90
Табела 34. Компаративна анализа информација о станишту и састојини ОП - 6	93
Табела 35. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-6.....	94
Табела 36. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 15 год.....	97
Табела 37. Анализа варијансе у засадима топола размака садње 5 x 5 m, старости 15 година.....	97
Табела 38. LSD тест за N/ha у засадима топола размака садње 5 x 5 m, старости 15 година.....	98
Табела 39. LSD тест за G/ha у засадима топола размака садње 5 x 5 m, старости 15 година.....	98
Табела 40. LSD тест за V/ha у засадима топола размака садње 5 x 5 m, старости 15 година.....	99
Табела 41. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премер у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 15 година	100
Табела 42. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 7	103
Табела 43. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-7.....	104
Табела 44. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 8	107
Табела 45. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-8.....	108
Табела 46. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 9	111
Табела 47. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-9.....	112

Табела 48. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 20 год.....	114
Табела 49. Анализа варијансе у засадима тополе старости размака садње 5 x 5 m, 20 година....	115
Табела 50. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премер у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 20 година	115
Табела 51. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 10	118
Табела 52. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-10.....	119
Табела 53. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 11	122
Табела 54. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-11.....	123
Табела 55. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 12.	126
Табела 56. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-12.....	127
Табела 57. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 25 год.....	130
Табела 58. Анализа варијансе у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 25 година....	130
Табела 59. LSD тест за V/ha у засадима топола размака садње 5 x 5 m, старости 25 година.....	131
Табела 60. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премер у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 25година	131
Табела 61. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у засадима тополе размака садње 6x3 m, старости 25 год.....	134
Табела 62. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 13.	135
Табела 63. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-13.....	136
Табела 64. Статистички параметри изабраних модела за процену прсног пречника стабала у састојинама багрема различитих старости	140
Табела 65. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП -14	143
Табела 66. Нумерички елементи изданачких састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-14.	144
Табела 67. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 15	147
Табела 68. Нумерички елементи изданачких састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-15	148
Табела 69. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у изданачким састојинама багрема старости 15 год.....	150
Табела 70. Анализа варијансе у изданачким састојинама багрема старости 15 год	151
Табела 71. LSD тест за N/ha у изданачким састојинама багрема старости 15 год	151
Табела 72. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премер у изданачким састојинама багрема старости 15 год.....	152
Табела 73. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 16	156
Табела 74. Нумерички елементи изданачких састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-16	157
Табела 75. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 17	160

Табела 76. Нумерички елементи изданацких састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-17	160
Табела 77. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у састојинама багрема старости 20 год	163
Табела 78. Анализа варијансе у састојинама багрема старости 20 година	163
Табела 79. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премер у шумама багрема старости 20 година.....	164
Табела 80. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 18	167
Табела 81. Нумерички елементи изданацких састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-18	168
Табела 82. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 19.	171
Табела 83. Нумерички елементи изданацких састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-19	171
Табела 84. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у изданацким састојинама багрема старости 25 год.....	174
Табела 85. Анализа варијансе у изданацким састојинама багрема старости 25 година	174
Табела 86. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премер у изданацким састојинама багрема старости 25 година	174
Табела 87. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 20	178
Табела 88. Нумерички елементи изданацких састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-20	179
Табела 89. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 21	182
Табела 90. Нумерички елементи изданацких састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-21	182
Табела 91. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у изданацким састојинама багрема старости 30 год.....	185
Табела 92. Анализа варијансе у изданацким састојинама багрема старости 30 година	185
Табела 93. LSD тест за V/ha у изданацким састојинама багрема старости 30 година.....	186
Табела 94. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премер у изданацким састојинама багрема старости 30 година	186
Табела 95. Статистички параметри изабраних модела за процену прсног пречника стабала у састојинама храста лужњака различитих развојних фаза и мешовитости	188
Табела 96. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП-22.	191
Табела 97. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-22	192
Табела 98. Упоредне анализе димензија средњих стабала добијени различитим методама премера на ОП-22	194
Табела 99. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 23.	197
Табела 100. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-23	197
Табела 101. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 24.	200
Табела 102. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-24	201
Табела 103. Упоредна анализа димензија средњих стабала добијених различитим методама премера на ОП-24.....	203

Табела 104. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у, средњедобним, чистим састојинама храста лужњака	205
Табела 105. Анализа варијансе у средњедобним, чистим састојинама храста лужњака.....	206
Табела 106. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премемер у засадима топола старости 10 година.....	206
Табела 107. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 25.	210
Табела 108. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премемера на ОП-25	211
Табела 109. Упоредна анализа димензија средњих стабала добијених различитим методама премемера на ОП-25.....	215
Табела 110. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 26	217
Табела 111. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премемера на ОП-26.....	218
Табела 112. Упоредна анализа димензија средњих стабала добијени различитим методама премемера на ОП-26	221
Табела 113. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у чистим, вештачки подигнутим, дозревајућим састојинама храста лужњака	223
Табела 114. Анализа варијансе у засадима у чистим, вештачки подигнутим, дозревајућим састојинама храста лужњака.....	224
Табела 115. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премемер у дозревајућим, вештачки подигнутим, чистим састојинама храста лужњака	224
Табела 116. Упоредна анализа информација о станишту и састојини добијених фотоинтерпретацијом снимака и терестричком проценом у мешовитим, средњедобним и дозревајућим састојинама храста лужњака	227
Табела 117. Размер смесе добијен тоталним премемером ОП (премемером ОП на снимку: лужњак 100% по N и 100 % по V) и одступање броја стабала и запремине на хектару са снимка у односу на тотални премемер.....	228
Табела 118. Утрошак времена за реализацију различитих метода премемера у засадима топола	231
Табела 119. Разлика утрошка времена за реализацију различитих метода премемера у засадима топола [%].....	233
Табела 120. Броја радника и просечне бруто месечне зараде за реализацију премемера.....	234
Табела 121. Приказ утрошка времена и трошкова за премемер 1 ha за засаде топола различите старости.....	234
Табела 122. Утрошак времена за реализацију различитих метода премемера у изданачким састојинама багрема	236
Табела 123. Разлика утрошка времена за реализацију различитих метода премемера у изданачких шума багрема [%].....	237
Табела 124. Приказ утрошка времена и трошкова за премемер 1 ha за састојине багрема различите старости.....	238
Табела 125. Утрошак времена за реализацију различитих метода премемера у састојинама храста лужњака	239
Табела 126. Разлика утрошка времена за реализацију различитих метода премемера у вештачки подигнутим састојинама храста лужњака [%]	240
Табела 127. Приказ утрошка времена и трошкова за премемер 1 ha за састојине храста лужњака	241
Табела 128. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премемера на ОП-27-33	291

Табела 129. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-28	292
Табела 130. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-29	293
Табела 131. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-30	295
Табела 132. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-31	297
Табела 133. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-32	299
Табела 134. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-33	301

СПИСАК ГРАФИКОНА

Графикон 1. Упоредна анализа висина моделних стабала у засадима топола.....	65
Графикон 2. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у засадима топола старости 10 година.....	66
Графикон 3. Упоредна анализа прсних пречника моделних стабала у засадима топола	66
Графикон 4. Дебљинска структура састојине (ОП-1) добијена на основу	70
Графикон 5. Разлике броја стабала по дебљинским степенима делимичног премера,	71
Графикон 6. Запреминска структура састојине (ОП-1) добијена на бази тестираних	72
Графикон 7. Разлике запремине по дебљинским степенима делимичног премера, ОП-1 и.....	73
Графикон 8. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-2.....	75
Графикон 9. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, ОП-1 и ОП-2 у односу на тотални премер на ОП-2	75
Графикон 10. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-3.....	78
Графикон 11. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, ОП-1 и ОП-2 у односу на тотални премер на ОП-3	79
Графикон 12. Упоредна анализа висина моделних стабала у засадима топола старости 15.....	82
Графикон 13. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у засадима топола старости 15 година.....	83
Графикон 14. Упоредна анализа прсних пречника моделних стабала у засадима топола старости 15 година.....	84
Графикон 15. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-4.....	87
Графикон 16. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, ОП-1 и ОП-2 у односу на тотални премер на ОП-4	87
Графикон 17. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-5.....	91
Графикон 18. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, ОП-1 и ОП-2 у односу на тотални премер на ОП-5	91
Графикон 19. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-6.....	95

Графикон 20. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-6	95
Графикон 21 Упоредна анализа висина моделних стабала у засадима топола старости 20 година	101
Графикон 22. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у засадима топола старости 20 година.....	102
Графикон 23. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала у засадима топола старости 20 година.....	102
Графикон 24. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-7.....	105
Графикон 25. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-7	105
Графикон 26. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-8.....	109
Графикон 27. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-8	109
Графикон 28. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-9.....	112
Графикон 29. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-9	113
Графикон 30. Упоредна анализа висина моделних стабала у засадима топола старости 25 година	116
Графикон 31. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у засадима топола старости 25 година.....	117
Графикон 32. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала у засадима топола старости 25 година.....	117
Графикон 33. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-10.....	120
Графикон 34. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-10	120
Графикон 35. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-11.....	124
Графикон 36. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-11	124
Графикон 37. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-12.....	128
Графикон 38. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-12	128
Графикон 39. Упоредна анализа висина моделних стабала.....	133
Графикон 40. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала	133
Графикон 41. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала	134
Графикон 42. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-13.....	137
Графикон 43. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-13	137
Графикон 44. Упоредна анализа висина моделних стабала у шумама багрема старости 15 година	141

Графикон 45. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у шумама багрема старости 15 година.....	141
Графикон 46. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала у шумама багрема старости 15 година.....	142
Графикон 47. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-14.....	144
Графикон 48. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-14	145
Графикон 49. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-15.....	148
Графикон 50. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-15	149
Графикон 51. Упоредна анализа висина моделних стабала у шумама багрема старости 20 година	153
Графикон 52. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у шумама багрема старости 20 година.....	154
Графикон 53. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала у шумама багрема старости 20 година.....	155
Графикон 54. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-16.....	157
Графикон 55. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-16	158
Графикон 56. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-17.....	161
Графикон 57. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-17	161
Графикон 58. Упоредна анализа висина моделних стабала у шумама багрема старости 25 година	165
Графикон 59. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у шумама багрема старости 25 година.....	166
Графикон 60. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала у шумама багрема старости 25 година.....	166
Графикон 61. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-18.....	168
Графикон 62. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-18	169
Графикон 63. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-19.....	172
Графикон 64. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-19	172
Графикон 65. Упоредна анализа висина моделних стабала у изданацким састојинама багрема старости 30 година.....	175
Графикон 66. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у шумама багрема старости 30 година.....	176
Графикон 67. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала у шумама багрема старости 30 година.....	177
Графикон 68. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-20.....	179

Графикон 69. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-20	180
Графикон 70. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-21.....	183
Графикон 71. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-21	183
Графикон 72. Упоредна анализа висина моделних стабала у средњедобним, чистим састојинама храста лужњака	189
Графикон 73. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у средњедобним, чистим састојинама храста лужњака.....	189
Графикон 74. Упоредна анализа прсних пречника моделних стабала у средњедобним, чистим састојинама храста лужњака.....	190
Графикон 75. Дебљинска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-22	194
Графикон 76. Запреминска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-22	195
Графикон 77. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-22	196
Графикон 78. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-23.....	198
Графикон 79. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-23	198
Графикон 80. Дебљинска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-24	203
Графикон 81. Запреминска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-24	204
Графикон 82. Разлике броја стабала (лево) и за премине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-24	205
Графикон 83. Упоредна анализа висина моделних стабала у дозревајућим, вештачки подигнутим, чистим састојинама храста лужњака.....	207
Графикон 84. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у средњедобним, вештачки подигнутим, чистим састојинама храста лужњака	208
Графикон 85. Упоредна анализа прсних пречника моделних стабала у средњедобним, вештачки подигнутим, чистим састојинама храста лужњака	209
Графикон 86. Дебљинска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-25	214
Графикон 87. Запреминска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-25	216
Графикон 88. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-25	216
Графикон 89. Дебљинска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-26	221
Графикон 90. Запреминска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-26	222
Графикон 91. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-26	223

СПИСАК СЛИКА

Слика 1. Просторни распоред ГЈ у којима су реализована истраживања.....	36
Слика 2. Положај ГЈ „Карапанца“.....	37
Слика 3. Положај ГЈ „Дорословачке шуме“.....	38
Слика 4. Положај ГЈ „Багремара“.....	40
Слика 5. Положај ГЈ „Доње Потамишје“.....	41
Слика 6. Просторни распоред ОП у засадима топола ГЈ“Карапанца“ (лево) и ГЈ „Доње Потамишје (десно)“.....	44
Слика 7. Просторни распоред ОП у шумама багрема, ГЈ „Багремара“.....	45
Слика 8. Просторни распоред ОП у шумамама храста лужњака ГЈ “Карапанца“ (лево) и ГЈ „Дорословачке шуме“ (десно).....	46
Слика 9. Пример распореда примерних површина на ОП у засаду топола.....	49
Слика 10. Пример распореда примерних површина на ОП у шумама багрема.....	49
Слика 11. Пример распореда пунктова за премер висина и крошњи стабала у оквиру потпуног премера.....	50
Слика 12. Позиције стабала на примерним површинама једног ОП у.....	52
Слика 13. Шематски приказ мерења полупречника круне.....	52
Слика 14. Приказ лета авиона током снимања ГЈ „Карапанца“.....	56
Слика 15. Приказ дигитализованих крошњи на ОП у засадима топола.....	57
Слика 16. Позиције стабала у дигитализованих крошњи на ОП у састојини лужњака.....	57
Слика 17. Положај ОП-1, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	67
Слика 18. Положај ОП-2, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	73
Слика 19. Положај ОП-3, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	77
Слика 20. Положај ОП-4, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	85
Слика 21. Положај ОП-5, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	89
Слика 22. Положај ОП-6, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	93
Слика 23. Положај ОП-7, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	103
Слика 24. Положај ОП-8, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	107
Слика 25. Положај ОП-9, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	111
Слика 26. Положај ОП-10, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	118
Слика 27. Положај ОП-11, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	122
Слика 28. Положај ОП-12, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	126
Слика 29. Положај ОП-13, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	132
Слика 30. Положај ОП-14, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	143
Слика 31. Положај ОП-15, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	147
Слика 32. Положај ОП-16, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	156
Слика 33. Положај ОП-17, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	159
Слика 34. Положај ОП-18, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	167
Слика 35. Положај ОП-19, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	170
Слика 36. Положај ОП-20, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	178
Слика 37. Положај ОП-21, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	181
Слика 38. Положај ОП-22, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	191
Слика 39. Положај ОП-23, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	196
Слика 40. Положај ОП-24, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	200
Слика 41. Положај ОП-25, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	209
Слика 42. Положај ОП-26, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи.....	217
Слика 43. Позиције огледних поља и примерних површина у мешовитим, средњедобним и дозревајућим састојинама храста лужњака.....	226

СПИСАК ПРИЛОГА

Прилог 1 Тестирани модели за предикцију прсног пречника за вештачки подигнуте засаде топола.....	268
Прилог 2 Тестирани модели за предикцију прсног пречника у изданачким састојинама багрема	77
Прилог 3 Тестирани модели за предикцију прсног пречника у састојинама храста лужњака.....	284
Прилог 4 Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП 27-33.....	291

1. УВОД

Захтеви савременог друштва према шумским екосистемима континуирано се усложњавају у квалитативном и квантитативном смислу. Истовремено, шумски екосистеми су све угроженији штетним утицајима фактора биотичке, абиотичке и антропогене природе, због чега све теже одговарају овим захтевима. У оваквој ситуацији шумарска наука и струка, а посебно планирање газдовања шумама шумским простором у целини, имају посебну одговорност. Она се огледа у потреби да се трајно обезбеди задовољење свих захтева савременог друштва према шуми (социјалних, заштитних, економских итд), а да се при томе спречи даља девастација шумских екосистема и омогући њихова ревитализација у еколошком, структурном и функционалном погледу (*Pantić et al., 2012*).

Захтеви за информацијама о шумама су порасли током времена, а исти тренд наставиће се и у будућности (*Koch et al., 2008*). Током 50 тих година прошлог века шумски ресурси су се користили углавном за дрвну сировину. Од 1960 године, у развијеним земљама света, друштвена заједница се поред дрвне сировине почиње занимати и за друге-вишеструке потенцијале које шума може да обезбеди. У том смислу, већ 1970 године у стручним круговима значајније се говори и разматрају се вишеструке користи од шуме, укључујући и биомасу као производ. У контексту све већих климатских промена које утичу на шумске екосистеме и имају директан и индиректан утицај на животну средину у целини, као и на људску популацију, 80 година прошлог века све више се говори о глобалном загревању и здравственом стању шума. Од 1990 године прикупљају се и информације о шумским екосистемима и биодиверзитету, затим о осталим користима од шуме. Свест о потреби да се шумски екосистеми заштите и сачувају, утицала је на то да се након 2000 године током инвентура прикупљају, поред информација о стању шумског фонда, и информације о осталим категоријама земљишта, о станишту као целини, затим и информације о свим природним и семи природним условима у којима се шумски екосистеми развијају. Пораст обима информација које се прикупљају инвентуром пума током времена приказан је у Табели 1.

Табела 1. Приказ пораста информација о шумама током времена на глобалном нивоу (Lund, Smith, 1997)

	1950.	1960.	1970.	1980.	1990.	2000+
Дрво	Вишеструки ресурси, Дрво	Биомаса, Вишеструки ресурси, Дрво	Биомаса, Вишеструки ресурси, Дрво	Биомаса, Вишеструки ресурси, Дрво	Биомаса, Вишеструки ресурси, Дрво	Биомаса, Вишеструки ресурси, Дрво
			Здравствено стање и виталност шума,	Здравствено стање и виталност шума,	Здравствено стање и виталност шума,	Здравствено стање и виталност шума,
			Глобално загревање,	Глобално загревање,	Глобално загревање,	Глобално загревање,
			Остале користи од шуме,	Остале користи од шуме,	Остале користи од шуме,	Остале користи од шуме,
			Екосистеми, Биодиверзитет,	Екосистеми, Биодиверзитет,	Екосистеми, Биодиверзитет,	Екосистеми, Биодиверзитет,
			Станишта,	Станишта,	Станишта,	Станишта,
			Не шумско земљиште,	Не шумско земљиште,	Не шумско земљиште,	Не шумско земљиште,
			Биомаса за енергију	Биомаса за енергију	Биомаса за енергију	Биомаса за енергију
			Шуме и воде,	Шуме и воде,	Шуме и воде,	Шуме и воде,
			Складиштење угљеника,	Складиштење угљеника,	Складиштење угљеника,	Складиштење угљеника,

Рационално, промишљено и усклађено планирање, од стратешког до оперативног нивоа, планирање засновано на свеобухватним и поузданим информацијама о шумским екосистемима, нужне су претпоставке за испуњење свих захтева према шуми у условима све већих ризика (*Pantić et al., 2012*). Зато значај инвентуре шума, као дисциплине која путем различитих метода и техника прикупља, обрађује, анализира и вреднује информације о шумским екосистемима, све више долази до изражаја, а такав тренд ће се наставити и у будућности (*Šmelko, 1985, 1991, Pantić, 2003*).

Сходно повећању обима информација о шумским екосистемима током времена, развијале су се и методе и технологије за њихово прикупљање. Развој је текао од искључиво терестричких метода прикупљања података једноставним мерним инструментима и њихове „ручне“ обраде, преко употребе софистицираних инструмената за мерење и софтверских пакета за обраду података, па до примене аерофотограметрије и даљинске детекције у инвентури шума.

Захваљујући развоју савремених технологија и њиховој имплементацији у пракси, даљинска детекција и фотограметрија су нашле примену у пољопривреди, шумарству, геологији, хидрологији, заштити природе, прогностици природних катастрофа и

елементарних непогода и у многим другим областима људског живота. Различите су дефиниције фотограметрије:

- технологија добијања просторних мера и других геометријски поузданих информација на основу фотографија (*Lillesand & Kiefer, 2000*)
- Фотограметрија је грана технике мерења која се служи фотографијом као основним средством (*Тomašegović, 1986*).
- наука и технологија добијања поузданих информација о физичким објектима и животној средини кроз процесе снимања, мерења и интерпретације фотографских слика и модела електромагнетног зрачења и других појава без директног контакта са објектом посматрања, (*Lillesand T., Kiefer R. 2000*).
- прикупљања и интерпретације информација о удаљеним објектима, површини или појави, анализирањем података који су прикупљени таквим врстама уређаја који нису у контакту са датим објектом, површином или појавом која се испитује (*Franklin 2001*)
- Фотограметрија је метода мерења помоћу које се, на основу фотограметријских мерних снимака, добијају облик, димензије и положај сниманих објеката. Фотограметрија омогућава реконструисање објеката и утврђивање њихових карактеристика без директног контакта (*Kraus, 2005*).
- Фотограметрија је наука, али и техника мерења помоћу које се из фотограметријских мерних снимака добијају облик, величина и положај снимљеног предмета (*Biočić 2014*).

Фотограметријске анализе обухватају процесе који служе за одређивање удаљености објеката у простору, за одређивање површине и нагиба терена коришћењем авио снимака, затим за израду прецизног дигиталног модела нагиба (DEM), тематских GIS података и других производа кроз коришћење дигиталних снимака растера и аналитичких техника. Разликује се терестричка фотограметрија када снимци настају снимањем са земље и аеро фотограметрија када снимци настају снимањем из ваздуха. Почетак употребе авио снимака у шумарству углавном се односио на поделу простора (*Kalafadžić u Kušan, 1991*), а касније и за одређивање дендрометријских величина током инвентуре шума, као што су површина крошњи стабала, за одређивање висине стабала и за процену запремине (*Magnusson et al., 2007, Koprivica 2009*). Значајна је, свакако, и употреба инфра црвених колор снимака у процени здравственог стања и идентификацији нивоа оштећења појединачних стабала или састојина. (*Zidek, 2001*), *Miller et al, (2000)*.

Авионски снимци и аерофотограметрија у процесу прикупљања података за различите нивое планирања имају све већу улогу (Akca et al., 1991). Аерофотограметрија је данас незаменљив начин прикупљања података о шумском фонду на великим површинама (Gillis & Leckie, 1996, Lund, 1997) и самостално или у комбинацији с другим технологијама и методама омогућује да се одговори на све комплексније захтеве за информацијама о светском шумском фонду (Miller et al., 2000, Matejka, 2009). Рад на терену и прикупљање податка унапређен је системима за глобално сателитско позиционирање (ГПС), аутоматским мерним уређајима, теренским компјутерима и бежичним преносом података, док се савременом даљинском детекцијом могу обезбедити веома прецизни просторни подаци (Gong et al., 2002). Применом фотограметријских метода у прикупљању података смањује се обим теренских радова и отвара се могућност уштеде новца и времена (Pernar, Šelendić, 2006). Подаци чији су извор авионски снимци јефтинији су од података прикупљених на друге начине (St-Onge, Achaichia, 2001), у извесној мери и у појединим ситуацијама су и поузданији и тачнији, а применом метода аерофотограметрије значајно се смањује обим теренског рада (Tomašegović, 1956, 1961, Benko, Balenović, 2011).

Република Србија се сматра средње шумовитом земљом. Од укупне површине њене територије 29,1% се налази под шумом. Шумовитост Војводине је 7,1%, а централне Србије 37,6% (Banković et. al., 2009). У досадашњем периоду у Србији информације о шуми (посебно квантитативне) прикупљане су готово искључиво методима терестричке (земаљске) инвентуре. Међутим, бројна научна истраживања и практична примена добијених резултата у различитим, пре свега европским, земљама већ дуже времена указују на позитивна искуства примене сателитских и авио снимака у инвентури шума. Примена методских поступака фотоинтерпретације аероснимака развијених у другим земљама на наше услове није могућа због низа еколошки, газдински и историјски условљених специфичности шумских екосистема Србије. Данас, када су цене авио снимака (дигитални авио снимци, сателитски снимци) и опреме (рачунари, дигиталне фотограметријске станице, фотограметријски софтвери) у сталном паду, а на располагању су и снимци све већих просторних резолуција, расте могућност и економичност примене метода даљинске детекције у инвентури наших шума. У том смислу, уз досадашње, стандардне начине прикупљања података о шумама, нужно је истражити и могућност примене метода и технологија даљинских истраживања у практичном шумарству, посебно у инвентури шума (Benko, Balenović, 2011). Стога је критичка провера постојећих и развој нових методских поступака аерофотограметрије на конкретним објектима у Војводини један од основних циљева спроведених истраживања. Оцена степена поузданости

информација о шуми добијених на основу аеро снимака и у вези с тим утврђивање могућности њихове употребе у процесу планирања, посебно оперативног, такође је циљ ових истраживања. Посебан аспект истраживања представља упоредна анализа економичности аерофотограметрије и терестричке инвентуре шума. Генерално, у недостатку домаћих истраживања, циљ је да се сагледа поузданост информација, а тиме и употребна вредност авио снимака у инвентури шума, као и плански ниво на којем би се тако добијене информације користиле.

2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Страна истраживања

Примена авио снимака у шумарству почела је након првог, а посебно се развијала након другог светског рата, превасходно као помоћ при оријентацији и за потребе картирања. У Америци радне фотографије су први пут коришћене за инвентуру шума 1930. године. Коришћење и употреба радних фотографија у шумарству знатно се повећала након публикације коју је објавио *Spurr 1948*. Почетком 1960. појављују се нови типови снимака и напредне аналитичке методе у инвентури шума *Duggin et al., 1990*. Касније, авио снимци се користе за добијање информација о шумском фонду у оквиру инвентуре шума на великим површинама Северне Америке, Канаде, у Немачкој и скандинавским земљама (*Benko, 1995, Акса, 2007*).

Брз развоја технологије у другој половини 20 века утицао је на велике промене у начину прикупљања података о шумама, посебно у развијеним земљама (*Kalafadžić, Kušan, 1991*). Данас авио снимци налазе све већу примену у инвентури шума као подршка планирању газдовању шумама, тако да су методе фотоинтерпретације и фотограметријска мерења њен саставни део (*Magnussson 2006, Naeset 2002*).

Први покушаји увођења авио снимка, као алата у даљинским истраживањима у шумарству, везани су за 1887 годину. Снимање је извршено из балона у околини Берлина у циљу израде шумарских карата и класификације шума путем визуелне интерпретације авио снимака (*Anthonie van Laar, Акса 2007*).

Током другог светског рата авио снимци су се користили углавном за војне потребе, да би касније нашли велику примену у истраживању природних ресурса, укључујући и шумарство где су коришћени за оријентацију на терену и за стратификацију шума.

У магистарској тези „Комбиновани терестричко фотоинтерпретацијски поступак утврђивања дрвених маса храстика прекинутог склопа“ (*Fabijanić (1976) према (Z. Kalafadžiću)*) предложио методологију за утврђивање запремине у шумама Покупског базена конципирану за инвентури шума у састојинма прекинутог склопа. Метод се састоји од две компоненте фотоинтерпретације у којој се утврђује број стабала и висина) и углавном је рад заснован у канцеларији док се терестрички прикупљају остали таксациони елементи. Прекинут склоп омогућио је утврђивање броја стабала на авио снимцима. Добијени резултати показују да је запремина одређена са $\pm 12\%$ тачношћу, стим што су резултати показали да је овакав вид инвентуре има низ предности пре свега у економичности и крајем временском периоду прикупљања података.

Kalafadžić (1976) је истраживао примену полуокуларне методе за процену висине стабала и састојина у стереомоделу, где је постигао тачност резултата одређивања висина ± 1.5 m до 2.5m на аероснимцима у размери од 1:10000 – 1:17.500. Метод је погодан за примену у равничарским пределима.

Lukić (1981) пореди запремину и број стабала утврђену терестричким путем и на основу авио снимака. На основу тестирања добијених резултата разлике постоје али да разлике у запреминама нису статистички значајне.

Разлике у броју крошања на авио снимцима у односу на број стабала по ha утврђен на терену у буковим шумама истраживао је *Kostijal (1986)*. Одступања су се кретала 5 – 38%. *Hua и Wei (1990)* у Кини истражују могућности ауто–интерпретације авио снимака у инвентури шума. Развијено је неколико алгоритама везано за интерпретацију броја стабала на хектару, склопљеност крошњи и састава врста дрвећа у шумским састојинама. Резултати су показали да је тачност интерпретације броја стабала по хектару 87%, а састава врста дрвећа 50–67% у односу на терестрички мерене вредности. Тачност која се односи на склопљеност крошњи је мања за састојине са веома склопљеним крошњама, док код састојина са отвореним склопом тачност интерпретације већа.

У Канади могућност примене фотограметрије у инвентури шума на великим површинама је истраживао *Gagnon (1992)*. Тестирања су обављена с циљем утврђивања тачности и економичности одређивања висине стабала, пречника крошњи и здравственог стања састојина компарацијом резултата добијених на основу снимака и теренских мерења. Тестирање је показало да је за оријентацију модела потребно свега 15 минута, док је за мерење висина за 24 стабала на примерној површини и дигитализацију пречника крошњи потребно такође 15 минута.

Benko (1993) је у Хрватској процењивао таксационе елементе стабала на инфра црвеним колор снимцима, размере 1:10.000. На основу 30 терестрички и фотограметријских измерених примерних површина упоређивао је измерене величине крошања и висине стабала пољског јасена, багрема и јохе. Дошао је до закључка да постоји значајна разлика између мерених пречника крошњи стабала на авио снимцима и на терену за све три врсте дрвећа. Пречници крошњи на авио снимцима у просеку износе 60% за црну јоху, 66% за пољски јасен и 62% за багрем пречника крошњи мерених на терену, док су висине веће у просеку за 1,6 m.

Benko, (1995, 1997) долази до закључака да ширине крошања мерене фотограметријски на снимцима су мање у односу на терестрички премер, што се тиче висине стабала наводи да су оне веће за 1 m у просеку.

Могућност примене авио снимка и дигиталног модела терена за одређивање склопа, висине горњег слоја крошњи састојине и профила састојине је у Јапану анализирао *Nakashizuka (1995)*. Дигитални модели терена су направљени током снимања у лето, када су стабла била под лишћем и поновним снимањем у току зимског периода, када су стабла била без лишћа. На основу два снимања и израђених дигиталних модела терена извршена је процена и утврђена је тачност одређивања висине горњег слоја крошњи састојине у односу на терестричка мерења. Средња висина горњег слоја крошњи измерена терестричким путем износила је 20,9 m, а на бази авио снимака 19,9 m.

Pernar (1997) је издвајала састојине користећи авионске снимке и то на основу критеријума као што су: врста дрвећа, размер смесе, склопљеност, величина крошњи и степен њихове оштећености. *Heller, Ulliman, (1983)* користе радне карте и фотографије за издвајања одсека.

Miller (2000) је истраживао у Шкотској употребу дигиталне фотограметрије у обезбеђивању просторних података који се односе на склоп састојине, висину горњег слоја крошњи, дужину крошњи и висину стабала. Такође израдом DEM модела и 3D модела крошњи, тестиране су могућности идентификације површина погођених ветроизвалама као и утицај абиотичких оштећења (ветроизвала) на здравствено стање састојина. Резултати су показали добру везу између одређивања склопа састојине и висине стабала добијених на основу дигиталног модела терена и података добијених теренским премером. Такође, аутор наводи да постоје бројна ограничења везана за добијање висина крошњи стабала због величине простора за раст стабала, затим да ограничења зависе од типа и квалитета снимака и теренских услова.

Такође, истраживања која су спровели *Kušan u Pernar, (2001)* односе се на могућност одређивања прсног пречника и висина код букве, јеле и смрче на основу информација које се могу мерити на снимцима. Резултати показују високе вредности коефицијента корелације и то у просеку за букву 0,83, за јелу 0,91 и смрчу 0,88. *Næsset (2002)*, у Норвешкој је истраживао употребу авио снимака за одређивање средње састојинске висине, за одређивање висине горњег слоја крошњи као и висине појединачних стабала. У младим састојинама средња висина је прецењена за 0,4 m где је прецизност процене била 0,9 - 1,0 m. Просечна разлика између висина мерених на снимцима и висина мерених на терену се креће око 1,6 m са прецизношћу процене од 1,1 до 2,1 m. *Zagalikis (2002) prema Biginig et all (1991)* износи да веома често долази до великих разлика у прикупљеним подацима између два интерпретатора.

Могућност примене аеро фото снимака у уређивању шума и потребе у шумарству на основу цикличног снимања, а такође и за друге врсте потреба истражује *Pernar et al., (2003)*. Ови снимци су јефтинији и лако доступни, с обзиром да се налазе на тржишту, за разлику од планираних снимања која су веома скупа. Њихова употребљивост зависи првенствено од њихове старости и спроведених мера газдовања у одређеном периоду.

Klobučar (2004) је у Хрватској поредио издвојене границе и површине одсека добијене са снимака са онима добијеним на терену, при чему је као основ за издвајање одсека на снимку користио склоп састојине. *Erikson, (2004)*, истражује могућност примене аутоматске детерминације крошњи стабала различитих врста дрвећа на инфрацрвеним авио снимцима. Процент детерминације крошњи стабала износи 77% , док је процент детерминације крошњи стабала између лишћара и четинара знатно већи и износи 91%.

Ronnholm (2004), је у Финској истраживао ласерски добијене информације о висинама стабала и поредио са висинама које су одређене на авио снимцима. С обзиром да су висине стабала одређене ласерским снимањем доста грубе, односно висина стабала је потцењена у односу на авио снимање. Калибрацијом са висинама одређеним на авио снимцима тачност се повећава. Дигитални снимци могу послужити у корекцији висине стабала добијених ласерским снимањем.

У Чешкој Републици *Müllerová (2004)* уз употребу различитих техника даљинске детекције и након дигиталне обраде авио снимака из неколико различитих периода 1968, 1989 и 1997 године тестира могућност примене снимака и праћења промена на шумским састојинама као и картирању вегетације путем надгледане и не надгледане класификације.

Benoît (2004), је у Канади истраживао могућност примене авио снимака у одређивању висине стабала путем стерео фотограметрије у комбинацији са подацима добијених LIDAR снимањем. С обзиром да је често немогуће измерити надморску висину подножја стабала у шумама са склопљеним крошњама и због присуства подраста, применом ласерског снимања могуће је одредити површински модел терена и у комбинацији са авио снимањем тачније одредити висину стабла. Након тога резултате је поредио са терестрички мерним вредностима измерених висина. Дендрометријски резултати показују да су мерења висина дрвећа коришћењем комбинације фотограметрије и LIDAR, карактерише просечно одступање од 1,01 m.

Chao (2004), у Кини је истраживао могућност примене дигиталне фотограметрије у утврђивање положаја и распоред стабла у састојини; просторну дистрибуцију стабала у састојини.

С обзиром да су конвенционални методи у односу на терестрички начин прикупљања скупљи за спровођење али свакако тачнији *Zagalikis (2005)*, је у Шкотској истраживао потенцијалну оперативну употребу дигиталних авио снимака за прикупљање информација о стаблима и састојинским карактеристикама у културама смрче, при томе је истраживао могућност прикупљања података о висини стабала, везу између пречника стабла и пречника крошњи, темељници, запремини, биомаси и броју стабала. Веза између пречника и димензија крошњи је веома слична као код теренског мерења крошњи. Модел показује високе вредности $R^2 = 0.79$ и ниске вредности одступања 2.67 cm. Комбинацијом дигиталне фотограметрије и векторизацијом крошњи стабала метод се може користити као алтернативни оперативни метод за добијање информација о састојини.

Комбинацијом авио снимака и сателитских снимака повећава се могућност успешне фотоинтерпретације и идентификације врста дрвећа *Pernar u Šelendić, (2006)*. Оправданост и примењивост вишефазног узорка у инвентури шума на великим површинама у Хрватској истраживао је *Seletković (2006)*. У својим истраживањима покушао да установи како са што мањим интензитетом узорковања уз употребу двофазног узорка могу добити задовољавајући резултати о структурним састојинским елементима који би могли послужити у уређајној инвентури шума. Коришћени су снимци у размери 1:20 000 и резултати су показали да примена више фазног узорка има ограничења у каснијим фазама интерпретације. Аутор наводи да се вишефазни узорци могу користити уз претходно израђен план свих фаза рада док се авио снимци у размери $1 \approx 20\ 000$ могу користити само за стратификацију површина, затим за утврђивање површина стратума на дигиталном ортофотоу. Тек након издвајања хомогених целина стратума може се планирати мрежа узорака. Такође дошао је до закључка да се авио снимци у наведеној размери ($M\ 1 \approx 20\ 000$) не могу користити за фото интерпретацију врста дрвећа (поготово у врсти вегетације као што су макије) и премер потребних таксационих елемената.

Pernar u Seletković (2007) истражују могућност детекције оштећености шума уз примену инфра црвених колорних снимака при томе су установили да је утврђена средња оштећеност и код свих врста дрвећа у састојини износи 26,18%, храста лужњака оштећеност је 31,80%, а јасена 17,93%, такође, утврђења су места потенцијалних жаришта и поузданост и сврха аеро фото снимања као и површина под оштећењима. У Босни и Херцеговини током радова на другој Националној инвентури шума путем фотоинтерпретације црно белих снимка високе резолуције извршена је класификација у циљу одређивања састава врста дрвећа, развојне фазе и склопљености крошања на систематски распоређеним примерним површинама величине 25 m, *Lojo et al. (2007)*.

Magnusson (2007) је у Шведској тестирао могућност примене аеро фото интерпретације у одређивању информација у састојинама смрче и белог бора, као што је висина стабала, затим детерминацију врсте дрвећа, састав врста дрвећа и запремину стабала. Што се тиче процене састава врста дрвећа резултати показују да је 95 % састојина коректно класификовано. При томе дошао је до резултата да се коефицијент детерминације запремине појединачних стабала креће од 17 – 39% у просеку 24%. Разлике у одређивању висине стабала се крећу у просеку 1,4 m (од 0,9 – 1,6 m).

Žihlavnik. Š (2007), су приказали могућности фотограметријске интерпретације авио снимка као доминантног метода за картирање у шумарству уз употребу инфра црвених снимака и црно белих авио снимака као и могућност израде ажурних тематских карата за потребе планирања газдовања шумама и шумарске струке у целини. Тестирања су спровели у универзитетском шумском газдинству у Словачкој Републици. Поређењем резултата утврдио је да су инфра црвени снимци имају већу могућност примене углавном у одређивању здравственог стања шума, што доводи до повећања ефикасности у раду са једне стране с обзиром да се уочава много више детаља о шумским састојинама, док са друге стране смањује трошкове. Такође, *Næset (2008)* истражује поузданост одређивања броја стабала по ha у четинарским састојинама уз употребу аеро фотоинтерпретације, уз примену снимака размере 1:15.000. У Турској методе и поступци узорковања детаљно су описани у правилнику за Планирање газдовање шума, који подразумева да инвентура шума мора бити заснована на прикупљању података и мерењима на терену, и такође на бази авио или сателитских снимака. Подаци добијени применом терестричког начина прикупљања података, а такође и путем примене даљинске детекције и употребе авио снимака су обавезни у изради планова *Eler Ü. (2008)*. *Ginzler et al. (2011)*, путем фотоинтерпретације дигиталних стерео снимака користи фотограметријске методе за одређивање и процену броја стабала која се налазе изван шуме.

Bohlin, (2012), је у Шведској у својим истраживањима имао за циљ да истражи могућност процене информација и таксационих елементима у шумским састојинама са фокусом на одређивање темељнице састојине, средње висине и запремине користећи авио снимке и дигитални модел терена. Истраживања су показала да се авио снимци могу користити са великом прецизношћу у одређивању висине стабала, запремине стабала и темељнице у сврху употребе у планирању газдовању шумама. Најбољи резултати су остварени у одређивању висине стабала где грешка износи 8.8 %, код запремине грешка је 13,1% , а код темељнице 14.9 %, у поређењу са терестричким одређивањем наведених елемената.

У Хрватској истраживање у сврху израде регресијских модела за процену прсних пречника главних врста дрвећа храст китњак, обична буква, обични граб и црну јоху како би се створили услови за примену аерофотограметрије у инвентури шума вршио је *Balenović (2012)*. Као улаз за израду регресијских модела процене прсних пречника користили су две независне променљиве. Код првог модела пречнике крошњи и висина стабала, а код другог модела површину пројекције крошњи и висину стабла. Користили су моделе $d=f(D,h)$ и $d=f(P_{kr},h)$. Резултати истраживања су показали високу повезаност (корелацију) између теренских измерених и предиктованих прсних пречника за све истраживане врсте са високим коефицијентом корелације, детерминације, при томе највећу корелацију између наведених променљивих има буква са 0,96 и 0,94. Храст китњак 0,90 и 0,87 док обични граб и јоха имају вредности 0,89.

У Словачкој 90% послова везано за картирање се изводи путем фотограметрије у стерео моду у циљу утврђивања граница и просторне дистрибуције граница, оделења и одсека *Kardoš M. (2013)*.

Balenović (2013) такође у Хрватској истражује могућности одређивања прсног пречника на прсној висини и средњег пречника састојине мануелним фотограметријским путем. Утврђено је да постоји статистичка значајна разлика између резултата добијених терестричким путем и фотограметријским путем. У свим истраживаним случајевима појављује се константна прецењеност прсног пречника добијен фотограметријским путем у свим одсецима. Пречници су већи за од 1,45 – 3,60 *cm* код снимака 10 *cm* резолуције и 2,55 – 5,29 *cm* код снимака 30 резолуције *cm*. Свакако ова истраживања су показала да се метод може користити у састојинама мањег интензитета газдовања као што су заштитне шуме као компромис између прикупљања података и вредности која се добија.

Stepper (2014) је у Немачкој у својим истраживањима истраживао употребу дигиталних авио снимака у циљу утврђивања промене висине састојина на поновљеним истраживања. Коришћени су авио снимци снимљени током 2009 и 2012 године и мерења на терену из 2008 и 2013 године као референтни подаци. Резултати показују да постоје промене у висини састојине и коришћење снимака се може користити у праћењу промена висине састојина током времена.

Vastaranta M (2016) је у својим истраживањима у Финској тестирао употребу даљинске детекције у одређивању старости састојине, на основу промена у висини горњег слоја крошњи комбиновањем информација са авио снимака, LIDAR снимања и дигиталног модела терена. Циљ истраживања је био да се изврши класификација састојина по старости користећи авио снимке из различитих временских периода и поређење са

результатима теренских истраживања. Утврђено је да је старост састојине на снимцима била већа за три године у односу на ону која је утврђена терестричким путем. Такође утврдио је да је потребно много мање времена за процену наведених елемената и то мање од 2 сата у односу на терестричку процену.

Zielewska-Büttner (2016), истражује могућности примене авио снимака у детекцији површина које нису под шумом у шумским комплексима и прати промене које се односе на шумске чистине и прогале током одређеног периода. Праћење је извршено у периоду од три године.

L. Fattorini, (2016) је у Италији вршио истраживања у циљу да добије информације о броју стабала, запремини и биомаси за стабла или групу стабала које се налазе изван шуме. С обзиром да се стабала изван комплекса шуме распростиру на великим површинама, и имају веома велику варијабилност посматраних атрибута, применом фотограметрије и авио снимака путем система узорака дошло се до вредних информација код ових категоријама стабала.

Mikita (2016) је истраживао нови метод у састојинској инвентури шума са циљем да што тачније одреди прсни пречник и на основу прсног пречника детерминише стабла која дају високо вредне сортименте. Прецизна процена прсног пречника, аутоматско одређивање облика стабала и пад пречника имају значајну улогу у одређивању параметара високо вредних стабала. Комбинацијом тј, коришћењем беспилотних летелица (аеро фотограметрије) и терестричком премером (терестричке фотограметрије) одређивани су параметри стабала. Грешка процене у одређивању пречника је износила од 0.8 до 1.8 *cm* а код висине грешка је била око 1 *m*.

Ucar (2016), у USA спроводи истраживања која су имала за циљ да се пореде два приступа узорковања у циљу одређивања шумовитости преко покривености крошњама стабала у урбаним шумама користећи бесплатне снимке. Користе два извора података (Google earth снимке и ArcGIS снимке). Једна од метода која је примењена на снимцима је случајни распоред примерних површина, а други метод је систематски распоред примерних површина. Утврђено је да површина под шумом код Google Earth снимака износи 49.1 % док код ArcGIS снимака покривеност износи 44.5 %. Разлике у покривености простора са крошњама стабала износи 4.6%. Резултати показују да постоје статистички значајне разлике у одређивању шумовитости користећи случајни распоред примерних површина у односу на систематски распоред.

Seletković (2016). је спровео истраживања са циљем одређивања и процене средње састојинске висине за храст китњак, обичну букву и обични граб на подручју средишње

Хрватске. У истраживању су кориштени дигитални авио снимци просторне резолуције 30 cm и дигитални векторски подаци за израду дигиталнога модела терена (DMT). Фотограметријски премер висина стабала спроведен је на фото примерним површинама постављеним на аероснимцима, а на основу GPS снимљених позиција (x, y координата) примерних површина постављених на терену. Висине свакога стабла на примерној површини израчуната је као разлика надморске висине врха стабла одређена на авио снимцима и подножја стабла добијена из дигиталног модела терена. Тачност фотограметријски процењене висине појединих врста дрвећа испитана је и упоређења са теренски процењеном висином. За све три врсте дрвећа (храст китњак, обична буква, обични граб) добијена су врло слична одступања фотограметријски процењене средње састојинске висине у односу на референтне теренске вредности. Најтачнији резултати добивени су за обични граб (средње одступање 1, 97%, стандардна грешка процене 8, 29 %), а нешто слабији за обичну букву (средње одступање 2, 16 %, стандардна грешка процене 10, 16 %) и храст китњак (средње одступање 3, 06 %, стандардна грешка процене 10, 27 %). Резултати су истраживања потврдили велику могућност примене дигиталних аероснимака високе просторне резолуције у инвентури шума, односно при процени средње састојинске висине.

Balenović et al (2017) и група аутора у Хрватској су истраживала могућност примене дигиталних авио снимака високих просторних резолуција за процену основних структурних елемената састојина као што су средњи састојински пречник, висина стабала, број стабала, темељница и запремина. Користили су снимке резолуције 10 cm и 30 cm. Свако стабло на примерној површини је одређено путем фотоинтерпретације и упоређено је са подацима теренске инвентуре. Утврђено је да се авио снимци различите просторне резолуције могу користити у одређивању таксационих елемената. Снимци са 30 cm просторном резолуцијом се могу користити за одређивање средњих састојинских висина, запремине и темељнице са веома великом тачношћу као и код снимака са 10 cm просторном резолуцијом. Код средњег састојинског пречника снимци са 30 cm резолуцијом дају двоструко веће грешку 0.69 – 3.64 cm или 3.03 – 16.49% односу на снимке са 10 cm резолуцијом 0.29 – 2.16 или 1.14 – 9.45 % cm.

Jayathunga (2017) у северном делу Јапана су вршили истраживања и анализу у мешовитим шумама лишћара интегришући информације добијене LIDAR снимањем и податке добијене из авио снимака, како би добили информације који подаци могу да се користе из сваког од појединачних метода. Такође извршили су и поређење података у односу на терестричке податке. Свакако комбинација LIDAR и авио снимања обезбеђују

добре информације које се односе на интерпретацију вегетацијског покривача и структурну изграђеност мешовитих четинарско лишћарских шума.

2.2. Истраживања у Србији

У шумарству Србије, у досадашњем периоду, постоји неколико истраживања могућности примене авио снимака за прикупљање просторних и других података у процесу инвентуре шума.

Први значајнији резултати у нашем шумарству о примени фотограметрије и фотоинтерпретације за прикупљање података објављени су 1989 године у магистарском раду *Јанић Милорада*, под насловом „Истраживање могућности примене фотоинтерпретације аероснимака у шумарству“. Аутор препоручује примену фотограметрије и фотоинтерпретације у просторној подели шумског комплекса (газдинске јединице) на одељења и одсеке и за утврђивање тачне површине издвојених елемената шумског простора. Када је у питању инвентура шума, предлаже комбинацију аерофотограметрије и терестричког начина прикупљања података, тзв. „комбиновану инвентуру“.

Након тога, једина практична искуства везана за примену аеро - фотоинтерпретације добијена су у шумском газдинству „Сремска Митровица“, где су авио снимци или сателитски снимци коришћени као основни слој (подлога) и помоћно средство за издвајање састојина.

Значајнији корак ка употреби авио и сателитских снимака у шумарству Србије направљен је кроз пројекат „Програм развоја сектора шумарства Србије“, фаза I и II, који је финансирала Краљевина Норвешка, а у реализацији учествовао и Шумарски факултет у Београду. Истраживања у оквиру овог пројекта реализована су у три газдинске јединице као пилот подручјима, и била су фокусирана на анализу могућности и поузданости издвајање одсека и одређивање нумеричких елемената стабала и састојина на бази авио снимака.

У периоду 2004-2007 године сателитски и авио снимци коришћени су за пред класификацију кластера (шума-није шума) у првој националној инвентури шума Србије.

Tubić, 2005 истражује могућност примене аерофотограметрије у издвајању састојина на бази авио снимка, где је применом аерофотограметрије издвојен већи број одсека у односу на терестрички премер.

Borota, 2011 анализира могућност примене даљинске детекције и фотограметрије у састојинској инвентури изданаких и високих шума букве на подручју ГЈ „Туманска

река“. Циљ истраживања је био да се утврди које квалитативне и квантитативне информација могу да се добију применом аерофотограметрије и авио снимака, као и степен њихове поузданости и употребљивости с аспекта оперативног планирања.

Pantić et al. (2012/a) су истраживали могућност коришћења техника даљинске детекције (не надгледана и надгледана класификација) у изради вегетацијске карте, при чему су за идентификацију вегетационог покривача коришћени LANDSAT снимци. Истраживана је поузданост и употребљивост ове методологије поређењем површина и просторног подударана шума, чистина и појединих састојинских целина са класичним-терестричким методама.

Pantić et al. (2012/b) наводи „Интензивнијом применом авио снимака у шумарству Србије може се повећати тачност прикупљених гео просторних података. Подаци о појединачним стаблима и састојинама у оквиру инвентуре шума могу се, на овај начин, прикупити знатно брже и економичније у односу на терестричке методе инвентуре. У комбинацији с терестричком инвентуром, може се постићи задовољавајућа тачност података за различите нивое планирања и друге видове употребе у шумарству.“

Очигледно одсуство искуства у овој области, квалитетне хардверске, софтверске опреме и квалитетних авио и сателитских снимака, утицали су на то да наведена истраживања нису разрешила бројне методолошке, апликативне и економске непознанице везане за ову област прикупљања просторних и других података код нас, нити су промовисала све потенцијалне могућности које даљинска детекција пружа. Стога је циљ ових истраживања да се те непознанице разреше у дефинисаном објекту истраживања и да се дају одређена теоријска и практична решења за примену у инвентури шума.

3. ЦИЉ, ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Циљ истраживања

У шумском фонду Војводине доминирају шуме топола (највећим делом плантаже) са 36,000 *ha* (23,4%), шуме храста лужњака са 26.400 *ha* (17,1%) и шуме брезе, јасике и багрема (преовлађујуће багрема) са 25.200 *ha* (16,4%). У досадашњем периоду квалитативне и квантитативне информације о овим шумама, нужне за израду различитих планова газдовања (посебно оперативних), добијане су методама терестричке инвентуре. Ове методе (потпуни и делимични премер) обезбеђивале су поуздан информациони основ за реално планирање у шумарству, али су захтевале и велике техничке и финансијске капацитете за реализацију, посебно ако се у обзир узме законски дефинисан периодичитет израде планских докумената. Како се ради о једнодобним и прилично хомогеним састојинским формама, претпоставка је да би се потребне и поуздане информације о овим шумама могле добити на знатно економичнији начин, фотоинтерпретацијом аероснимака високе резолуције, те употребом квалитетних софтверских пакета и хардверске опреме. У том смислу, дефинисан је основни циљ истраживања:

- Компаративном анализом поузданости информација и економичности њиховог прикупљања у односу на терестричке методе инвентуре оценити могућност и степен имплементације аерофотограметрије у процесу прикупљања података неопходних за израду оперативних планова газдовања шумама,
- Не мање важан циљ јесте и да се провери валидност појединих методских поступака аерофотограметрије на конкретним објектима, те да се изврши њихова евентуална модификација и прилагођавање.

3.2. Полазне хипотезе

Полазећи од анализе резултата досадашњих истраживања везаних за примену аерофотограметрије у шумарству Србије, посебно у инвентури шума, те од претходно дефинисаних циљева, формиране су следеће хипотезе истраживања:

- 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 терестричке инвентуре и инвентуре на бази авио снимака.

Потврда полазних хипотеза омогућила би:

- Методско дефинисање фотоинтерпретације аеро снимака у процесу инвентуре шума,
- Дефинисање процедура обраде података очитаних са снимака у циљу добијања структурних и производних елемената, те података из домена описа станишта и састојине,
- Имплементацију аерофотограметрије у инвентури шума Србије,
- Употреба информација добијених са снимака у процесу оперативног планирања,
- Велике финансијске уштеде у инвентури једнодобних и чистих састојина, с обзиром на њихову заступљеност у шумском фонду Србије и на периодичитет израде планских докумената.

Позитивни ефекти истраживања, у нешто мањој мери, испољиће се и у случају делимичне потврде полазних хипотеза, односно и у случају да се комбинована инвентура, која у себи сублимира позитивна својства терестричке инвентуре и аерофотограметрије, наметне као оптимално решење у конкретним условима.

3.3. Задаци истраживања

У циљу доказивања формираних хипотеза, дефинисани су следећи задаци истраживања:

- Терестричким 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 стабала на авио снимку (на фото примерним површинама) и предиктованих вредности утврдити структурне и производне карактеристике истраживаних састојина и проценити информације везане за опис станишта и састојине,
- Извршити упоредну анализу добијених резултата структурне изграђености и производности истраживаних састојина по наведеним начинима премера,

- Компаративна анализа информација из домена описа станишта и састојине утврђених по наведеним начинима премера,
- 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

Истраживања су реализована у засадима топола, шумама багрема и у чистим и мешовитим шумама храста лужњака на подручју Војводине. Избор објекта истраживања извршен је у складу са учешћем ових шума у шумском фонду покрајине (табела 2), као и са извесним ограничењима везаним за могућност набавке актуелних авио снимака .

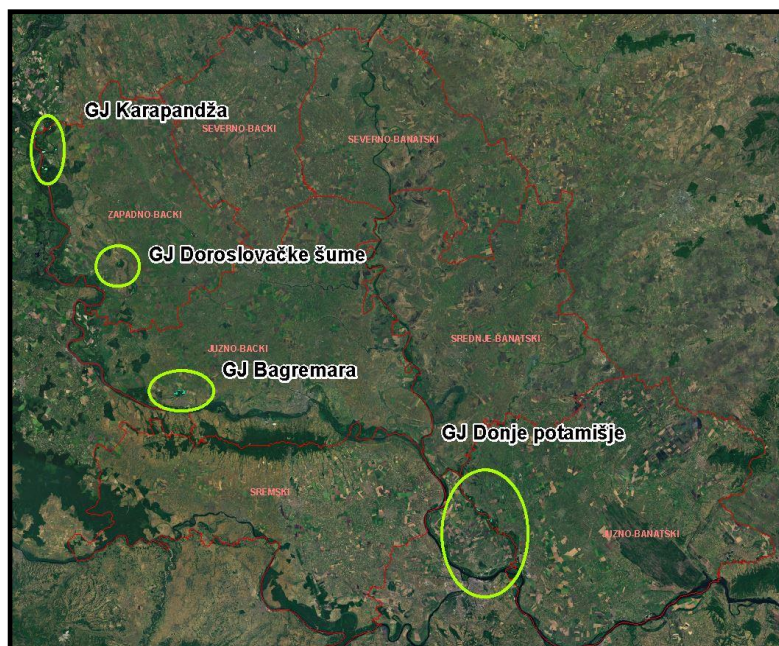
Табела 2. Шумски фонд Војводине (Banković et al., 2009)

Састојинска припадност	Површина		Запремина	
	ha	%	m ³	%
Шуме врба	11.600,0	7,5	1.114.847,9	3,8
Шуме топола	36.000,0	23,4	6.177.994,9	21,2
Шуме пољског јасена	10.400,0	6,8	3.015.964,5	10,4
Шуме лужњака	26.400,0	17,1	8.839.863,9	30,4
Шуме граба	1.200,0	0,8	232.767,0	0,8
Шуме цера	4.800,0	3,1	1.437.099,2	4,9
Шуме медунца	400,0	0,3	111.047,8	0,4
Шуме липе	11.600,0	7,5	2.791.699,4	9,6
Шуме китњака	76.00,0	4,9	1.473.640,7	5,1
Шуме брезе, багрема и јасике	25.200,0	16,4	1.643.780,7	5,7
Шуме јасена и јавора	400,0	0,3	26.513,1	0,1
Шуме букве	2.800,0	1,8	722.499,4	2,5
Шуме борова	6.800,0	4,4	879.883,5	3,0
Шуме осталих лишћара	8.800,0	5,7	615.392,1	2,1
Укупно	154.000,0	100,0	29.082.994,0	100,0

Наведене састојинске целине заузимају око 57% шумом обрасле површине Војводине и представљају значајан ресурс за задовољење бројних социјалних, заштитних и економских захтева друштва.

Узорак за истраживања дистрибуиран је у следећим газдинским јединицама којима газдује ЛП „Војводина шуме“ (Слика 1):

- ГЈ „Карапанца“ и ГЈ „Дорословачке шуме“ - ШГ Сомбор,
- ГЈ „Багремара“ - ШГ Нови Сад,
- ГЈ „Доње Потамишје“ - ШГ Панчево.



Слика 1. Прoстoрни рaспoред ГЈ у кoјимa су рeaлизовaнa истрaживaњa

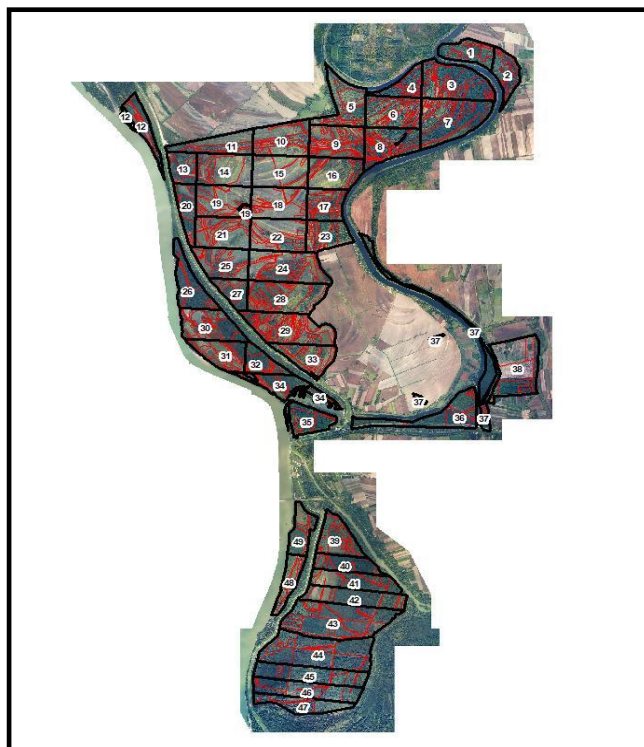
4.1 ГЈ „Карапанца“

Гaздинскa јeдиницa “Кaрaпaнцa” (сликa 2) јe у сaстaву Сeвeрнoбaчкoг шумскoг пoдручјa и нaлaзи сe нa тeритoрији oпштинe Сoмбoр. ГЈ чини јeдaн вeћи шумски кoмплeкc, кoји сe прoстирe лeвoм oбaлoм рeкe Дунaв, и рaспрoстpaњeнa јe oд мaђaрскe грaницe, пa свe дo ГЈ ”Мoнoштoрскe шумe” Гeoгрaфскe кooрдинaтe oвe ГЈ су $45^{\circ}48'24''$ - $45^{\circ}55'29''$ сeвeрнe гeoгрaфскe ширинe и $18^{\circ}48'58''$ - $18^{\circ}54'59''$ истoчнe гeoгрaфскe дужинe рaчунaтo oд Гриничa. У нeпoсрeднoј близини ГЈ нaлaзe сe мнoгa сeoскa нaсeљa, кaо штo су Бaчки Брeг, Кoлут, Бeздaн и Бaчки Мoнoштoр.

Пoвршинa ГЈ Кaрaпaнцa изнoси 2.668,09 ha. Шумe и шумскo зeмљиштe зaузимaју 71,5%, a oстaлo зeмљиштe 28,5% укупнe пoвршинe. Структурa пoвршинa ГЈ прeмa oбрaслoсти прикaзaнa јe у тaбeли 3.

Тaбeлa 3 Структурa пoвршинa ГЈ „Кaрaпaнцa“ прeмa oбрaслoсти

Врстa зeмљиштa		Пoвршинa (ha)	%	ha
Шумe и шумскo зeмљиштe	Шумe	603,46	22,6	1.910,88
	Шумскe културe	1.204,09	45,0	
	Шумскo зeмљиштe	103,33	3,9	
Oстaлo зeмљиштe	Нeплoднo зeмљиштe	507,22	19,2	761,98
	Зeмљиштe зa oстaлe сврхe	206,47	7,7	
	Туђe зeмљиштe	43,52	1,6	
Укупнo		2.668,09	100,0	2.668,09



Слика 2. Положај ГЈ „Карпанца“.

Учешће састојинских целина у фонду ове ГЈ приказано је у табели 4

Табела 4. Стање шума појединих састојинских целина ГЈ „Карпанца“

Састојинска целина	Површина		Запремина			Запремински прираст		
	ha	%	m ³	%	m ³ /ha	m ³	%	m ³ /ha
Остале категорије земљишта	865,31	32,4						
Висока шума врба	9,1	0,3	3.325,80	0,8	365,5	79,2	0,5	8,7
Изданачка шума врба	14,19	0,5	2.560,40	0,6	180,4	54,3	0,4	3,8
Висока шума топола	0,7		98,5		140,7	1,5		2,1
Изданачка шума топола	22,27	0,8	4.946,50	1,3	222,1	516,7	3,3	23,2
Висока шума пољског јасена	1,53	0,1	129,1		84,4	3		1,9
Изданачка шума пољског јасена	6,96	0,3	2.109,70	0,5	303,1	9,9	0,1	1,4
Изданачка шума ОТЛ	3,12	0,1	461,3	0,1	147,8	15,8	0,1	5,1
Изданачка шума багрема	228,51	8,6	38.128,00	9,7	166,9	1.458,70	9,4	6,4
Изданачка шума америчког јасена	99,35	3,7	11.979,70	3	120,6	230,9	1,5	2,3
Вештачки подигнута састојина врба	171,42	6,4	34.798,30	8,8	203	946,5	6,1	5,5
Вештачки подигнута састојина топола	965,23	36,2	196.696,00	49,8	203,8	11.538,20	74,5	12
Вештачки подигнута састојина пољског јасена	12,05	0,5	1.338,50	0,3	111,1	10,9	0,1	0,9
Вештачки подигнута састојина лужњака	256,52	9,6	94.172,50	23,9	367,1	595,2	3,8	2,3
Вештачки подигнута састојина цера	2,28	0,1	841,9	0,2	369,3	0,8		0,4
Вештачки подигнута састојина осталих лишћара	9,55	0,4	3.208,30	0,8	335,9	24	0,2	2,5
Укупно	2.668,09	100	394.794,40	100	148	15.485,50	100	5,8

У овој ГЈ, у вештачки подигнутим састојинама (засадима) топола постављено је 4 огледна поља, док је у вештачки подигнутим састојинама хроста лужњака постављено 9 огледних поља на којима су реализована истраживања.

3.2. ГЈ „Дорословачке шуме“

Газдинска јединица " Дорословачке шуме " (слика 3) је у саставу Севернобачког шумског подручја и налази се већим делом налази на територији СО Сомбор (359,72 ha), а мањим делом на територији СО Апатин (21,06ha). Географске координате ове ГЈ су 45°34'42" - 45°36'13" северне географске ширине и 19°08'25"-19°10'22" источне географске ширине од Гринича. У непосредној близини ГЈ налазе се насеља, као што су Дорослово, Српски Милетић, Сонта и Богојево.

Површина ГЈ Дорословачке шуме износи 380.78ha. Шуме и шумско земљиште заузимају 94,8%, а остало земљиште 5,2 укупне површине. Структура површина ГЈ према обраслости приказана је у табели 5.

Учешће састојинских целина у фонду ове ГЈ приказано је у табела 5.

Табела 5. Структура површина ГЈ „Дорословачке шуме“ према обраслости

Врста земљишта		Површина (ha)	%	ha
Шуме и шумско земљиште	Шуме	348,73	91,6	348.73
	Шумске културе	12.,2	3,2	
	Шумско земљиште	0,00	0,0	
Остало земљиште	Неплодно земљиште	0,98	0,3	19.73
	Земљиште за остале сврхе	18,75	4,9	
	Туђе земљиште	0,00	0,0	
Укупно		380,78	100,0	380.78



Слика 3. Положај ГЈ „Дорословачке шуме“.

Табела 6. Стање шума појединих састојинских целина ГЈ „Дорословачке шуме“

Састојинска целина	Површина		Запремина		Запремински прираст			
	ha	%	m ³	%	m ³ /ha	m ³	%	m ³ /ha
Остале категорије земљишта	19,73	5,2						
Изданачка шума пољског јасена	9,47	2,5	2.609,20	5,4	275,5	39,0	2,5	4,1
Изданачка шума багрема	243,54	64,0	17.989,90	37,3	73,9	1.221,80	78,4	5,0
Вештачки подигнута састојина лужњака	31,49	8,3	11.611,80	24,1	368,7	192,5	12,4	6,1
Вештачки подигнута састојина цера	41,28	10,8	13.065,00	27,1	316,5	90,9	5,8	2,2
Вештачки подигнута састојина осталих лишћара	35,27	9,3	3.001,50	6,2	85,1	14,1	0,9	0,4
Укупно	380,78	100,0	48.277,40	100,0	126,8	1.558,20	100,0	4,1

У овој ГЈ, у вештачки подигнутим састојинама хроста лужњака постављено 3 огледна поља на којима су реализована истраживања.

4.3. ГЈ „Багремара“

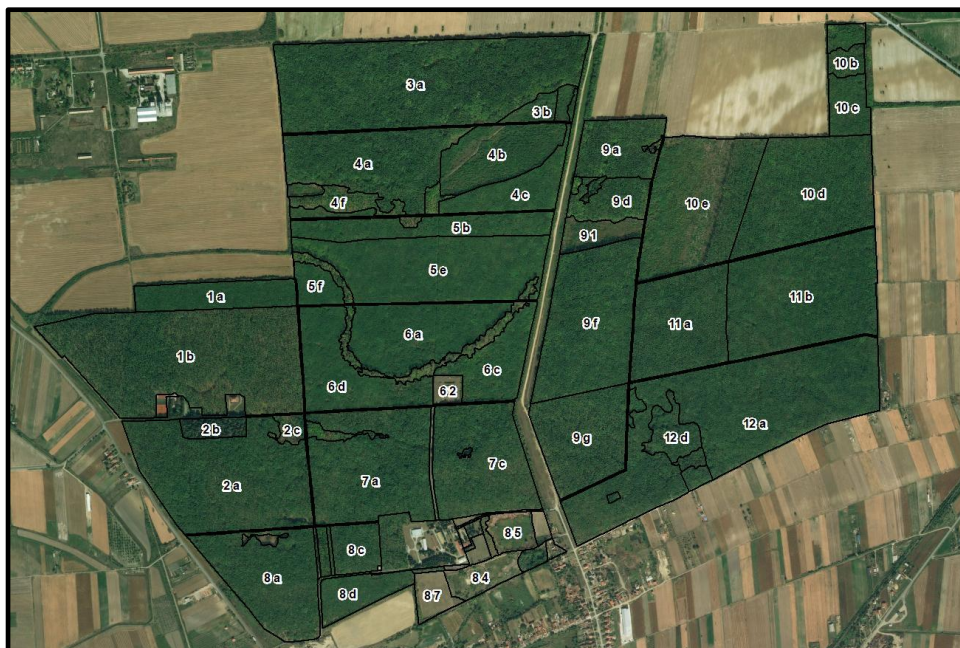
Газдинска јединица “Багремара” је у саставу Јужнобачког шумског подручја и налази се на територији општине Бачка Паланка (слика 4). ГЈ чини мањи шумски комплекс, који се наслања на град Бачку Паланку. Географске координате ове ГЈ су 45°15'49" и 45°17'00" северне географске ширине и 19°21'56" и 19°24'17" источне географске дужине рачунато од Гринича. У непосредној близини ове ГЈ налази се и друга насеља, као што је Обровац и Нова Гајдодбра

Површина ГЈ „Багремара“ износи 395,5 ha. Шуме и шумско земљиште заузимају 94,9%, а остало земљиште 5,1% од укупне површине. Структура површина ГЈ према обраслости приказана је у табели 7.

Учешће састојинских целина у фонду ове ГЈ приказано је у табели 7.

Табела 7. Структура површина ГЈ „Багремара“ према обраслости

Врста земљишта		Површина (ha)	%	ha
Шуме и шумско земљиште	Шуме	371,51	93,9	377,21
	Шумске културе	1,67	0,4	
	Шумско земљиште	4,03	1,0	
Остало земљиште	Неплодно земљиште	12,51	3,2	18,29
	Земљиште за остале сврхе	5,8	1,5	
	Туђе земљиште	0,00	0,0	
Укупно		395,5	100,0	395,5



Слика 4. Положај ГЈ „Багремара“.

Табела 8. Стање шума појединих састојинских целина ГЈ „Багремара“

Састојинска целина	Површина		Запремина			Запремински прираст		
	ha	%	m ³	%	m ³ /ha	m ³	%	m ³ /ha
Остале категорије земљишта	22,32	5,6						
Изданачка шума топола	0,18	0,0	86,6	0,2	481,2	2,3	0,2	13
Изданачка шума багрема	357,88	90,5	37.429,50	94,0	104,6	1.459,10	96,2	4,1
Девастирана шума багрема	1,24	0,3	89,7	0,2	72,4	3,9	0,3	3,1
Висока шума америчког јасена	6,4	1,6	1.105,30	2,8	172,7	21,1	1,4	3,3
Изданачка шума америчког јасена	3,79	1,0	429,7	1,1	113,4	13,7	0,9	3,6
Вештачки подигнута састојина осталих лишћара	0,97	0,2	173,1	0,4	178,4	2,7	0,2	2,8
Вештачки подигнута састојина смрче	0,39	0,1	31,1	0,1	79,8	1,1	0,1	2,8
Вештачки подигнута састојина осталих четинара	1,63	0,4	452,7	1,1	277,7	12,4	0,8	7,6
Вештачки подигнута девастирана састојина лишћара	0,7	0,2	12,6	0,0	18	0,7	0,0	0,9
Укупно	395,5	100,0	39.810,40	100	100,7	1.517,00	100	3,8

У овој ГЈ, у изданачким састојинама багрема постављено је 8 огледних поља, на којима су реализована истраживања.

4.4 ГЈ „Доње Потамишје“

Газдинска јединица „Доње Потамишје“ је у саставу Банатског шумског подручја и налази се на територији две општине Панчево и Опово (слика 5). ГЈ представља хомогену просторну целину у облику појаса различите ширине, од пар стотина метара до 2,5 km и распростире се дуж реке Тамиш. Географске координате ГЈ су 44° 51' 00" и 46° 03' 00" северне географске ширине и између 20° 26' 00" и 20° 38' 00" источне географске дужине од Гринича. У непосредној близини налазе се насеља Опово, Сефкерин, Глогоњ, Јабука и Панчево.

Површина ГЈ „Доње Потамишје“ износи 2.744,51 ха. Шуме и шумско земљиште заузимају 74,4%, а остало земљиште 25,5% од укупне површине. Структура површина ГЈ према обраслости приказана је у табели 9.

Табела 9. Структура површина ГЈ „Доње Потамишје“ према обраслости

Врста земљишта		Површина (ha)	%	ha
Шуме и шумско земљиште	Шуме	651,47	23,7	2.041,96
	Шумске културе	1.234,68	45,0	
	Шумско земљиште	155,81	5,7	
Остало земљиште	Неплодно земљиште	602,63	22,0	702,55
	Земљиште за остале сврхе	37,05	1,3	
	Туђе земљиште	62,87	2,3	
Укупно		2.744,51	100	2.744,51



Слика 5. Положај ГЈ „Доње Потамишје“.

Учешће састојинских целина у фонду ове ГЈ приказано је у табела 10.

Табела 10. Стање шума појединих састојинских целина ГЈ „Доње Потамиције“

Састојинска целина	Површина		Запремина			Запремински прираст		
	ha	%	m ³	%	m ³ /ha	m ³	%	m ³ /ha
Остале категорије земљишта	858,36	31,3						
Изданачка шума врба	284,67	10,4	51,922.20	14,9	182,4	1.232,30	4,8	4,3
Девастирана шума врба	60,43	2,2	4,178.70	1,2	69,1	76,9	0,3	1,3
Висока шума топола	0,74	0,0	486.1	0,1	656,9	12,9	0,1	17,4
Изданачка шума топола	1,63	0,1	323.6	0,1	198,5	6,6	0,0	4,0
Девастирана шума топола	2,9	0,1	203.2	0,1	70,1	4,4	0,0	1,5
Висока шума лужњака	13,54	0,5	6,809.10	2	502,9	165,5	0,6	12,2
Изданачка шума америчког јасена	271,28	9,9	22,800.40	6,6	84	1.162,30	4,5	4,3
Девастирана шума јасена	4,08	0,1	5.5	0,0	1,4	1,4	0,0	0,3
Вештачки подигнута састојина врба	6,92	0,3	1,888.10	0,5	272,8	27,5	0,1	4
Вештачки подигнута састојина топола	1.188,82	43,3	251,535.40	72,4	211,6	22.605,00	88,3	19
Вештачки подигнута састојина лужњака	4,73	0,2	2,344.90	0,7	495,7	53,9	0,2	11,4
Вештачки подигнута састојина осталих лишћара	46,41	1,7	5,149.50	1,5	111	237,9	0,9	5,1
Укупно	2.744,51	100,0	347,646.70	100	126,7	25.586,60	100	9,3

5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

5.1. Прелиминарна истраживања

5.1.1. Структура и величина узорка

Прелиминарним истраживањима извршена је анализа шумског фонда Војводине, анализа актуелности расположивих авио снимака, као и динамике снимања појединих газдинских јединица за потребе израде планских докумената у оквиру ЈП „Војводинашуме“. На бази ових анализа дефинисан је објект истраживања (засади топола, шуме багрема и шуме лужњака) и изабране су ГЈ у којима су постављана огледна поља. Приликом избора ГЈ постојала су ограничења везана за динамику авио снимања у оквиру ЈП „Војводинашуме“. Због финансијских разлога циљано снимање ГЈ у којима би се реализовала истраживања није било могуће, већ је избор извршен од оних ГЈ које су почетком истраживања већ биле у плану авио снимања ЈП.

Овакав приступ се одразио на квалитативну структуру узорка, као и на његову величину (број и величину понављања). Уз изнуђена ограничења и одступања од статистичких принципа, број огледних поља и њихова величина дефинисани су у складу с потребом да се:

- добију што репрезентативнији подаци за моделовање зависности између различитих терестрички одређених елемената (променљивих),
- на бази формираног модела добије поуздана процена елемента који се не могу читати са снимка,
- добије поуздан одговор о могућностима употребе авио снимака у инвентури састојина различите старости (обраслости).

Структура узорка у засадима топола је следећа:

- укупно 13 огледних поља,
- од тога 12 огледних поља у размаку садње 5x5 m, разврстаних у 4 старосне категорије (10, 15, 20 и 25 година) и једно огледно поље у размаку садње 6x3, старости 25 година,
- величина огледних поља је 1,7 - 6,04 ha,,
- просечна површина огледних поља је 4,3 ha,,
- укупна површина огледних поља (узорка) износи 55,97 ha.

Узорак је дистрибуиран у две ГЈ, у складу са планом снимања ЈП „Војводинашуме“, - ГЈ „Карапанџа“ и ГЈ „Доње Потамишје“ (слика 6). Како прецизност фотоинтерпретације

авио снимака када је у питању њихова употреба у инвентури шума зависи, поред осталог, и од густине склопа, огледна поља су постављена у више старосних категорија, како у засадима топола, тако и у шумама багрема и шумама лужњака. Претпоставка је да млађе састојине (након формирања склопа) имају гушћи склоп од дозревајућих и зрелих састојина. Позитиван одговор о могућности употребе авио снимака у инвентури млађих (склопљенијих) шума у истом смислу се преноси и на дозревајуће и зреле састојине. Међутим, негативан одговор у млађим састојинама не значи експлицитно да се авио снимци не могу примењивати и у дозревајућим и зрелим, односно састојинама ређег склопа. Нужна је провера, због чега је узорак овако структуриран у погледу старости састојина.



Слика 6. Просторни распоред ОП у засадима топола ГЈ“Карапанца“ (лево) и ГЈ „Доње Потамишје (десно)“

У шумама багрема, у ГЈ “Багремара“, структура узорка је следећа:

- укупно 8 огледних поља,
- огледна поља су груписана у четири старосне категорије (15, 20, 25 и 30 година),
- величина поља је 4,1 - 5,4 ha,
- просечна површина огледних поља је 5,02 ha,
- укупна површина огледних поља (узорка) износи 40,32 ha.



Слика 7. Просторни распоред ОП у шумама багрема, ГЈ „Багремара“

У шумама хрasta лужњака је следећа структура узорка:

- укупно 12 огледних поља,
- огледна поља су дистрибуирана на следећи начин:
 - средњедобне састојине: чисте 3 огледна поља, мешовите 2 огледна поља,
 - дозревајуће састојине: чисте 2 огледна поља, мешовите 5 огледних поља.
- величина огледних поља је 4,3 - 5,4 ha,
- просечна површина огледног поља је 4,5 ha,
- укупна површина огледних поља (узорка) износи 49,30 ha.

Узорак је дистрибуиран у две ГЈ, у складу са планом снимања ЈП „Војводинашуме,- ГЈ. „Карапанца“ и ГЈ „Дорословачке шуме“ (слика 8).



Слика 8. Просторни распоред ОП у шумама храста лужњака ГЈ “Карапања” (лево) и ГЈ „Дорословачке шуме“ (десно)

Уз наведена ограничења у избору газдинских јединица, као и у обезбеђењу адекватних површина тополових, багремових и храстових шума у ГЈ за које су обезбеђени авио снимци од стране ЈП „Војводинашуме“, овако дизајниран узорак би требао омогућити извођење реалних закључака у погледу могућности и поузданости примене аерофотограметрије у инвентури ових шума

5.1.2. Просторно и површинско дефинисање огледних поља

ЈП “Војводинашуме” поседује границе газдинских јединица у дигиталном облику, које су претходно усклађене са катастром. Дигитализација ГЈ извршена је до нивоа одсека. Утврђивање граница, њихове видљивости и површина огледних поља извршено је најпре на дигиталној карти, применом GIS софтвера, а затим су границе у дигиталном облику пренете на терен. Преношење граница огледних поља са карте на терен извршено је уз употребу GPS уређаја високе прецизности (Mobile Mapper 20.) Код преношења граница огледних површина ГПС уређајем на терену је извршено обележавање граница огледних поља кредом и гребачима на стаблима у виду тачака и хоризонталних линија која се догледају у правцу пружања границе огледног поља. Одређени одсеци, с обзиром на величину, узети су у целини као ОП и код таквих одсека није вршено преношење граница са дигиталне карте на терен.

5.1.3. Пројектовање делимичног и потпуног (тоталног) премера

У циљу пројектовања премера на формираним огледним пољима, познатом методологијом (*Banković, Pantić, 2006*) за свако ОП пројектован је премер и добијени су његови елементи приказани у табелама 11, 12 и 13.

У засадима топола коришћене су примерне површине облика правоугаоника и квадрата, зависно од размака садње, при чему је одговарајућим бројем редова обезбеђивана њихова величина. У шумама багрема и храста лужњака примерне површине су биле кружног облика, величине зависе од процењеног броја стабала на хектару на сваком ОП (слике 9 и 10). На тзв „обичним“ примерним површинама мерени су пречници стабала, а на детаљним, поред пречника, мерене су висине и крошње стабала.

Када је у питању потпуни премер на сваком ОП, на два правца (на 1/4 и 3/4 ширине ОП) постављена су по 3 пункта (на 1/4, 1/2 и 3/4 дужине правца) на којима су мерене висине и крошње стабала (слика 11).

Табела 11. Елементи делимичног премера у засадима топола.

ОП	Површина ОП (ha)	Број примерних површина	Број детаљних примерних површина	Растојање између примерних површина (m)	Величина примерних површина (ари)				% примерних површина
					1	2	5	10	
1	5.56	16	4	62	-	-	16	-	14.39
2	4.40	16	4	54	-	-	16	-	18.18
3	4.84	16	4	45	-	-	16	-	16.53
4	4.54	16	4	47	-	-	16	-	17.62
5	2.06	10	3	34	-	-	10	-	24.27
6	3.30	12	3	36	-	-	12	-	18.18
7	5.00	16	4	55	-	-	16	-	16.00
8	6.04	16	4	57	-	-	16	-	13.25
9	4.70	16	4	48	-	-	16	-	17.02
10	5.10	16	4	52	-	-	16	-	15.69
11	3.52	17	4	40	-	-	17	-	22.73
12	5.20	16	4	55	-	-	16	-	15.38
13	1.71	10	3	43	-	-	10	-	29.24
	55,97	193	49				193		

Табела 12. Елементи делимичног премера у шумама багрема

ОП	Површина ОП (ha)	Број примерних површина	Број детаљних примерних површина	Растојање између примерних површина (m)	Величина примерних површина (ари)				% примерних површина
					1	2	5	10	
14	5.30	16	4	61	-	5	11	-	10.38
15	4.40	16	4	45	-	4	12	-	15.45
16	5.30	16	4	49	-	3	13	-	13.40
17	5.40	16	4	45	-	11	5	-	7.78
18	4.83	16	4	46	-	14	2	-	7.87
19	5.09	16	4	57	-	13	3	-	8.06
20	4.93	16	4	47	-	1	15	-	15.62
21	5.07	16	4	47	-	-	16	-	15.78
	40.32	128	32			51	77		

Табела 13. Елементи делимичног премера у шумама храста лужњака

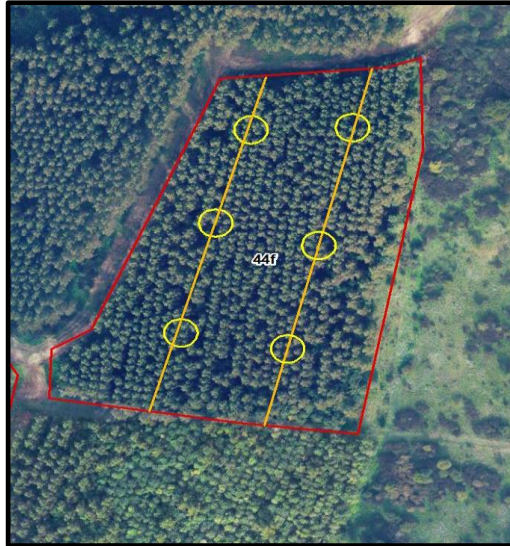
ОП	Површина ОП (ha)	Број примерних површина	Број детаљних примерних површина	Растојање између примерних површина (m)	Величина примерних површина (ари)				% примерних површина
					1	2	5	10	
22	3.50	16	4	35	-	1	15	-	22.00
23	1.01	7	3	40	-	7	-	-	13.86
24	5.00	16	4	63	-	12	4	-	8.80
25	5.35	16	4	49	-	-	16	-	14.95
26	5.43	16	4	59	-	4	12	-	12.52
27	5.48	16	4	52	-	-	12	3	16.42
28	0.90	5	2	42	-	-	-	6	66.67
29	6.06	16	4	47	-	-	3	13	23.93
30	3.70	16	4	41	-	-	5	11	36.49
31	4.00	16	4	44	-	2	3	11	32.25
32	4.47	16	4	40	-	-	11	5	23.49
33	4.40	16	4	64	-	-	16	-	18.18
	49.3	172	45			26	97	49	



Слика 9. Пример распореда примерних површина на ОП у засаду топола



Слика 10. Пример распореда примерних површина на ОП у шумама багрема



Слика 11. Пример распореда пунктова за премер висина и крошњи стабала у оквиру потпуног премера

Након пројектовања мреже примерних површина у ГИС софтверу, утврђене су такође позиције примерних површина, одређене су X и Y координате и као такве у векторском облику су пренете за свако огледно поље у аерофотограметријску станицу. Преношењем координата центара терестрички постављених примерних површина у фотограметријску станицу, обезбеђено је да се на истим позицијама на авио снимцима изврши премер на фото примерним површинама. Око центара примерних површина креирани су бафери који одговарају величини примерних површина постављених на терену. Поред пренетих центара примерних површина, затим бафера који одговарају величини примерних површина постављени на терену, у фотограметријску станицу пренете су и позиције премерених стабала у векторском облику, односно координате X и Y позиција стабала на примерним површинама, на основу којих су се могле позиције стабала премерене на терену поуздано идентификовати на фото примерним површинама

5.2. Прикупљање података

Како је већ наведено, циљ ових истраживања јесте да се компаративном анализом поузданости информација и економичности њиховог прикупљања у односу на терестричке методе инвентуре (тотални и делимични премер) оцени могућност и степен поузданости аерофотограметрије у процес прикупљања података неопходних за израду оперативних планова газдовања шумама. У том смислу, на формираним огледним пољима, путем тоталног, делимичног и премера на авио снимцима извршен је премер основних дендрометријских величина појединачних стабала, као што су прсни пречници, висине и пречници крошњи. На основу ових величина изведени су број стабала,

темељница, запремина, и њихове дистрибуције, те димензије стабала представника. Такође извршено је снимање времена потребно за мерење дендрометријских величина по појединим фазама рада. Сви ови елементи коришћени су у компаративној анализи усмереној на утврђивање поузданости и економичности, односно апликативне вредности авио снимака у састојинској инвентури шума.

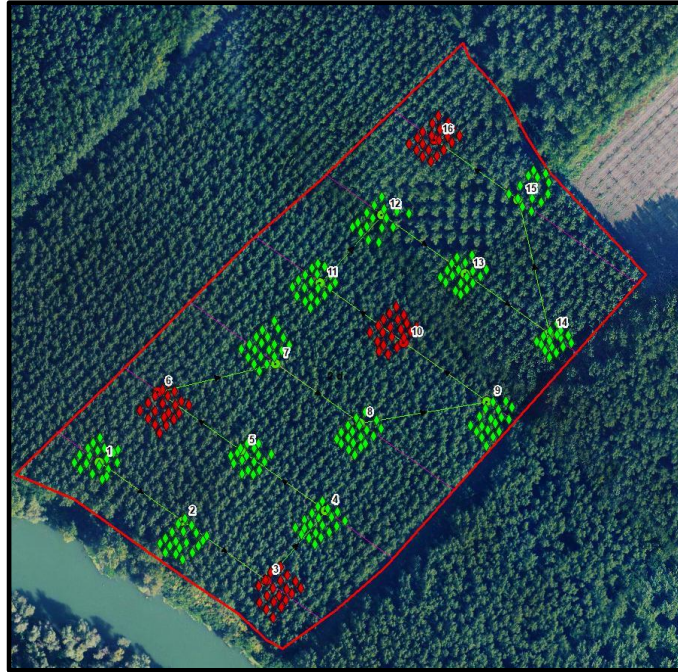
5.2.1. Терестричка инвентура

Након обележавања граница ОП и утврђивања тачне површине, приступило се њиховом премеру, прво потпуним, а потом и методом делимичног премера.

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 високе и вештачки подигнуте шуме (храст, тополе) износила је 10 cm, за изданачке шуме (багрем) 5 cm.

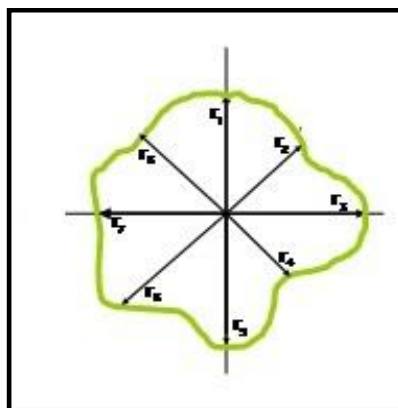
Употребом ГИС технологије на сваком ОП систематски су распоређене примерне површине. У састојинама багрема и чистим и мешовитим састојинама храста лужњака примерне површине су облика круга са константним полупречником, величине, углавном, 2, 5 и 10 ари ($r = 7.98, 12.62$ и 18.40 m). У засадима тополе примерне површине су 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 ГПС уређајем снимљена је позиција сваког стабала, како би се поузданије детерминисала на авио снимцима (слика 12).



Слика 12. Позиције стабала на примерним површинама једног ОП у ГЈ „Доње Потамишје“

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 Кроненспиегел инструмента у 8 праваца, у смеру N, NE, E, SE, S, SW, W и SW и то од центра стабла до линије пројекције круне (слика 13).



Слика 13. Шематски приказ мерења полупречника круне

Код стабала багрема и хрasta која су крива и која су имала јако ексцентричне крошње, самим тим и измештен центар, нису мерени полупречници крошњи.

Упоредо са премером стабала вршено је и снимање времена потребног за реализацију појединих фаза тоталног и делимичног премера (табела 14 и 15) Садржај табела (мануала) је конципиран тако да омогућава израчунавање укупних трошкова терестричких метода премера, те компаративну анализу.

Табела 14. Изглед обрасца за снимање времена реализације потпуног премера

Огледно поље	Површина (ha)	Фаза премера	Број радника	Почетно време (h:m)	Завршно време (h:m)	Трајање радне фазе (h:m)	Укупно време (h:m)
		d (cm)					
		h (m)					
		R_{kr} (cm)					

Табела 15. Изглед обрасца за снимање времена реализације делимичног премера

Могућност примене Аерофотограметрије у инвентури шума Војводине									
Број круга	Одељење	Одсек	Величина примерне површине (aгi)	Врста примерне површине	Број стабала на кругу	Начин премера	Почетно време мерења на ОП (h:m)	Завршно време мерења на ОП (h:m)	Датум мерења
Таксациони снимак на примерној површини									
		Почетак мерења (d) на кругу (h:m)	Почетак мерења (h) на кругу (h:m)	Почетак мерења (r) на примерној површини (h:m)					
Број стабала	Врста	d (cm)	h (dm)	Полупречници крошње (m) 					
1				N	NE	E	SE	S	NW
2				N	NE	E	SE	S	NW
				N	NE	E	SE	S	NW
				N	NE	E	SE	S	NW
50				N	NE	E	SE	S	NW
Број радника		Завршетак мерења (d) на кругу (h:m)	Завршетак мерења (h) на кругу (h:m)	Завршетак мерења (r) на кругу (h:m)					

Анализа времена реализације делимичног премера обухватила је време потребно за реализацију премера таксационих елемената на примерној површини (премер пречника, премер висина и премер полупречника крошњи стабала), затим и време потребно за прелаз

од стабла до стабла и прелаз између примерних површина у оквиру истог огледног поља. Премер таксационих елемената представља *главно (технолошко) време*, док прелаз од стабла до стабла на примерној површини као и прелаз између примерних површина представља *помоћно време*.

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. С обзиром да су истраживања извршена на равном терену, информације као што су ерозиони и деградациони процеси, затим нагиб терена, врста нагиба, експозиција, итд нису процењиване. Одређене информације није било могуће проценити на авио снимку због прикривености тла крошњама (мртви покривач). Разматране су само оне информације које је могуће проценти на авио снимку и проверити на терену, како би била могућа компаративна анализа (табела 16).

Табела 16. Информације о станишту и састојини процењиване терестрички и на авио снимцима

ИНФОРМАЦИЈЕ ОПИСА СТАНИШТА	
Врста (начин коришћења) земљишта	
Надморска висина	
Заступљеност приземне вегетације	1. нема 2. ретка 3. средње густа 4. густа 5. врло густа
Заступљеност жбуња	1. нема 2. ретко 3. средње густо 4. густо 5. врло густо
Закоровљеност	1. нема 2. слаба 3. средња 4. јака 5. потпуна
ИНФОРМАЦИЈЕ ОПИСА САСТОЈИНЕ	
Врсте дрвећа	
Очуваност састојине	1. очувана 2. разређена 3. девастирана
Мешовитост	1. чиста 2. мешовита
Смеша	1. стаблмична 2. групимична 3. групимична и стаблмична 4. у пругама 5. у спратовима
Склоп	1. врло густ 2. густ 3. потпун 4. непотпун 5. редак 6. врло редак 7. прекинут
Здравствено стање састојине	1. веома добро 2. добро 3. осредње 4. незадовољавајуће
Степен угрожености	1. веома велики 2. велики 3. средњи 4. мали 5. не постоји

5.2.2. Премер на авио снимцима

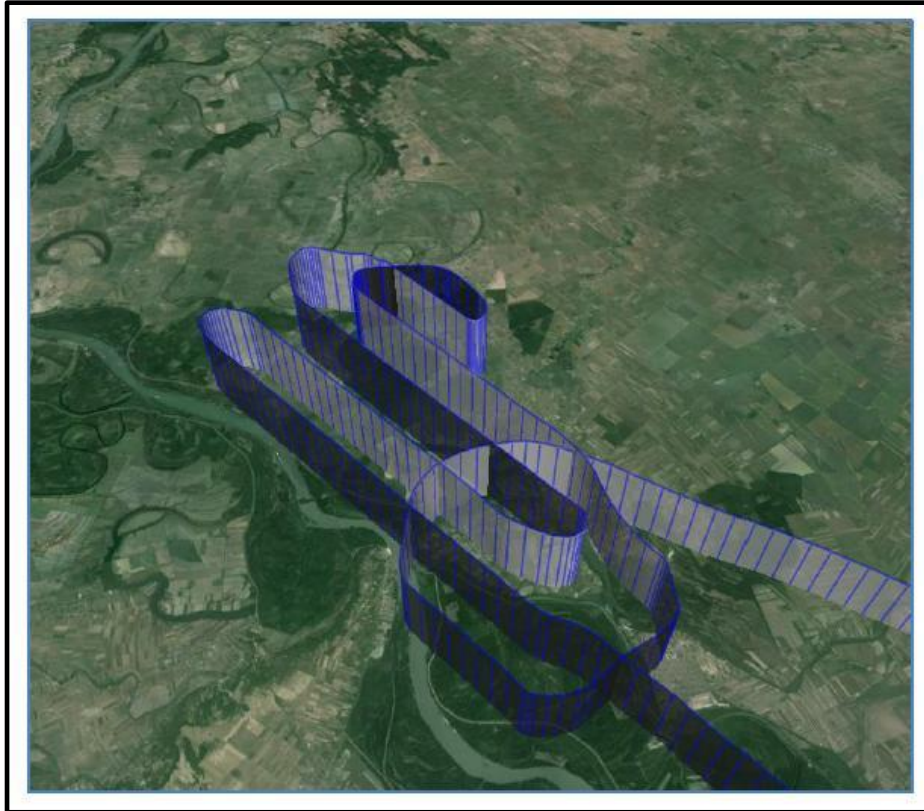
За потребе фотоинтерпретације у овим истраживањима, геодетске радове и фотограметријске радове на изради дигиталног ортофотоа посматраног подручја изведени су од стране *Preduzeća za geomatiku MapSoft d.o.o.* из Београда. План лета и план снимања истраживаног подручја пројектован је за излазну резолуцију од 20 x 20 cm/pix. Геореференцирање и спајање RGB снимака у триангулацијске блокове извршено је, такође, од стране предузећа *MapSoft d.o.o.* Циљ ове фазе био је да се сви снимци једне

размере снимања повежу у целину-блок, да се истовремено преко мреже оријентационих тачака блок повеже са координатним системом пројекта и да се на тај начин изврши истовремено геореференцирање свих снимака у блоку. Преклоп између снимака истог реда тзв „*подужни преклоп*“ (p) је износио 60%, док је преклоп између снимака суседних редова тзв „*попречни преклоп*“ (q) износио 20%. Снимање је урађено са DiMAC Ultralight+ камером која представља једну од најсавременијих дигиталних камера средњег формата за аерофотограметријско снимање. Камера има високу геометријску и радиометријску резолуцију, а њен финални продукт су аерофото снимци у дигиталном облику.

Основне техничке карактеристике *DiMAC* камере:

- величина сензора: 53.9 x 40.4 mm,
- излазна резолуција: 8.984 x 6.732 пиксела
- величина пиксела: 6 микрона,
- електронски уређај за елиминацију утицаја кретања авиона (*True FMC*).

Камера је инсталирана у ултра лакој авиону домаће производње под називом **СИЛА 450Ц** (Српска Индустија Лаких Авиона). Камера за аерофото снимање монтирана је на труп авиона, а осим пилота посаду чини и обучени оператер за аерофото снимање. Поред снимања извршено је и прикупљање просторних података аерофоторадиометријском методом у циљу израде дигиталног модела терена за истраживано подручје.



Слика 14. Приказ лета авиона током снимања ГЈ „Карапанца“

За прикупљање дендрометријских величина и појединих информација из описа станишта и састојина са авио снимака коришћена је аерофотограметријска станица и програмски пакет PhotoSoft. То је стандардни модул програма који је развијен у потпуности од компаније *MapSoft d.o.o.*, намењен дигиталној фотограметријској реституцији. Поред софтвера, коришћене су NVIDIA 3D Vision 2 Wireless KIT наочаре са ИС трансмитером. Такође, коришћена је и графичка картица HP K600, која са 3D наочарима и емитером омогућује 3D приказ објеката на снимцима. С обзиром да су помоћу GPS уређаја на терену снимљене X и Y координате центара примерних површина и позиције стабала на свакој примерној површини код 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 у зависности од могућности да се сва стабла виде авио снимцима на њима изврши премер полупречника крошњи и висина.

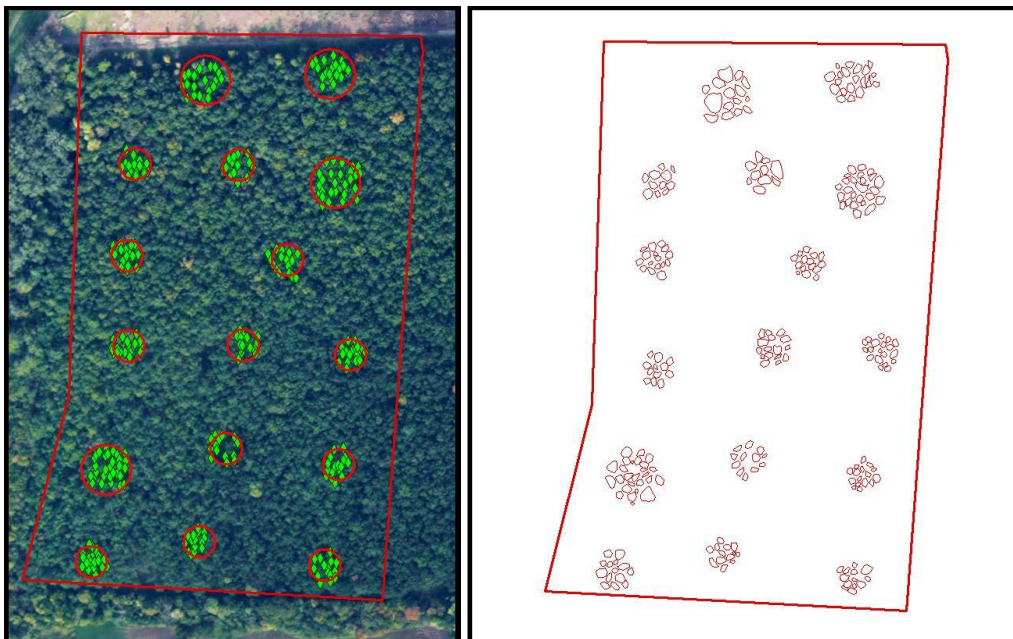
У фотограметријској станици идентификована су стабла на примерним површинама правоугаоног облика које су идентичне примерним површинама постављеним на терену у засадима топола и на стаблима је извршена векторизација

крошњи. Након дефинисања полигона крошњи, дигитализацијом или векторизацијом на авио снимцима у стерео моду, добијене су пројекције крошњи (слика 15).



Слика 15. Приказ дигитализованих крошњи на ОП у засадима топола

У састојинама багрема и храста лужњака површине хоризонталних пројекција крошњи су мерене унутар кружних примерних површина које су индентичне примерним површинама из терестричке инвентуре (слика 16)



Слика 16. Позиције стабала у дигитализованих крошњи на ОП у састојини лужњака

Приликом векторизације крошњи стабала јављао се проблем премера граничних стабала, односно утврђивања припадности ових стабала примерној површини. На снимацима није било могуће видети подножје стабала и сходно томе није се могла одредити припадност граничног стабла примерној површини. Даље, јављала су се стабла која су закривљена и која су се налазила изван примерне површине, али им се крошња налазила у делу који припада примерној површини. Обрнут случај је био код стабала која припадају примерној површини али им се крошње налазе изван примерне површине. С обзиром да није било могуће видети подножје стабала, усвојено је правило да уколико крошња стабла већим делом припада примерној површини, таквом стаблу је извршена векторизација крошњи. Стабло код којег је крошња већим делом била изван примерне површине није узето у обзир приликом дигитализације крошњи и није ушло у даље обрачунае.

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. Висина стабала је одређена као разлика надморских висина врха и подножја стабла. Позиционирањем маркице инструмента у стерео моду на врх стабла и читавањем надморске висине врха и затим позиционирање маркице инструмента на подножје стабла и читавањем надморске висине подножја, добијене су вредности чија разлика је давала висину стабла. Проблем се јављао у случају отежаног одређивања подножја стабла када у његовој близини нема видљиве површине земље. С обзиром да је било немогуће спустити маркицу на подножје сваког стабла због густине крошњи и слабе видљивости, надморска висина подножја таквих стабла одређивана је на позицијама где је видљивост подножја постојала на основу дигиталног модела терена.

Приликом рада на авио снимцима у стерео моду, као и код терестричке инвентуре, извршено је снимање времена обављања појединих радних операција, као што су: време векторизације крошњи и конвертовања крошњи стабала у полигоне и време позиционирања врхова стабала, што заједно представља главно-технолошко време, затим време прелаза маркице инструмента у стерео моду са једне на следећу примерну површину-помоћно време. Ова времена су коришћена за компаративну анализу у циљу утврђивање економичности тестираних метода инвентуре.

5.3 Обрада података

Обрада података прикупљених на огледним површинама, терестрички или на авио снимцима, вршена је класичним дендрометријским и статистичким методама.

Број стабала на хектару код тоталног премера добијен је деобом укупног броја стабала на ОП површином ОП. Код терестрички реализованог делимичног премера број стабала у сваком дебљинском степену на примерној површини превођен је на површину 1 хектара путем корекционих фактора чија величина је зависила од величине примерне површине. Сумирањем аритметичких средина броја стабала по дебљинским степенима на свим примерним површинама једног ОП добијен је број стабала на хектару за то ОП. Такође, одређена је и стандардна грешка процене овако добијене вредности по формули:

$$\overline{Sx} = \frac{t \cdot \frac{Sn}{\sqrt{n}}}{N} \cdot 100$$

На приказан начин добијен је број стабала на хектару, као и његова дистрибуција по дебљинским степенима на сваком ОП мереном потпуним и делимичним премером. На авио снимцима није било могуће мерити вредности прсног пречника стабала, па је дебљинска структура добијена посредним путем. Наиме, на основу емпиријских (терестричких) вредности прсног пречника, површине крошње и висине стабала урађени су математички модели за предикцију прсног пречника на основу наведених елемената, али очитаних са авио снимка. Тестиране су следеће функције за једноструку регресију типа $d = f(P_{kr})$ (табела 17), односно за вишеструку регресију типа $d = f(P_{kr}, h)$ (табела 18).

Табела 17. Тестиране функције за процену прсног пречника на бази површина крошњи стабала добијених са авио снимка

Тестиране функције	
1.	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}$
2.	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot P_{kr}^2$
3.	$d = \frac{1}{a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}}}$
4.	$d = a_0 + a_1 \cdot \ln P_{kr}$
5.	$d = a_0 \cdot P_{kr}^b$

Табела 18. Тестиране функције за процену прсног пречника на бази површина крошњи и висина стабала добијених са авио снимка

Тестиране функције	
1.	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$
2.	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$
3.	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$
4.	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$
5.	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr}h$
6.	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$
7.	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$
8.	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$
9.	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$
10.	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$
11.	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h} \right)^b$
12.	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$
13.	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$
14.	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$
15.	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln[(P_{kr}^2) \cdot h]$
16.	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$
17.	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$
18.	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$

Треба напоменути и то да су модели развијени за врсту дрвећа у оквиру одређене старосне категорије, односно само за врсту дрвећа, без обзира на старост. У другом случају, интенција је била да се повећа апликативна вредност овог поступка у редовној инвентури шума.

У намери да се модели учине квалитетнијим, што значи да се смањи сума необјашњених варијација и стандардна грешка регресије, тестирани су и модели са трећом независно променљивом – бројем стабала. Међутим, због мултиколинearности, ова променљива није имала статистички значајан утицај на зависно променљиву, те није ни укључена у моделе.

Избор финалног модела за процену прсног пречника извршен је на основу вредности коефицијента детерминације, стандардне грешке регресије и Акаике (AIC) информациoног критеријума (Greene 2002; Damodar et al. 2009), као мере прилагођавања емпиријским подацима :

$$AIC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{2k}{T}$$

где је:

$\hat{\sigma}^2$ – варијанса резидуала

k – укупан број оцењених параметара

T – величина узорка

У основи Акаике (AIC) информациoни критеријум обрачунава суму квадрата резидуала, санкционишући увођење додатних независно променљивих у модел. Модели са мањим вредностима AIC сматрају се бољим моделима.

Све тестиране функције, укључујући и изабране, са вредностима параметара регресионе и корелационе анализе, дате су у Прилогу 1-3.

На бази изабраних модела, за свако стабло на фото примерним површинама процењен је прсни пречник и на основу њега стабло је сврстано у одређени дебљински степен. Даљи обрачун броја стабала на хектару и његове дистрибуције код авио снимака урађен је по принципима терестрички реализованог делимичног премера.

Темељница састојине је изведен структурни елемент из расподеле стабала по дебљинским степенима:

$$G = \sum_{i=1}^n (g_i \cdot n_i)$$

g_i – темељница средњег стабла дебљинског степена,

n_i – број стабала у дебљинском степену исказан по хектару.

За свако огледно поље и истраживане врсте одређене су димензије стабала представника као што су:

$$dg = 200 \cdot \sqrt{\frac{g}{\pi}} ; hg = f(dg) - \text{пречник и висина средњег стабла по пресеку,}$$

$$dg_{max} = 200 \cdot \sqrt{\frac{g_{max}}{\pi}} ; hg_{max} = f(dg_{max}) - \text{пречник и висина средњег стабала 20\% најдебљих стабала у састојини.}$$

Висинске криве су конструисане на бази мерених пречника и висина стабала на детаљним примерним површинама код делимичног премера, односно на пунктовима код потпуног премера. Тестиран је већи број функција (табела 19), а као најбоља за посматране врсте дрвећа показала се функција број 1.

Табела 19. Тестиране функције за израду висинске криве

Тестиране функције	
1	$y = \frac{1}{a + \frac{b}{x}}$
2	$y = a + b \cdot \ln \cdot (x)$
3	$y = (a + b \cdot \ln \cdot (x))^2$
4	$y = a + x^2$

Површина крошње одређена је на бази 8 мерених полупречника у различитим правцима, према формули:

$$P = \frac{\pi}{n} \cdot \sum_{i=1}^8 r_i^2 \Rightarrow P = \frac{r_{1kr}^2 + r_{2kr}^2 + r_{3kr}^2 + r_{4kr}^2 + r_{5kr}^2 + r_{6kr}^2 + r_{7kr}^2 + r_{8kr}^2}{8} \cdot \pi$$

Запремина састојине обрачуната је по методу запреминских таблица:

$$V = \sum_{i=1}^n (v_i \cdot n_i)$$

v_i – запремина средњег стабла дебљинског степена,

n_i – број стабала у дебљинском степену исказан по хектару,

при чему су коришћене дволазне запреминске таблице¹; *Pantić (1995)*; *Pantić (1996)*:

– за храст лужњак	$v = 0.21246371 \cdot d^{1.50352236} \cdot h^{1.09164734}$
– за пољски јасен	$v = 0.283384 \cdot d^{1.356759} \cdot h^{0.929585}$
– за граб.....	$v = 0.299256 \cdot d^{1.60536} \cdot h^{0.8990472}$
– за остале тврде лишћаре.....	$v = 0.299256 \cdot d^{1.60536} \cdot h^{0.8990472}$
– за клен.....	$v = 0.071959 \cdot d^{1.91041} \cdot h^{0.7587931}$
– за брест.....	$v = 0.281059 \cdot d^{1.3661683} \cdot h^{0.891812}$
– за тополе	$v = 0.576977 \cdot d^{1.932238} \cdot h^{0.915707}$
– за багрем	$v = 0.40763 \cdot d^{2.048699982} \cdot h^{0.996805759}$
– за остале меке лишћаре.....	$v = 0.558074 \cdot d^{2.02015293} \cdot h^{0.83572664}$

Наведени метод обрачуна запремине омогућио је добијање запреминске структуре по огледним пољима. Када је у питању запремина делимичног премера, терестрички или реализованог на авио снимку, одређена је стандардна грешка процене овог елемента. Аналогно броју стабала, формула је:

$$\overline{Sx} = \frac{t \cdot \frac{Sv}{\sqrt{n}}}{\bar{V}} \cdot 100$$

Након обрачуна наведених елемената на бази података потпуног и делимичног премера реализованог терестрички и на фото примерним површинама на авио снимку, спроведена је компаративна анализа усмерена на утврђивање величине и статистичке значајности разлика између ових елемената добијених тестираним методама премера. Анализа је реализована применом анализе варијансе, статистичких тестова, а посматрано је и процентуално одступање појединих елемената делимичног у односу на потпуни премер, који је коришћен као еталон тачности. Циљ је био да се добије што поузданији одговор о могућности и поузданости примене авио снимака у састојинској инвентури шума.

¹ Информациони систем о шумама Србије - подсистем Планирање газдовања шумама, Универзитет у Београду, Шумарски факултет

6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

6.1. Избор математичких модела за предикцију прсног пречника стабала тополе на бази елемената очитаних са авио снимка

Претпоставка за успешну примену авио снимака у инвентури шума јесте да се са њих могу поуздано читати (мерити) елементи појединачних стабала из којих се, путем одређених дендрометријских поступака и метода, генеришу нумерички елементи састојине (темељница, запремина, запремински прираст итд). За разлику од површине крошње и висине стабала, прсни пречник стабала није могуће мерити на авио снимку. Због тога су на бази терестричких (емпиријских) података добијени математички модели за његову предикцију на бази мерљивих елемената на авио снимку. Тестиран је велики број функција типа $d = f(P_{kr})$ и $d = f(P_{kr}, h)$ (Прилог 2), да би се као најбоље изабрале:

– за размак садње $5 \times 5 \text{ m}$

$$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c \quad (1)$$

– за размак садње $6 \times 3 \text{ m}$

$$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h \quad (2)$$

– заједнички модел за тополу

$$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h \quad (3)$$

У намери да се израчунавање прсног пречника стабла на бази пречника крошње и висине очитаних са авио снимка учини практичнијим, с могућношћу инкорпорације у различите софтверске пакете, обједињени су емпиријски (терестрички) подаци за засаде различитих старости и добијен је заједнички модел за тополу – формула 3. Статистички параметри регресионе и корелационе анализе за изабране моделе приказани су у табели 20.

Табела 20. Статистички параметри изабраних модела за процену прсног пречника стабала у засадима топола различитих размака садње и старости

Размак садње	Т (год)	R	R ²	Std. Err.	F	Sig.	RSS	AIC	a b c d			
									a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
5 x 5 m	10	0,87	0,75	3,27	678,92	0,00	4849,04	2382,28	-0,441	1,124	0,229	
	15	0,84	0,70	4,37	318,48	0,00	5208,98	1600,07	0,451	0,542	0,239	
	20	0,83	0,68	4,76	428,99	0,00	9140,32	2422,50	0,325	0,615	0,231	
	25	0,77	0,59	6,04	291,08	0,00	14758,76	2622,46	-0,065	0,914	0,181	
3 x 3 m	25	0,87	0,77	3,59	117,26	0,00	825,37	364,38	-3,298	0,559	0,852	
Топола		0,85	0,71	4,84	1430,11	0,00	40331,46	10340,37	1,416	0,065	0,045	0,002

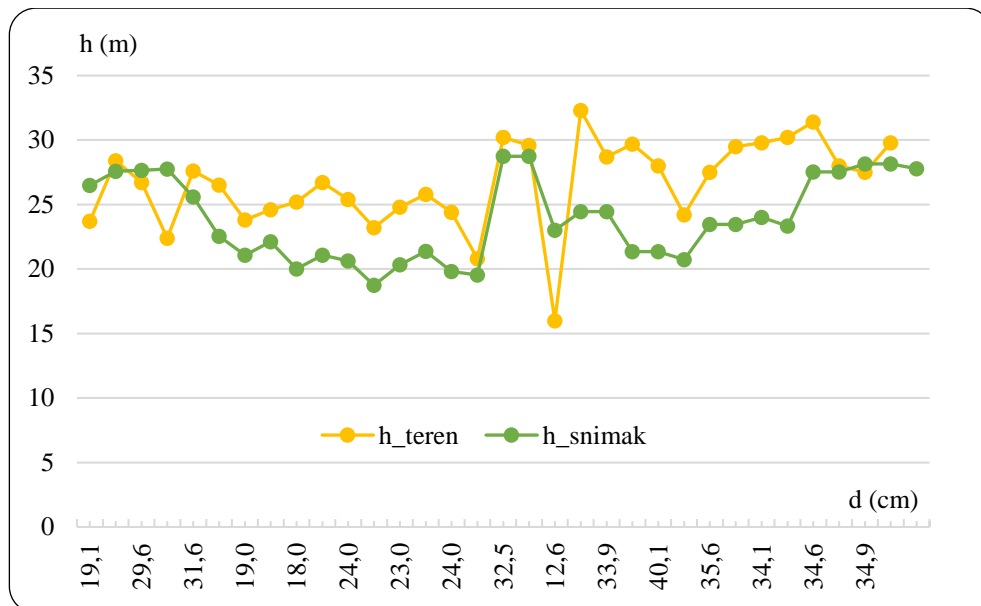
Легенда:

T – старост засада

R – коефицијент корелације
 R^2 – коефицијент детерминације
 $St.err.$ - стандардна грешка регресије
 F - F тест
 $Sig.$ - ниво значајности
 RSS – сума квадрата резидуала
 AIC - Акаике тест
 $a-d$; a_0-a_3 – параметри функције

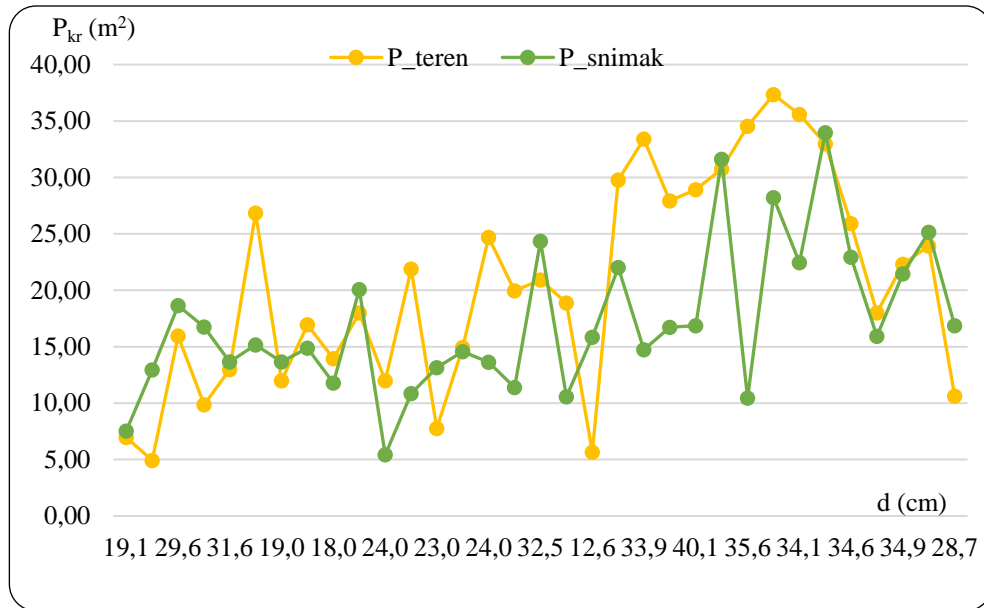
6.1.1. Засади топола размака садње 5 x 5 m старости 10 година

Од прецизности мерења површине крошње и висине стабала на авио снимку директно зависи прецизност процене прсног пречника преко изабраних модела, даље и поузданост одређивања темељнице, запремине састојине итд. Анализа поузданости мерења на авио снимку и процене наведених елемената извршена је компарацијом са терестрички мереним елементима (графикони 1-3). Коришћена су моделна стабла, која су изабрана из укупног броја мерених стабала на примерним површинама у засадима тополе старости 10 година и то тако да својим димензијама покрију читаву варијациону ширину прсног пречника, висине и површине крошње.



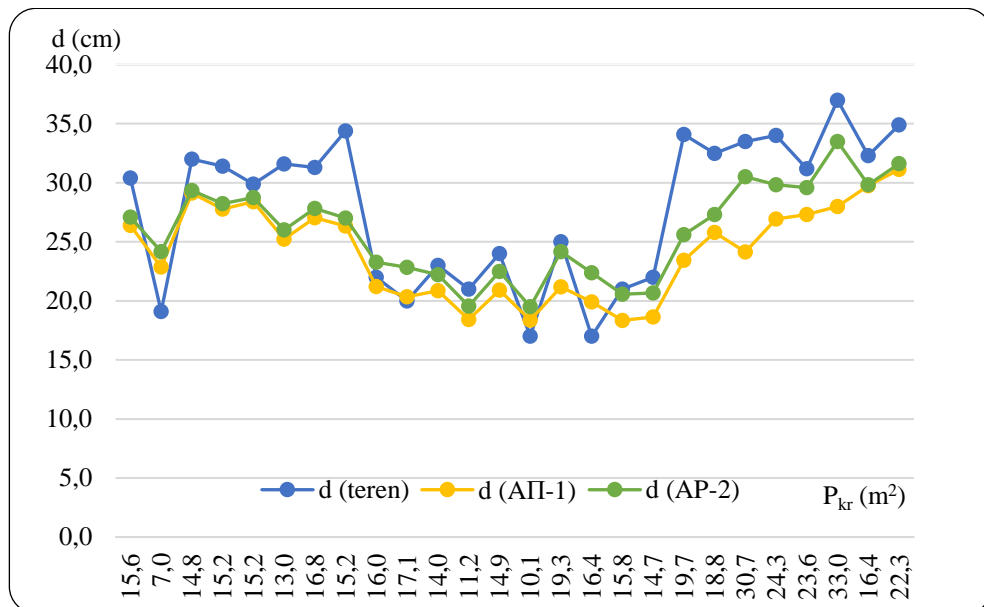
Графикон 1. Упоредна анализа висина моделних стабала у засадима топола старости 10 година

Терестрички мерене висине моделних стабала крећу се у интервалу 16,0-32,3 m, с просечном вредношћу 26,6 m. Распон мерених висина на авио снимку је 18,7-28,7 m и просеком од 23,9 m. Висине мерене на авио снимку, осим код 4 моделна стабла, ниже су од терестрички мерених висина (графикон 1) и то у просеку за 8,6%.



Графикон 2. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у засадима топола старости 10 година

Површине крошњи моделних стабала мерене на терену у интервалу су 4,9-37,3 m², са просеком 20,6 m², а мерене на снимку у интервалу 5,4-34,0 m² и просеком од 17,2 m². Одступања су двосмерног карактера и крећу се од -180% до 70% (графикон 2), због чега је дошло до потирања разлика и просечне вредности од свега -3%.



Графикон 3. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала у засадима топола старости 10 година

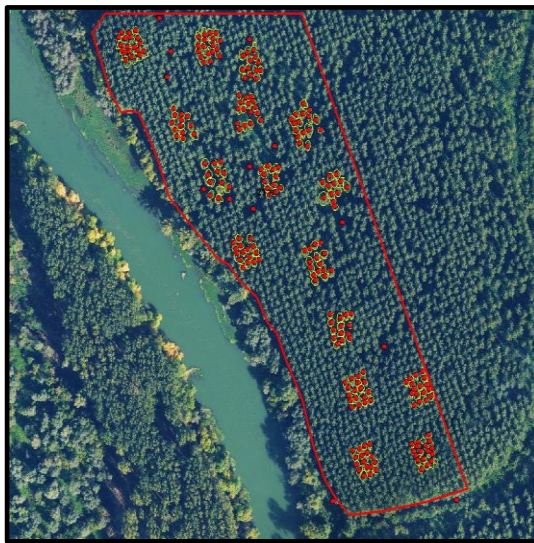
Ниже вредности висина и површина крошњи моделних стабала које су добијене мерењем на авио снимку, утицале су на то да су и вредности прских пречника добијене на бази изабраних математичких модела мање од пречника мерених на терену (графикон 3).

Ово се посебно односи на вредности пречника добијене по моделу АП-1 $d = f(P_{kr}, h)$ који је развијен за одређену старост засада топола и код којег се разлике крећу у интервалу од -31,3% до 19,7%, с просеком -11%. Код модела АП-2, који је развијен за засаде топола независно од старости, разлике у односу на прсне пречнике мерене на терену износе -24,9-31,6%, с просеком -4,3%.

Констатоване разлике између елемената (димензија) стабала мерених на авио снимку, односно процењених преко изабраних модела, свакако ће се одразити на поузданост одређивања збира кружних пресека и запремине и на њихове дистрибуције у засадима топола старости 10 година (ОП-1 до ОП-3). У складу с том поузданошћу, економичношћу премера и чињеницом да се ради о засадима топола, као изузетно хомогеним шумама, размотриће се могућност примене инвентуре на бази авио снимака у засадима топола старости 10 година.

Огледно поље 1 (ОП-1)

Огледно поље бр 1 налази се у одељењу 21/х ГЈ „Доње Потамишје“ (ШГ Банат-Панчево), у засаду топола размака садње 5 x 5 m, старости 9 (10) година (слика 17).



Слика 17. Положај ОП-1, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Степен подударности појединих информација о станишту и састојини, добијених терестричким премером и на бази авио снимка, приказан је у табели 21. Информације везане за приземну вегетација, заступљеност жбуња и корова, су информације које се нису могле прочитати на снимку, док за остале информације у наведеној табели постоји апсолутна подударност о станишту и састојини процењених терестрички и на бази авио снимка.

Табела 21. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП-1

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	средње густа	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	густо	не види се на снимку
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	топола	топола
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

Легенда

Подударност
 Разлика
 Не види се на снимку

Тоталним премером је добијено 289 стабала/ha, док је код делимичног премера, било да је реализован терестрички или на бази авио снимка (АП-1 и АП-2), број стабала исти и износи 306 стабла/ha, са стандардном грешком процене $\pm 8,6\%$. Претходна констатација упућује на то да су сва стабла мерена на терестричким примерним површинама идентификована и на фото примерним површинама.

Табела 22. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-1

d cm)	Тотални премер				Делимични премер			
	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла
12.5	3,8	0,05	0,6		5,0	0,1	0,7	
17.5	5,9	0,14	2,0	dg 31,9	10,0	0,2	3,3	dg 32,8
22.5	17,6	0,70	10,7	hg 27,8	20,0	0,8	12,0	hg 28,8
27.5	64,9	3,85	62,1	dg _{max} 38,4	41,3	2,4	39,8	dg _{max} 38,7
32.5	136,2	11,29	189,5	hg _{max} 29,5	126,3	10,5	179,5	hg _{max} 30,6
37.5	51,1	5,64	97,6		90,0	9,9	177,4	
42.5	9,5	1,35	23,9		13,8	1,9	35,9	
47.5	0,2	0,03	0,6					
Σ	289,2	23,1	387,0		306,3	25,9	448,7	
Sx %					8.6		13.0	
d cm)	Фотоинтерпретација снимка АП - 1				Фотоинтерпретација снимка АП - 2			
	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла
12.5	1,3	0,02	0,3		0,0	0,0	0,0	
17.5	12,5	0,30	4,4	dg 27,3	7,5	0,18	2,7	dg 28,9
22.5	83,8	3,33	47,2	hg 25,6	41,3	1,64	24,3	hg 26,6
27.5	132,5	7,87	126,7	dg _{max} 32,6	142,5	8,46	136,7	dg _{max} 33,4
32.5	75,0	6,22	100,5	hg _{max} 28,9	107,5	8,91	141,5	hg _{max} 29,3
37.5	1,3	0,14	2,3		5,0	0,55	8,3	
42.5					2,5	0,35	4,4	
Σ	306,3	17,8	281,5		306,3	20,1	317,9	
Sx %	8.6		23.6		8.6		18.6	

Легенда:

N – број стабала на хектару

G – темељница састојине

V – запремина састојине

dg, hg, dg_{max}, hg_{max} – пречник и висина стабала представника

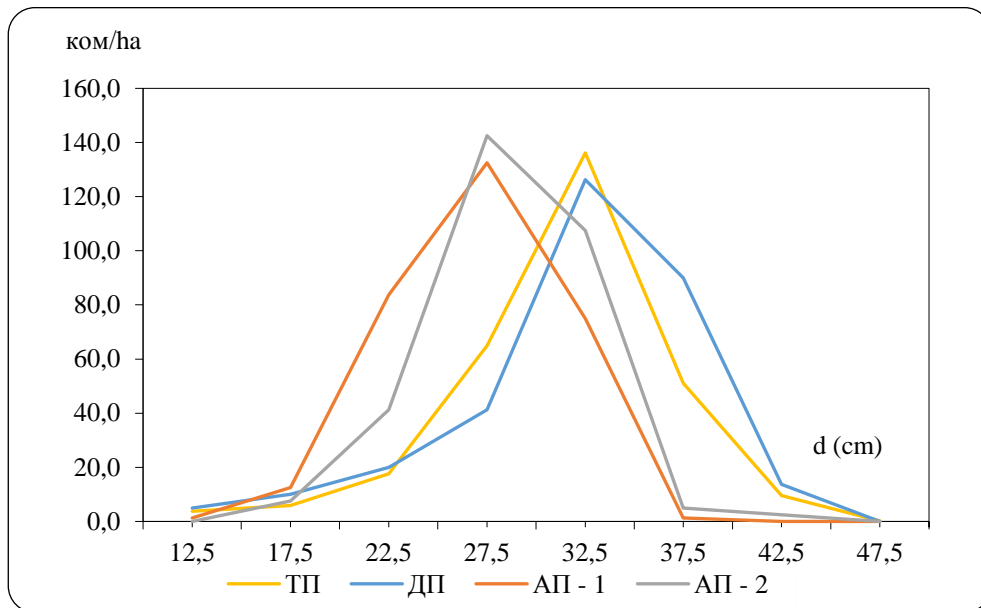
Sx – стандардна грешка процене броја стабала и запремине

АП-1 – делимични премер на авиоснимку – модел за предикцију прсног пречника у оквиру старости

АП-2 - делимични премер на авиоснимку – модел за предикцију прсног пречника на нивоу врсте дрвећа

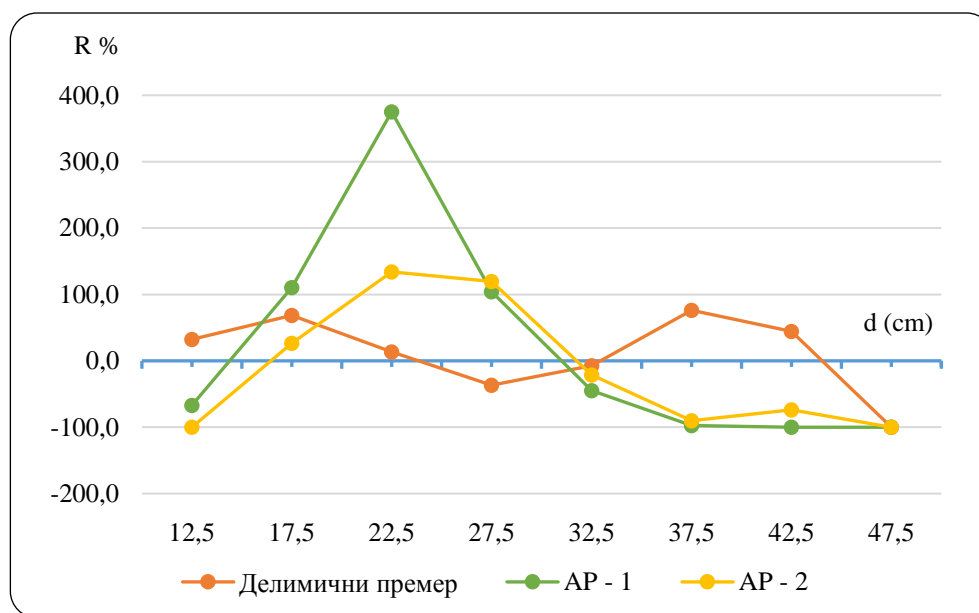
Како се ради о засадима топола (једнодобне састојине) расподела броја стабала по дебљинским степенима има облик звонолике Гаусове криве (графикон 4). Код тоталног и терестрички реализованог делимичног премера расподела је померена у десно, са израженијом асиметријом и највећом фреквенцијом стабала у дебљинском степену 32,5 см, док је код премера на авио снимку (АП-1 и АП-2) дистрибуција незнатно померена у лево (лева асиметрија), са највећом фреквенцијом стабала у дебљинском степену 27,5 см. Код тоталног и делимичног премера варијациона ширина расподеле износи 8 дебљинских

стeпeнa (12,5 - 42,5 cm), дoк je кoд прeмeрa нa aвиo снимкy 6 дeбљинских стeпeнa и тo oд 12,5 дo 37,5 cm.



Графикон 4. Дeбљинска структура сaстoјинe (OП-1) дoбијeнa нa oснoвy тeстираних мeтoдa прeмeрa

Зa рaзлику oд брoјa стaбaлa нa хeктaру гдe пoстoји висoк стeпeн слaгaњa измeђу тeстираних нaчинa прeмeрa (6% су рaзликe дeлимичнoг прeмeрa, AП-1 и AП-2 у oднoсу нa пoтпуни прeмeр), дaлeкo су изрaжeнијe рaзликe њихoвих дистрибуцијa пo дeбљинским стeпeнимa (грaфикoн 5).

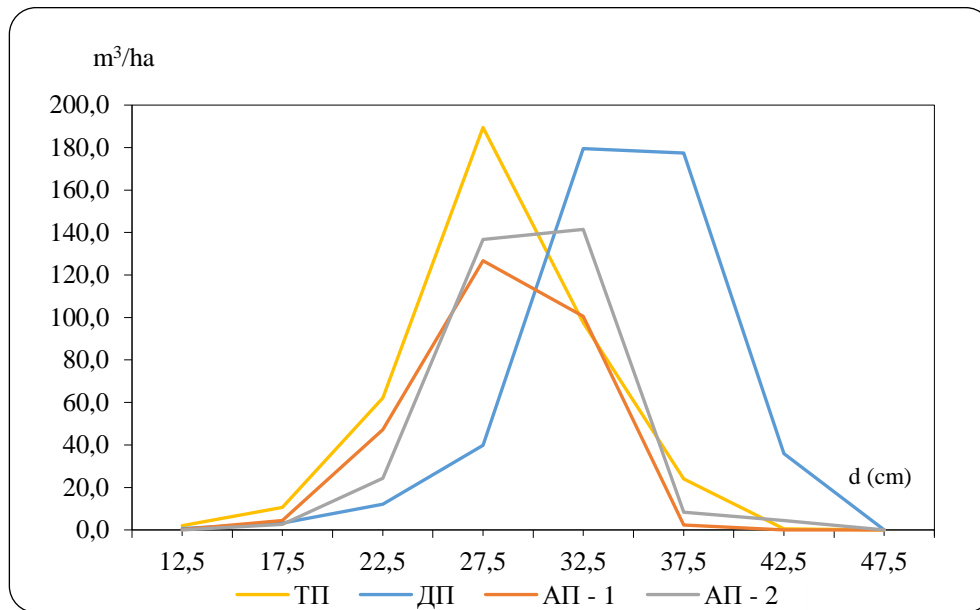


Графикон 5. Разлике броја стабала по дебљинским степенима делимичног премемера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премемер на ОП-1

Код терестрички реализованог делимичног премемера, ако си изузме дебљински степен 47,5 cm где је тоталним премемером регистровано свега 0,2 стабла на хектару, разлике се крећу у интервалу од -36% до 76%.. Разлике броја стабала по дебљинским степенима код АП-1 у односу на тотални премемер крећу се од -100% до 375%, док је код АП-2 тај интервал -100% до 134%.. Како је већ изнето, ниже вредности висина и површина крошњи очитаних са авио снимка утицали су на то да су путем изабраних модела код АП-1 и АП-2 процењене ниже вредности прсног пречника, што је за последицу имало померање дистрибуција у лево – ка тањим степенима и изражене разлике у односу на дистрибуцију потпуног премемера. У односу на тотални премемер, темељница терестрички реализованог делимичног премемера одступа око 12%, а код премемера на авио снимцима - 23% у случају АП-1, односно -13% код АП-2 (табела 22) и директна су последица изражених разлика броја стабала по дебљинским степенима у односу на тотални премемер. Када су у питању димензије средњих стабала, најмање одступање у односу на вредности изведене из података потпуног премемера показује терестрички реализован делимични премемер, потом АП-2, док су највећа одступања код АП-1.

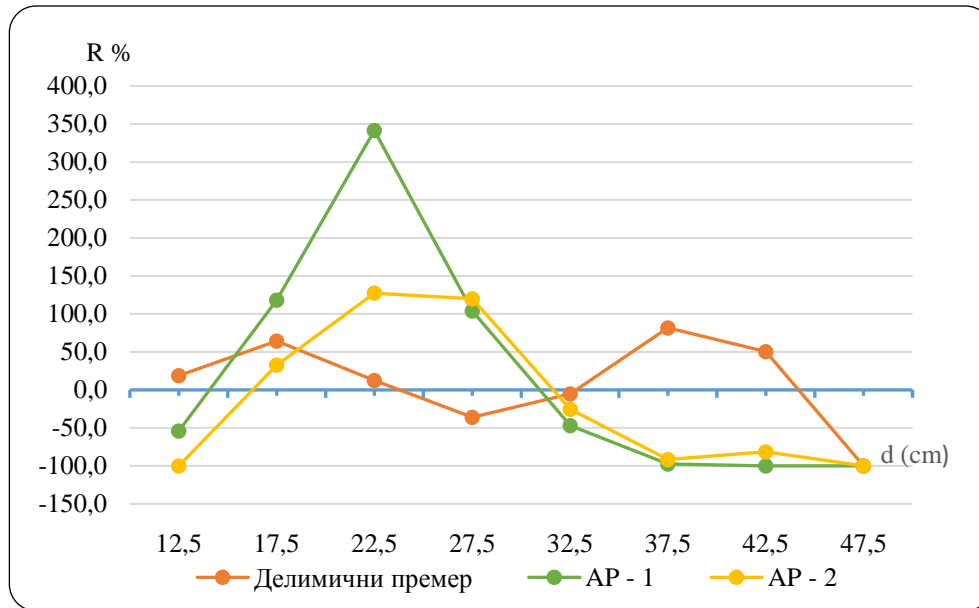
Код тоталног премемера запремина износи $387 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, код делимичног премемера $449 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, код АП-1 $282 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ и код АП-2. $318 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. При том, стандардна грешка процене износи $\pm 13,0\%$ код терестрички реализованог делимичног премемера и $\pm 23,6\%$ и $\pm 18,6\%$ код премемера на фото примерним површинама. Дистрибуција запремине такође има облик звонолике Гаусове криве, са више или мање израженом десном асиметријом у

зависности од метода премера (графикон 6). Код терестрички изведеног делимичног премера и АП-2 највећа запремина је у дебљинском степену 32,5 cm. Код тоталног премера и АП-1 максимум расподеле је у дебљинском степену 27,5 cm.



Графикон 6. Запреминска структура састојине (ОП-1) добијена на бази тестираних метода премера

У односу на тотални премер, запремина добијена терестрички реализованим делимичним премером већа је за 16% услед нешто већег укупног броја стабала, као и већег броја стабала у јачим дебљинским степенима (37,5 и 42,5 cm). И поред тога што је премером на фото примерним површинама добијен већи број стабала по хектару у односу на тотални премер за 6%, запремина код АП-1 је мања за 27%, а код АП-2 за 18%. То потврђује чињеницу да се преко изабраних модела процењују ниже вредности прских пречника у односу на терестричка мерења, што се одражава на умањење елемената састојине-темељнице, запремине итд.

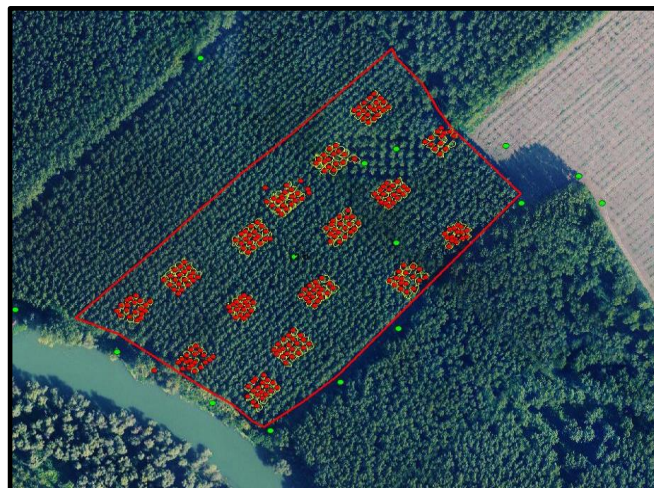


Гpафикoн 7. Рaзликe зaпрeминe пo дeбљинским стeпeнимa дeлимичнoг прeмeрa, AP-1 и AP-2 у oднoсу нa тoтaлни прeмeр нa ОП-1

Рaзликe у дистрибуцији зaпрeминe пo дeбљинским стeпeнимa код дeлимичнoг прeмeрa, билo дa је у питању тeрeстpички или фoтo прeмeр, у oднoсу нa пoтпуни прeмeр, сaсвим лoгичнo прaтe рaзликe кoje пoстoje измeђу њихoвих дeбљинских стpуктурa (гpафикoн 7).

Оглeднo пoљe 2 (ОП – 2)

Овo ОП сe нaлaзи у oдeљeњу 2/d ГЈ „Доњe Пoтaмишцe“, ШГ Бaнaт-Пaнчeвo, у зaсaду тoпoлe рaзмaкa сaдњe 5x5 m, старoсти 10 гoдинa.



Слика 18. Пoлoжaj ОП-2, рaспoрeд пpимeрних пoвршинa и пoзициje стaблa и кpoшњи

Осим пpизeмнe вeгeтaциje, жбуња и зaступљeнoсти кoрoвa, кao инфoрмaциjа кoje сe нису мoглe oчитaти нa снимкy, пpema пoдaцимa сaдржaним у тaбeли 23, пoстoји aпсoлутнa

подударност осталих информација о станишту и састојини процењених терестрички и на бази авио снимка.

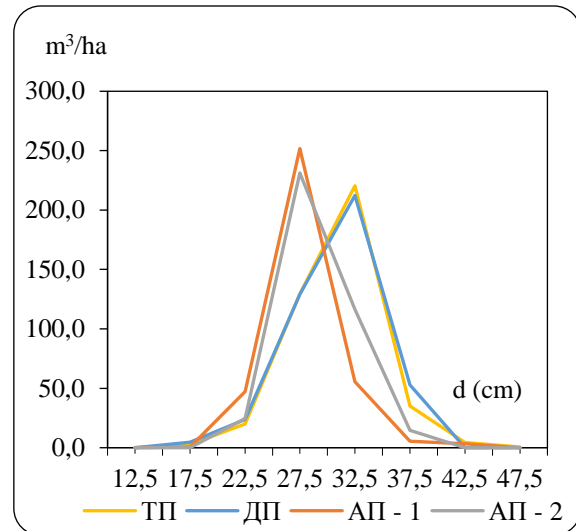
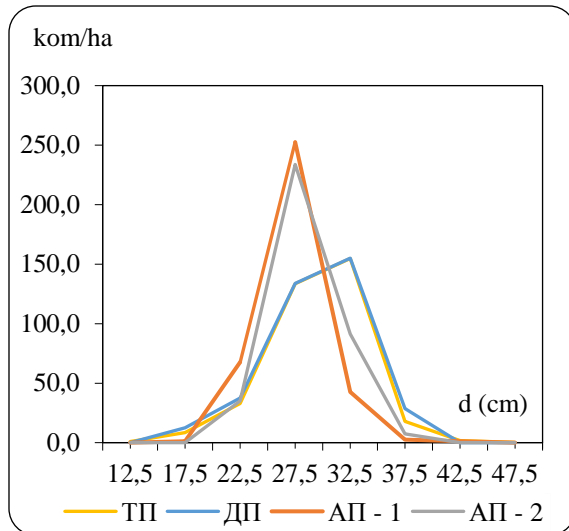
Табела 23. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП-2

Информације	Терестрички премеар	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	средње густа	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	густо	не види се на снимку
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	топола	топола
Очуваност састојине	Очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

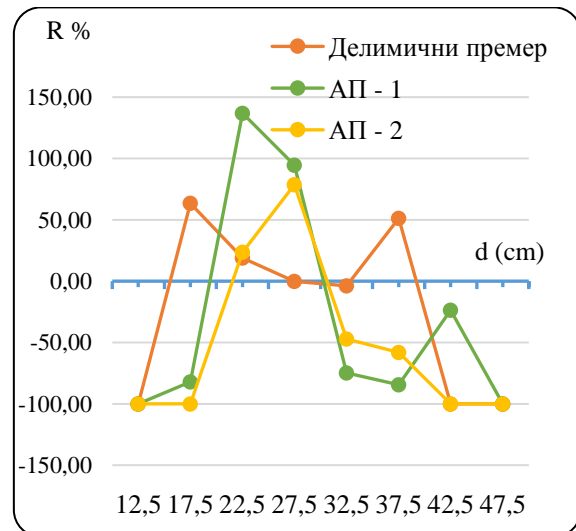
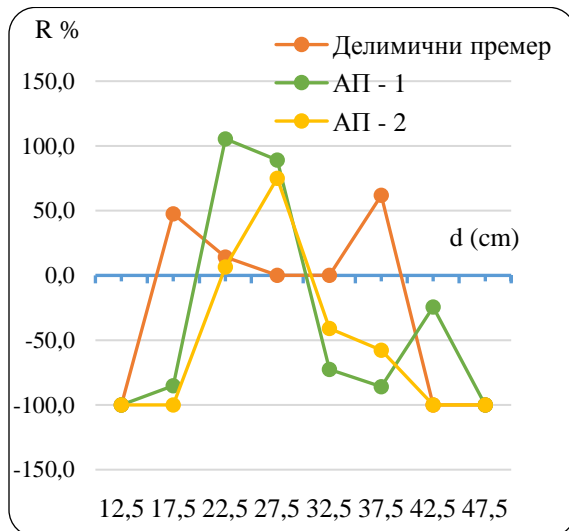
Компаративне анализе броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, те димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су табелом 24 и графиконима 5.

Табела 24. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премеара на ОП-2

Тотални премеар					Делимични премеар				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5	1,0	0,01	0,1				0,0		
17.5	8,5	0,20	2,8	dg 29,9	12,5	0,30	4,6	dg 29,9	
22.5	32,9	1,31	19,9	hg 27,8	37,5	1,49	23,7	hg 27,8	
27.5	133,5	7,92	129,4	dg max 34,2	133,8	7,94	129,2	dg max 34,5	
32.5	154,8	12,83	220,4	hg max 29,3	155,0	12,85	212,3	hg max 29,4	
37.5	17,8	1,96	35,0		28,8	3,17	53,0		
42.5	1,7	0,23	4,3						
47.5	0,2	0,04	0,7						
Σ	350,2	24,5	412,7		367,5	25,8	422,7		
Sx(%)					5.2		5.2		
Фотоинтерпретација снимка АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5									
17.5	1,3	0,03	0,5	dg 27,4		0,00	0,0	dg 28,6	
22.5	67,5	2,68	47,2	hg 23,7	35,0	1,39	24,6	hg 24,2	
27.5	252,5	14,99	251,8	dg max 31,1	233,8	13,88	231,2	dg max 33,0	
32.5	42,5	3,52	55,5	hg max 25,1	91,3	7,57	116,6	hg max 25,7	
37.5	2,5	0,28	5,5		7,5	0,83	14,6		
42.5	1,3	0,18	3,3						
47.5									
Σ	367,5	21,7	363,7		367,5	23,7	387,0		
Sx(%)	5.2		10.8		5.2		10.1		



Графикон 8. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода прмера на ОП-2



Графикон 9. Разлика броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног прмера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални прмер на ОП-2

У односу на тотални прмер, који обезбеђује најпоузданије вредности таксационих елемената, због чега је и узет као „еталон тачности“ у компаративним анализама других метода прмера, делимичним прмером реализованим на терену добијено је 17,3 стабла по хектару више (4,9%), при чему је стандардна грешка процене $\pm 5,2\%$. Делимичним прмером на фото примерним површинама (АП-1 и АП-2) добијени су идентични резултати, што имплицира чињеницу да су на авио снимцима идентификована сва стабала која су мерене и терестрички у оквиру делимичног прмера (табела 24). Расподеле стабала по дебљинским степенима међусобно се разликују по свом облику и положају у координатном систему (графикон 8). Код АП-1 и АП-2 криве су блиске звоноликом

облику, с благим ексцесом, максимумом у дебљинском степену 27,5 cm и малом варијационом ширином која износи 4-6 дебљинских степени. Расподеле добијене терестичким мерењима десно су асиметричне, с максимумом у степену 32,5 cm и варијационом ширином од 8 дебљинских степени. За разлику од укупног броја стабала по хектару где постоји висока компатибилности између премера на авио снимцима и терестричког премера, постоје изражене разлике у броју стабала по дебљинским степенима (графикон 9). Углавном су негативног предзнака, а последица су процене нижих вредности прских пречника на бази изабраних модела, који изражавају његову зависност од висине и површине крошње очитаних са снимака.

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за $1,3 \text{ m}^2$ (5,3%) у односу на ону која је добијена потпуним премером. Код АП-1 разлика износи $-2,8 \text{ m}^2$ или -11,4%, док је код АП-2 $-0,8 \text{ m}^2$, односно -3,3% (табела 24). Наведени износи разлика показују да се боља предикција прсног пречника постиже на бази модела коришћеног код АП-2.

Најмања одступања димензија средњих стабала у односу на потпуни премер добијена су на основу података терестрички реализованог делимичног премера (блиске вредности), потом на основу података премера на фото примерним површинама АП-2, док су највећа одступања констатована код АП-1.

Одступања запремине у односу на ону која је добијена потпуним премером износе код делимичног премера реализованог на терену 10 m^3 (2,4%), код АП-1 -49 m^3 (-11,9%) и код АП-2 $-25,7 \text{ m}^3$ (-6,2%) и прихватљивог су износа с аспекта газдовања шумама, посебно ако се у обзир узме економичност премера на авио снимцима и чињеница да се ради о засаду топола, старости 10 година. Стандардне грешке процене запремине делимичног премера износе $\pm 5,2\%$, односно $\pm 10,8\%$ и $\pm 10,1\%$ (табела 24) и указују на релативно добру репрезентативност узорка, односно на добру процену степена хомогености приликом пројектовања премера. Запреминска структура је у највећој мери последица дебљинске структуре, те се констатације изнете код расподеле броја стабала могу прихватити и код дистрибуције запремине по дебљинским степенима (графикон 9). Насупрот доброј коинциденцији укупне запремине добијене различитим методама премера, постоји изражена разлика у вредностима овог елемента по појединим дебљинским степенима. Разлике броја стабала у оквиру истог дебљинског степена у веома блиском износу преносе се и на разлике у запреминама, због чега постоји изражена сличност графикана 9.

Огледно поље 3 (ОП – 3)

ОП-3 је постављено у засаду тополе (оделење 20/е), размака садње 5x5 m, старости 10 година, у ГЈ „Карапанца“, ШГ Сомбор.



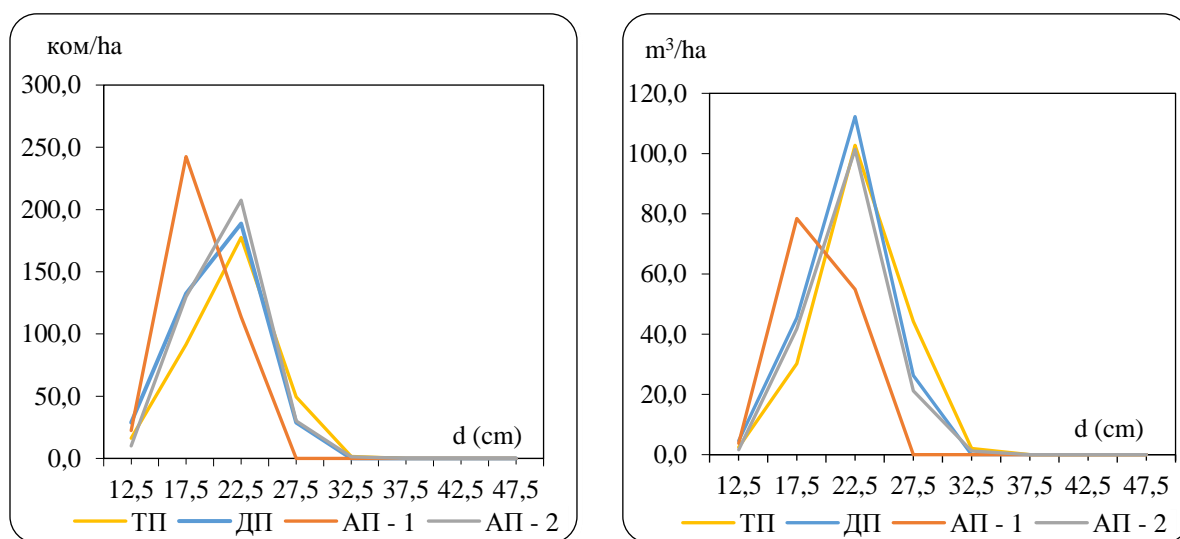
Слика 19. Положај ОП-3, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи. Заступљеност приземне вегетације и закоровљеност није било могуће прочитати на снимку. Присуство жбуња у засаду терестрички је регистрована, али на снимку није. Код осталих информација из описа станишта и састојине постигнута је потпуна компатибилност, што се може видети у табели 25.

Табела 25. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП-3

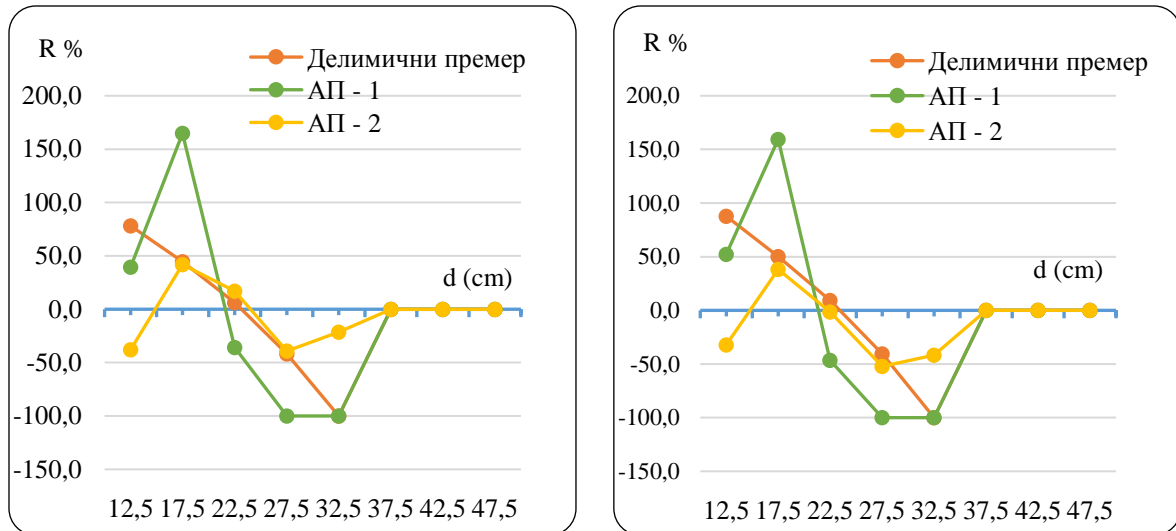
Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	густо	нема
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	топола	топола
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

Табела 26. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-3

Тотални премер					Делимични премер				
d cm	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	
12,5	16,1	0,20	2,5		28,8	0,35	4,6		
17,5	91,6	2,20	30,2	dg 21,8	132,5	3,19	45,4	dg	20,7
22,5	177,5	7,05	102,7	hg 23,1	188,8	7,50	112,3	hg	24,2
27,5	49,3	2,93	44,3	dg max 28,9	28,8	1,71	26,3	dg max	24,5
32,5	1,6	0,13	2,0	hg max 25,0				hg max	25,1
Σ	336,1	12,5	181,8		378,8	12,7	188,6		
Sx %					4,0		10,2		
Фотоинтерпретација снимка АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d cm	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	
12,5	22,5	0,28	3,7		10,0	0,12	1,7		
17,5	242,5	5,83	78,4	dg 18,9	130,0	3,13	41,8	dg	21,2
22,5	113,8	4,52	54,9	hg 24,0	207,5	8,25	101,4	hg	25,0
27,5				dg max 22,5	30,0	1,78	21,2	dg max	24,8
32,5				dg max 25,5	1,3	0,10	1,2	dg max	26,3
Σ	378,8	10,6	137,1		378,8	13,4	167,2		
Sx %	4,0		10,3		4,0		9,8		



Графикон 10. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-3



Графикон 11. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премега, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премега на ОП-3

Делимичним премегаом реализованим на терену и на авио снимцима (АП-1 и АП-2) добијено је 12,7% више стабала у односу на потпуни премега. Стандардна грешка процене је $\pm 4\%$ и указује на високу репрезентативност узорка за процену овог елемента код делимичног премега. И код овог огледног поља, сва стабла која су мерена на примерним површинама на терену идентификована су и на фото примерним површинама (табела 26). Дистрибуција броја стабала код АП-1 је лево асиметрична, високо ексцесна, варијационе ширине која износи свега 3 степена и максимумом у дебљинском степену 17,5 cm (графикон 10). Код осталих метода премега дистрибуција је мање асиметрична, мање ексцесна и с варијационом ширином 4-5 дебљинских степени, при чему је максимум у степену 22,5 cm. Овакве дистрибуције карактеристичне су за младе, једнодобне састојине, каква је плантажа топола у којој је постављено ОП-3. Као и код претходна два ОП, разлике броја стабала по дебљинским степенима далеко су израженије у односу на разлике укупног броја стабала (графикон 11). Најизраженије су код АП-1, потом код делимичног премега реализованог на терену, а најмање су код АП-2, где износе од -39% до 42%. И у овом случају предикција пречника на бази елемената очитаних са снимка прецизнија је код АП-2 у односу на АП-1.

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премега реализованог на терену већа је за $0,2 \text{ m}^2$ (1,6%) у односу на ону која је добијена потпуним премегаом. Код АП-1 разлика износи $-1,9 \text{ m}^2$ или -15,2%, док је код АП-2 $-0,9 \text{ m}^2$, односно -7,2% (табела 26).

Када су у питању димензија средњих стабала највећа одступања у односу на потпуни премер констатова су код АП-1, док су одступања терестрички реализованог делимичног премера и АП-2 мања и међусобно блиска.

Код делимичног премера реализованог на терену, одступање запремине у односу тотални премер износи $6,8 \text{ m}^3$ (3,7%), код АП-1 -45 m^3 (-24,6%) и код АП-2 $-19,1 \text{ m}^3$ (-10,5%) Стандардне грешке процене запремине делимичног премера износе + 0,2%, односно + 10,3% и + 9,8% (табела 26) и указују на релативно добру репрезентативност узорка делимичног премера (табела 26). Констатације изнете код расподеле броја стабала могу се у великој мери прихватити и код дистрибуције запремине по дебљинским степенима (графикон 10). За разлику од укупне запремине, постоји изражена разлика у вредностима овог елемента по појединим дебљинским степенима и то у износима који су веома блиски одступањима броја стабала по дебљинским степенима делимичних премера у односу на потпуни премер (графикон 11).

На основу резултата t-теста (табела 27) утврђено је да постоје статистички значајне разлике између димензија појединачних стабала (d , h , P_{kr}) мерених терестрички и на авио снимцима Разлика је значајна на нивоу $p < 0,01$ за d и h , а за параметар P_{kr} значајна је на нивоу $p < 0,05$. На овај начин објективно је потврђена изнета констатација о разликама између димензија моделних стабала добијених различитим начинима премера.

Табела 27. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у засадима тополе старости 10 год

Параметар	Извор n=210	Аритметичка средина	Стандардна девијација	t-тест	
				једнакости t	аритметичких средина p - вредност
d	Терен	27,703	6,335	6,096	0,000
	Снимак АП-1	24,408	4,606		
d	Терен	27,703	6,335	3,486	0,001
	Снимак АП-2	25,856	4,340		
h	Терен	26,428	3,002	7,657	0,000
	Снимак	24,000	3,479		
P_{kr}	Терен	17,974	7,154	2,154	0,032
	Снимак	16,644	5,369		

Разлике у димензијама појединачних стабала, у комбинацији са бројем стабала, преносе се и на елементе састојине (темељницу и запремину) и суштински утичу на степен употребљивости инвентуре на бази авио снимака. У том смислу, спроведена је анализа варијансе (табела 28), која је показала да не постоје статистички значајне разлике између посматраних елемената добијених терестричким и премером на авио снимцима. Међутим,

високе *p*-вредности релативизују овај закључак, због чега су у табели 29 сублимирани резултати и приказане просечне вредности параметара анализираних на нивоу појединачних ОП. Циљ је био да се стекне што квалитетнији увид у резултате добијене тестирањем методама инвентуре, као и у њихове међусобне разлике, како би се донела објективна оцена о могућности примене аерофотограметрије у инвентури засада тополе старости 10 година.

Табела 28. Анализа варијансе у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 10 година

Параметар	Извор варијација	Сума квадрата одступања	Број степени слободе	Средине квадрата	F	p - вредност
N/ha	Између група	1.482,25	3	494,08	0,353	0,788
	Унутар група	11.195,95	8	1.399,49		
	Укупно	12.678,20	11			
G/ha	Између група	35,86	3	11,95	0,300	0,825
	Унутар група	318,84	8	39,86		
	Укупно	354,70	11			
V/ha	Између група	14.854,42	3	4.951,47	0,318	0,812
	Унутар група	12.643,46	8	15.580,43		
	Укупно	13.9497,88	11			

Табела 29. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премер у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 10 година

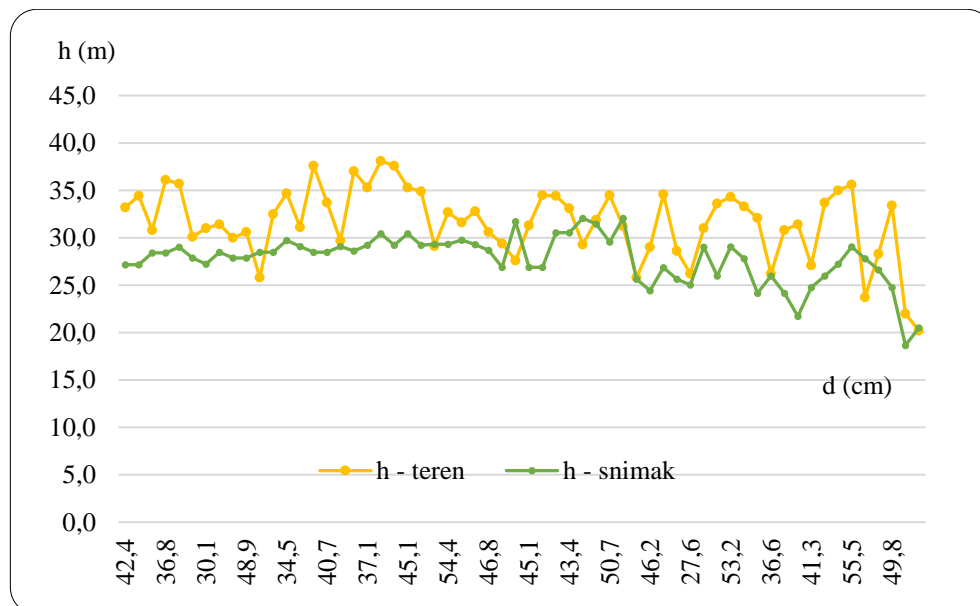
Средње вредности	Тотални премер	Делимични премер	Авио снимак АП-1	Авио снимак АП-2
N ком/ha	325,2	350,8	350,8	350,8
S _N %		5,9	5,9	5,9
R _N %		7,8	7,8	7,8
G m ² /ha	20,0	21,5	16,7	19,1
R _G %		6,3	16,5	7,7
V m ³ /ha	327,1	353,3	260,8	290,7
S _V %		9,5	14,9	12,8
R _V %		7,3	21,2	13,7

Делимични премер на фото огледним пољима, у случају када је за предикцију пречника коришћен модел у оквиру врсте дрвећа и старости (топола-10 година), даје највећа одступања у односу на потпуни премер. Код броја стабала она износе 7,8%, код темељнице 16,5% и код запремине састојине 21,2%. Када је у питању премер на снимку, при чему је за процену пречника стабала коришћен модел на нивоу врсте дрвећа, без обзира на старост, одступања броја стабала износе, такође, 7,8%, док су одступања темељнице и запремине готово дупло мања него код АП-1 и износе 7,7% и 13,7%. Вероватни разлог оваког односа АП-1 и АП-2 према потпуном премеру лежи у знатно већем броју емпиријских података за моделовање везе $d=f(P_{kr}, h)$ у оквиру врсте, него што је то у случају када се подаци додатно хомогенизују на нивоу старости. Већи узорак дао је

квалитетнији модел. Износи разлика таксационих елемената АП-2 у односу на потпуни премер, у комбинацији са изразитом економичношћу премера на авио снимцима, прихватљиви су са 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 засадима старости 10 година, када потенцијална сортиментна структура нема неки газдински значај. У прилог овој тврдњи је интенција да се у новом нацрту правилника о садржини основа и програма газдовања шумама, годишњег извођачког плана и привременог годишњег плана газдовања приватним шумама, када су у питању изузетно хомогене састојинске форме, а плантаже топола то јесу, омогући примена састојинских двоулазних запреминских таблица, те таблица приноса и прираста за утврђивање броја стабала, запремине и прираста на хектару. Изнете констатације афирмишу примену аерофотограметрије у инвентури засада топола старости 10 година.

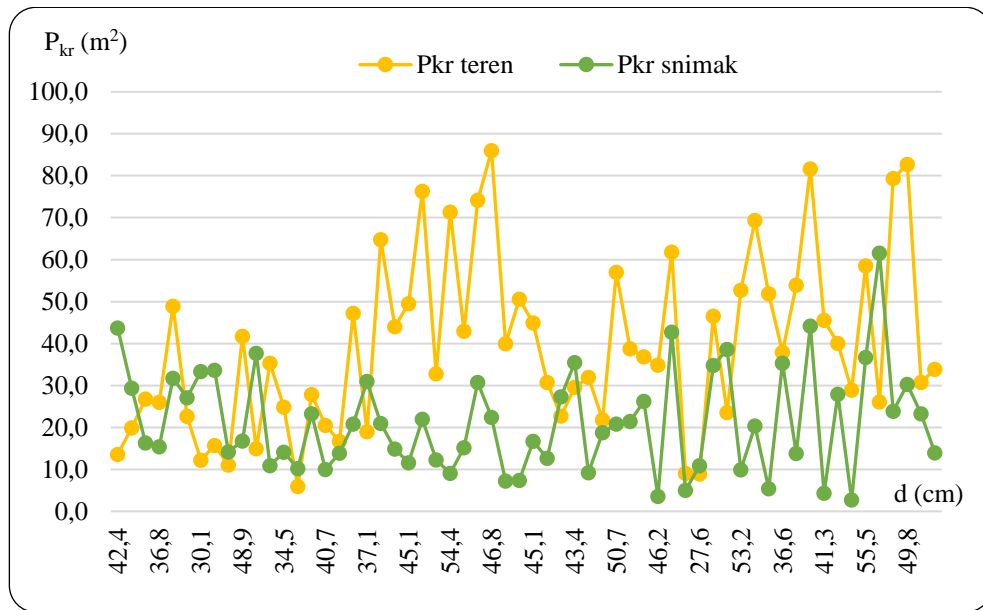
6.1.2. Засади топола размака садње 5 x 5 m, старости 15 година

Анализа поузданости мерења висина и површина крошњи на авио снимку и процене прсног пречника преко изабраних модела, извршена је поређењем ових елемената са терестричким мереним елементима (графикони 12-13). Компарација је извршена на моделним стаблима која су изабрана из укупног броја мерених стабала на примерним површинама у засадима тополе старости 15 година, тако да моделна стабла са својим димензијама покрију читаву варијациону ширину прсног пречника, висине и површине крошње.



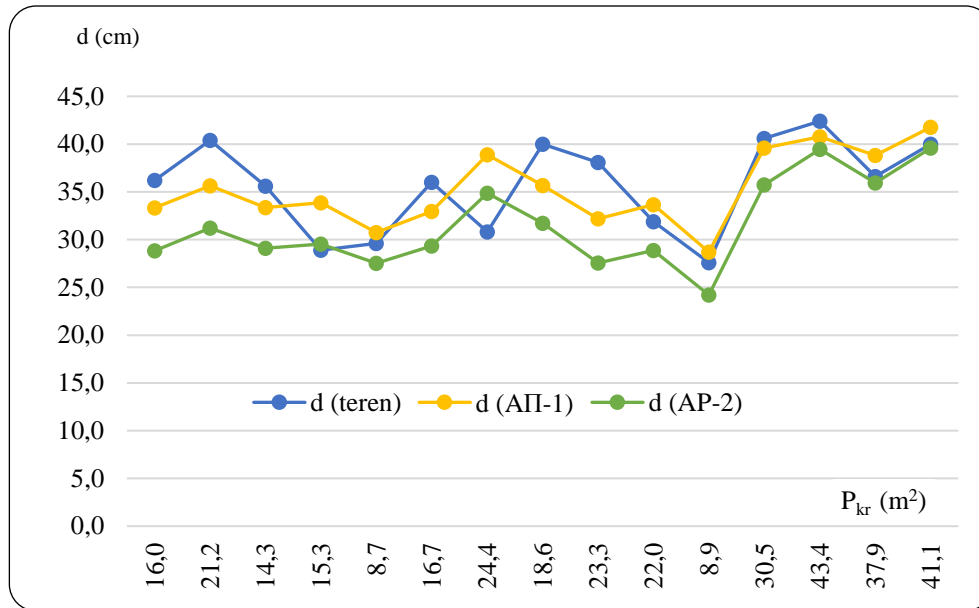
Графикон 12. Упоредна анализа висина моделних стабала у засадима топола старости 15 година

Терестрички мерене висине моделних стабала се крећу у интервалу 20,2-38,1 m, с просечном вредношћу 31,5 m. Распон мерених висина на авио снимку је 18,7-32,1 m, с просечном вредношћу од 27,7 m. Висине мерене на авио снимку су ниже од терестрички мерених висина (графикон 12) у скоро свим случајевима и то у просеку за 3,8 m (12,0%), осим код 6 моделних стабала где су вредности биле више у односу на терестрички мерене висине.



Графикон 13. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у засадима топола старости 15 година

Површине крошњи моделних стабала мерене на терену крећу се у интервалу 5,9-86,0 m², са просеком 40,2 m², док је тај интервал код површина крошњи утврђених на снимку 2,7 – 61,5 m², а просек 21,3 m². Одступања су двосмерног карактера и крећу се од -221% до 90,6 % (графикон 13). Површине крошњи терестрички одређене веће су просечно за 24,6% у односу на оне одређене на снимцима.



Графикон 14. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала у засадима топола старости 15 година

Ниже висине (просечно за 12%) и ниже вредности површина крошњи моделних стабала (просечно за 24,6%) мерених на снимку генерисале су углавном мање вредности прских пречника добијених преко изабраних математичких модела, посебно у случају АП-2 (графикон 14). Код модела за предикцију прсног пречника АП-1 (ниво: врста дрвећа-старост) одступања у односу на терестрички мерене пречника су двосмерног карактера и крећу се у интервалу од -18,4% до 20,8 %, с просеком од -1,1 %. Модел АП-2, (ниво: врста дрвећа) углавном даје ниже вредности прских пречника у односу на терестричка мерења. Разлике се крећу од -38,2% до 11,7%, с просеком -13,8%. Дакле, када су у питању засади топола старости 15 година, модел АП-1 даје већу прецизност процене прсног пречника. Констатоване разлике између елемената (димензија) стабала мерених на авио снимку, односно процењених преко изабраних модела и терестрички одређених вредности, свакако ће се одразити и на поузданост одређивања збира кружних пресека и запремине, као и на њихове дистрибуције. На основу резултата премера на ОП, поузданости добијених података и економичности њиховог одређивања, размотриће се могућност примене инвентуре шума на бази снимка у засадима тополе старости 15 година.

Огледно поље 4 (ОП – 4)

ОП-4 је постављено у одељењу 20/g, ГЈ „Доње Потамишје“, (ШГ Банат-Панчево), у засаду тополе размака садње 5 x 5 m, старости 15 година (слика 20).



Слика 20. Положај ОП-4, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Степен подударности појединих информација о станишту и састојини, добијених терестричким премером и на бази авио снимка, приказан је у табели 30. Заступљеност приземне вегетације, заступљеност жбуња и закоровљености није било могуће прочитати на снимку за наведено огледно поље. Код осталих информација из описа станишта и састојина постигнута је потпуна подударност.

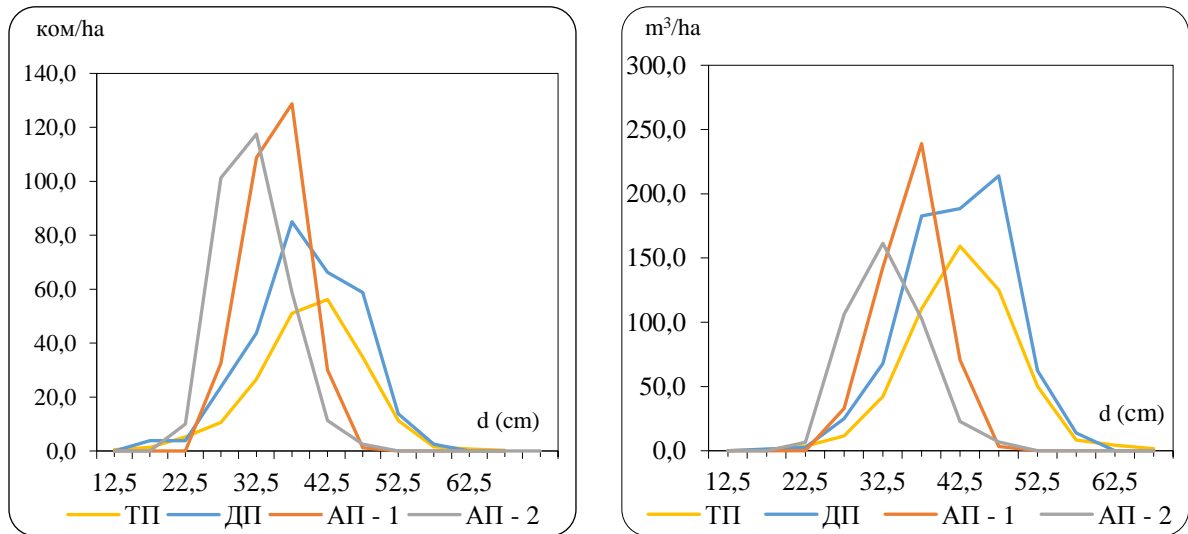
Табела 30. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 4

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	густо	не види се на снимку
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	топола	топола
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

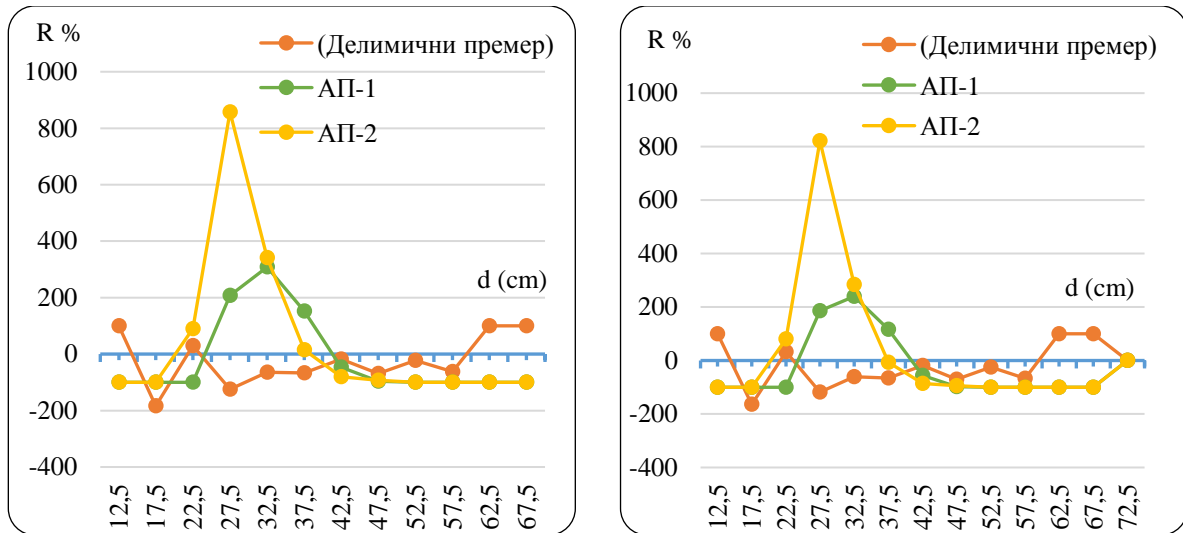
Компаративне анализе броја стабала, темелнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 31 и на графиконима 15 и 16

Табела 31. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-4

d (cm)	Тотални премемер				Делимични премемер			
	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла
12.5	0,4	0,01	0,1					
17.5	1,3	0,03	0,5	dg 40,7	3,8	0,09	1,4	dg 40,1
22.5	5,3	0,21	3,7	hg 34,2	3,8	0,15	2,5	hg 34,1
27.5	10,6	0,63	11,5	dg max 49,8	23,8	1,41	25,1	dg max 49,1
32.5	26,7	2,21	42,1	hg max 35,9	43,8	3,63	67,9	hg max 36,3
37.5	51,1	5,64	110,4		85,0	9,38	182,6	
42.5	56,2	7,96	159,2		66,3	9,39	188,5	
47.5	34,8	6,16	125,3		58,8	10,41	213,9	
52.5	11,2	2,43	50,1		13,8	2,98	62,4	
57.5	1,5	0,40	8,3		2,5	0,65	13,8	
62.5	0,7	0,20	4,3					
67.5	0,2	0,08	1,7					
Σ	200,0	26,0	517,1		301,3	38,1	758,1	
Sx %					7.8%		8.7%	
Фотоинтерпретација снимка АП - 1				Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла
12.5								
17.5				dg 35,3				dg 32,3
22.5				hg 32,6	10,0	0,40	6,6	hg 31,5
27.5	32,5	1,93	33,0	dg max 40,3	101,3	6,01	106,2	dg max 38,9
32.5	108,8	8,40	143,0	hg max 34,1	117,5	9,74	161,5	hg max 33,7
37.5	128,8	14,76	239,0		58,8	6,49	102,8	
42.5	30,0	4,43	70,7		11,3	1,60	22,9	
47.5	1,3	0,22	3,4		2,5	0,44	6,9	
Σ	301,3	29,7	489,0		301,3	24,7	406,7	
Sx %	7.8%		9.3%		7.8%		9.4%	



Графикон 15. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-4



Графикон 16. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-4

Тоталним премером је добијено 200 стабала/ха, док је код делимичног премера, било даје реализован терестрички или на бази авио снимака (АП-1 и АП-2), број стабала 301 на ха, са стандардном грешком процене од 7,8%. Делимичним премером на фото примерним површинама (АП-1 и АП-2) добијен је исти број стабала, што указује да су на авио снимцима идентификована сва стабала која су мерена терестричким путем у оквиру делимичног премера (табела 31). Расподеле стабала по дебљинским степенима међусобно се разликују по свом облику и положају у координатном систему (графикон 15). Код АП-1 и АП-2 криве су блиске звоноликом облику, лево асиметричне и бочно спљоштене (мања варијациона ширина дистрибуције). Код АП-1 стабла су дистрибуирана у 5 дебљинских

степени, с максимумом у степену 37,5 cm, док код АП-2 варијациона ширина износи 6 степени, с максимумом броја стабала у дебљинском степену 32,5 cm. Расподеле добијене терестричким мерењима су благо десно асиметричне. Код тоталног премера констатовано је 12 дебљинских степени, а код делимичног премера 9 дебљинских степени. Изнете разлике у дистрибуцијама последица су нижих вредности прских пречника процењених на бази модела који у себе интегришу променљиве очитане са снимака. Пошто је број стабала интегрисан у остале вредности елемената састојине (темељницу, запремину и сл), реално је очекивати сличне односе дистрибуција ових елемената.

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за 12,1 m² или (31,8%) у односу на ону која је добијена потпуним премером. Код АП-1 разлика износи 3,8 m² или 12,7%, док је код АП-2 разлика -1,3 m², односно -5,2 % (табела 31). Већи број стабала добијен терестричким делимичним премером у односу на потпуни премер, одразио се у истом смислу и на темељницу састојине. Код АП-1 и АП-2 то није случај, јер констатовани већи број стабала, због ниже процене прских пречника, дистрибуиран у тање степене, због чега не постоје изражене разлике темељнице у односу на ону која је добијена потпуним премером.

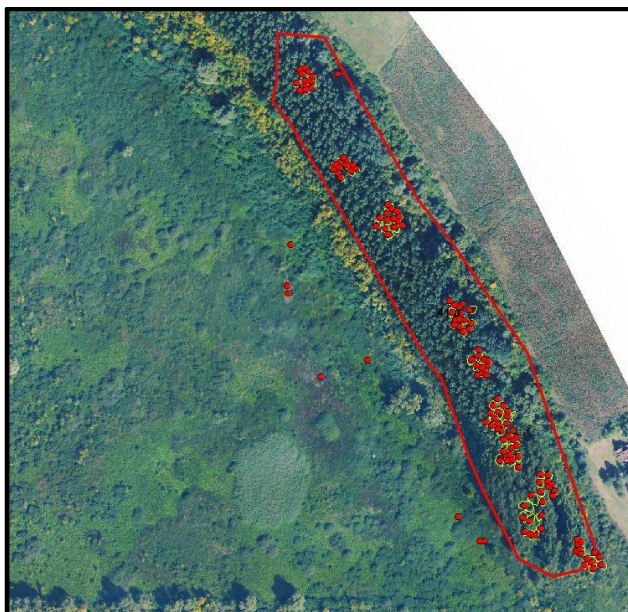
Најмања одступања димензија средњих стабала у односу на потпуни премер добијена су на основу података терестрички реализованог делимичног премера (веома блиске вредности), затим на основу података премера на фото примерним површинама АП-1. док су највећа одступања констатована код АП-2.

Одступања запреmine састојине добијене терестрички реализованим делимичним премером у односу на запремину која је добијена потпуним премером је 241 m³ (31,8%) и може се објаснити тиме што је делимичним премером обухваћен већи број стабала, посебно у средњим и јачим дебљинским степенима. Највећа запремина код делимичног премера реализованог на терену налази се у дебљинском степену 37.5 cm и износи 85,0 m³, док код тоталног премера у истом дебљинском степену износи 51,1 m³. Као и код темељнице, већи број стабала добијен на фото огледним пољима у односу на тотални премер, због предикције нижих вредности прсног пречника, није се у истом смислу рефлектовао и на запремину састојине. У том смислу код АП-1 запремина је нижа за 28 m³ (-5.8%), а код АП-2 за 110 m³ или -27,1%. Стандардна грешка процене запреmine код делимичног премера реализованог на терену износи 8,7%, док је код АП-1 9,3%, а код АП-2 29,4% (табела 31).

Запреминска структура у највећој мери зависи од дебљинске структуре, те се констатације изнете код расподеле броја стабала по дебљинским степенима могу прихватити и код дистрибуције запремине по дебљинским степенима (графикон 16)

Огледно поље 5 (ОП – 5)

Огледно поље је постављено у засаду тополе (Оделење 41/а), размака садње 5 x 5 m, старости 15 година, у ГЈ „Доње Потамишје“, ШГ Банат – Панчево.



Слика 21. Положај ОП-5, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Информације о станишту и састојини добијене терестричким премером и степен њихове компатибилности са информацијама добијеним са снимка приказан је у табели 32. Приземну вегетацију и закоровљеност није било могуће прочитати на снимку, а код осталих информација постигнута је потпуна подударност, укључујући и заступљеност, јер је у појединим деловима одсека прекинут склоп.

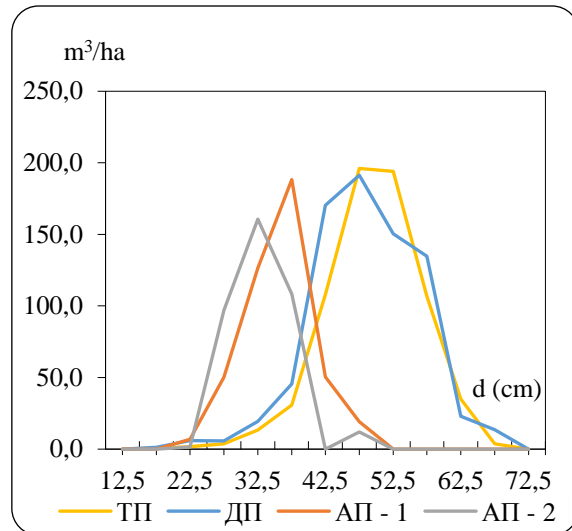
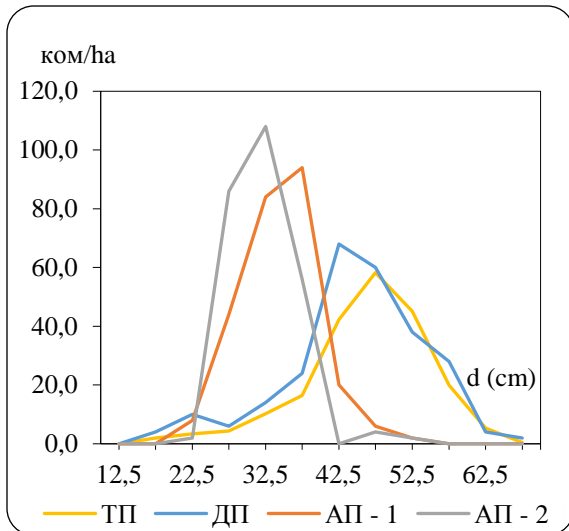
Табела 32. Компаративна анализа информација о станишту и састојини ОП - 5

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	густо	густо
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	топола	топола
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

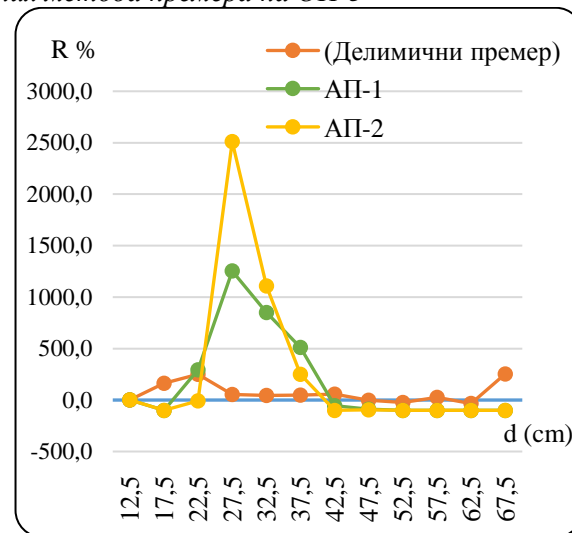
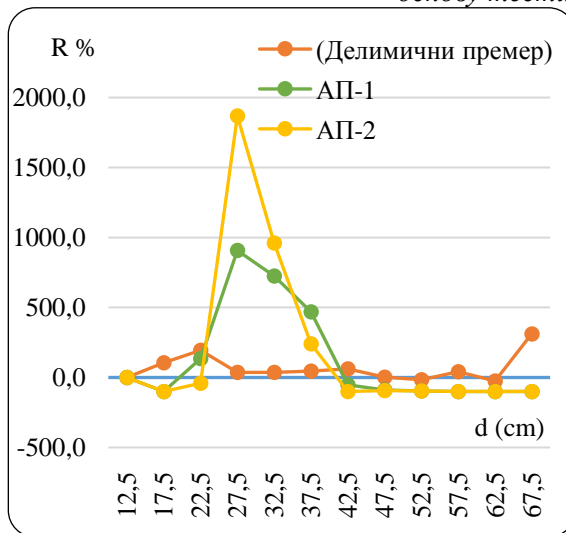
Упоредне анализе броја стабала, темелнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 33 и графиконима 17 и 18.

Табела 33. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-5

Тотални премемер					Делимични премемер				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5									
17.5	1,9	0,05	0,5	<i>dg</i> 47,1	4,0	0,10	1,3	<i>dg</i> 45,7	
22.5	3,4	0,14	1,7	<i>hg</i> 32,8	10,0	0,40	6,0	<i>hg</i> 35,6	
27.5	4,4	0,26	3,7	<i>dg_{max}</i> 56,5	6,0	0,36	5,7	<i>dg_{max}</i> 56,7	
32.5	10,2	0,85	13,3	<i>hg_{max}</i> 36,8	14,0	1,16	19,4	<i>hg_{max}</i> 37,8	
37.5	16,5	1,82	30,9		24,0	2,65	45,6		
42.5	42,2	5,99	108,0		68,0	9,64	170,2		
47.5	58,3	10,32	196,1		60,0	10,63	191,3		
52.5	45,1	9,77	194,1		38,0	8,22	150,4		
57.5	19,9	5,17	106,7		28,0	7,27	134,7		
62.5	5,3	1,64	35,0		4,0	1,23	23,0		
67.5	0,5	0,17	3,8		2,0	0,72	13,5		
Σ	207,8	36,2	693,8		258,0	42,4	761,1		
Sx (%)					12,4		9,6		
Фотоинтерпретација снимка АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5									
17.5				<i>dg</i> 34,8				<i>dg</i> 32,6	
22.5	2,0	0,08	1,2	<i>hg</i> 32,4	2,0	0,08	1,6	<i>hg</i> 31,6	
27.5	86,0	5,11	81,6	<i>dg_{max}</i> 41,4	86,0	5,11	96,9	<i>dg_{max}</i> 39,0	
32.5	106,0	8,79	146,6	<i>hg_{max}</i> 34,4	108,0	8,95	160,6	<i>hg_{max}</i> 33,8	
37.5	56,0	6,18	106,5		56,0	6,18	108,3		
42.5	2,0	0,28	5,0		0,0	0,00	0,0		
47.5	4,0	0,71	12,8		4,0	0,71	12,0		
52.5	2,0	0,43	7,9		2,0	0,43	7,8		
Σ	258,0	21,6	361,6		258,0	21,5	387,2		
Sx (%)	12,4		16,6		12,4		15,9		



Графикон 17. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода мерења на ОП-5



Графикон 18. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-5

Тоталним премером је добијено 208 стабала/ха, док је код делимичног премера, било да је реализован терестрички или на бази авио снимка (АП-1 и АП-2), број стабала 258 на ха, са стандардном грешком процене од 12,4%. У односу на тотални премер, делимичним премером реализованим на терену добијено је 50,2 стабла по хектару више или 19,5%. Између терестричког и делимичног премера на фото примерним површинама нема разлика у броју стабала, што и код овог ОП упућује на потпуни идентификацију стабала на снимцима (табела 33). Расподеле стабала по дебљинским степенима међусобно се разликују по свом облику (графикон 17). Код АП-1 и АП-2 криве су лево асиметричне и високо ексцесне, релативно мале варијационе ширине, која износи 7 дебљинских степени. Код АП-1 максимум броја стабала је у дебљинском 37,5 cm (94,0 стабала/ха), док је код АП-2 максимум у дебљинском степену 32,5 cm (102 стабла/ха). Код теренских

премера линије дебљинске структуре су десно асиметричне и спљоштене од горе. Расподела је развучена на 11 дебљинских степени, са максимумом броја стабала у степену 47,5 cm, односно 42,5 cm. Разлике броја стабала по дебљинским степенима су још израженије него када је у питању укупан броја стабала (графикон 18). Најизраженије су код АП-2, и крећу се од -100 до 1.868,4% затим код АП-2 од - 100% до 907,1% а најмање су код делимичног премера реализованог на терену где износе од – 15,8 % до 312% (графикон 18). Као и код претходно ОП у овој старости, ниже вредности прсног пречника процењеног преко изабраног математичког модела утицале су на то да су код АП-1 и АП-2 расподеле померене у лево, сконцентрисане у мањем броју тањих дебљинских степени, са изразитим разликама у односу на терестрички премер. Последица су и ниже вредности темељнице и запремине састојине добијене на бази премера на авио снимцима у односу на терестрички премер.

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за 6,2 m² или (14,6%) у односу на ону која је добијена потпуним премером. Код АП-1 разлика износи 11,6 m² или - 32,0%, а код АП-2 -14,7 m² односно -40,6 % (табела 33).

Димензије средњих стабала које су одређене на бази података делимичног премера реализованог на терену блиске су димензијама стабала добијених на основу потпуног премера. Код АП-1 и АП-2 постоје значајна одступања по овом питању у односу на оба метода терестричког мерења (табела 33).

Одступања запремине код делимичног премера реализованог на терену у односу на ону која је добијена потпуним премером износи 67,3 m³ (8,8%), код АП-1 -252,6 m³ (-57.3%), а код АП-2 разлика је још већа и износи -314,3 m³ или -82,8%. Стандардна грешке процене запремине делимичног премера реализованог на терену износи 9,6%, односно 16,6% код АП-1 и 15,9% код АП-2 (табела 33). Поред одступања укупне запремине састојине одређене на основу података делимичног премера, изражена су и одступања запремине по дебљинским степенима, у односу на потпуни премер.

Огледно поље 6 (ОП – 6)

Огледно поље бр 6 налази се у одељењу 41/б, ГЈ. „Доње Потамишје“, ШГ Банат-Панчево, у засаду тополе размака садње 5 x 5 m, старости 15 година.



Слика 22. Положај ОП-6, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Од анализираних информација везаних за станиште и састојине, заступљеност приземне вегетације и закоровљености нису могле бити прочитане са снимка конкретног ОП, док је код осталих информација постигнута апсолутна подударност фотоинтерпретације и терестричке процене (табела 34).

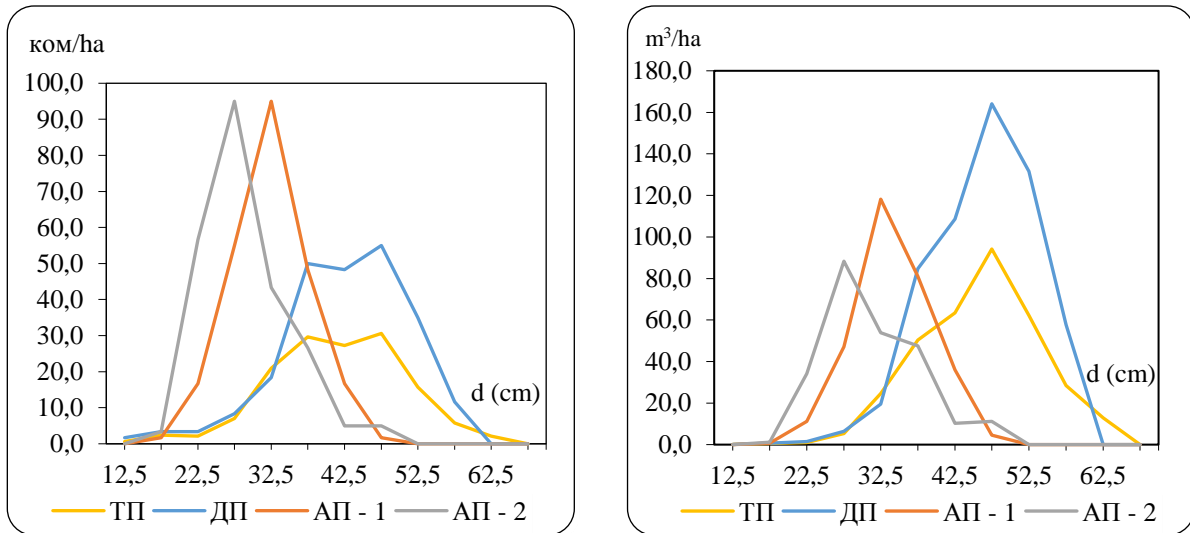
Табела 34. Компаративна анализа информација о станишту и састојини ОП - 6

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	густо	густо
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа:	топола	топола
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	непотпун	непотпун
Здравствено стање састојине	добро	добро

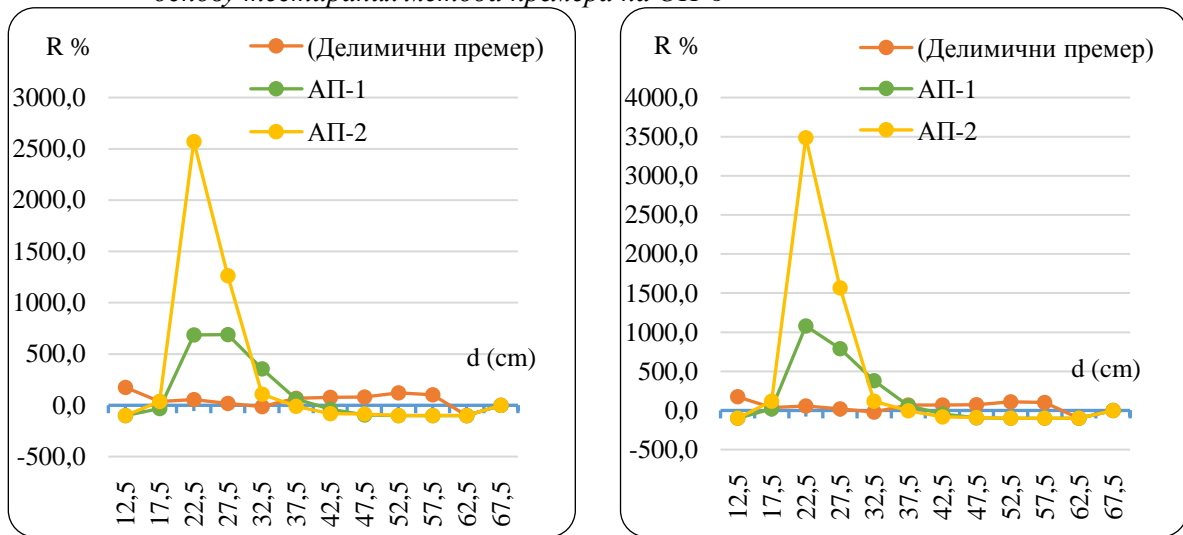
Компаративне анализе броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 35 и графиконима 19 и 20.

Табела 35. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-6

Тотални премемер					Делимични премемер				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5	0,6	0,01	0,1		1,7	0,02	0,2		
17.5	2,4	0,06	0,6	dg 42,5	3,3	0,08	0,8	dg 43,5	
22.5	2,1	0,08	1,0	hg 27,9	3,3	0,13	1,5	hg 28,3	
27.5	7,0	0,41	5,3	dg _{max} 53,5	8,3	0,49	6,3	dg _{max} 53,8	
32.5	20,9	1,73	24,5	hg _{max} 32,2	18,3	1,38	19,6	hg _{max} 32,3	
37.5	29,7	3,28	50,3		50,0	5,52	84,7		
42.5	27,3	3,87	63,5		48,3	6,62	108,6		
47.5	30,6	5,42	94,2		55,0	9,45	164,1		
52.5	15,8	3,41	62,2		35,0	7,21	131,6		
57.5	5,8	1,49	28,5		11,7	3,03	57,7		
62.5	2,1	0,65	12,9		0,0	0,00	0,0		
Σ	144,2	20,4	342,9		235,0	33,9	574,9		
Sx (%)					14.3		17.7		
Фотоинтерпретација снимка АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5									
17.5	1,7	0,04	0,7	dg 32,8	3,3	0,08	1,2	dg 29,5	
22.5	16,7	0,66	11,2	hg 23,4	56,7	2,25	34,2	hg 21,7	
27.5	55,0	3,27	47,1	dg _{max} 39,7	95,0	5,64	88,3	dg _{max} 38,2	
32.5	95,0	7,88	118,2	hg _{max} 26,7	43,3	3,59	53,8	hg _{max} 26,0	
37.5	48,3	5,34	81,0		26,7	2,94	47,5		
42.5	16,7	2,36	36,0		5,0	0,71	10,3		
47.5	1,7	0,30	4,5		5,0	0,89	11,1		
Σ	235,1	19,9	298,7		235,0	16,1	246,5		
Sx (%)	14.3		22.6		14.3		23.2		



Графикон 19. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-6



Графикон 20. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премеар на ОП-6

Делимичним премеаром реализованим на терену и на авио снимцима (АП-1 и АП-2) добијено је 63% стабала више у односу на потпуни премеар. Стандардна грешка процене овог елемента износи 14,3%. Већа стандардна грешка процене указује на то да је било потребно поставити више примерних површина (већи узорак) у оквиру ОП како би се стандардна грешка свела у дозвољене оквире од $\pm 8\%$. Међутим, због мале површине ОП-6 (3,3 ха) постављено је свега 12 примерних површина. Поред наведеног, последица су и велика одступања у односу на број стабала добијен потпуним премеаром. Сва стабла која су премеарена терестрички делимичним премеаром, идентификована су и мерена и на фото примерним површинама (табела 35). С обзиром да се ради о засадима топола, структурно једнодобним формама, расподела стабала по дебљинским степенима има облик више или мање близак звоноликој - Гаусовој кривој (графикон 19). Код тоталног и терестрички

реализованог делимичног премера расподеле су десно асиметричне, спљоштене, варијационе ширине 11 дебљинских степени, с максимумом у степену 47,5 cm. Иако је премером на авио снимцима регистрован исти број стабала као и код делимичног премера реализованог на терену, расподеле су битно различите-померене у лево, бочно спљоштене, са значајно мањом варијационом ширином и максимумом у степену 32,5 cm код АП-1 и 27,5 cm код АП-2 (графикон 20).

У односу на тотални премер, темељница терестрички реализованог делимичног премера је већа за 13,5 m² или 39,8%. а код премера на авио снимцима је мања - 2,9% у случају АП-1, односно -26,8 % код АП-2 (табела 35).

Када су у питању димензије средњих стабала, најмање одступање у односу на вредности изведене из података потпуног премера, је код делимичног премера реализованог на терену, потом АП-1, док су највећа одступања код АП-1.

У односу на тотални премер, запремина добијена терестричким реализованим делимичним премером већа је за 67,7% или за 232,1 m³, као последица већег броја стабала по хектару. Запремина код АП-1 је мања за 12,9%, а код АП-2 за 28,1% у односу на запремину добијену тоталним премером. У случају АП-1 и АП-2 већи број стабала у односу на потпуни премер није резултирао и већом запремином, као што је то случај код делимичног премера на терену. Разлог је у процени мањих вредности прсних пречника путем изабраних модела и померености расподеле ка тањим степенима. Стандардна грешка процене запремине код терестрички реализованог делимичног премера износи 17,7%, код АП-1 22,6%, док је код АП-2 23,2% и указују на већ изнету чињеницу код броја стабала, да је за постизање задовољавајуће тачности делимичног премера био нужан већи узорак, односно већи број примерних површина.

На основу резултата t-теста (табела 36) утврђено је да постоје статистички значајне разлике између димензија појединачних стабала (d , h , P) мерених терестрички и на авио снимцима. Разлика је значајна на нивоу $p < 0,01$ код сва три елемента, чиме су објективизирани графички приказане разлике димензија моделних стабала добијених тестираним методама премера (графикони 12, 13, 14).

Табела 36. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 15 год

Параметар	Извор n=210	Аритметичка средина	Стандардна девијација	t-тест	
				једнакости	аритметичких средина
				t	p - вредност
d	Терен	42,372	7,806	11,836	0,000
	Снимак AP-1	33,731	4,655		
d	Терен	42,372	7,806	16,413	0,000
	Снимак AP-2	30,257	4,849		
h	Терен	31,305	3,909	9,389	0,000
	Снимак	27,607	2,960		
P _{кр}	Терен	37,394	20,491	9,866	0,000
	Снимак	19.230	10.272		

Пошто се ове разлике (појединачних стабала), уз број стабала, манифестују и на темељницу и запремину састојине, спроведена је и анализа варијансе како би се утврдила статистички значајност разлике између ових елемената одређених на бази различитих метода премера (табела 37). Констатоване су статистички значајне разлике између N/ha, G/ha и V/ha на нивоу значајности $p < 0,05$.

Табела 37. Анализа варијансе у засадима топола размака садње 5 x 5 m, старости 15 година

Параметар	Извор варијација	Сума квадрата одступања	Број степени слободе	Средине квадрата	F	p - вредност
N/ha	Између група	14.665,210	3	4.888,403	4,258	0,045
	Унутар група	9.184,160	8	1.148,020		
	Укупно	23.849,370	11			
G/ha	Између група	518,310	3	172,770	5,399	0,025
	Унутар група	255,996	8	32,000		
	Укупно	774,306	11			
V/ha	Између група	227,826,153	3	75.942,051	5,131	0,029
	Унутар група	118.394,353	8	14.799,294		
	Укупно	346,220,507	11			

LSD тест (LSD – Least Significant Difference test) је конкретизовао резултате ANOVA и показао између којих третмана (метода премера) постоје разлике у наведеним таксационим елементима.

Табела 38. LSD тест за N/ha у засадима топола размака садње 5 x 5 m, старости 15 година

N/ha		Разлика аритметичких средина	p - вредност
Тотални премер	Делимични премер	-80,733*	0,019
	АП-1	-80,733*	0,019
	АП-2	-80,733*	0,019
Делимични премер	Тотални премер	80,733*	0,019
	АП-1	0,000	1,000
	АП-2	0,000	1,000
АП-1	Тотални премер	80,733*	0,019
	Делимични премер	0,000	1,000
	АП-2	0,000	1,000
АП-2	Тотални премер	80,733*	0,019
	Делимични премер	0,000	1,000
	АП-1	0,000	1,000

* постојање статистички значајних разлика између третмана

Када је у питању број стабала на хектару (табела 38) констатовано је:

- делимични премер (терестрички и на бази авио снимака) статистички значајно се разликује у односу на потпуни премер,
- премер на бази авио снимка и делимични премер на терену статистички се не разликују.

Овакви резултати теста су логични, јер је на фото примерним површинама интерпретиран исти број стабала као и на теренским примерним површинама, истовремено значајно различит у односу на број стабала добијен потпуним премером.

Табела 39. LSD тест за G/ha у засадима топола размака садње 5 x 5 m, старости 15 година

G/ha		Разлика аритметичких средина	p - вредност
Тотални премер	Делимични премер	-10,600	0,051
	АП-1	3,819	0,432
	АП-2	6,770	0,181
Делимични премер	Тотални премер	10,600	0,051
	АП-1	14,418*	0,014
	АП-2	17,369*	0,006
АП-1	Тотални премер	-3,819	0,432
	Делимични премер	-14,418*	0,014
	АП-2	2,951	0,541
АП-2	Тотални премер	-6,770	0,181
	Делимични премер	-17,369*	0,006
	АП-1	-2,951	0,541

Темељница састојине одређена делимичним премером, без обзира на начин његове реализације, не разликује се у односу на ону која је изведена из података потпуног премера, Унутар делимичног премера, темељница добијена на основу података са снимака

(АП-1 и АП-2) статистички се значајно разликује у односу на темељницу добијену теренским делимичним премером (табела 39) .

Значајно различит број стабала делимичног у односу на потпуни премер није се у истом смислу пренео и на темељницу састојине. Разлог је тај што се углавном ради о тањим стаблима, због ниже процене прских пречника путем модела АП-1 и АП-2, која нису значајније подигла вредност темељнице састојине утврђене делимичним премером.

Табела 40. LSD тест за V/ha у засадима топола размака садње 5 x 5 m, старости 15 година

V/ha		Разлика аритметичких средина	p - вредност
Тотални премер	Делимични премер	-180,100	0,107
	АП-1	134,833	0,212
	АП-2	171,133	0,123
Делимични премер	Тотални премер	180,100	0,107
	АП-1	314,933*	0,013
	АП-2	351,233*	0,008
АП-1	Тотални премер	-134,833	0,212
	Делимични премер	-314,933*	0,013
	АП-2	36,300	0,724
АП-2	Тотални премер	-171,133	0,123
	Делимични премер	-351,233*	0,008
	АП-1	-36,300	0,724

Код запремине састојине (табела 40) LSD тест показује да између делимичног премера и тоталног премера не постоје статистички значајне разлике. Објашњење овог резултата исто је као и код темељнице-већи број тањих стабала није продуковао већу запремину делимичног премера, посебно премера на авио снимцима, да би се појавиле статистички значајне разлике у односу на потпуни премер, као што је то случај код броја стабала. Статистичке разлике постоје између запремине делимичног премера реализованог на терену и запремине премера добијеног путем модела АП-1 и АП-2 ($p < 0,05$)

Како би се остварио бољи увид у резултате тестираних метода инвентуре и њихове међусобне разлике, у том смислу и у могућност примене аерофотограметрије у инвентури засада топола старости 15 година, поред статистичких анализа урађена је и упоредни преглед просечних вредности таксационих елемената добијених овим начинима премера (табела 41).

Табела 41. Просечне вредности N , G , V и њихових одступања у односу на тотални премер у засадима тополе размака садње $5 \times 5 \text{ m}$, старости 15 година

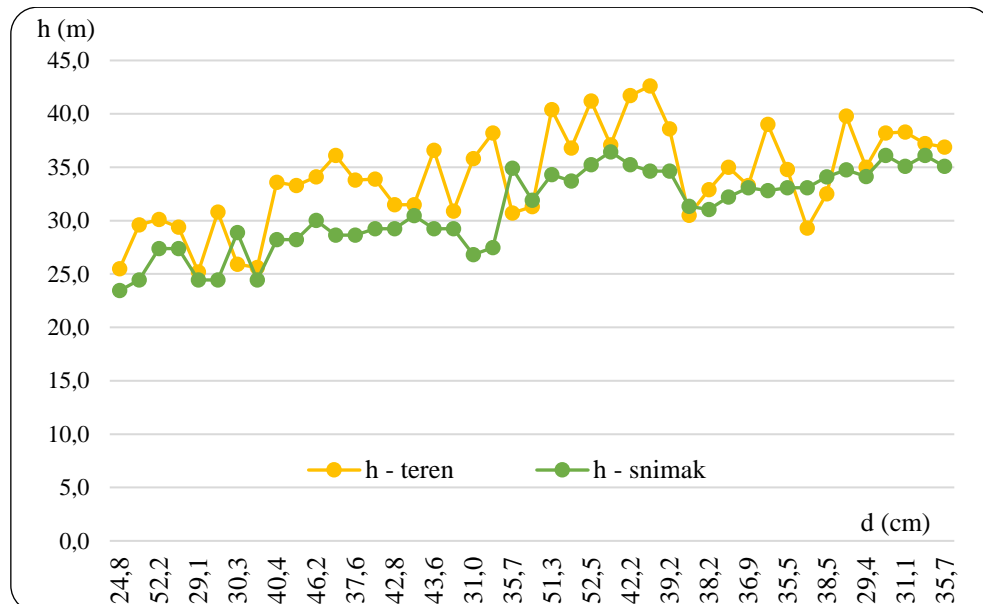
Средње вредности	Тотални премер	Делимични премер	Авио снимак АП-1	Авио снимак АП-2
N ком/ha	184,0	264,8	264,8	264,8
S_N %		11,5	11,5	11,5
$ R_N $ %		43,9	43,9	43,9
G m ² /ha	27,5	38,1	23,7	20,8
$ R_G $ %		38,5	13,8	24,4
V m ³ /ha	517,9	698,1	383,1	346,8
S_V %		12,0	16,2	16,2
$ R_V $ %		34,8	26,0	33,0

Делимични премер на фото огледним пољима, у случају када је за предикцију прсног пречника коришћен модел у оквиру врсте дрвећа, без обзира на старост (АП-2), даје највећа одступања у односу на потпуни премер. Код броја стабала она износе 43,9%, код темељнице -24,4%, а код запремине састојине -33,0% (табела 41). Када је у питању премер на снимку, при чему је за процену прсног пречника стабала коришћен модел на нивоу врсте дрвећа и старости (АП-1), одступања броја стабала су идентична одступањима овог елемента у односу на потпуни премер код АП-2, док су одступања темељнице и запремине мања и износе -13,8%, односно -26,0%. Овој анализи треба додати и значајне разлике у дистрибуцији посматраних елемената. Због ниже процене прских пречника, дистрибуције броја стабала и запремине добијене на основу премера на фото огледним примерним површинама померене су у лево, са мањом варијационом ширином у односу на терестричке методе премера. Последица такве дистрибуције је мања темељница и запремина и поред већег броја стабала на хектару код премера на снимцима.

Величине стандардних грешака процене броја стабала и запремине код делимичног премера на снимцима у просеку износе 11,5%, односно 16,2% и упућују на недовољну репрезентативност узорка у конкретним ситуацијама. Повећањем броја примерних површина, односно бољим усклађивањем величине узорка степену хомогености конкретних засада, реално је очекивати да би се изнете разлике резултата делимичног премера на снимцима у односу на потпуни премер смањиле. Повећање интензитета премера на снимцима не би битније довело у питање економичност оваквог начина прикупљања података, али би се добили поузданији резултати и метод би био прихватљивији за засаде топола старости 15 година.

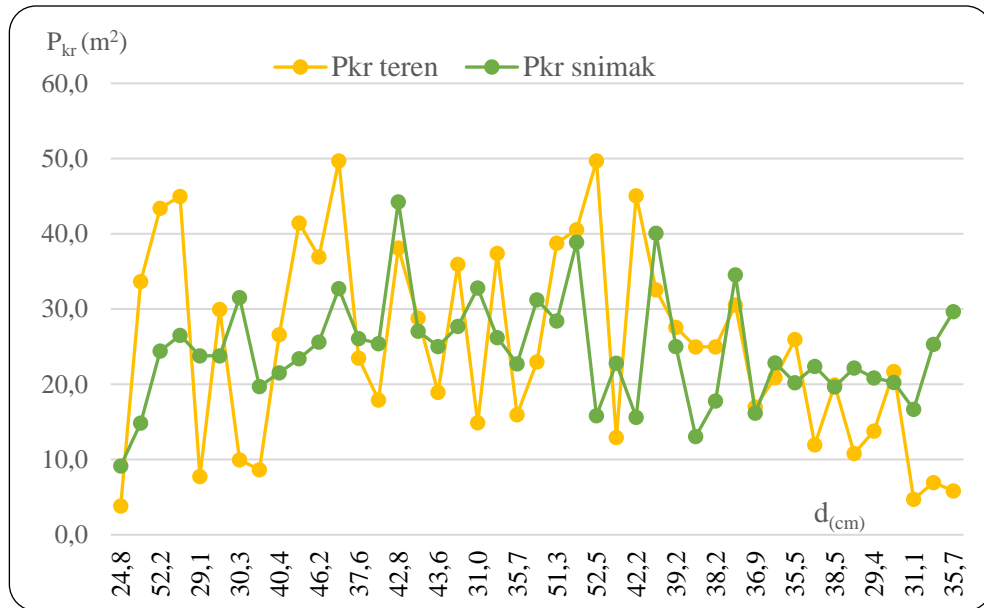
6.1.3. Засади топола размака садње 5 x 5 m, старости 20 година

Код засада топола старости 20 година, упоредном анализом са терестричким методама мерења, такође је извршена оцена поузданости мерења висина и површина крошњи стабала на авио снимку, као и процене прсног пречника (графикони 21-23). Од прецизности мерења ових елемената на авио снимку зависи и прецизност процене прсног пречника преко изабраних модела који у себи интегришу висину и површину крошње као независно променљиве величине, а зависи и поузданост одређивања темељнице и запремине састојине. Као и у претходним случајевима, за анализу су коришћена моделна стабла, која су мерена на терестричким примерним површинама, а потом поуздано идентификована и измерена и на снимку. Од укупног броја оваквих стабала за анализу је изабран део и то тако да својим димензијама покрију читаву варијациону ширину прсног пречника, висине и површине крошње.



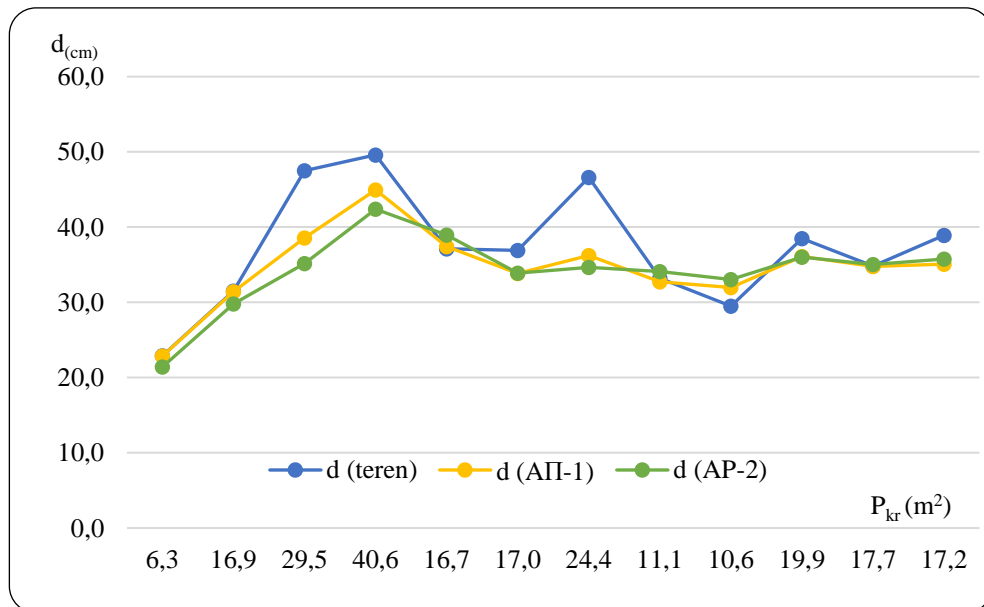
Графикон 21 Упоредна анализа висина моделних стабала у засадима топола старости 20 година

Терестрички мерене висине моделних стабала крећу се у интервалу 25,2-42,6 m, с просечном вредношћу 35,1 m. Распон мерених висина на авио снимку је 23,4-36,4 m, с просеком од 31,1 m. Осим код пар стабала, висине мерене на авио снимку ниже су од терестрички мерених висина (графикон 21) и то у просеку за 8,6% (2,9 m).



Графикон 22. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у засадима топола старости 20 година

Површине крошњи моделних стабала мерене на терену крећу се у интервалу 2,0-49,7 m², с просеком 24,6 m², а површине мерене на снимку у интервалу 9,2-44,3 m² с просеком од 24,5 m². Површине крошњи са снимка у просеку су мање за 38,3% (графикон 22), што ће се свакако одразити на прецизност процене прских пречника на бази модела АП-1 и АП-2.



Графикон 23. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала у засадима топола старости 20 година

Ниже вредности висина и површина крошњи моделних стабала мерених на авио снимку, утицале су на то да су и вредности прских пречника добијене на бази изабраних математичких модела углавном мање од пречника мерених на терену (графикон 23).

Вредности прсних пречника добијених по моделу за ниво АП-1 ниже су просечно за -6,8%, а код модела за ниво АП-2 -8,8% у односу на терестрички мерене вредности.

Огледно поље 7 (ОП – 7)

Огледно поље бр 7 налази се у одељењу (13/а), у ГЈ „Доње Пoтaмишјe“, којим гaздyје ШГ Бaнaт-Пaнчeвo, у зaсaду тoпoлe рaзмaкa сaдњe 5 x 5 m, стaрoсти 20 гoдинa.



Слика 23. Положај ОП-7, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Успешност фотоинтерпретације разматраних информација о станишту и састојини, када је у питању ово ОП, види се у табели 42. Приземну вегетацију, жбуње и закоровљеност није било могуће видети на снимку од крошњи стабала, док је код осталих информација постигнута подударност између интерпретације снимка и терестричке процене.

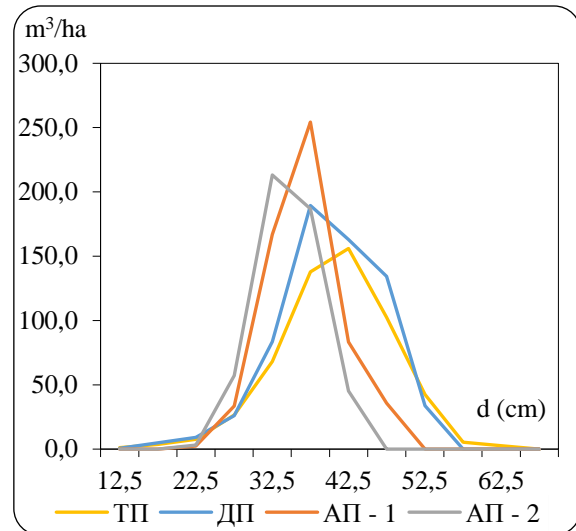
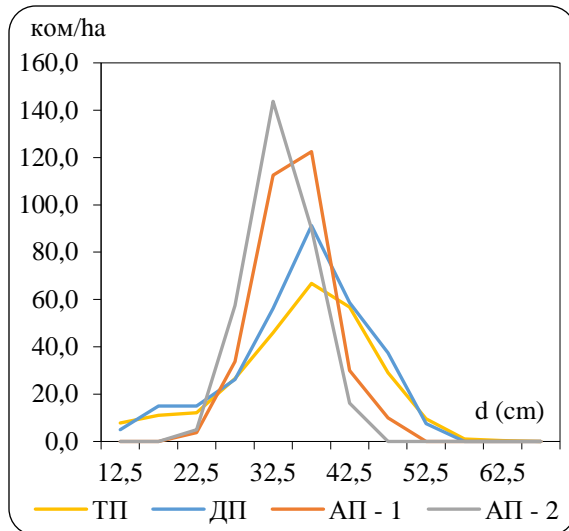
Табела 42. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 7

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	Шума
Заступљеност приземне вегетације	средње густа	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	густо	не види се на снимку
Закоровљеност	јака	не види се на снимку
Врсте дрвећа	топола	топола
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

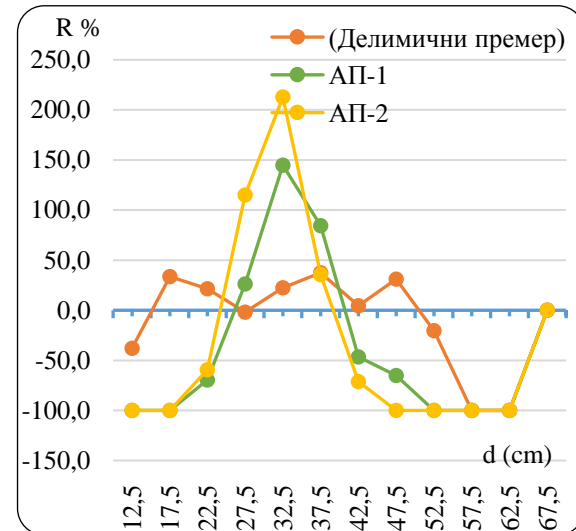
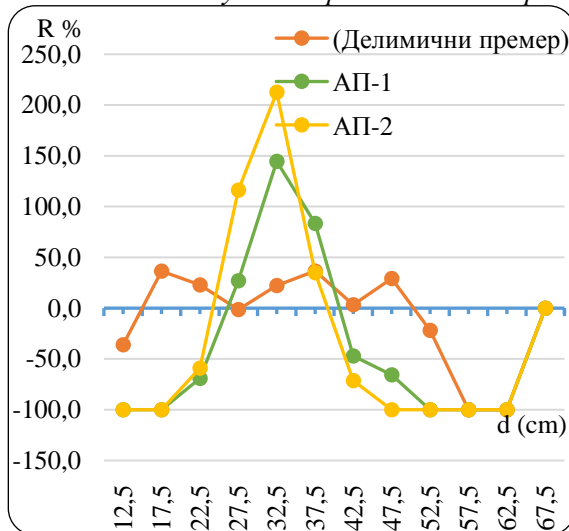
Компаративне анализе броја стабала, темелнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 43 и графиконима 24 и 25

Табела 43. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-7

Тотални премер					Делимични премер				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5	7,8	0,10	1,1		5,0	0,06	0,7		
17.5	11,0	0,26	3,7	dg 37,4	15,0	0,36	4,9	dg 37,2	
22.5	12,2	0,48	7,6	hg 31,8	15,0	0,60	9,2	hg 31,9	
27.5	26,6	1,58	26,6	dg max 47,6	26,3	1,56	26,1	dg max 46,8	
32.5	46,0	3,81	68,1	hg max 34,8	56,3	4,66	83,4	hg max 35,1	
37.5	66,8	7,37	137,8		91,3	10,07	189,4		
42.5	56,8	8,05	156,0		58,8	8,33	163,0		
47.5	29,0	5,14	102,4		37,5	6,64	134,3		
52.5	9,6	2,08	42,4		7,5	1,62	33,7		
57.5	1,0	0,26	5,4						
62.5	0,4	0,12	2,6						
Σ	267,2	29,3	553,8		312,5	33,9	644,8		
Sx (%)					7,0		11,9		
Фотоинтерпретација снимка АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5									
17.5				dg 35,6				dg 33,6	
22.5	3,8	0,15	2,3	hg 31,3	5,0	0,20	3,1	hg 30,5	
27.5	33,8	2,00	33,6	dg max 41,6	57,5	3,41	57,2	dg max 38,9	
32.5	112,5	9,33	166,8	hg max 33,5	143,8	11,92	213,2	hg max 32,6	
37.5	122,5	13,52	254,3		90,0	9,94	186,8		
42.5	30,0	4,25	83,3		16,3	2,30	45,1		
47.5	10,0	1,77	35,8						
Σ	312,5	31,0	576,1		312,5	27,8	505,4		
Sx (%)	7,0		9,8		7,0		10,3		



Графикон 24. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-7



Графикон 25. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премеар на ОП-7

У односу на тотални премеар којим је добијено 267,2 стабла на ха, делимичним премеаром на терену мерено, је 45,3 стабла више или 17,0%, (312,5 ком/ха), при чему стандардна грешка процене овог елемента износи 7,0% (табела 43). Делимичним премеаром на фото примерним површинама (АП-1 и АП-2) добијени су идентични резултати у погледу броја стабала с обзиром да су на авио снимцима идентификована сва стабла која су мерена и терестричким путем у оквиру делимичног премеара.. Расподеле броја стабала по дебљинским степенима међусобно се разликују. Код АП-1 и АП-2 криве су звоноликог облика, са максимумом у степену 37,5 cm и варијационом ширином од 6 дебљинских степени код АП-1, односно у степену 32,5 cm и варијационом ширином од 5 дебљинских степени код АП-2. Расподеле добијене терестричким путем (потпуним и делимичним премеаром) померене су у десно и имају изразитију варијациону ширину од

11, односно 9 дебљинских степени (графикон 24). Овакав однос расподела потврђује изнете констатације да модели АП-1 и АП-2 предиктују ниже вредности прсног пречника.

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за $4,6 \text{ m}^2$ (15,9%) у односу на ону која је добијена потпуним премером. Код АП-1 разлике износи $1,7 \text{ m}^2$ или 6,0 % док је код АП-2 $-1,5 \text{ m}^2$ односно -5,1 % (табела 43). Већи број стабала делимичног премера за 17% није се у пуном износу пренео на темељницу добијену из података премера на фото примерним површинама, јер су процењиване ниже вредности прсног пречника на бази модела који одражавају његову везу са висином и површином крошњи стабала.

Најмања одступања димензија средњих стабала у односу на тотални премер добијена су на основу података терестрички реализованог делимичног премера (веома блиске вредности), затим на основу података премера на фото примерним површинама АП-1, док су највећа одступања констатована код АП-2.

Запремина делимичног премера реализованим на терену већа је за $91,1 \text{ m}^3$, или 16,4 %, код АП-1 је већа за $22,3 \text{ m}^3$ (4,0%), док је код АП-2 запремина мања за $-48,4 \text{ m}^3$ (-8,7%) у односу на ону која је добијена тоталним премером. Стандардне грешке процене запремине делимичног премера износе 9,8-11,9%, зависно од тога како је он реализован (табела 43). У односу на вредности запремине по хектару које су прилично блиске, посебно између АП-1, АП-2 и потпуног премера, далеко су израженије разлике њихових дистрибуција (графикон 25) .

Оглeднo пoљe 8 (ОП – 8)

Оглeднo пoљe 8 је пoстaвљeнo у зaсaду тoпoлe (oдeлeњe 51/c), рaзмaкa сaдњe 5 x 5 m, стaрoсти 20 гoдинa. Оглeднo пoљe сe нaлaзи у ГJ „Дoњe Пoтaмишчe“ кoјoм гaздуje ШГ Бaнaт Пaнчeвo.



Слика 24. Положај ОП-8, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи
 Приземна вегетација, заступљеност корова и жбуња су информације које се нису могле читати са снимка за конкретно ОП. За остале информације наведене у табели 44 постоји апсолутна подударност фотоинтерпретације и терестричке процене..

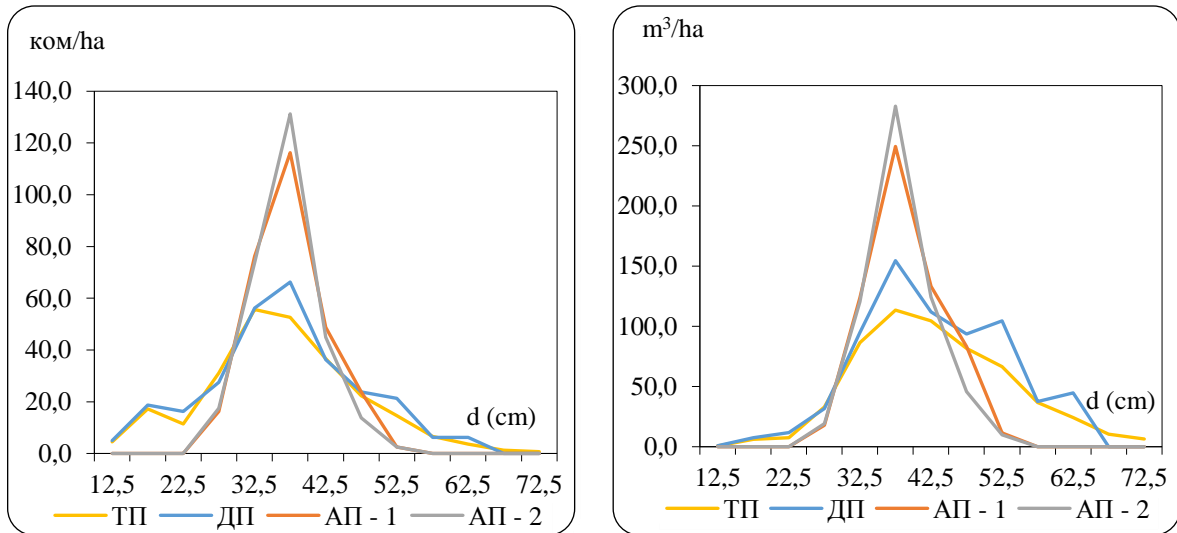
Табела 44. *Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 8*

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	ретко	не види се на снимку
Закоровљеност	слаба	не види се на снимку
Врсте дрвећа	топола	топола
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

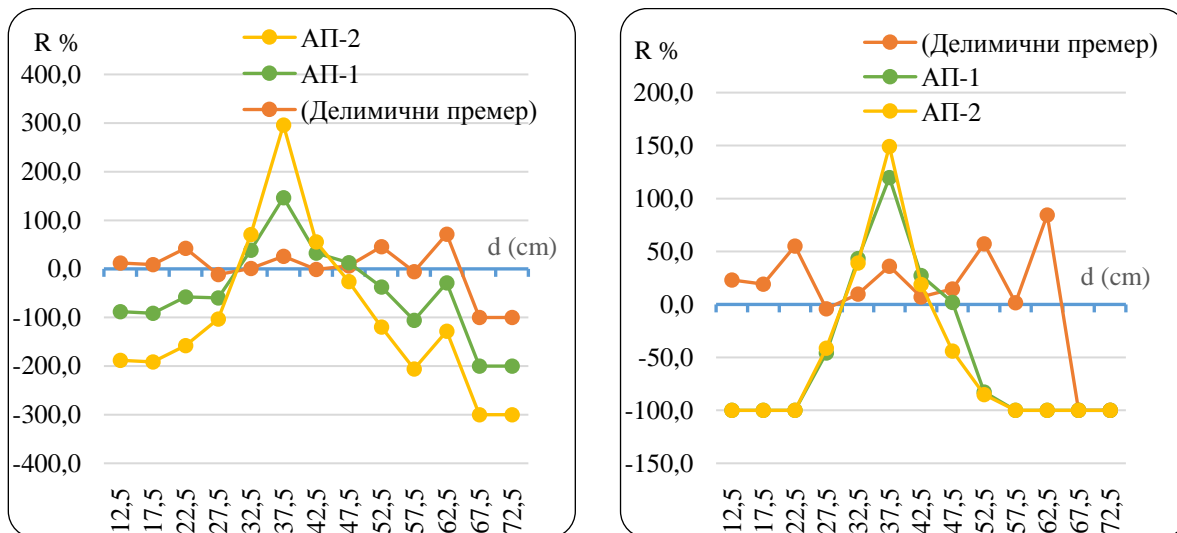
Анализа степена слагања броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, мерених на авио снимцима и добијених терестричком инвентуром, приказана је у табели 45 и на графиконима 26 и 27.

Табела 45. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-8

Тотални премемер					Делимични премемер				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5	4,5	0,41	0,7		5,0	0,06	0,9		
17.5	17,2	0,45	6,2	dg 37,9	18,8	0,45	7,4	dg 38,1	
22.5	11,4	1,85	7,5	hg 33,5	16,3	0,65	11,7	hg 36,6	
27.5	31,1	4,61	32,9	dg max 52,2	27,5	1,63	31,6	dg max 52,4	
32.5	55,6	5,81	86,6	hg max 37,2	56,3	4,66	94,9	hg max 40,4	
37.5	52,6	5,19	113,5		66,3	7,31	154,6		
42.5	36,6	3,96	104,5		36,3	5,14	111,9		
47.5	22,4	3,15	81,8		23,8	4,21	93,7		
52.5	14,6	1,72	66,4		21,3	4,60	104,4		
57.5	6,6	1,12	36,8		6,3	1,62	37,4		
62.5	3,6	0,47	24,3		6,3	1,92	44,8		
67.5	1,3	0,20	10,4						
72.5	0,7	0,08	6,3						
Σ	258,3	29,0	578,0		283,8	32,3	693,4		
Sx (%)					14,5		14,9		
Фотоинтерпретација снимка АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5									
17.5				dg 39,3				dg 37,3	
22.5				hg 37,0				hg 36,4	
27.5	16,3	0,98	17,9	dg max 46,9	17,5	1,04	19,3	dg max 44,2	
32.5	76,3	6,32	124,1	hg max 39,1	73,8	6,12	120,5	hg max 38,4	
37.5	116,3	12,84	249,4		131,3	14,49	282,9		
42.5	48,8	6,92	133,2		45,0	6,38	124,2		
47.5	23,8	4,22	83,3		13,8	2,44	45,8		
52.5	2,5	0,54	11,6		2,5	0,54	9,9		
Σ	283,8	31,8	619,6		283,8	31,0	602,6		
Sx(%)	14,5		12,3		14,5		13,1		



Графикон 26. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-8



Графикон 27. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебелинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-8

Код засада топола у старости 20 година, на ОП-8, тоталним премером је добијено 258,3 стабала по хектару, док је код делимичног премера реализованог на терену број стабала већи за 25,4 (9,8%) и износи 283,5, са стандардном грешком процене 14,5%. Код делимичног премера реализованог на фото примерним површина број стабала је идентичан, с обзиром да су и код овог ОП на снимку идентификована сва стабла која су премерена у оквиру терестрички реализованог делимичног премера (табела 45). Код тоталног и терестрички реализованог делимичног премера расподела броја стабала по дебелинским степенима има облик звонолике криве са израженим максимумом у 32,5 и 37,5 cm дебелинском степену, са варијационом ширином од 11-13 дебелинских степени (графикон 26). Код АП-1 и АП-2 дистрибуција броја стабала по дебелинским степенима

такође има облик звонолике криве, са израженим максимумом у степену 37,7 cm и бочно спљоштеном расподелом са варијационом ширином од свега 6 дебљинских степени. Дакле, за разлику од укупног броја стабала по хектару где је постигнута висока компатибилност између премера на авио снимцима и терестричког премера, постоје изражене разлике у броју стабала по дебљинским степенима (графикон 27).

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за 3,3 m² или 11,1% у односу на ону која је добијена потпуним премером. Код АП-1 разлика износи 2,8 m² или 9,5%, док је код АП-2 темељница већа за 2,0 m² или 6,8% (табела 45). Наведени износи разлика показују да се боља предикција прсног пречника постиже на бази модела АП-2, који је израђен за ниво врсте дрвећа, без обзира на старост..

Димензије средњих стабала релативно добро коинцидирају када су у питању различити методи премера. Ипак, најмање одступање у односу на вредности изведене из података потпуног премера показују димензије средњих стабала добијене из делимичног премера реализованог на терену, потом код АП-1 и АП-2.

Одступање запремине у односу на ону која је добијена потпуним премером код делимичног премера реализованог на терену је 115,4 m³ или 20,0%. Код АП-1 разлика износи 41,6 m³ или 7,2%, док је код АП-2 разлика у укупној запремини 24,6 m³ или 4,3%. Стандардна грешка процене овог елемента износи од 12,3% до 14,9%. С обзиром да запреминска структура у великој мери зависи од дебљинске структуре, изнете констатације о расподели стабала могу се прихватити и у случају расподеле запремине по дебљинским степенима (графикон 26). Разлике броја стабала у оквиру истог дебљинског степена у блиском износу преносе се и на разлике у запреминама, због чега постоји изражена сличност графикона 27.

Огледно поље 9 (ОП – 9)

Огледно поље бр 9 налази се у одељењу (35/с), у засаду тополе размака садње 5 x 5 m, старости 20 година, у ГЈ „Карапанца“, ШГ Сомбор.



Слика 25. Положај ОП-9, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

И код овог ОП на снимку није било могуће поуздано прочитати приземну вегетацију, заступљеност жбуња и закоровљеност, док су информације из домена описа састојине поуздано интерпретиране (табела 46).

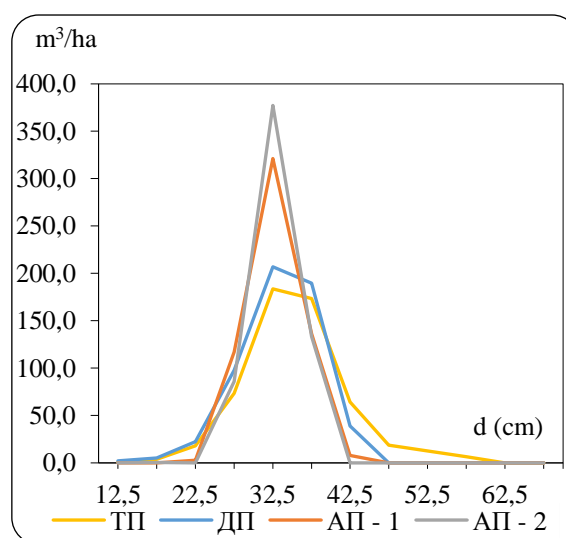
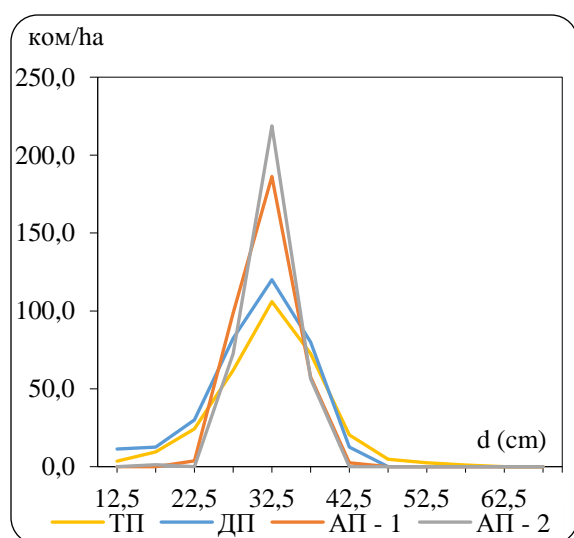
Табела 46. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 9

Информације	Терестрички премер	Авио премер
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	нема	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	ретко	не види се на снимку
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	топола	топола
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

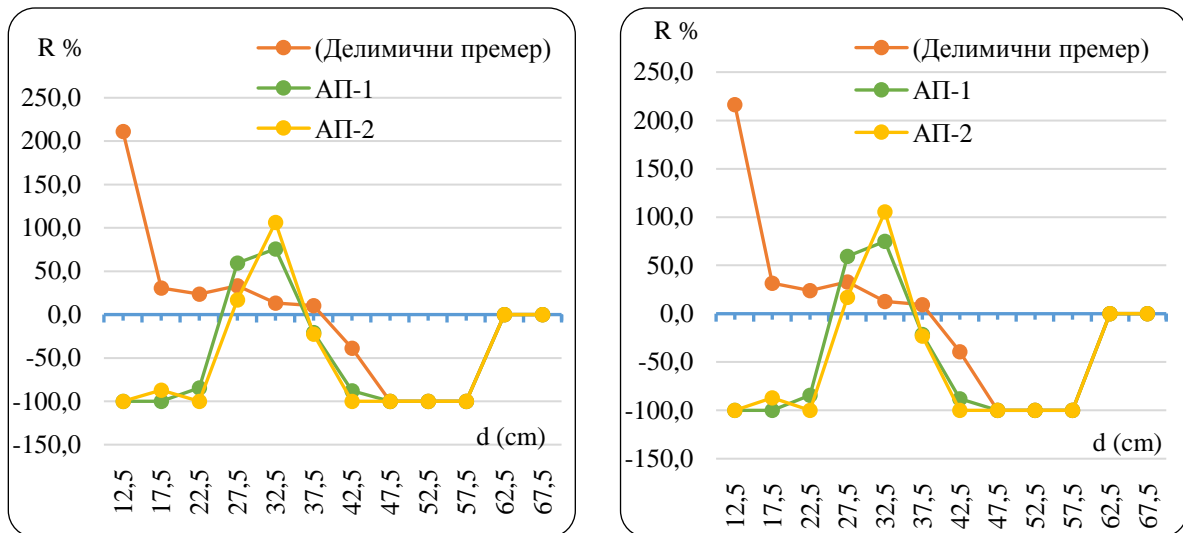
Број стабала, темељница, запремина и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијене тестираним методама премера приказане су у табели 47 и на графиконима 28 и 29

Табела 47. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-9

Тотални премемер				Делимични премемер				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла
12.5	3,6	0,04	0,7		11,3	0,14	2,1	
17.5	9,6	0,23	3,9	dg 33,0	12,5	0,30	5,2	dg 31,5
22.5	24,3	0,96	18,1	hg 35,8	30,0	1,19	22,4	hg 35,0
27.5	61,9	3,68	73,4	dg max 41,2	82,5	4,90	97,7	dg max 42,5
32.5	106,0	8,79	183,7	hg max 38,5	120,0	9,95	206,9	hg max 38,4
37.5	72,6	8,01	173,3		80,0	8,83	189,6	
42.5	20,4	2,90	64,4		12,5	1,77	39,0	
47.5	4,7	0,83	18,8					
52.5	2,6	0,55	12,8					
57.5	1,1	0,28	6,5					
Σ	306,6	26,3	555,5		348,8	27,1	562,9	
Sx(%)					5.5%		8.4%	
Фотоинтерпретација снимка АП - 1				Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла
12.5								
17.5				dg 32,1	1,3	0,05	0,5	dg 32,4
22.5	3,8	0,22	2,8	hg 35,3	0,0	0,00	0,0	hg 35,4
27.5	98,8	8,19	116,9	dg max 37,0	72,5	6,01	85,8	dg max 36,6
32.5	186,3	20,56	321,2	hg max 36,9	218,8	24,15	377,2	hg max 36,8
37.5	57,5	8,15	136,2		56,3	7,98	133,3	
42.5	2,5	0,44	7,8					
Σ	348,8	28,2	584,9		348,8	28,7	596,9	
Sx(%)	5.5%		7.4%		5.5%		7.9%	



Графикон 28. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-9



Графикон 29. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-9

Тоталним премером је добијено 306,6 стабала на ха, док је код делимичног премера, било да је реализован терестрички или на бази авио снимка (АП-1 и АП-2), број стабала је 348,8 ком/ха, што је за 42,2 стабала или 13,8% више у односу на тотални премер. Стандардна грешка процене износи 5.5%. Исти број стабала код делимичног премера реализован на терену и премера реализованог на фото примерним површинама, указује да су сва стабла идентификована на фото примерним површинама. Када се ради о дистрибуцији стабала по дебљинским степенима постоје изражене разлике код тестираних метода премера. Код тоталног и делимичног премера реализованог на терену крива расподеле има звонолик облик (графикон 28), са највећом фреквенцијом у степену 32,5 см, благом десном (позитивном) асиметријом и варијационом ширином од 10, односно 7 дебљинских степени. Код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама, у случају АП-1 и АП-2, варијациона ширина расподеле стабала износи,5 степени, с максимумом такође у степену 32,5 см. Код АП-1 и АП-2 знатно је већи број стабала у овом дебљинском степену, што је резултирало и блиским износима темељнице и запремине састојине у односу на потпуни премер.

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је свега 0,8 m² или 3,1% у односу на темељницу добијену потпуним премером. Код АП-1 разлика износи 1,9 m² или 7,2%, а код АП-2 2,4 m² или 9,1 % (табела 47).

Постоји релативно добра коинциденција димензија средњих стабала добијених на бази података тестираних метода премера, при чему најмања одступања у односу на

потпуни премер показују димензије стабала добијене из података делимичног премера изведеног на терену (табела 47).

Одступање укупне запремине код делимичног премера реализованог на терену у односу на тотални премер износи $7,4 \text{ m}^3/\text{ha}$ (1,3%), код АП-1 $29,4 \text{ m}^3/\text{ha}$ (5,3%), док је код АП-2 ова разлика $14,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ (2,5%). Стандардна грешка процене код делимичног премера реализованог на терену износи 8,4%, код АП-1 8,3%, док је код АП-2 +8,8% незнатно је виша од дозвољене грешке премера која износи $\pm 8\%$ (табела 47).

На основу резултата t-теста (табела 48) утврђено је да постоје статистички значајне разлике између димензија појединачних стабала (d , h , P) мерених терестрички и на авио снимцима. Разлика су значајне на нивоу $p < 0,05$. На овај начин објективно је потврђена констатација о разликама димензија моделних стабала добијених различитим начинима премера.

Табела 48. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у засадима тополе размака садње $5 \times 5 \text{ m}$, старости 20 год

Параметар	Извор n=193	Аритметичка средина	Стандардна девијација	t-тест једнакости аритметичких средина	
				t	p – вредност
d	Терен	33.701	8.452	-3.670	0.000
	Снимак АП-1	36.273	4.827		
d	Терен	33.701	8.452	-2.296	0.022
	Снимак АП-2	35.278	4.436		
h	Терен	33.441	5.106	3.050	0.002
	Снимак	32.091	3.431		
P _{кр}	Терен	18.585	18.475	-2.560	0.011
	Снимак	22.378	9.081		

С обзиром да постоје статистички значајне разлике између мерених елемената на терену и мерених елемената на снимцима, као и да се разлике у димензијама појединачних стабала, у комбинацији са бројем стабала, преносе и на темељницу и запремину састојине, спроведена је анализа варијансе како би се сагледала значајност разлика ових елемената (табела 49). Код N/ha, G/ha и V/ha нису утврђене статистички значајне разлике између ових елемената добијених из података различитих метода премера.

Табела 49. Анализа варијансе у засадима тополе старости размака садње 5 x 5 m, 20 година

Параметар	Извор варијација	Сума квадрата одступања	Број степени слободe	Средине квадрата	F	P - вредност
N/ha	Између група	3.192,250	3	1.064,083	1,107	0,401
	Унутар група	7.687,867	8	960,983		
	Укупно	10.880,117	11			
G/ha	Између група	14,660	3	4,887	0,902	0,482
	Унутар група	63,350	8	5,419		
	Укупно	58,010	11			
V/ha	Између група	9.459,155	3	3.153,052	1,569	0,271
	Унутар група	16.074,225	8	2.009,278		
	Укупно	25.533,380	11			

С обзиром на *p*-вредности за N/ha, G/ha и V/ha у ANOVA, сублимирани су резултати и приказане су просечне вредности параметара анализираних на нивоу појединачних огледних поља како би се добио додатни елемент и смањила могућност грешке у разматрању могућности употребе снимака у инвентури засада топола старости 20 година. (табела 50).

Табела 50. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премер у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 20 година

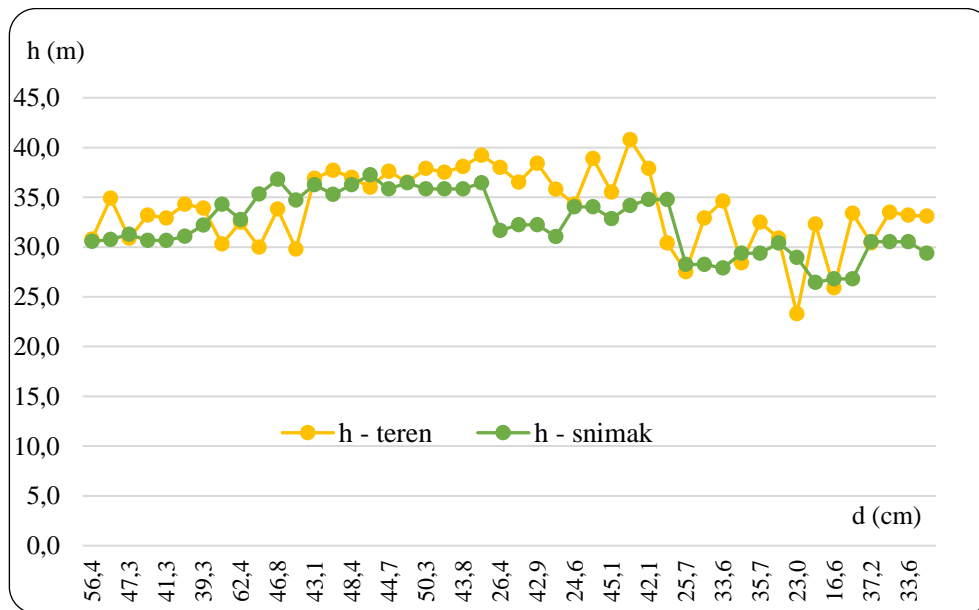
Средње вредности	Тотални премер	Делимични премер	Авио снимак АП-1	Авио снимак АП-2
N ком/ha	277.4	315.0	315.0	315.0
S _N %		9,0	9,0	9,0
R _N %		13.5	13.5	13.5
G m ² /ha	28.2	31,1	33,5	29,1
R _G %		10,3	18,8	3,2
V m ³ /ha	562.4	633.7	593,5	568,3
S _V %		12.0	10.0	11.0
R _V %		12,7	5.5	1,0

Димензије моделних стабала мерене на снимку статистички су значајно различите у односу на оне које су добијене терестрички. Међутим, разлике су мање изражене него што је то случај у млађим засадима тополе овог размака садње. Код висина разлике износе у просеку -8,6%, а код пречника стабала -6,8% у случају када се за предикцију користи модел АП-1, односно за -8,8% код модела АП-2. Мање димензије уз већи број стабала за 13,5%, генерисао је разлике темељница у односу на потпуни премер у интервалу од 3,7% (АП-2) до 7,6% (АП-1). Код запремине разлике се крећу од 1,0% (АП-2) до 3,7% (АП-1). Наведени износи разлика темељнице и запремине састојине посматраних третмана, уз одсуство њихове статистичке значајности, упућују на могућност примене резултата премера на снимцима у процесу планирања у засадима топола старости 20 година. Нужно је напоменути да би се незнатним повећањем интензитета премера стандардна грешка

процене ових елемената свела у оквире од $\pm 8\%$, чиме би се додатно поправили резултати премера на снимцима и повећао степен њихове употребљивости.

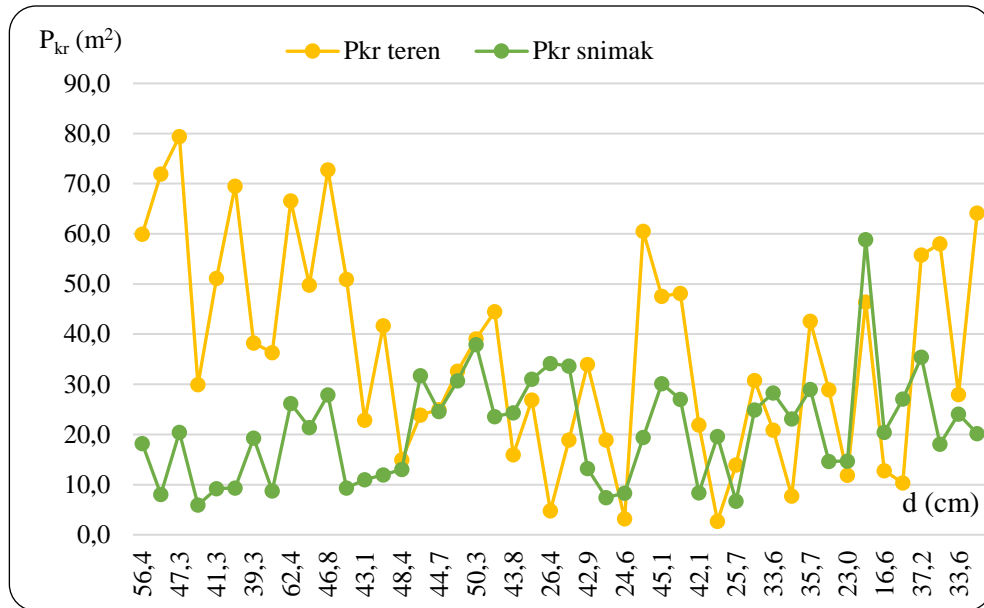
6.1.4. Засади топола, размака садње 5 x 5 m, старости 25 година

Поузданост мерења димензија моделних стабала на авио снимцима и предикције прских пречника извршена је њиховом упоредном анализом са терестрички мереним димензијама на истим-моделним стаблима. Резултати су приказани графички (графикони 30-32), и табеларно (табела 59) са објективно утврђеном значајности констатованих разлика.



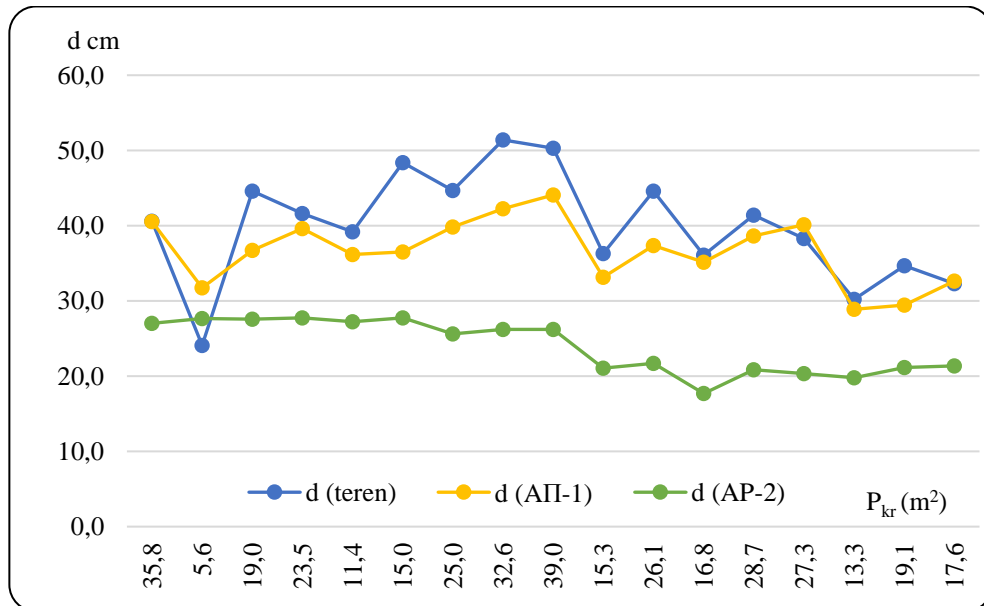
Графикон 30. Упоредна анализа висина моделних стабала у засадама топола старости 25 година

Терестрички мерене висине моделних стабала крећу се у интервалу 23,3-40,8 m, с просечном вредношћу 33,9 m. Распон мерених висина на авио снимку је 26,4-37,2 m и просеком од 32,3 m. Висине мерене на авио снимку, ниже су од терестрички мерених висина (графикон 30) и то у просеку за 4,9%.



Графикон 31. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у засадима топола старости 25 година

Површине крошњи моделних стабала мерене на терену крећу се у интервалу од 2,7-79,4 m², са просеком 36,0 m², а мерене на снимку у интервалу 5,9-58,9 m² и просеком од 21,1 m². Одступања су двосмерног карактера и крећу се од -117,8% до 25,9% и просеком 41,4% (графикон 31).



Графикон 32. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала у засадима топола старости 25 година

Ниже вредности висина и површина крошњи моделних стабала које су добијене мерењем на авио снимку, утицале су на то да су и вредности прских пречника добијене на бази изабраних математичких модела мање од пречника мерених на терену (графикон 32). Ово се посебно односи на вредности пречника добијене по моделу АП-2, који је развијен

за тополе без обзира на старост засада. Међутим, код модела АП-1, који је развијен на основу емпиријских података хомогенизованих према старости, разлике у односу на прсне пречнике мерене на терену крећу се у интервалу од -32,5 до 24,1%, с просеком -8,6%. Констатоване разлике између елемената (димензија) стабала мерених на авио снимку, односно процењених преко изабраних модела, свакако ће се одразити на поузданост одређивања збира кружних пресека и запремине и на њихове дистрибуције у засадима топола старости 25 година (ОП-10 до ОП-12).

Огледно поље 10 (ОП – 10)

ОП-10 је постављено у одељењу 12/а, ГЈ „Доње Потамишје“ (ШГ Банат-Панчево), у засаду тополе размака садње 5 x 5 m, старости 25 година (слика 26).



Слика 26. Положај ОП-10, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Степен подударности појединих информација о станишту и састојини, добијених на бази авио снимака, приказан је у табели 52. Информације о заступљености приземне вегетације, жбуња и закоровљености није било могуће прочитати на снимку за наведено ОП, док је код осталих посматраних информација постигнута потпуна подударност са терестрички процењеним информацијама.

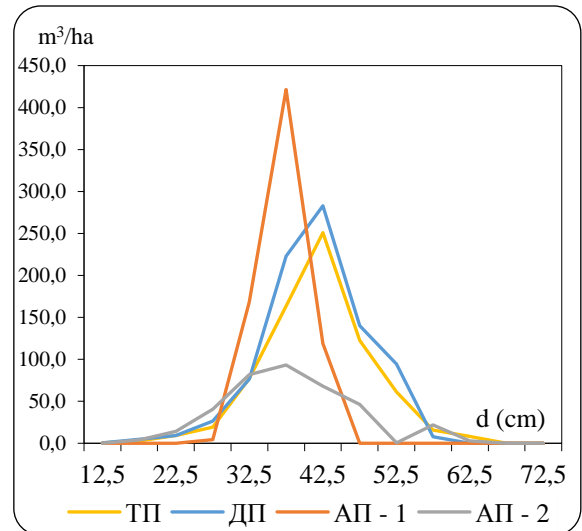
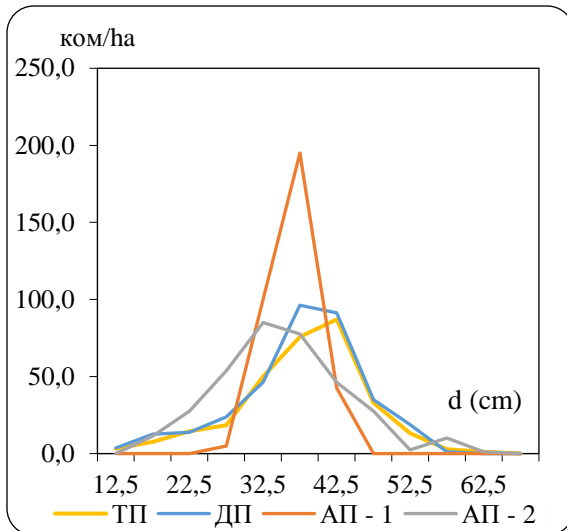
Табела 51. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 10

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	средње густа	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	густо	не види се на снимку
Закоровљеност	јака	не види се на снимку
Врсте дрвећа	топола	топола
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

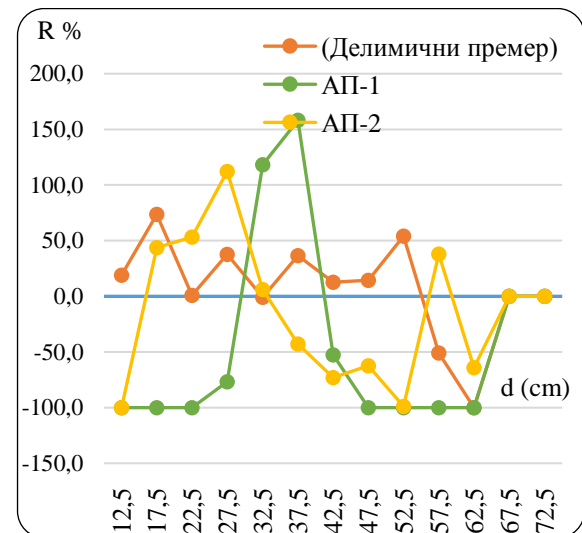
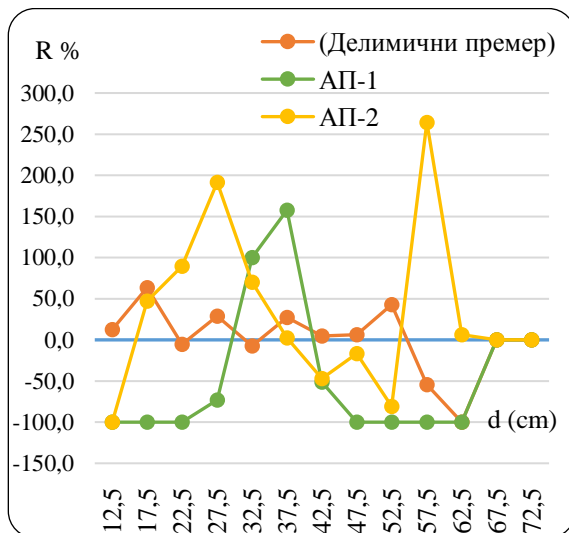
Компаративне анализе броја стабала, темелнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 52 и графиконима 33 и 34.

Табела 52. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-10

d cm)	Тотални премер				Делимични премер				
	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	
12.5	3,3	0,04	0,5		3,8	0,05	0,6		
17.5	7,6	0,18	2,6	dg 38,9	12,5	0,30	4,5	dg 38,7	
22.5	14,5	0,58	9,3	hg 34,0	13,8	0,55	9,3	hg 36,7	
27.5	18,4	1,09	19,1	dg max 48,6	23,8	1,41	26,3	dg max 42,2	
32.5	50,0	4,15	77,1	hg max 37,1	46,3	3,83	76,5	hg max 40,2	
37.5	75,7	8,36	163,3		96,3	10,63	223,0		
42.5	87,1	12,34	250,9		91,3	12,94	283,0		
47.5	32,9	5,83	122,5		35,0	6,20	140,2		
52.5	13,1	2,84	61,3		18,8	4,06	94,4		
57.5	2,7	0,71	15,7		1,3	0,32	7,7		
62.5	1,2	0,36	8,1						
Σ	306,7	36,5	730,4		342,5	40,3	865,5		
Sx(%)					6.9%		7.8%		
Фотоинтерпретација снимака АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d cm)	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	
12.5									
17.5				dg 36,7	11,3	0,27	3,8	dg 36,1	
22.5				hg 33,8	27,5	1,09	14,2	hg 33,7	
27.5	5,0	0,30	4,4	dg max 42,5	53,8	3,19	40,6	dg max 47,7	
32.5	100,0	8,29	168,4	hg max 35,4	85,0	7,05	81,9	hg max 36,6	
37.5	195,0	21,53	421,5		77,5	8,56	93,2		
42.5	42,5	6,03	118,8		46,3	6,56	67,9		
47.5					27,5	4,87	46,3		
52.5					2,5	0,54	0,6		
57.5					10,0	2,60	21,7		
62.5					1,3	0,38	2,9		
Σ	342,5	36,1	713,1		342,5	35,1	373,0		
Sx(%)	6.9%		10.6%		6.9%		13.0%		



Графикон 33. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода мерења на ОП-10



Графикон 34. Разлика броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премеара, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премеар на ОП-10

Тоталним премеаром је добијено 306,7 стабала на ха, док је код делимичног премеара, било да је реализован терестрички или на бази авио снимака (АП-1 и АП-2), број стабла међусобно исти и износи 342,5 ком/ха и већи је за 35,8 ком/ха (11,7%) у односу на тотални премеар. Стандардна грешка процене овог елемента на основу делимичног премеара је 6,9% и индицира репрезентативну величину узорка за дозвољену грешку од $\pm 8\%$. Као и код претходних огледних поља сва стабала која су мерена терестричким путем код делимичног премеара идентификована су и на фото примерним површинама. Код терестрички реализованог премеара расподела броја стабала је померена благо у десно (негативна асиметрија), са највећом фреквенцијом стабала у 42,5 cm код тоталног премеара и варијационом ширином од 11 дебљинских степени и у 37,5 cm код делимичног премеара

реализованог на терену, са варијационом ширином од 10 дебљинских степени (графикон 33). Код премера који је реализован на фото примерним површинама (АП-1), дистрибуција има облик јако издужене (бочно спљоштене) звонолике расподеле стабала у свега 4 дебљинска степена, са највећом фреквенцијом у 37,5 см дебљинском степену. Код АП-2, расподела је лево асиметрична, са максимумом број стабала у 32,5 см дебљинском степену и спљоштене од горе-развучена на 10 дебљинских степени. Број стабала на хектару добијен делимичним премером, већи је за 11,7% у односу на потпуни премер, али су разлике њихових дистрибуција далеко израженије. (графикон 34).

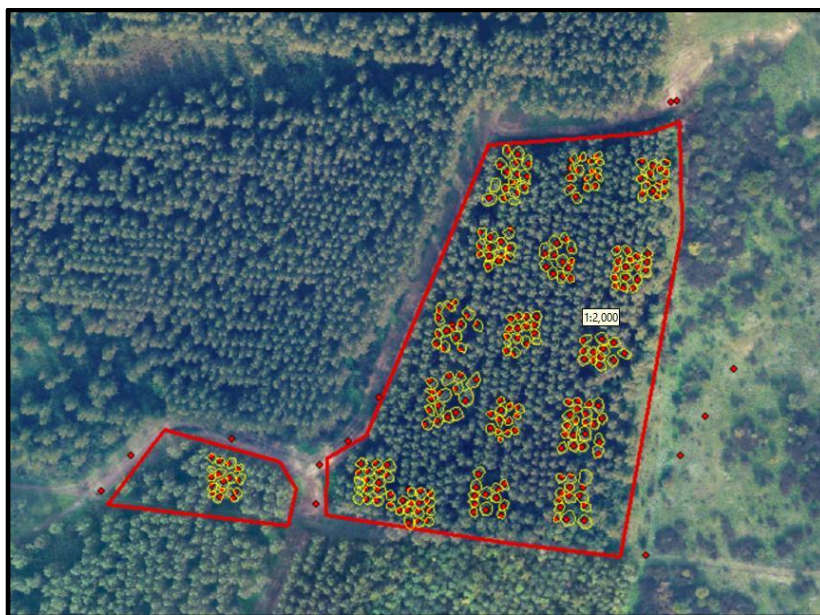
Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за 3,8 m² или 10,4% у односу на темељницу добијену тоталним премером. Код АП-1 разлика износи -0,4 m² или -1,1% док је код АП-2 разлика -1,4 m² или -3,8% (табела 52).

Најмање одступање димензија средњих стабала у односу на тотални премер добијена су на основу података премера на фото примерним површинама код АП-2 модела. Потом на основу података делимичног премера реализованог на терену, а највећа одступања су констатована код АП-1 (табела 52).

Запремина састојине код тоталног премера износи 730,4 m³/ha, код делимичног премера износи 865,5 m³/ha и већа је за 135,2 m³ (18,5%). Код АП-1 запремина је мања свега за -17,2 m³ (-2,4%), док је код АП-2 разлика најизраженија и износи -357,3 m³ (-48,9%) у односу на тотални премер (табела 52). Овакви односи запремина код АП-1 и АП-2 у односу на потпуни премер, логична су последица констатованих разлика у броју стабала, као и у вредностима процењених и терестрички мерених прских пречника. Разлике броја стабала од 11,7% и релативно добра коинциденција прских пречника процењених на бази модела АП-1 са пречницима мереним на терену, резултирали су веома блиским вредностима запремине у случају АП-1, за разлику од АП-2 где су разлике изузетно високе. Стандардна грешка процене запремине делимичног премера реализованог на терену је 7,8% , код АП-1 10,6%, а код АП-2 13,0% (табела 52) .Са аспекта дозвољене грешке премера, нужан је био нешто већи интензитет премера на авио снимку, како би се и прецизност процене запремине свела у границе грешке од ±8%. Разлике запремине по дебљинским степенима код тестираних метода премера међусобно су израженије него што је то случај са укупном запремином (графикон 34).

Огледно поље 11 (ОП – 11)

ОП-11 је постављено у одељењу 44/f, ГЈ „Карапанца“, ШГ Сомбор, у засаду тополе размака садње 5 x 5 m, старости 25 година (слика 27).



Слика 27. Положај ОП-11, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Када су у питању информације везане за опис станишта и састојине (табела 54), закоровљености и заступљеност приземне вегетације није било могуће очитати на снимку за наведено огледно поље, док је због местимично прекинутог склопа било могуће проценити заступљеност жбуња. За све информације везане за састојину постигнута је потпуна подударност.

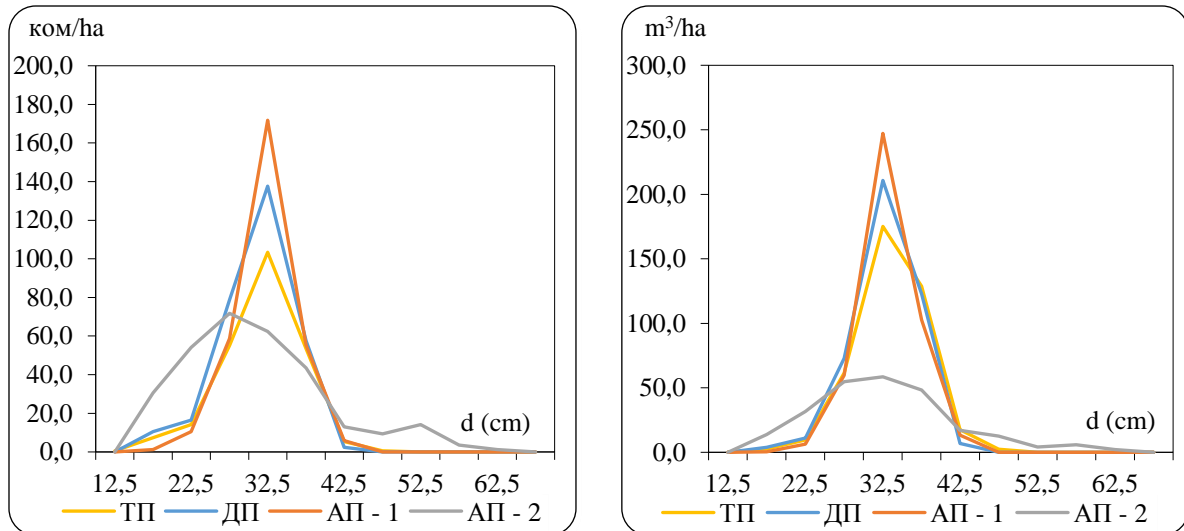
Табела 53. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 11

Информације	Терестрички премер	Авио премер
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	Шума
Заступљеност приземне вегетације	густа	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	ретко	ретко
Закоровљеност	јака	не види се на снимку
Врсте дрвећа	топола	топола
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

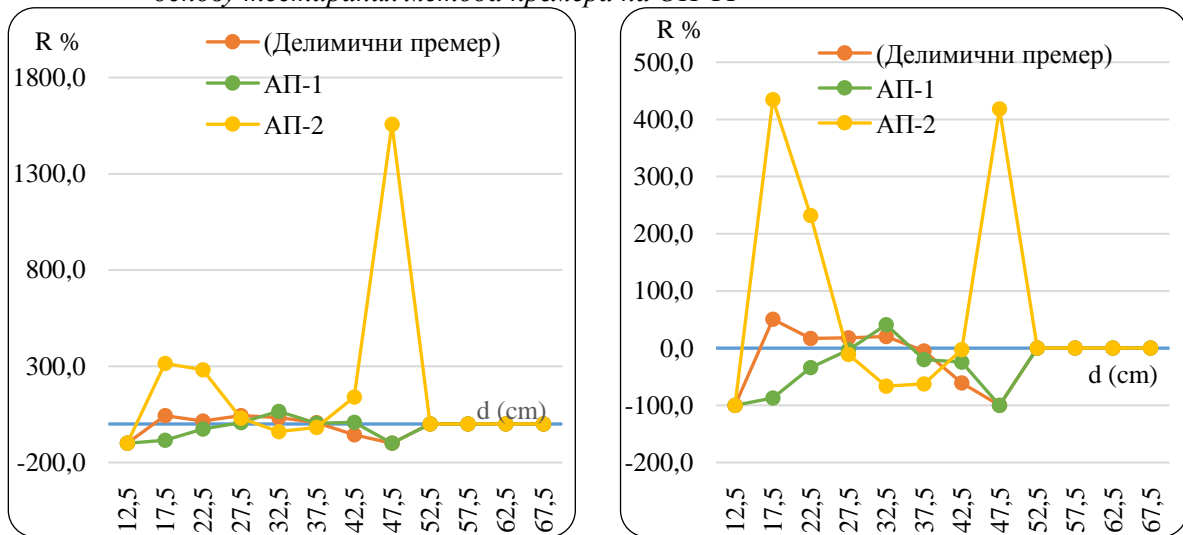
Упоредна анализа броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 54 и графиконима 35 и 36.

Табела 54. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-11

Тотални премемер					Делимични премемер				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5	0,6	0,01	0,1						
17.5	7,4	0,18	2,6	dg 32,0	10,6	0,25	3,9	dg 31,5	
22.5	14,2	0,56	9,5	hg 34,4	16,5	0,65	11,1	hg 32,2	
27.5	55,1	3,27	61,5	dg max 38,2	78,8	4,68	72,8	dg max 37,7	
32.5	103,4	8,57	175,1	dg max 38,1	137,6	11,41	210,7	dg max 34,5	
37.5	53,4	5,90	128,6		57,6	6,36	122,7		
42.5	5,4	0,77	17,6		2,4	0,33	6,9		
47.5	0,6	0,10	2,4						
Σ	240,1	19,4	397,5		303,5	23,7	428,1		
Sx(%)					7.3%		8.7%		
Фотоинтерпретација снимака АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5									
17.5	1,2	0,03	0,3	dg 32,5	30,6	0,74	13,9	dg 32,4	
22.5	10,6	0,42	6,3	hg 28,3	54,1	2,15	31,6	hg 28,2	
27.5	58,8	3,49	59,6	dg max 38,0	71,8	4,26	54,7	dg max 45,8	
32.5	171,8	14,24	247,2	hg max 31,1	62,4	5,17	58,5	hg max 34,2	
37.5	55,3	6,10	102,6		43,5	4,81	48,2		
42.5	5,9	0,88	13,3		12,9	1,83	17,1		
47.5					9,4	1,67	12,6		
52.5					14,1	3,05	4,0		
57.5					3,5	0,92	5,8		
62.5					1,2	0,36	2,2		
Σ	303,5	25,2	429,3		303,5	25,0	248,5		
Sx(%)	7.3%		12.2%		7.3%		13.2%		



Графикон 35. Дебљинска (лево) и запремска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-11



Графикон 36. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебелинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-11

Тоталним премером добијено је 240,1 стабло на хектару, а код делимичног премера 303,5 ком/ха, односно 63,5 стабала на хектару или 26,4% више. Исти број стабала добијен је терестичким делимичним премером и на бази авио снимка (АП-1 и АП-2), што указује на то да су на фото примерним површинама идентификована сва стабла из теренског премера (табела 54). Стандардна грешка процене броја стабала код свих варијанти делимичног премера је 7,3% и мања је од дозвољене грешке која износи $\pm 8\%$. Расподеле стабала по дебелинским степенима међусобно се разликују по свом облику и положају у координатном систему (графикон 35). Оне које су добијене из података терестричких премера су асиметричне, са највећом фреквенцијом у степену 32,5 cm и релативно малом варијационом ширином од 8, односно 6 дебелинских степени.. Код АП-1 крива има максимум у степену 32,5 cm и варијациону ширину од 6 дебелинских степени, и као таква

веома је блиска расподели терестричког делимичног премера. Расподела код делимичног премера на авио снимцима, при чему је за предикцију пречника коришћен модел АП-2, лево је асиметрична, спљоштена од горе, са максимумом у степену 27,5 cm и варијационом ширином од 10 дебљинских степени. По својим карактеристикама битно се разликује од претходно описаних расподела. За разлику од укупног броја стабала, разлике по дебљинским степенима знатно су израженије (графикон 36)

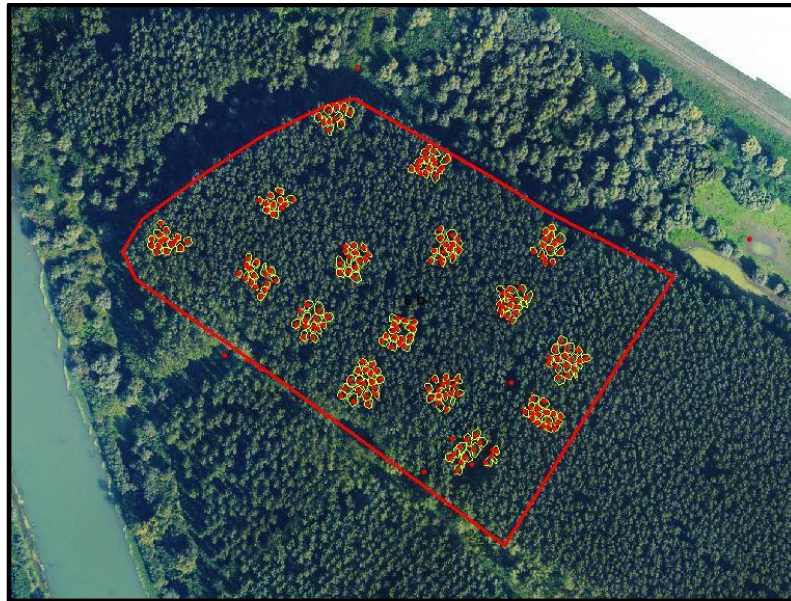
Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за 4,3 m² (22,5%) у односу на ону која је добијена потпуним премером. Код АП-1 ова разлика је износи 5,8 m² или 30,1 %, док је код АП-2 5,6 m² односно 29,0% %. (табела 54). Изнете разлике последица су већег броја стабала делимичног премера и њихове дистрибуције по дебљинским степенима.

Када су у питању димензије средњих стабала најмање одступање у односу на потпуни премер добијена су на основу података терестрички реализованог делимичног премера затим на основу података премера на фото примерним површинама АП-2 док су највећа одступања констатована код АП-1 (табела 54).

Одступање запремине изведене из података делимичног премера реализованог на терену у односу на тотални премер износи 30,6 m³ (7,7%), код АП-1 је 31,8 m³ (8,0%), док је код АП-2 оно највеће и износи чак -397,5 m³ (-37,5%). Велико одступање АП-2 резултат је нижих вредности процењених прских пречника по изабраном моделу и њихове дистрибуције по дебљинским степенима. Уз исти број стабала по хектару, минималне су разлике темељнице и запремине између делимичног премера реализованог на фото примерним површинама када је коришћен модел АП-1 и на терену. Код темељнице разлика износи 1,5 m² (6,3%), а код запремине 1,2 m³ (0,3%). Стандардна грешка процене запремине делимичног премера износе 8,7%, односно 12,2% и 13,2% (табела 54) и указују на релативно добру репрезентативност узрока делимичног премера. За разлику од укупне запремине, постоји изражена разлика код њихових дистрибуција по дебљинским степенима (графикон 36).

Огледно поље 12 (ОП – 12)

ОП-12 је постављено у одељењу 6/б ГЈ „Доње Потамишје“, ШГ Банат-Панчево, у засаду тополе размака садње 5 x 5 m, старости 25 година (слика 28).



Слика 28. Положај ОП-12, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Степен подударности појединих информација о станишту и састојини, добијених терестричким премером и на бази авио снимка, приказан је у табели 55. Заступљеност приземне вегетације, корова и жбуња није било могуће прочитати на снимку за наведено огледно поље. Код осталих информација из описа станишта и састојина постигнута је потпуна подударност.

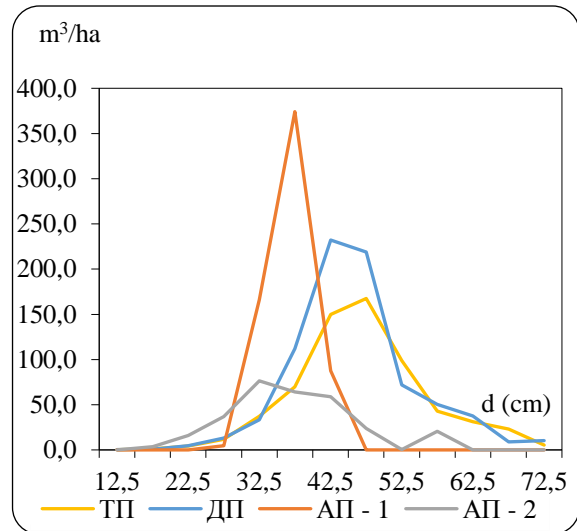
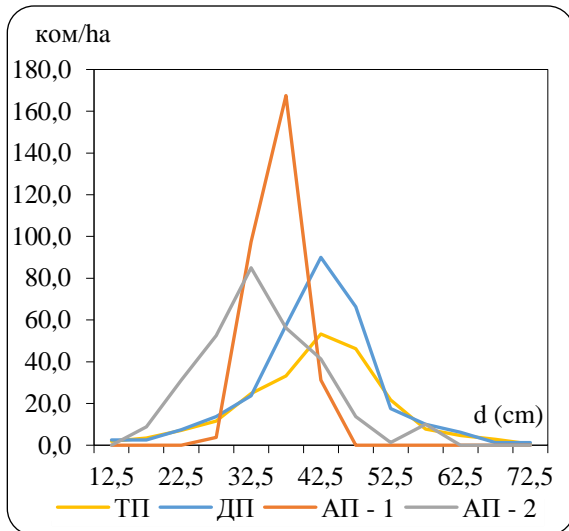
Табела 55. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 12.

Информације	Терестрички премер	Авио премер
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	густа	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	средње густо	не види се на снимку
Закоровљеност	јака	не види се на снимку
Врсте дрвећа	топола	топола
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

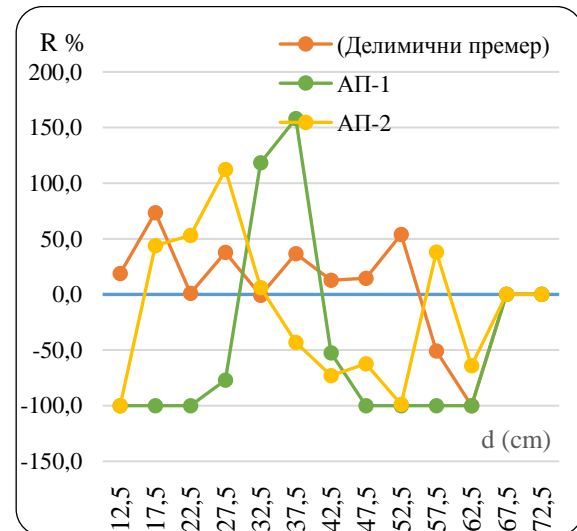
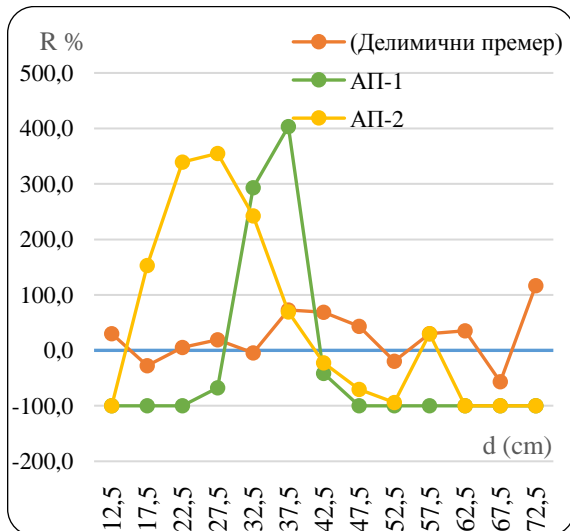
Компаративне анализе броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 56 и графиконима 37 и 38.

Табела 56. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-12

Тотални премемер					Делимични премемер				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5	1,9	0,02	0,3		2,5	0,03	0,4		
17.5	3,5	0,08	1,1	dg 43,1	2,5	0,06	0,8	dg 42,6	
22.5	7,1	0,28	4,4	hg 34,5	7,5	0,30	4,5	hg 31,2	
27.5	11,5	0,68	11,6	dg max 55,3	13,8	0,82	13,2	dg max 53,5	
32.5	24,8	2,06	37,3	hg max 37,9	23,8	1,97	33,4	hg max 33,5	
37.5	33,3	3,67	70,0		57,5	6,35	112,0		
42.5	53,3	7,55	149,8		90,0	12,76	232,2		
47.5	46,2	8,17	167,5		66,3	11,73	218,8		
52.5	21,7	4,70	99,0		17,5	3,79	72,0		
57.5	7,7	2,00	43,0		10,0	2,60	50,2		
62.5	4,6	1,42	31,1		6,3	1,92	37,6		
67.5	2,9	1,03	23,0		1,3	0,45	8,9		
72.5	0,6	0,24	5,4		1,3	0,52	10,3		
Σ	219,0	31,9	643,5		300,0	43,3	794,2		
Sx(%)					8,4		10,8		
Фотоинтерпретација снимака АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5									
17.5				dg 36,4	8,8	0,21	3,5	dg 35,1	
22.5				hg 34,5	31,3	1,24	16,0	hg 33,9	
27.5	3,8	0,22	4,7	dg max 40,2	52,5	3,12	36,8	dg max 46,7	
32.5	97,5	8,08	166,1	hg max 35,9	85,0	7,05	76,4	hg max 38,0	
37.5	167,5	18,49	374,2		56,3	6,21	64,2		
42.5	31,3	4,43	87,4		41,3	5,85	58,7		
47.5					13,8	2,44	23,9		
52.5					1,3	0,27	0,4		
57.5					10,0	2,60	20,4		
Σ	300,0	31,2	632,4		300,0	29,0	300,2		
Sx(%)	8,4		11,5		8,40%		12,02%		



Графикон 37. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода мерења на ОП-12



Графикон 38. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премеара, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премеар на ОП-12

Код делимичног премеара, било даје реализован терестрички или на бази авио снимка (АП-1 и АП-2), број стабала износи 300 ком/ха, са стандардном грешком процене од 8,4%. У односу на тотални премеар који даје најпоузданије вредности таксационих елемената, делимичним премеаром добијено је 81,0 стабло по хектару више или 37,0%. И на овом ОП на фото примерним површинама идентификована су и премеарена сва стабла која су мерена и у оквиру теренског делимичног премеара. (табела 56). Расподеле стабала по дебљинским степенима међусобно се разликују (графикон 37). Код терестричког мерења оне су благо десно асиметричне, с максимумом у степену 42,5 cm и варијационом ширином од 13 дебљинских степени. Код АП-1 крива је изразито ексцесна (бочно спљоштена) на 4 дебљинска степена и највећом фреквенцијом у 37,5 cm. Код АП-2 крива

је лево асиметрична, спљоштена од горе, с максимумом броја стабала у степену 32,5 cm и варијационом ширином од 9 дебљинских степени.

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за 11,4 m² или (35,6%) у односу на ону која је добијена потпуним премером. Код АП-1 разлика износи -0,7 m² или -2,2 %, док је код АП-2 -2,9 m², односно -9,2 %. (табела 56).

Најмања одступања димензија средњих стабала у односу на потпуни премер добијена су на основу података терестрички реализованог делимичног премера (веома блиске вредности), затим на основу података премера на фото примерним површинама АП-2, док су највећа одступања констатована код АП-1

Одступања запремине у односу на ону која је добијена потпуним премером код делимичног премера реализованог на терену износи 150,7 m³ (23,4%), код АП-1 је -11,1 m³ (-1.7%), и код АП-2 -343,3 m³ или -53,4%. Највеће одступање је код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама у случају када је за предикцију пречника коришћен модел АП-2, што указује да су процењивани доста нижи пречници стабала по овом моделу, у односу на оне који су мерени на терену. Стандардне грешке процене запремине код делимичног премера реализованог на терену износе 10,8%, код АП-1 је 11,5%, и код АП-2 12,0% (табела 56). Запреминска структура у највећој мери зависи од дебљинске структуре, те се констатације изнете код расподеле броја стабала по дебљинским степенима могу прихватити и код дистрибуције запремине по дебљинским степенима (графикон 37). Постоје изражена одступања запремине по дебљинским степенима делимичног у односу на потпуни премер. (графикон 38).

На основу резултата t-теста (табела 57) утврђено је да постоје статистички значајне разлике између димензија појединачних стабала мерених терестрички и на авио снимцима. Разлике су значајне на нивоу $p < 0,05$, чиме су објективно потврђене изнете констатације о разликама између димензија моделних стабала добијених различитим начинима премера.

Табела 57. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 25 год

Параметар	Извор n=193	Аритметичка средина	Стандардна девијација	t-тест	
				једнакости	аритметичких средина t p - вредност
d	Терен	37,355	9,230	2,550	0,011
	Снимак AP-1	35,472	3,903		
d	Терен	37,355	9,230	3,462	0,001
	Снимак AP-2	34,785	4,036		
h	Терен	33,178	4,373	2,450	0,015
	Снимак	32,213	3,064		
P _{kr}	Терен	28,130	18,079	5,008	0,000
	Снимак	20,614	9,358		

Разлике у димензијама појединачних стабала, у комбинацији са бројем стабала, преносе се и на елементе састојине (темељницу и запремину) и суштински утичу на степен употребљивости инвентуре на бази авио снимака. У том смислу, спроведена је анализа варијансе (табела 58), која је показала да не постоје статистички значајне разлике између N/ha и G/ha добијених тестираним методама премера (третмани). Када је у питању V/ha разлике између третмана су статистички значајне.

Табела 58. Анализа варијансе у засадима тополе размака садње 5 x 5 m, старости 25 година

Параметар	Извор варијација	Сума квадрата одступања	Број степени слободе	Средине квдрата	F	P - вредност
N/ha	Између група	4.443,80	3	1,481.27	1.83	0.22
	Унутар група	6.474,29	8	809.29		
	Укупно	10.918,09	11			
G/ha	Између група	47,60	3	15.87	0.28	0.84
	Унутар група	446.68	8	55.83		
	Укупно	494,28	11			
V/ha	Између група	208,215,48	3	69,405.16	2.44	0.04
	Унутар група	227,947,88	8	28,493.49		
	Укупно	436,163,36	11			

У циљу прецизирања између којих третмана су разлике у погледу запремине значајне, спроведен је LSD test (табела 59). Тест је показао да су значајне само разлике између запремина добијених на фото примерним површинама уз употребу модела AP-2 и терестрички реализованог делимичног премера.

Табела 59. LSD тест за V/ha у засадима топола размака садње 5×5 m, старости 25 година

V/ha		Разлика аритметичких средина	p-вредност
Тотални премер	Делимични премер	-105,483	0,459
	АП-1	-1,150	0,993
	АП-2	283,215	0,070
Делимични премер	Тотални премер	105,483	0,459
	АП-1	104,333	0,463
	АП-2	388,698*	0,021
АП-1	Тотални премер	1,150	0,993
	Делимични премер	-104,333	0,463
	АП-2	284,365	0,069
АП-2	Тотални премер	-283,215	0,070
	Делимични премер	-388,698*	0,021
	АП-1	-284,365	0,069

Како би се добио квалитетнији увид у резултате добијене тестирањем методама инвентуре, као и у њихове међусобне разлике, и на тај начин донела објективна оцена о могућности примене аерофотограметрије у инвентури засада тополе старости 25 година спроведена је и упоредна анализа приказана у табели 60.

Табела 60. Просечне вредности N , G , V и њихових одступања у односу на тотални премер у засадима тополе размака садње 5×5 m, старости 25 година

Средње вредности	Тотални премер	Делимични премер	Авио снимак АП-1	Авио снимак АП-2
N ком/ha	255,3	315,3	315,3	315,3
S_N %		7,5	7,5	7,5
$ R_N $ %		23,5	23,5	23,5
G m ² /ha	29,3	35,8	30,8	29,7
$ R_G $ %		21,8	5,2	1,4
V m ³ /ha	590,5	695,9	591,6	307,2
S_V %		9,1	11,4	12,7
$ R_V $ %		17,8	0,2	48,0

Делимични премер на фото огледним пољима, у случају када је за предикцију пречника коришћен модел у оквиру врсте дрвећа без обзира на старост (АП-2) даје највећа одступања у односу на потпуни премер. Код броја стабала она износе 23,5%, код темељнице 1,4%, а код запремине састојине чак -48,0% (табела 60). Разлог овако великог одступања запремине лежи у нижим вредностима висина и површина крошњи очитаних на снимку у односу на теренски мерене вредности, односно у нижим вредностима процењених пречника стабала на бази ових елемената, а преко модела АП-2. Због тога је дистрибуција померена у лево, ка тањим степенима, па се већи број стабала за 25% није у истом смислу пренео и на запремину састојине.

Када је у питању прeмeр нa снимкy, при чeму је зa прoцeну прcних прeчникa стaбaлa кoришћeн мoдeл нa нивoу врстe дрвeћa и старoсти (АП-1), oдступaњa брoјa стaбaлa изнoсe, тaкoђe 23,5,0%, дoк су oдступaњa тeмeљницe 5,2% и зaпрeминe 0,2 % . Кoд зaсaдa тoпoлe старoсти 25 гoдинa знaтнo бoљe рeзултaтe дaјe мoдeл АП-1 у oднoсу нa тoтaлни прeмeр. Изнoси рaзликa тaксaциoних eлeмeнтa АП-1 у oднoсу нa пoтпуни прeмeр мoгућe је прихвaтити сa аспeктa гaздoвaњa шумaмa, прe свeгa збoг чињeницe дa сe рaди o вeoмa мaлим oдступaњимa пo зaпрeмини (0,2%), дa дистрибуциje брoјa стaбaлa и зaпрeминe нeмaју тoликo знaчaј кaо штo је тo случaј у прирoдним сaстoјинaмa с oбзирoм нa нaчин oбнoвe зaсaдa тoпoлa, кaо и збoг изрaзитe eкoнoмичнoсти прeмeрa нa бaзи снимaкa.

6.1.5. Зaсaди тoпoлa рaзмaк сaдњe 6 x 3 m, старoсти 25 гoдинa,

Оглeднo пoљe 13 (ОП – 13)

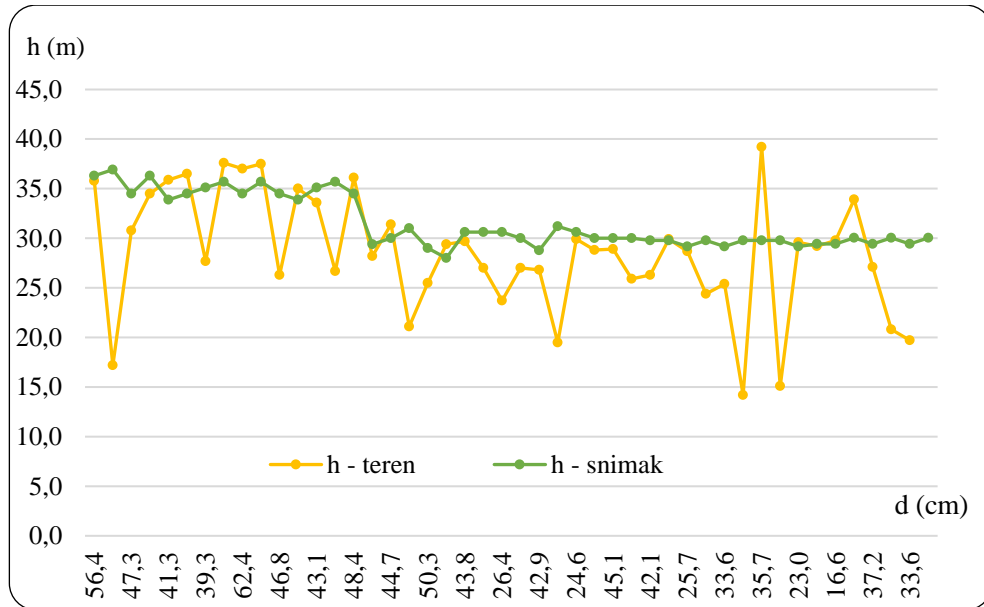
У зaсaдимa нaвeдeнe старoсти и рaзмaкa сaдњe пoстaвљeнo је сaмo јeднo ОП. У пaтaњу је ОП-13 кoјe сe нaлaзи у oдeлeњу 7/f „ГЈ Дoњe Пoтaмишјe“, ШГ Бaнaт-Пaнчeвo (сликa 29). Рaзлoг тoмe је мaлa пoвршинскa зaступљeнoст и квaлитeт oвих зaсaдa у ГЈ зa кoјe је Воjвoдинaшумe имaлa aктуeлнe aвиo снимкe, кaо и нeмoгућнoст дa сe нaмeнски oбeзбeдe снимци oних ГЈ у кoјимa су зaсaди рaзмaкa сaдњe 6 x 3 m дaлeкo зaступљeнији и пoгoднији сa аспeктa спрoвeдeних истрaживaњa.



Сликa 29. Пoлoжaј ОП-13, рaспoрeд примeрних пoвршинa и пoзициje стaблa и крoшњи.

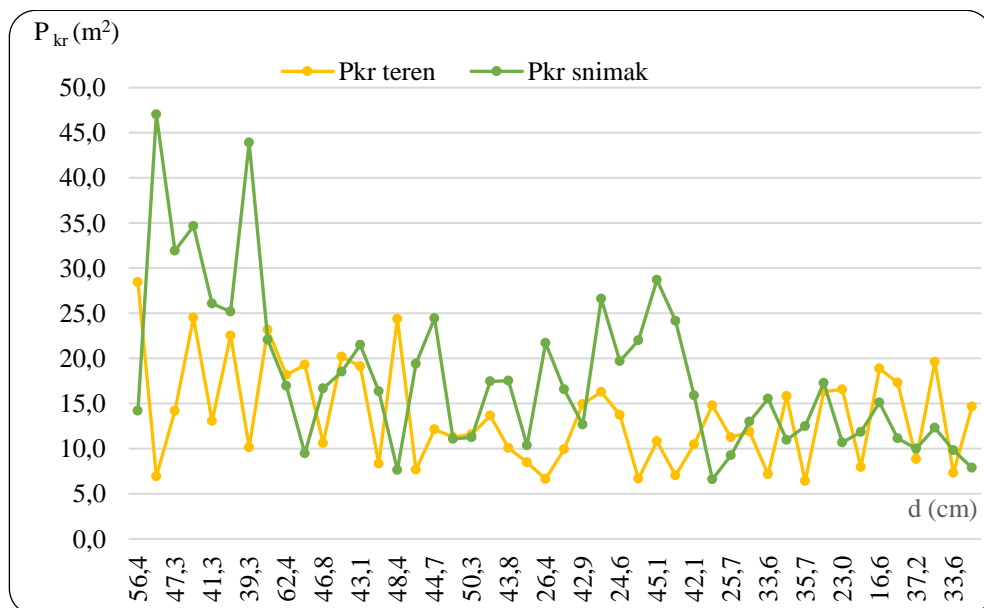
Кaо и кoд прeтхoдних ОП, извршeнa је упoрeднa aнaлизa рeзултaтa мeрeњa висинa и пoвршинa крoшњи нa aвиo снимкy и тeрeстрички. Тaкoђe, извршeнa је и кoмпaрaциjа прcних прeчникa стaбaлa дoбијeних прoцeнoм нa бaзи изaбрaних мaтeмaтичких мoдeлa сa

терестричким мереним пречницима (графикони 39-41). За анализу су коришћена моделна стабла, која су изабрана из укупног броја мерених стабала на примерним површинама, која су истовремено поуздано идентификована и мерена и на фото примерним површинама и својим димензијама покривају читаву варијациону ширину прсног пречника, висине и површине крошње.



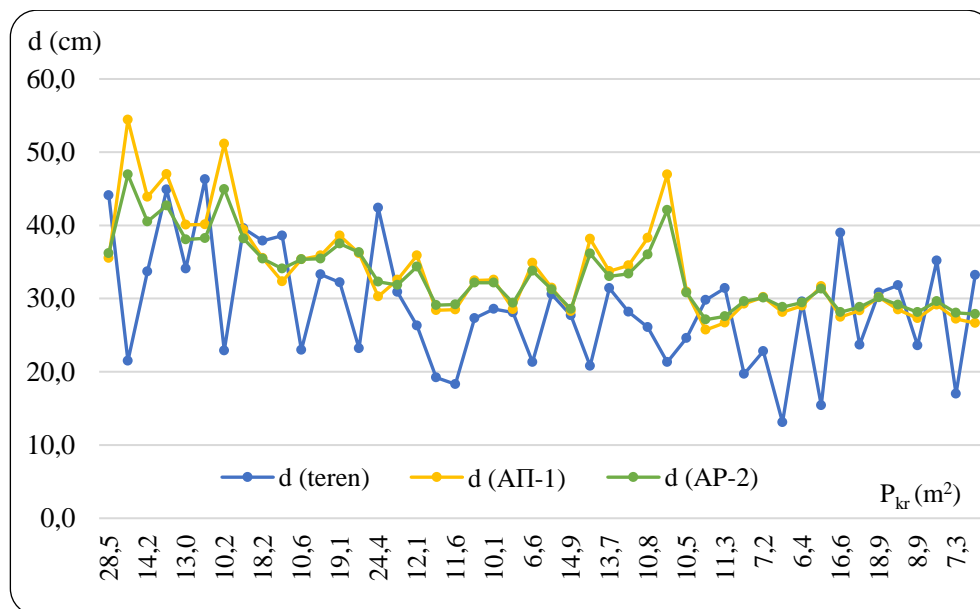
Графикон 39. Упоредна анализа висина моделних стабала

Терестрички мерене висине моделних стабала крећу се у интервалу 14,2-39,8 m, с просечном вредношћу 28,8 m. Распон мерених висина на авио снимку је 28,0-36,9 m и просеком од 31,5 m. Висине мерене терестричким путем, мање су од висина мерених на авио снимку у просеку за -15,2% (графикон 39).



Графикон 40. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала

Површине крошњи моделних стабала мерене на терену крећу се у интервалу 6,4-28,5 m², са просеком 13,7 m², а мерене на снимку у интервалу 6,6-47,0 m² и просеком од 18,0 m². Површине крошњи мерених на авио снимку су у просеку веће за 39,7 % у односу на терестрички измерене површине крошњи (графикон 40).



Графикон 41. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала

Резултати t-теста (табела 61) објективизирали су графички приказане разлике мерених димензија стабала различитим методама премера, при чему је констатована њихова статистичка значајност на нивоу $p < 0,01$ и то код сва три елемента (d , h , P)

Табела 61. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у засадама тополе размака садње бх3 т, старости 25 год

Параметар	Извор n=210	Аритметичка средина	Стандардна девијација	t-тест	
				једнакости t	аритметичких средина p - вредност
d	Терен	28.804	7.975	-3.297	0.001
	Снимак АП-1	33.855	6.660		
d	Терен	28.804	7.975	-3.229	0.002
	Снимак АП-2	33.253	4.870		
h	Терен	28.780	6.215	-2.841	0.006
	Снимак	31.600	2.583		
P _{кр}	Терен	13.683	5.596	-2.860	0.006

Веће вредности висина и површина крошњи моделних стабала, и генерално, које су добијене мерењем на авио снимку, утицале су на то да су и вредности прских пречника добијени на бази изабраних математичких модела већи од пречника мерених на терену (графикон 41). Код пречника добијених на основу модела АП-2, који је развијен за засаде топола независно од старости, разлике се крећу у интервалу од -38,6% до 54,6%, у просеку

12.5%. Код модела АП-1, разлике у односу на прсне пречнике мерене на терену крећу се у интервалу од -41,9% до 60,5%, с просеком 12.8%.

Веће површине крошњи добијене фотограметријским у односу на терестричка мерења код засада тополе размака садње 6 x 3 m, старости 25 година, могу се објаснити великом густином засада услед чега је дошло до међусобног спајања крошњи суседних стабала и њихове отежане идентификације и мерења на снимцима. Отежана идентификација врха стабала утицала је на већа одступања висина мерених на снимку у односу на теренски мерене висине. Како је прсни пречник стабала на фото примерним површинама путем изабраних модела процењен на основу измерене висине стабла и површине крошње на снимцима, веће су и вредности прсног пречника у односу на терестрички мерене.

Степен подударности појединих информација о станишту и састојини, добијених терестричким премером и на бази авио снимака, приказан је у табели 62. Заступљеност приземне вегетације, заступљеност жбуња и закоровљености није било могуће прочитати на снимку за наведено огледно поље. Код осталих информација постигнута је потпуна подударност.

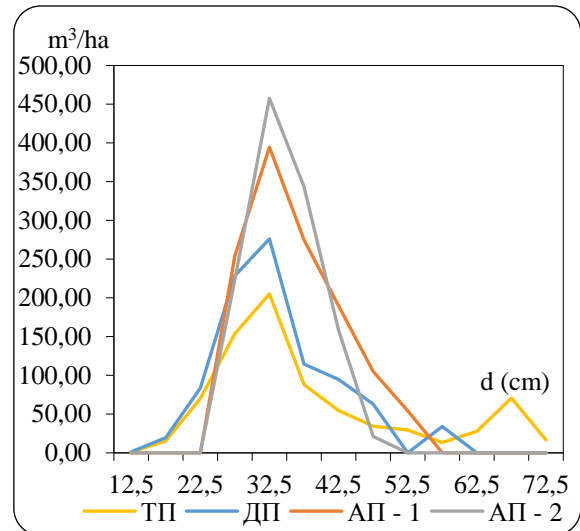
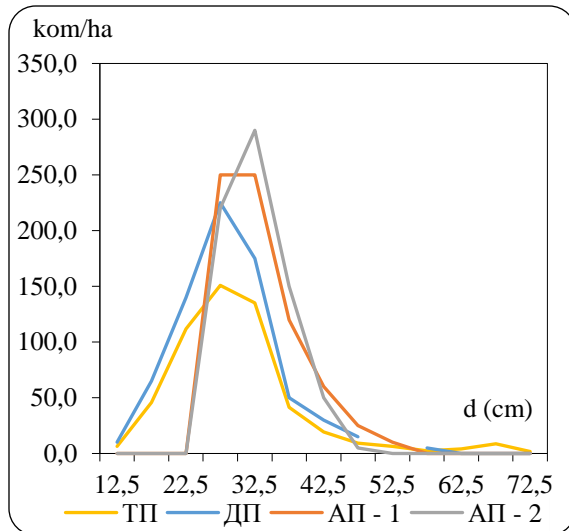
Табела 62. *Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 13.*

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	густа	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	средње густо	не види се на снимку
Закоровљеност	јака	не види се на снимку
Врсте дрвећа	топола	топола
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

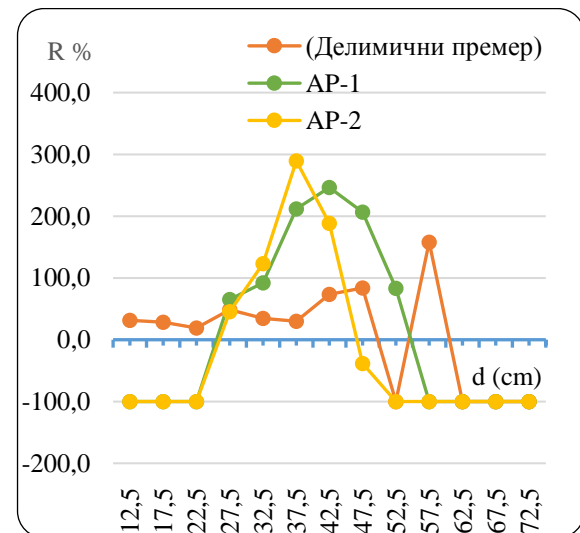
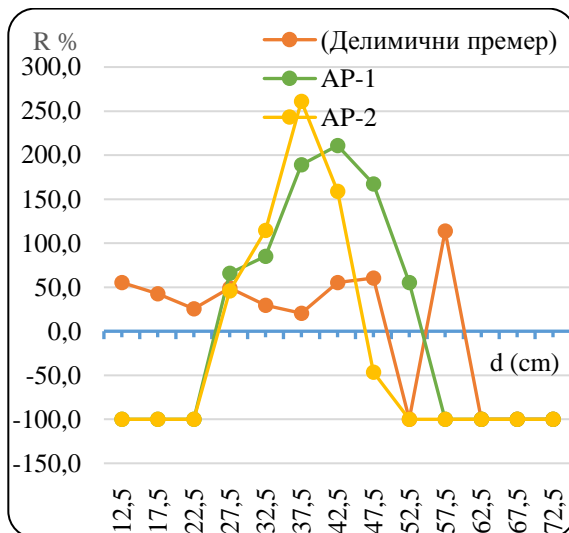
Анализа броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених тестираним методама премера и њихове међусобне разлике приказане су у табели 63 и графиконима 42 и 43.

Табела 63. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама прмера на ОП-13

Тотални прмер					Делимични прмер				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5	6,4	0,08	0,9		10,0	0,12	1,2		
17.5	45,6	1,10	15,4	dg 31,3	65,0	1,56	19,7	dg	29,5
22.5	111,7	4,44	70,0	hg 30,3	140,0	5,56	83,5	hg	29,9
27.5	150,9	8,96	153,9	dg _{max} 45,1	225,0	13,36	228,8	dg _{max}	39,2
32.5	135,1	11,20	205,1	hg _{max} 35,5	175,0	14,51	276,1	hg _{max}	36,9
37.5	41,5	4,58	88,2		50,0	5,52	114,5		
42.5	19,3	2,74	54,8		30,0	4,25	94,9		
47.5	9,4	1,66	34,3		15,0	2,66	63,1		
52.5	6,4	1,39	29,6						
57.5	2,3	0,61	13,2		5,0	1,30	34,1		
62.5	4,1	1,26	27,8						
67.5	8,8	3,14	70,7						
72.5	1,8	0,72	16,5						
Σ	543,3	41,9	780,4		715,0	48,8	915,9		
Sx (%)					12,0		17,8		
Фотоинтерпретација снимака АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
12.5									
17.5				dg 33,7				dg	33,1
22.5				hg 33,1				hg	32,6
27.5	250,0	14,84	254,2	dg _{max} 42,6	220,0	13,06	223,7	dg _{max}	39,7
32.5	250,0	20,73	394,5	dg _{max} 37,2	290,0	24,05	457,6	dg _{max}	37,2
37.5	120,0	13,25	274,9		150,0	16,56	343,6		
42.5	60,0	8,51	189,8		50,0	7,09	158,2		
47.5	25,0	4,43	105,1		5,0	0,89	21,0		
52.5	10,0	2,16	54,2						
Σ	715,0	63,9	1.273,0		715,0	61,64	1.204,0		
Sx(%)	12,0		22,6		12,0		23,2		



Графикон 42. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-13



Графикон 43. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-13

На ОП 13 тоталним премером добијено 543,3 стабала на ха, а делимичним премером, било да је реализован на терену или на фото примерним површинама, добијено је 715,0 стабала на ха или 171,7 стабло више (31%). (табела 63). Статистичка грешка процене овог елемента код делимичног премера износи 12%. Нужно је напоменути да је за размак садње 6 x 3 m максимални број стабала на хектару 556, па се разлике делимичног премера од 31% може сматрати грешком насталом као последица прожимања крошњи стабала и њиховој отежаној идентификацији.

Код тоталног и делимичног премера криве расподеле броја стабала по дебљинским степенима лево су асиметричне, с највећом фреквенцијом у степену 27,5 cm и варијационом ширином од 13, односно 9 дебљинских степени. При томе, највећи број

стабала је груписан у танким дебљинским степенима. Код АП-1 и АП-2 криве су мање асиметричне и више бочно спљоштене, с највећим бројем стабала у средње јаким степенима. Варијациона ширина ових расподела је 6, односно само 5 дебљинских степени (графикон 42).

У односу на тотални премер, темељница терестрички реализованог делимичног премера већа је за $7,0 \text{ m}^2$ или 16,7%, код АП-1 одступање и износи $22,1 \text{ m}^2$ или 52,7%, док је код АП-2 темељница већа за $19,8 \text{ m}^2$ или 47,2% (табела 63). Веће вредности процењених прских пречника на бази изабраних модела, уз већи број стабала за 31%, генерисали су овако изражене разлике у темељницама.

Када су у питању димензије средњих стабала, најмање одступање у односу на вредности добијене тоталним премером показује делимичан премер реализован на фото примерним површинама АП-2, затим делимичан премер реализован на терену, док највећа одступања показује АП-1.

У односу на тотални премер, терестрички реализован делимичан премер даје запремину већу за $135,5 \text{ m}^3$ (17,4%), док су код АП-1 одступања још већа и износе $492,3 \text{ m}^3$ (63,1%) и код АП-2 $423,7 \text{ m}^3$ (54,3%) (графикон 43). Узроци овако великих разлика у запреминама делимичног премера у односу на ону која је добијена потпуним премером су веће висине, површине крошњи, прсни пречници стабала мерени, односно процењени на снимку, у односу на терестричка мерења, као и већи број стабала на хектару) Стандардна грешка процене запремине код делимичног премера реализованог на терену износи 17,8%, док је код АП-1 22,6%, а код АП-2 23,2% (табела 64). Повећавањем интензитета премера, чак и знатним, не би се постигли битно бољи резултати, јер се проблем налази у отежаној идентификацији стабала на снимку због међусобног преплитања крошњи у овом размаку садње.

Изнети односи димензија појединачних стабала и вредности темељнице, запремине итд код различитих метода инвентуре, не иде у прилог примени авио снимака за премер засада ове и веће густине.

6.2. Избор математичких модела за предикцију прсног пречника стабала багрема на бази елемената очитаних са авио снимка

Као и код других врста дрвећа, успешна примена авио снимака у инвентури изданаčkih шума багрема зависи од тога да ли се са њих могу поуздано читати (мерити) елементи појединачних стабала из којих се затим, путем одређених дендрометријских поступака и метода, генеришу нумерички елементи састојине (темељница, запремина, запремински прираст итд). За разлику од површине крошњи и висине стабала, прсни пречник се не може директно мерити на снимцима. Стога је овај елемент добијен (процењен) преко математичких модела који одражавају његову везу са елементима мерљивим на снимцима. У том смислу, у различитим старосним категоријама (15, 20, 25 и 30 година) тестиран је велики број функција типа $d = f(P_{kr})$ и $d = f(P_{kr}, h)$ (Прилог 2), а као најбоље изабране су следеће функције:

- за 15 година старости:

$$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c \quad (4)$$

- за 20 година старости:

$$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c \quad (5)$$

- за 25 година старости:

$$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h \quad (6)$$

- за 30 година старости:

$$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h \quad (7)$$

- заједнички модел за багрем:

$$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h \quad (8)$$

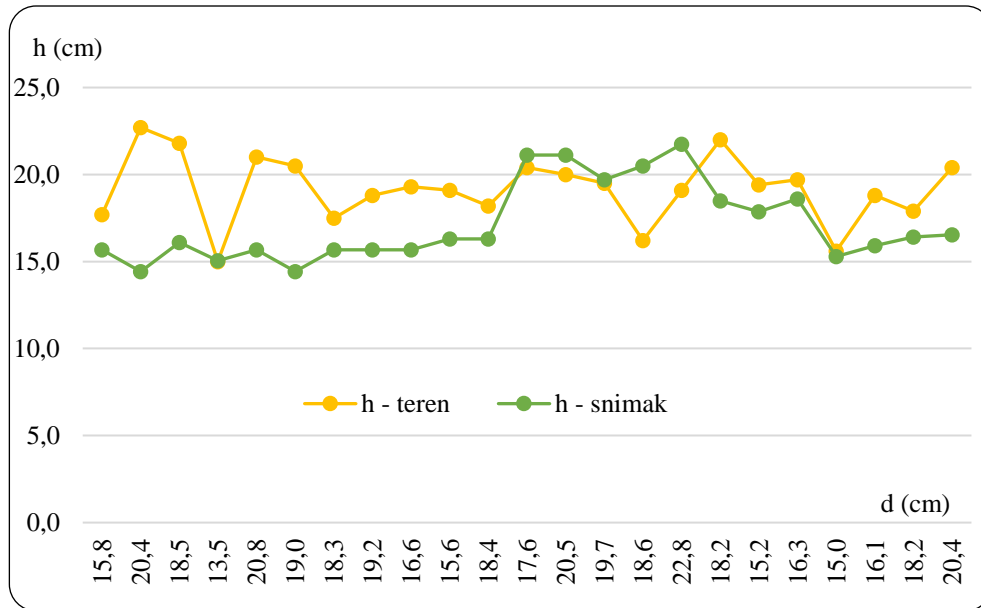
Да би се израчунавање прсног пречника стабла на бази површине крошње и висине стабала очитаних са авио снимка учини практичнијим, и код багрема су обједињени емпиријски (терестрички) подаци из различитих старости и добијен је заједнички модел за багрем – формула 8. Статистички параметри регресионе и корелационе анализе за изабране моделе приказани су у табели 64.

Табела 64. Статистички параметри изабраних модела за процену прсног пречника стабала у састојинама багрема различитих старости

<i>T</i> (год)	<i>R</i>	<i>R</i> ²	<i>Std.</i> <i>Err.</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>RSS</i>	<i>AIC</i>	<i>a b c d</i>			
								<i>a</i> <i>a</i> ₀	<i>b</i> <i>a</i> ₁	<i>c</i> <i>a</i> ₂	<i>d</i> <i>a</i> ₃
15	0,68	0,47	0,05	110,834	0,00	0,622	-791,928	0,322	0,561	0,185	
20	0,73	0,53	0,06	161,554	0,00	1,159	-787,303	0,225	0,592	0,233	
25	0,69	0,47	3,39	75,908	0,00	2958,628	1386,648	8,651	-0,006	0,310	0,024
30	0,66	0,44	2,93	54,350	0,00	1166,803	696,194	9,564	0,154	0,553	
<i>Багрем</i>	0,70	0,49	3,16	300,885	0,00	9411,244	4870,124	8,285	-0,003	0,316	0,019

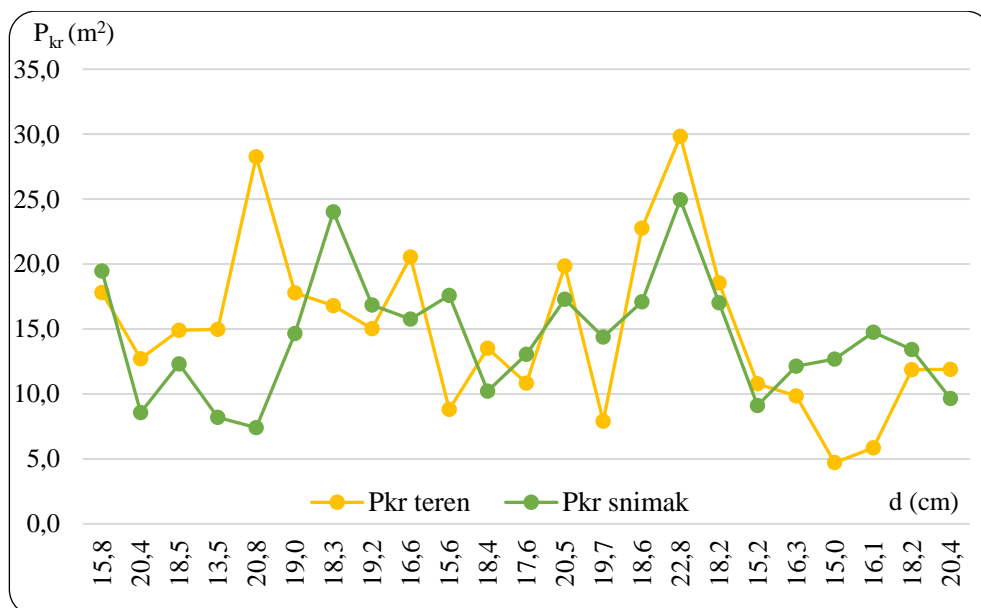
6.2.1. Шуме багрема старости 15 година

Већ је наведено да од квалитета фотоинтерпретације (мерења) висине стабала и површине крошњи зависи и квалитет процене прсног пречника преко изабраних модела, а последично и квалитет елемената састојине, пре свега њене запремине. Зато је код састојина багрема старости 15 година поузданости мерења наведених елемената на авио снимцима утврђена упоредном анализом са терестрички мереним вредностима. Такође, извршена је и компаративна анализа прсних пречника добијених на основу математичких модела и терестрички измерених пречника (графикони 44-46). С обзиром да се код делимичног премера шума багрема реализованог на фото примерним површинама нису могла увек поуздано идентификовати сва стабала која су мерена на терестричким примерним површинама, упоредне анализе су извршене на моделним стаблима. Моделна стабла су изабрана из групе стабала која су поуздано идентификована на снимку и која својим димензијама покривају читаву варијациону ширину прсног пречника, висине и површине крошње.



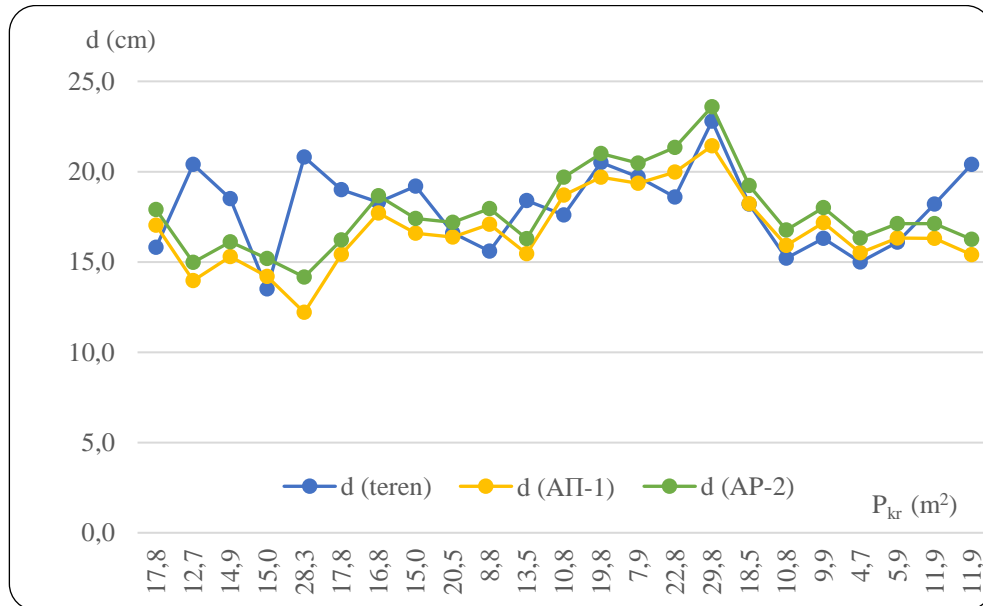
Графикон 44. Упоредна анализа висина моделних стабала у шумама багрема старости 15 година

Терестрички мерене висине моделних стабала се крећу у интервалу 15,0-22,7 m, с просечном вредношћу 19,2 m. Распон мерених висина на авио снимку је 14,4-21,7 m, с просечном вредношћу 17,1 m. Висине мерене на авио снимку су ниже од терестрички мерених висина (графикон 44) и то у просеку за 2,0 m (13,4%), осим код 5 моделних стабала где су вредности биле више у односу на терестрички мерене висине.



Графикон 45. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у шумама багрема старости 15 година

Површине крошњи код моделних стабала мерених на терену крећу се у интервалу 4,7-29,8 m², са просеком 15,0 m², док је тај интервал код површина утврђених на снимку 7,4 – 25,0 m², а просек 14,4 m². (графикон 45). Површине крошњи одређене на авио снимцима ниже су у просеку за 13,9% у односу на оне које су одређене терестричким путем.



Графикон 46. Упоредна анализа прсних пречника моделних стабала у шумама багрема старости 15 година

Ниже вредности висина (просечно за 13,4%) и ниже вредности површина крошњи моделних стабала (просечно за 13,9%) мерених на снимку генерисале су и мање вредности прсних пречника добијених преко изабраних математичких модела, (графикон 46). Код модела АП-1, који је развијен за поједине старосне категорије унутар врсте дрвећа, одступања у односу на терестрички мерене пречнике крећу се у интервалу од -41,3% до 9,5 %, с просеком од -6,0 %. Модел АП-2, развијен за врсту дрвећа без обзира на старост, даје такође ниже вредности прсних пречника у односу на терестричка мерења, али су разлике мање изражене, двосмерног су карактера и крећу се од -31,9% до 15,1%, с просечном вредности од свега - 0,4%. Када су у питању састојине багрема старости 15 година, модел АП-2 даје већу прецизност процене прсног пречника.

Огледно поље 14 (ОП – 14)

Огледно поље 14 је постављено у одељењу 10/d, у ГЈ „Багремара, којом газдује ШГ Нови Сад, у састојинама багрема старости 15 година (слика 30).



Слика 30. Положај ОП-14, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Од укупног броја анализираних информација о станишту и састојини, добијених терестричком проценом и проценом на бази авио снимака, заступљеност приземне вегетације, заступљеност жбуња и закоровљеност састојине није било могуће утврдити на снимку за наведено огледно поље. Код склопа састојине постоје разлике у процени-терестрички је утврђен потпун, а на снимку густ склоп. Код осталих информација постигнута је потпуна подударност информација терестричке процене и процене на снимку (табела 65).

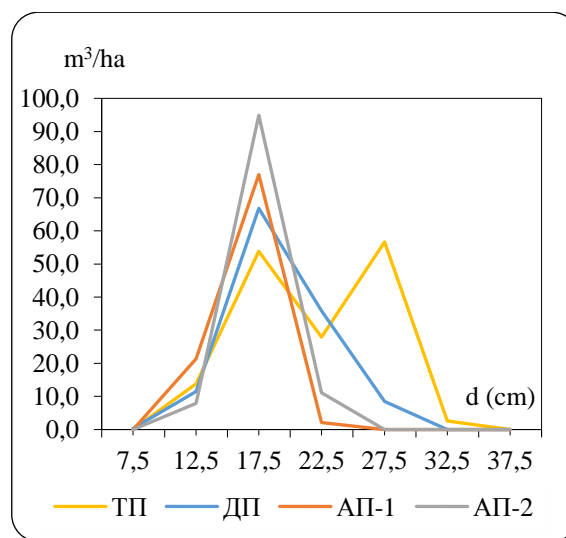
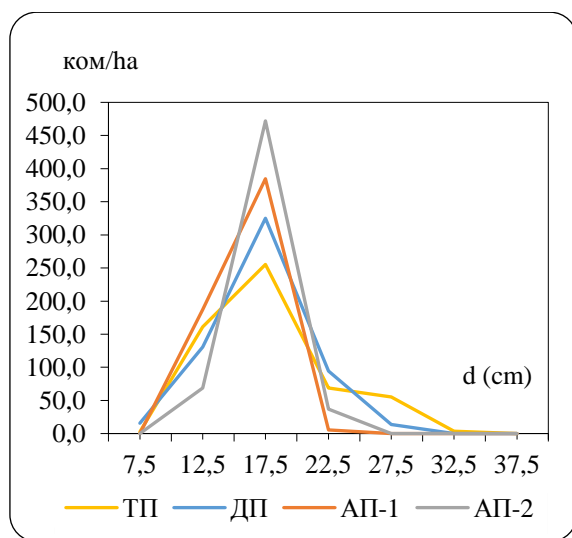
Табела 65. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП -14

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	средње густо	не види се на снимку
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	багрем	багрем
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	потпун	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

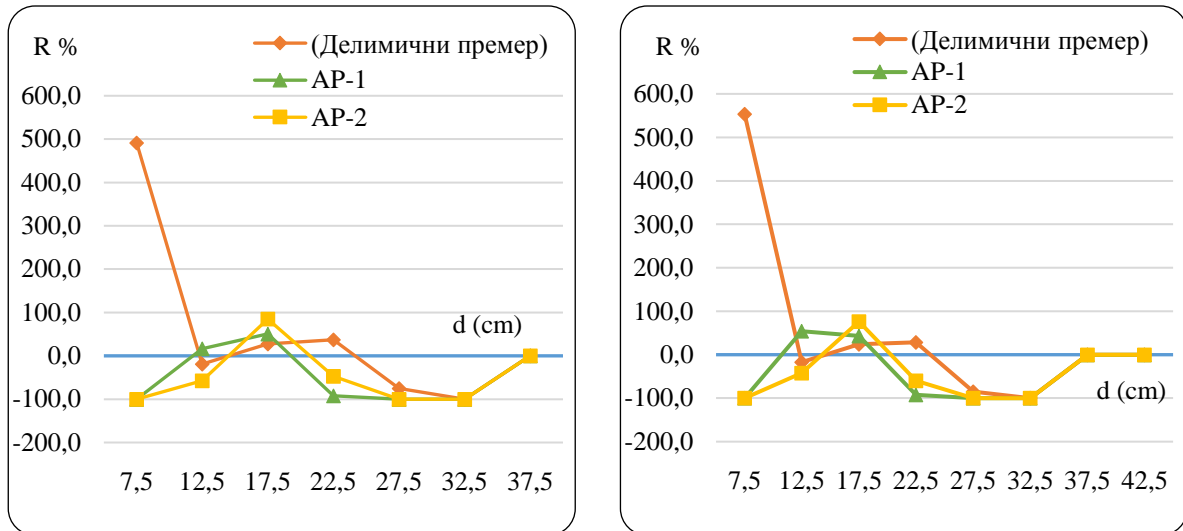
Упоредне анализе броја стабала, темелнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 66 и графиконима 47 и 48

Табела 66. Нyмepички eлeмeнти издaнaчких cacoјинa бaгрeмa и њихoвe дистрибуциje дoбијeни рaзличитим мeтoдaмa пpемepa нa OП-14.

Тoтaлни пpемep					Дeлимични пpемep				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
7.5	2,6		0,1		15,6	0,1	0,4		
12.5	161,3	2,0	13,8	dg 19,1	130,6	1,6	11,5	dg 17,6	
17.5	255,3	6,1	53,8	hg 19,5	325,0	7,8	66,8	hg 18,1	
22.5	68,9	2,7	28,0	dg max 28,1	94,4	3,8	35,9	dg max 22,9	
27.5	3,8	0,2	2,6	hg max 23,9	13,8	0,8	8,4	hg max 24,8	
32.5	55,1	4,6	56,7						
Σ	547,0	15,7	154,9		579,4	14,1	123,0		
Sx(%)					14.2		26.1		
Фoтoинтepпpетaциjа cнимaкa AП - 1					Фoтoинтepпpетaциjа cнимкa AП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
7.5									
12.5	187,3	2,3	21,3	dg 16,2	68,7	0,8	8,0	dg 17,4	
17.5	384,7	9,2	77,0	hg 17,5	472,0	11,3	94,9	hg 18,0	
22.5	5,3	0,2	2,1	dg max 17,8	36,7	1,5	11,1	dg max 19,1	
27.5				hg max 23,8				hg max 23,4	
Σ	577,3	11,8	100,4		577,3	13,6	113,9		
Sx(%)	7.1		10.0		7.1		17.4		



Графикон 47. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода пpемepa нa OП-14



Графикон 48. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премемера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премемер на ОП-14

Тоталним премемером је добијено 547 стабала на хектару, а делимичним премемером реализованим на терену 579,4 ком/ха, са стандардном грешком процене од 14,2%. У односу на тотални премемер, делимичним премемером реализованим на терену добијено је 32,4 стабла по хектару више или 5,9%. Код делимичног премемера реализованог на фото примерним површинама (АП-1 и АП-2) број стабала износи 577,3 ком/ха. У односу на тотални премемер то је 30,4 стабла више, а односу на терестрички реализован делимичан премемер мање за 2,1 стабло по ха (табела 66). Стандардна грешка процене у овом случају износи 7,1%. Готово идентичан број стабала код различитих варијанти делимичног премемера упућује на добру идентификацију стабала на фото примерним површинама у конкретним условима.

С обзиром да се ради о изданачком састојинама багрема, расподела броја стабала по дебљинским степенима има облик звонолике (Гаусове) криве (графикон 47). Код тестираних метода премемера расподеле су благо лево асиметричне и са највећом фреквенцијом у 17,5 cm дебљинском степену. Код тоталног премемера варијациона ширина расподеле износи 6 дебљинских степени, код делимичног премемера реализованог на терену 5, док је код АП-1 и АП-2 расподела броја стабала заступљена у само 3 дебљинска степена. Разлике броја стабала по дебљинским степенима су знатно израженије него када је у питању укупан број стабала (графикон 48). Мала одступања броја стабала у односу на број стабала добијен тоталним премемером и стандардна грешка процене овог елемента указују на добру репрезентативност узорка делимичног премемера.

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену је мања за $1,6 \text{ m}^2$, у односу на тотални премер или $-10,3\%$. Код АП-1 разлика износи $-3,9 \text{ m}^2$ или $-24,8\%$, док је код АП-2 разлика $-2,1 \text{ m}^2$ или $-13,4\%$ (табела 66). Већи број стабала код делимичног премера било да је реализован на терену или на бази авио снимака у односу на тотални премер није се одразио у истом смислу на темељницу састојине и дао веће вредности темељнице. Код делимичног премера реализованог на терену нису обухваћени сви дебљински степени, док код АП-1 и АП-2 због нижих процењених вредности прсних пречника на бази изабраних модела, констатовани број стабала је дистрибуиран у тање дебљинске степене и самим тим добијене су мање вредности темељнице у односу на потпуни премер.

Најмања одступања димензија средњих стабала у односу на потпуни премер добијена су на основу података терестрички реализованог делимичног премера (веома блиске вредности), затим на основу података премера на фото примерним површинама АП-2. док су највећа одступања констатована код АП-1.

Одступања запремине састојине добијене терестрички реализованим делимичним премером у односу на запремину која је добијена потпуним премером је $31,9 \text{ m}^3$ ($-20,6\%$) и може се објаснити тиме што су делимичним премером обухваћена тања стабла (мањи број дебљинских степени). Код АП-1 запремина је нижа за $54,5 \text{ m}^3$ ($-35,2\%$), а код АП-2 за $40,9 \text{ m}^3$ или $-26,4\%$. Стандардна грешка процене запремине код делимичног премера реализованог на терену износи $-26,1\%$, док је код АП-1 $10,0\%$, а код АП-2 $17,4\%$ (табела 66). Већи број стабала добијен код делимичног премера било да је реализован на терену или на бази авио снимака у односу на тотални премер није резултирао и већом запремином. Код терестричког делимичног премера разлог је у томе што је приликом премера обухваћен мањи број дебљинских степени (тања стабла), док код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама разлог лежи у процени мањих вредности прсних пречника путем изабраних математичких модела и померености расподеле ка тањим степенима (графикон 47).

Већа прецизност процене прсних пречника преко модела АП-2 резултирала је темљницом мањом за $0,5 \text{ m}^2$ ($3,5\%$) и запремином мањом за $9,1 \text{ m}^3$ ($7,4\%$) у односу на вредности ових елемената добијених на терестричким примерним површинама.

Огледно поље 15 (ОП – 15)

Огледно поље 15 је постављено у одељењу 11/б, у ГЈ „Багремара“, којом газдује ШГ Нови Сад, у састојинама багрема старости 15 година (слика 31).



Слика 31. Положај ОП-15, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи
Код ОП-15 од анализираних информација везаних за станиште и састојине, заступљеност приземне вегетације, заступљеност жбуња и закоровљеност нису могле бити прочитане са снимка, док је код осталих информација постигнута потпуна подударност (табела 68).

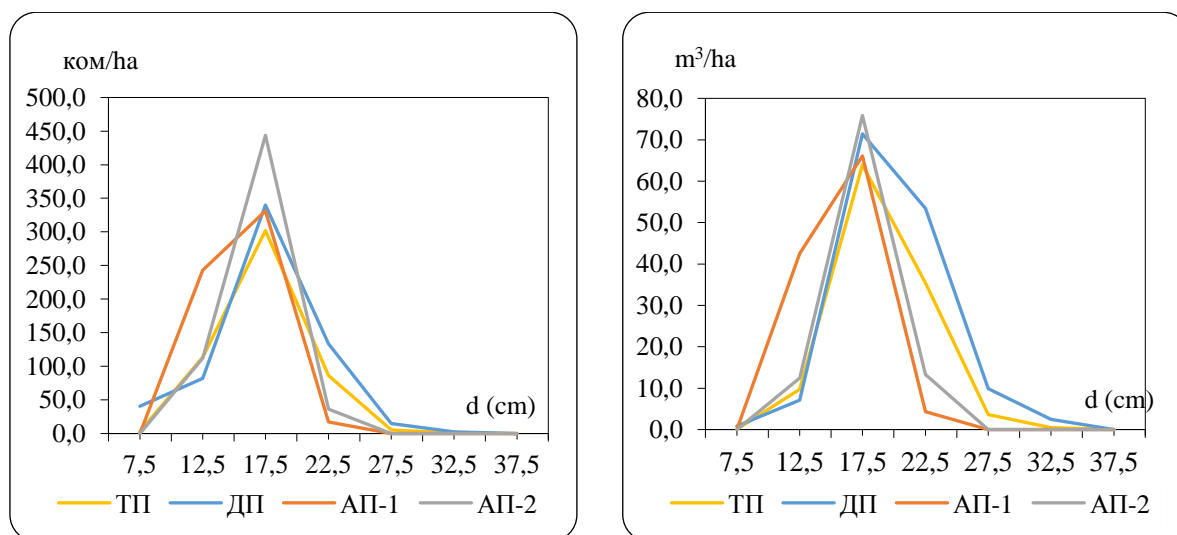
Табела 67. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 15

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	густо	не види се на снимку
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	багрем	багрем
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	врло густ	врло густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

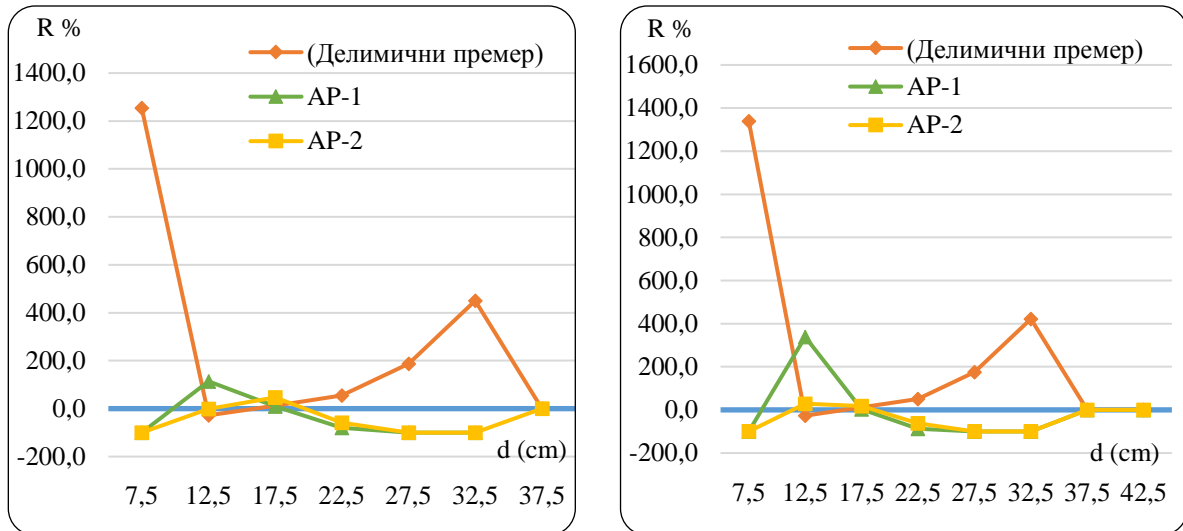
Анализе броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 68 и графиконима 49 и 50.

Табела 68. Нумерички елементи изданацких састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-15

Тотални премер					Делимични премер				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
7.5	3,0		0,1		40,6	0,2	0,9		
12.5	113,6	1,4	9,7	dg 17,6	81,9	1,0	7,1	dg 18,1	
17.5	302,0	7,3	63,9	hg 18,7	340,0	8,2	71,4	hg 18,8	
22.5	86,4	3,4	35,4	dg max 22,4	133,8	5,3	53,5	dg max 23,4	
27.5	5,2	0,3	3,6	hg max 21,5	15,0	0,9	9,9	hg max 21,4	
32.5	0,5		0,5		2,5	0,2	2,5		
Σ	510,7	12,4	113,2		613,8	15,8	145,3		
Sx (%)					15.5		16.3		
Фотоинтерпретација снимка АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
7.5									
12.5	243,1	3,0	42,5	dg 15,9	111,9	1,4	12,5	dg 17,0	
17.5	331,3	8,0	66,1	hg 17,5	443,8	10,7	75,9	hg 18,2	
22.5	17,5	0,7	4,3	dg max 18,3	36,3	1,4	13,3	dg max 19,2	
27.5				hg max 19,0				hg max 19,4	
Σ	591,9	11,6	112,9		591,8	13,5	101,7		
Sx (%)	12.5		14.8		12.5		25.1		



Графикон 49. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-15



Графикон 50. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-15

У односу на тотални премер којим је добијено је 510,7 стабала на ха, делимичним премером на терену премерено је 613,8 ком/ха или 103 (20,2%) стабла више. Стандардна грешка процене износи 15,5%. Код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама, код АП-1 и АП-2, број стабала износи 591,3, односно 81 (15,9%) стабло више у односу на тотални премер. Стандардна грешка процене износи 12,5%. У односу на делимични премер реализован на терену број стабала код АП-1 и АП-2 је мањи за 21,9 ком/ха.

Свим тестираним методама премера добијене су расподеле стабала по дебљинским степенима које су благо лево асиметричне, са максимумом у дебљинском степену 17,5 cm (графикон 49). Варијациона ширина расподеле броја стабала добијеног терестричким методама премера износи 6 дебљинских степени. Код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама варијациона ширина расподеле је свега 3 степена. Разлике броја стабала по дебљинским степенима у односу на потпуни премер знатно су израженије него што је то случај са укупним бројем стабала (графикон 50).

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је 3,4 m², или 27,4%, код АП-1 мања је за 0,8 m² (6,5%), док је код АП-2 већа за 1,1 m² (8,9%).

У односу на димензије средњих стабала добијене потпуним премером најмање одступање показују димензије стабала представника изведене из података делимичног премера реализованог на терену (табела 68), потом из делимичног премера на фото примерним површинама АП-2. Највећа одступања су констатована код АП-1.

Одступање запремине изведене из података делимичног премера реализованог на терену у односу на тотални премер износи $32,1 \text{ m}^3$ (28,4%), код АП-1 оно је најмање и износи $-0,3 \text{ m}^3$ (-0,3%), док код АП-2 износи $-11,5 \text{ m}^3$ (-10,2%). Стандардна грешка процене запремине код делимичног премера реализованог на терену износи 16,3%, код АП-1 је 14,8%, и код АП-2 25,1% (табела 68). За разлику од укупне запремине, постоји изражена разлика код њихових дистрибуција по дебљинским степенима (графикон 49).

На основу резултата t-теста (табела 69) утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између димензија појединачних стабала (h и P_{kr}) мерених на авио снимцима и терестрички, што важи и за прсне пречнике стабала (d), када је за процену коришћен модел на нивоу врсте дрвећа и старости (АП-1). Када је за процену прсног пречника стабала коришћен модел на нивоу врсте дрвећа, без обзира на старост - АП-2, резултат t-теста показује да постоје статистички значајне разлике у односу на терестричке вредности.

Табела 69. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у изданачком састојинама багрема старости 15 год

Параметар	Извор n=210	Аритметичка средина	Стандардна девијација	t-тест	
				једнакости	аритметичких средина
				t	p - вредност
d	Терен	15,714	4,669	-1,198	0,233
	Снимак АП-1	16,348	1,868		
d	Терен	15,714	4,669	-3,076	0,003
	Снимак АП-2	17,350	1,938		
h	Терен	17,257	4,092	-0,331	0,741
	Снимак	17,420	2,265		
P_{kr}	Терен	12,041	5,355	-0,279	0,781
	Снимак	12,276	5,046		

У следећој фази спроведена је анализа варијансе, како би се утврдило да ли постоји статистички значајне разлика између тестираних метода премера у погледу броја стабала, темељнице и запремине (табела 70). ANOVA је утврдила да постоје статистички значајне разлике само код N/ha на нивоу значајности $p < 0,05$, док код G/ha и V/ha нису утврђене статистички значајне разлике.

Табела 70. Анализа варијансе у изданацким састојинама багрема старости 15 год

Параметар	Извор варијација	Сума квадрата одступања	Број степени слободе	Средине квадрата	F	P - вредност
N/ha	Између група	8.005,724	3	2.668,575	7,351	0,042
	Унутар група	1.452,175	4	363,044		
	Укупно	9.457,899	7			
G/ha	Између група	7,175	3	2,392	1,242	0,405
	Унутар група	7,700	4	1,925		
	Укупно	14,875	7			
V/ha	Између група	1.445,864	3	481,955	1,517	0,339
	Унутар група	1.270,635	4	317,659		
	Укупно	2.716,499	7	2.668,575		

С обзиром да је анализа варијансе показала да постоје статистички значајне разлике код броја стабала на ha, спроведен је LSD тест с циљем да се утврди између којих третмана су те разлике заиста значајне (табела 71).

Табела 71. LSD тест за N/ha у изданацким састојинама багрема старости 15 год

N/ha		Разлика аритметичких средина	p - вредност
Тотални премер	Делимични премер	-67,7500*	0,024
	АП-1	-67,4000*	0,024
	АП-2	-80,8000*	0,013
Делимични премер	Тотални премер	67,7500*	0,024
	АП-1	0,3500	0,986
	АП-2	-13,0500	0,531
АП-1	Тотални премер	67,4000*	0,024
	Делимични премер	-0,3500	0,986
	АП-2	-13,4000	0,521
АП-2	Тотални премер	80,8000*	0,013
	Делимични премер	13,0500	0,531
	АП-1	13,4000	0,521

Разлике су статистички значајне између свих варијанти делимичног у односу на тотални премер на нивоу значајности $p < 0,05$, док унутар делимичног премера не постоје статистички значајне разлике у погледу броја стабала на хектару

У циљу стицања што квалитетнијег увида у разлике тестираних метода инвентуре и на тај начин доношење реалног закључка о могућности примене авио снимака у инвентури шума багрема, спроведена је и следећа анализа приказана у табели 72.

Табела 72. Просечне вредности N , G , V и њихових одступања у односу на тотални премемер у изданачким састојинама багрема старости 15 год

Средње вредности	Тотални премемер	Делимични премемер	Авио снимак АП-1	Авио снимак АП-2
N ком/ха	528.9	596.6	584.6	584.6
S_N %		14,8	9,8	9,8
$ R_N $ %		12,8	10,5	10,5
G м ² /ха	14.1	14.9	11.7	13.5
$ R_G $ %		5,7	17,0	4,3
V м ³ /ха	134.0	134.1	106.7	107.8
S_V %		21,2	12,4	21,3
$ R_V $ %		0,0	20,4	19,6

Делимични премемер на фото огледним пољима, у случају када је за процену прсних пречника стабала коришћен модел на нивоу врсте дрвећа и старости (АП-1), даје највећа одступања у односу на потпуни премемер. За број стабала она износе 10,5%, за темељницу - 17,0% и запремину -20,4%. Када је коришћен модел у оквиру врсте дрвећа без обзира на старост (АП-2), добијени су нешто бољи резултати. Одступања броја стабала износе такође 10,5%, темељнице -4,3%, а запремине састојине -19,6% (табела 72).

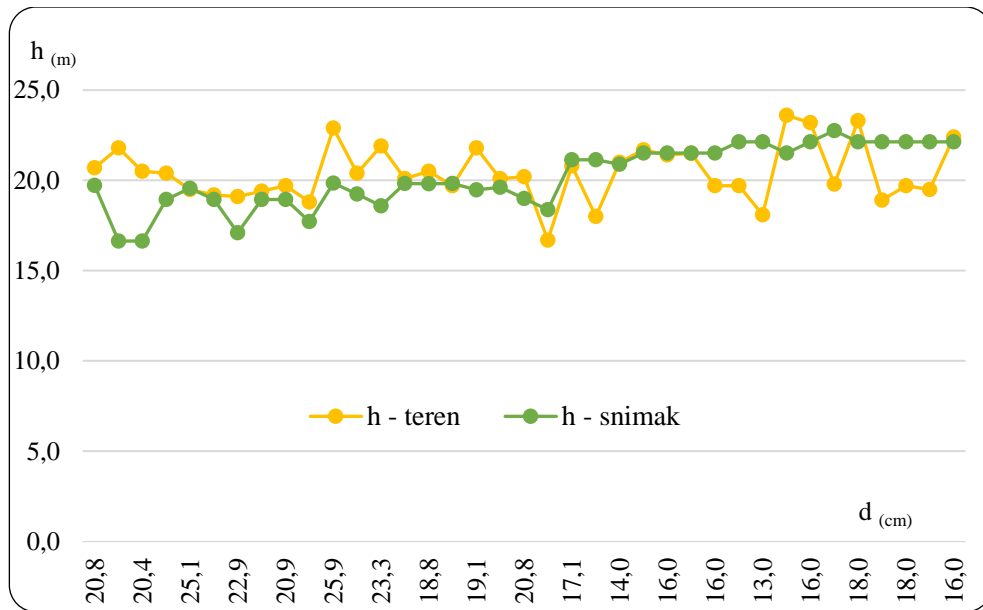
Један од разлога приказаног одступања запремине добијене из података премера на снимцима лежи у нижим вредностима висина и површина крошњи очитаних на снимку у односу на теренски мерене вредности, односно у нижим вредностима процењених пречника стабала на бази ових елемената. Због тога је дистрибуција броја стабала померена у лево, ка тањим степенима, па већи број стабала премера на снимку није резултирао и већом запремином.

Следећи разлог је свакако и недовољна репрезентативност узорка (броја фото примерних површина), на шта упућују износи стандардних грешака процене броја стабала и запремине. Повећањем интензитета премера на снимцима, грешка, као и одступања таксационих елемената састојине, свели би се у прихватљиве оквире, при чему економичност овог начина прикупљања података не би била доведена у питање.

6.2.2. Шуме багрема старости 20 година

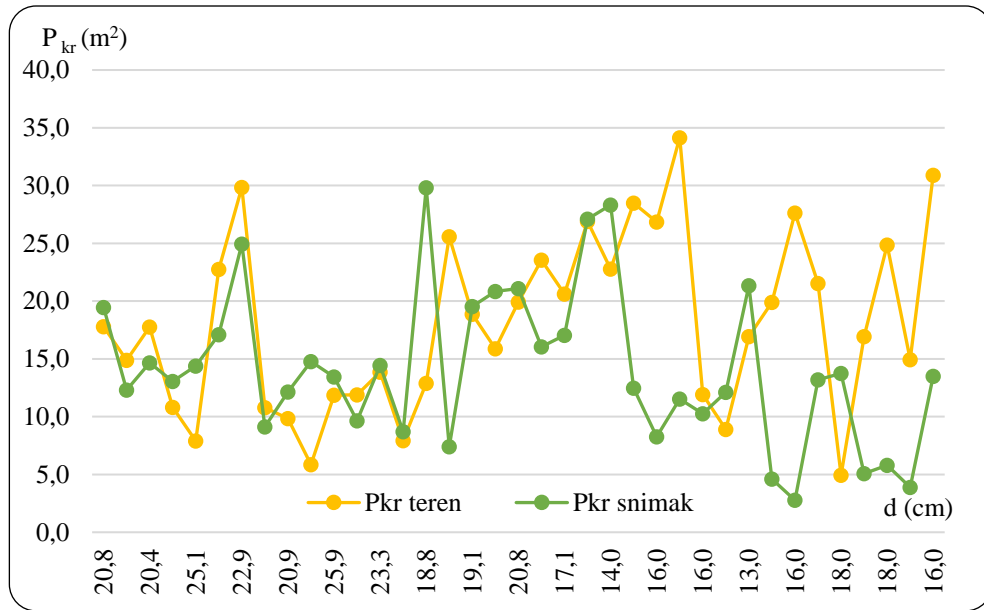
Поузданост мерења висина и површина крошњи стабала на авио снимцима утврђивана је, поред осталог, и упоредном анализом са вредностима ових елемената добијених терестричким премером. Такође, извршена је и оцена поузданости процене прсног пречника на основу математичких модела у односу на терестрички измерене вредности (графикони 51-53). С обзиром да се код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама, због велике густине стабала у састојинама багрема ове

старости, нису могла поуздано идентификовати сва стабла која су мерена и терестрички, наведена упоредна анализа извршена је само за она стабла која су се са сигурношћу могла идентификовати и на терестричким и на фото примерним површинама. Од укупног броја таквих стабала, у следећој фази, изабрана су моделна стабла и то тако да својим димензијама покривају читаву варијациону ширину висина, површина крошњи и прских пречника стабала на конкретном ОП.



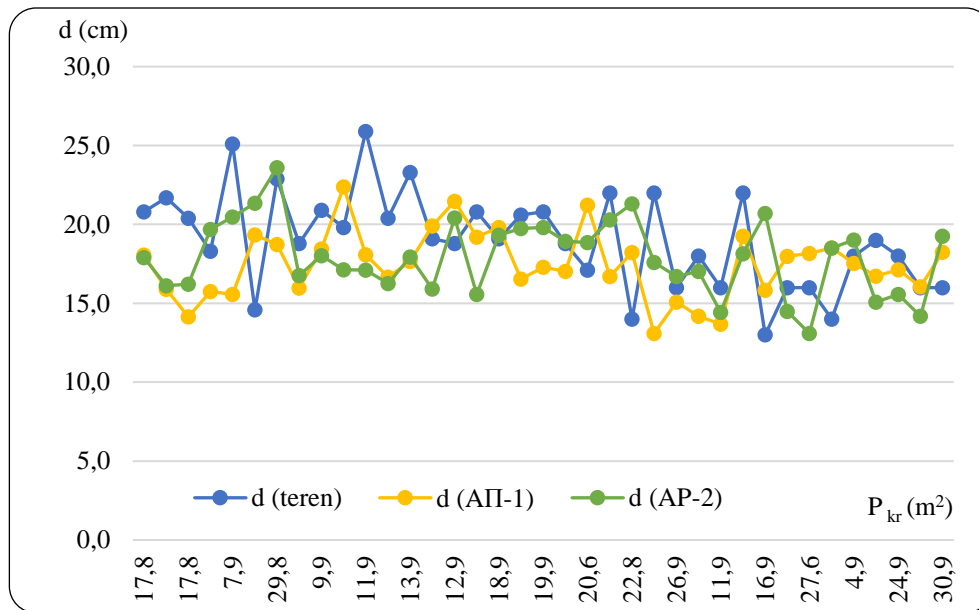
Графикон 51. Упоредна анализа висина моделних стабала у шумама багрема старости 20 година

Терестрички мерене висине моделних стабала се крећу у интервалу 16,7-23,6 m, с просечном вредношћу 20,4 m. Распон мерених висина на авио снимку је 16,6-22,8 m, с просечном вредношћу од 20,2 m. Висине су веома блиских вредности, одступања су двосмерног карактера и висине мерене на авио снимку су у просеку ниже за свега 0,2 m или -0,7%, (графикон 51).



Графикон 52. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у шумама багрема старости 20 година

Површине крошњи код моделних стабала мерених на терену крећу се у интервалу 4,9-34,1 m², с просеком 18,1 m², док је тај интервал код површина крошњи утврђених на снимку 2,8 – 29,8 m², а просек 14,2 m². Одступања су двосмерног карактера и крећу се од -90,0% до 178,5% (графикон 52), због чега су површине крошњи одређене на авио снимцима ниже у просеку за -4,5% у односу на оне одређене терестричким путем.



Графикон 53. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала у шумама багрема старости 20 година

Ниже вредности висина и ниже вредности површина крошњи моделних стабала мерених на снимку генерисале су мање вредности прских пречника добијених преко изабраних математичких модела, (графикон 53). Код модела за предикцију прсног пречника АП-1 одступања у односу на терестрички мерене пречнике крећу се у интервалу од -40,5% до 32,5%, с просеком од -5,8%. Модел АП-2, даје такође ниже вредности прских пречника у односу на терестричка мерења и разлике се крећу од -33,9% до 59,3%, с просечном вредности од -3,4%. Када су у питању састојине багрема старости 20 година, модел АП-2 даје већу прецизност процене прсног пречника.

Просечно одступање висина моделних стабала за -0,7%, површина крошњи за -4,5% и прских пречника према моделу АП-2 за -3,4 у односу на димензије добијене терестричким мерењима, даје реалан основ за добру компатибилност вредности темељнице и запремине састојине одређених по тестираним методама премера.

Огледно поље 16 (ОП – 16)

Огледно поље 16 је постављено у одељењу 9/h, у ГЈ „Багремара“, којом газдује ШГ Нови Сад, у састојинама багрема старости 20 година (слика 32).



Слика 32. Положај ОП-16, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Степен поузданости информација о станишту и састојини добијених проценом на бази авио снимака и терестричким премером приказан је у табели 74. Заступљеност приземне вегетације, заступљеност жбуња и закоровљеност није било могуће читати са авио снимка. Склоп је терестричким путем процењен као потпун, док је на авио снимку процењено да се ради о густом склопу. Код осталих посматраних информација постигнута је потпуна подударност фотоинтерпретације и терестричке процене.

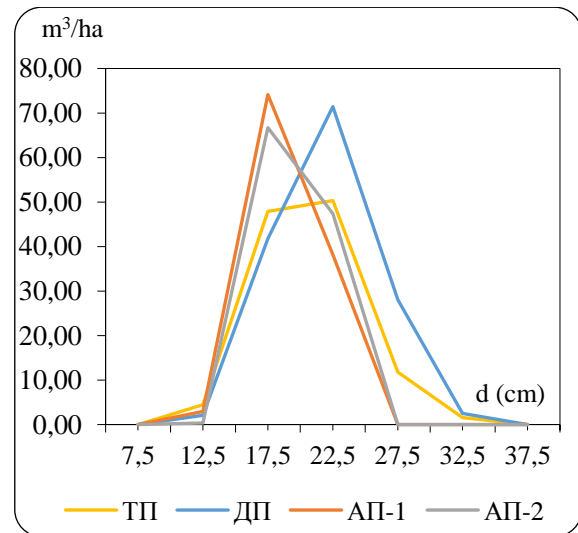
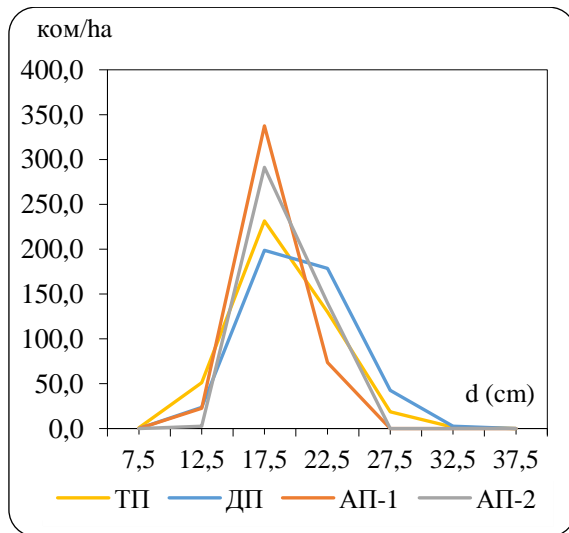
Табела 73. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 16

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	ретко	не види се на снимку
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	багрем	багрем
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	потпун	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

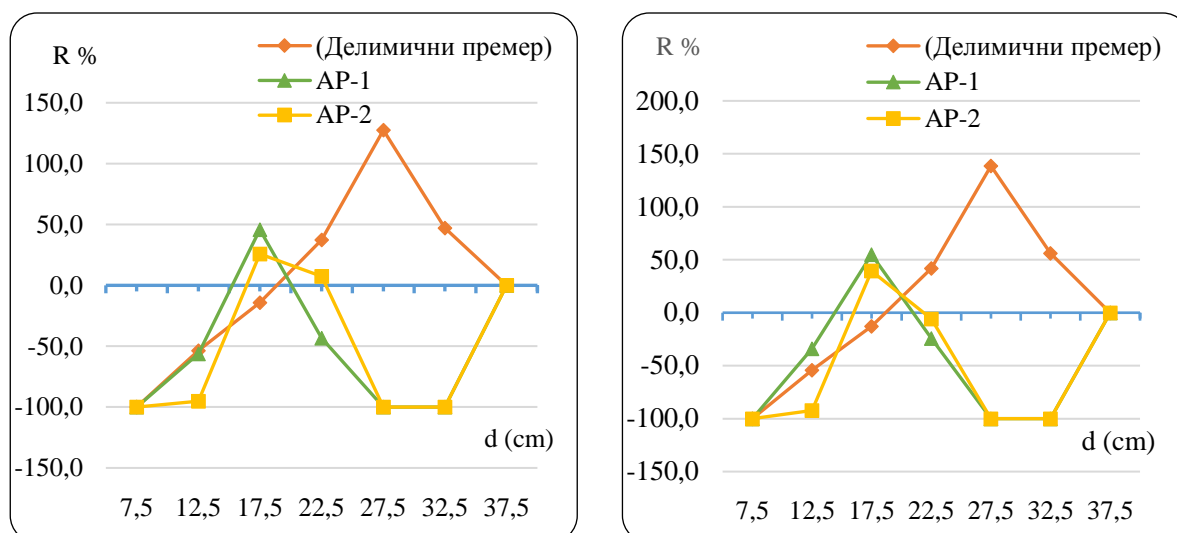
У табели 74 и на графиконима 54 и 55 приказане су вредности основних таксационих елемената и њихових дистрибуција, као и димензије средњих стабала, добијених на основу података тестираних метода инвентуре.

Табела 74. Нумерички елементи изданацких састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-16

Тотални премер					Делимични премер				
d (cm)	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	
7.5	0.8								
12.5	51.3	0.6	4.5	dg 19.2	23.8	0.3	2.1	dg 20.6	
17.5	231.5	5.6	47.9	hg 19.0	198.8	4.8	41.8	hg 19.5	
22.5	130.2	5.2	50.3	dg _{max} 23.9	178.8	7.1	71.4	dg _{max} 25.3	
27.5	18.7	1.1	11.8	hg _{max} 20.8	42.5	2.5	28.1	hg _{max} 21.0	
32.5	1.7	0.1	1.6		2.5	0.2	2.5		
Σ	434.2	12.7	116.0		446.3	14.9	145.8		
Sx (%)					6.9		9.0		
Фотоинтерпретација снимка АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	
7.5									
12.5	22.5	0.3	3.0	dg 18.2	2.5	0.0	0.3	dg 19.2	
17.5	337.5	8.1	74.1	hg 18.6	291.3	7.0	66.7	hg 19.0	
22.5	73.8	2.9	38.2	dg _{max} 22.5	140.0	5.6	47.4	dg _{max} 22.5	
27.5				hg _{max} 20.1				hg _{max} 20.1	
Σ	433.8	11.3	115.3		433.8	12.6	114.5		
Sx (%)	6.7		25.0		6.7		7.7		



Графикон 54. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-16



Графикон 55. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-16

Код ОП-16 делимичним премером је добијено 446,3 стабла на ха, што је за 12,1 ком/ха или 2,8% стабала више у односу на тотални премер (434,2 ком/ха). Стандардна грешка процене броја стабала износи 6,9%, што указује на добру репрезентативност узорка у оцени овог елемента састојине. Делимичним премером на фото примерним површинама (АП-1 и АП-2) број стабала износи 433,8 ком/ха, што је готово идентично утврђеном броју стабала код тоталног премера, при чему стандардна грешка процене износи 6,7%. У односу на делимични премер, број стабала код АП-1 и АП-2 је нешто мањи (за 12,5 ком/ха или 2,8%) и последица је тога што се на авио снимку нису могла идентификовати сва стабала која су мерена терестричким у оквиру делимичног премера (табела 74).

Расподеле стабала по дебљински степенима добијене анализираним методама премера међусобно се разликују. Код тоталног премера крива је благо лево асиметрична, с варијационом ширином од 6 дебљинских степени и максимумом броја стабала у 17,5 см дебљинском степену. Код терестрички реализованог делимичног премера максимум је у 17,5 см дебљинском степену, а варијациона ширин износи 5 дебљинских степени. Код АП-1 и АП-2 криве су благо лево асиметричне, високо ексцесне, са варијационом ширином од свега 3 дебљинска степена, с највећим бројем стабала у 17,5 см дебљинском степену. За разлику од укупног броја стабала по хектару где је постигнута висока компатибилност између премера на авио снимцима и терестричког премера, постоје изражене разлике у броју стабала по дебљинским степенима (графикон 55).

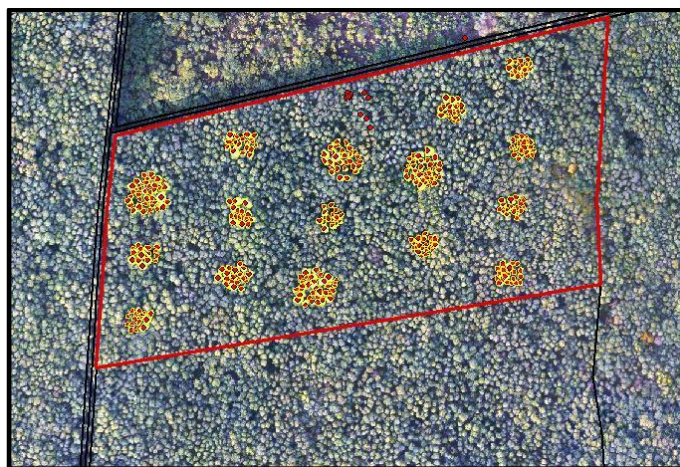
Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је $2,3 \text{ m}^2$ или за $18,1\%$ у односу на ону која је добијена тоталним премером. Код АП-1 темељница је мања за $-1,3 \text{ m}^2$ или $-10,3\%$, док су код АП-2 вредност темељнице мање за свега $-0,1 \text{ m}^2$ или $-0,2\%$ у односу на темељницу добијену тоталним премером. Наведени износи разлика показују да модел АП-2 даје бољу прецизност процене прсног пречника, а самим тим и вредности темељнице ближе вредностима потпуног премера.

Када су у питању различити методи премера, најмање одступање димензија средњих стабала су код АП-2, затим код АП-1 и на крају код делимичног премера реализованог на терену.

Одступање запремине у односу на ону која је добијена потпуним премером код делимичног премера реализованог на терену је $29,8 \text{ m}^3$ или $25,6\%$. Код АП-1 разлика износи $-0,8 \text{ m}^3$ или $-0,7\%$, док је код АП-2 разлика у укупној запремини $-1,6 \text{ m}^3$ или $-1,4\%$. Стандардна грешка процене овог елемента износи $25,0\%$ код АП-1, код АП-2 $7,7\%$, док код делимичног премера реализованог на терену износи $9,0\%$. С обзиром да запреминска структура у великој мери зависи од дебљинске структуре, изнете констатације о расподели стабала могу се прихватити и у случају расподеле запремине по дебљинским степенима (графикон 55). Разлике броја стабала у оквиру истог дебљинског степена у блиском износу преносе се и на разлике у запреминама, због чега постоји изражена сличност графикона.

Огледно поље 17 (ОП – 17)

Огледно поље 17 је постављено у одељењу 11/а, у ГЈ „Багремара“, којом газдује ШГ Нови Сад, у састојинама багрема старости 20 година (слика 33).



Слика 33. Положај ОП-17, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Степен подударности и поузданости процене информација о станишту и састојини добијених на бази авио снимка и терестричким премером приказан је у табели 76. Заступљеност приземне вегетације, заступљеност жбуња и закоровљеност није било могуће проценити на авио снимку за конкретно огледно поље. Код осталих информација из описа станишта и састојина постигнута је подударност.

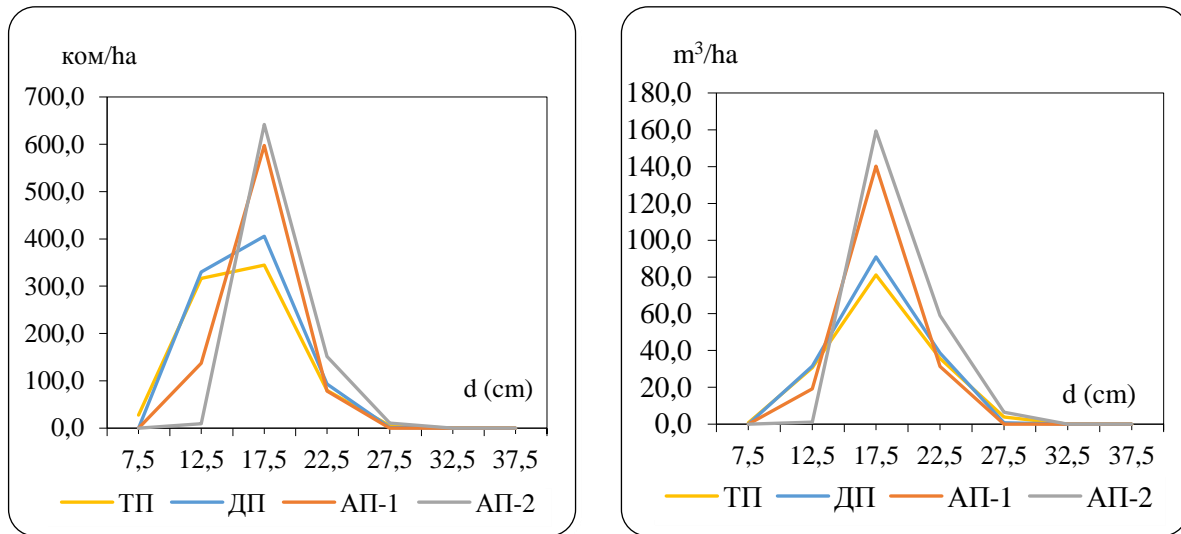
Табела 75. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 17

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	ретко	не види се на снимку
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	багрем	багрем
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

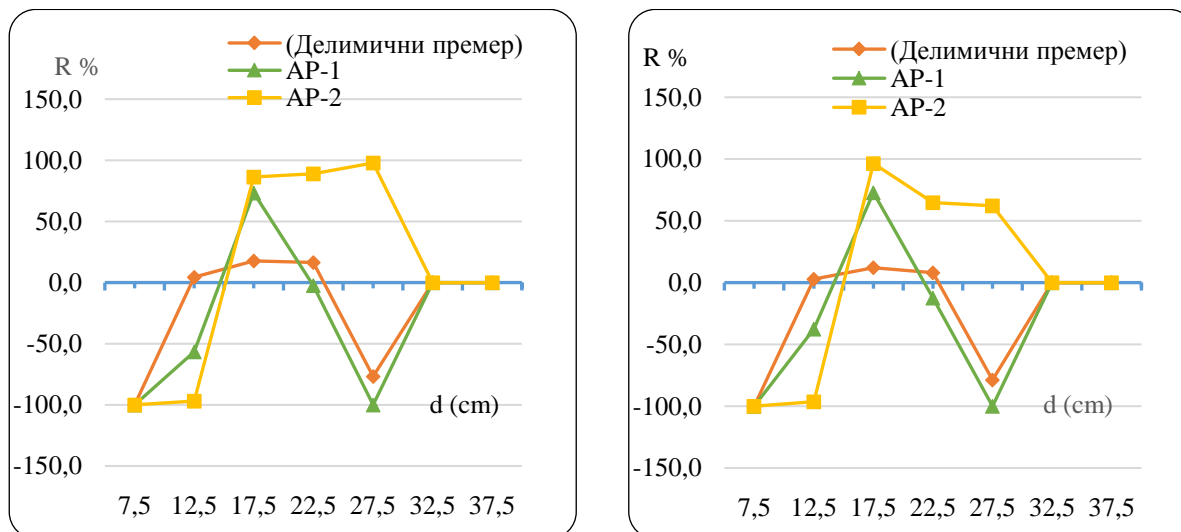
Упоредне анализе броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 76 и графиконима 56 и 57.

Табела 76. Нумерички елементи изданачких састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-17

d cm	Тотални премер				Делимични премер				
	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
7.5	28,0	0,1	0,7						
12.5	316,3	3,9	30,8	dg 16,1	330,0	4,0	31,6	dg 16,4	
17.5	344,6	8,3	81,1	hg 19,8	405,6	9,8	90,9	hg 19,2	
22.5	80,0	3,2	35,8	dg _{max} 20,6	93,1	3,7	38,6	dg _{max} 20,5	
27.5	5,4	0,3	4,0	hg _{max} 22,6	1,3	0,1	0,8	hg _{max} 20,9	
Σ	774,3	15,8	152,3		830,0	17,6	162,0		
Sx(%)					8.2		11.3		
Фотоинтерпретација снимка АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d cm	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
7.5									
12.5	137,5	1,7	19,2	dg 17,3	9,4	0,1	1,1	dg 18,6	
17.5	597,5	14,4	140,2	hg 19,6	641,9	15,4	159,4	hg 20,3	
22.5	78,1	3,1	31,3	dg _{max} 20,1	151,3	6,0	59,0	dg _{max} 22,8	
27.5				hg _{max} 20,9	10,6	0,6	6,4	hg _{max} 22,0	
Σ	813,1	19,2	190,8		813,1	22,2	225,9		
Sx(%)	8.3		12.4		8.3		12.0		



Графикон 56. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-17



Графикон 57. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебелинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-17

Тоталним премером добијено је 774,3, а делимичним премером 830 стабала на ха, што је за 55,7 ком/ха више или 7,2%. Стандардна грешка процене износи 8,2%. Делимичним премером реализованим на фото примерним површинама код модела АП-1 и АП-2 број стабала на хектару износи 813,1 стабло, што је више за 38,9 ком/ха или 5,0% у односу на потпуни премер. Стандардна грешка процене у овом случају је 8,3%. Мањи број стабала за 17 ком/ха (2%) делимичног премера реализованог на фото примерним површинама у односу на делимичан премер реализован на терену указује на добру идентификацију стабала на авио снимцима.

Када се ради о дистрибуцији стабала по дебљинским степенима постоје изражене разлике код тестираних метода премера. Код тоталног и делимичног премера реализованог на терену криве расподела су лево асиметричне (графикон 56), са највећом фреквенцијом у степену 17,5 cm и варијационом ширином 4 -5 дебљинских степени. Код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама изражена је бочна спљоштеност, а варијациона ширина расподеле стабала износи 3 - 4 дебљинска степена, с максимумом, такође, у степену 17,5 cm.

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за 1,8 m² или 11,3% у односу на ону која је добијена из података потпуног премера. Код АП-1 разлика износи 3,4 m² или 21,3%, док је код АП-2 темељница већа за 6,4 m² или 40,6% (табела 76). Наведени износи разлика показују да се боља предикција прсног пречника постиже на бази модела АП-1, који је израђен за ниво врсте дрвећа и старост.

Најмања одступања димензија средњих стабала су код делимичног премера реализованог на терену у односу на вредности изведене из података потпуног премера, затим код АП-1, док су највећа одступања код АП-2.

У односу на тотални премер, запремина добијена терестричким реализованим делимичним премером већа је за 6,4% или за 9,7 m³. Запремина код АП-1 је већа за 25,3%, или за 38,5 m³, а код АП-2 за 48,3% или 73,6 m³. Већи број стабала делимичног премера на терену и на авио снимку, поготово изражено већи број стабала у степену 17,5 где сви методи имају максимум, резултирао и већом запремином у односу на потпуни премер. Стандардна грешка процене запремине код терестрички реализованог делимичног премера износи 11,3%, код АП-1 12,4%, док је код АП-2 12,0%.

На основу резултата t-теста (табела 77) утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између димензија појединачних стабала (d) мерених на авио снимцима и терестрички, док је код P_{kr} и h постоје статистички значајне разлике. На овај начин објективизирана је изнета констатација о разликама између димензија моделних стабала добијених различитим начинима премера.

Табела 77. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у састојинама багрема старости 20 год

Параметар	Извор n=178	Аритметичка средина	Стандардна девијација	t-тест	
				једнакости	аритметичких средина t p - вредност
d	Терен	18.721	3.620	1.839	0.067
	Снимак AP-1	18.093	2.112		
d	Терен	18.721	3.620	1.839	0.067
	Снимак AP-2	18.093	2.112		
h	Терен	19.382	2.402	-2.709	0.007
	Снимак	20.035	1.711		
P _{кр}	Терен	16.867	7.157	2.376	0.018
	Снимак	14.781	7.250		

Пошто се разлике између димензија појединачних стабала мерених на авио снимцима и терестрички статистички значајно разликују и као такве преносе на елементе састојине (темељницу и запремину), спроведена је анализа варијансе како би се утврдило да ли постоје значајне разлике и између N/ha, G/ha, V/ha (табела 78).

Табела 78. Анализа варијансе у састојинама багрема старости 20 година

Параметар	Извор варијација	Сума квадрата одступања	Број степени слободе	Средине квадрата	F	p - вредност
N/ha	Између група	1.159,414	3	386,471	0,006	0.999
	Унутар група	275,408,112	4	68.852,028		
	Укупно	276.567,526	7			
G/ha	Између група	11,128	3	3,709	0,174	0.909
	Унутар група	85,308	4	21,327		
	Укупно	96,435	7			
V/ha	Између група	1.300,768	3	433,589	0,176	0.907
	Унутар група	9.847,265	4	2.461,816		
	Укупно	11.148,033	7			

Анализа варијансе је показала да не постоје статистички значајне разлике ($p > 0,05$) између посматраних елемената добијених терестричким путем и премером на авио снимцима код сва три испитивана елемента.

Поред спроведених статистичких анализа, сублимирани су резултати и приказане просечне вредности параметара анализираних на нивоу појединачних огледних поља (табела 79). Циљ је био да се стекне што квалитетнији увид у резултате и њихове међусобне разлике добијене тестирањем методама инвентуре, како би се донела објективна оцена о могућности примене аерофотограметрије у састојинама багрема старости 20 година.

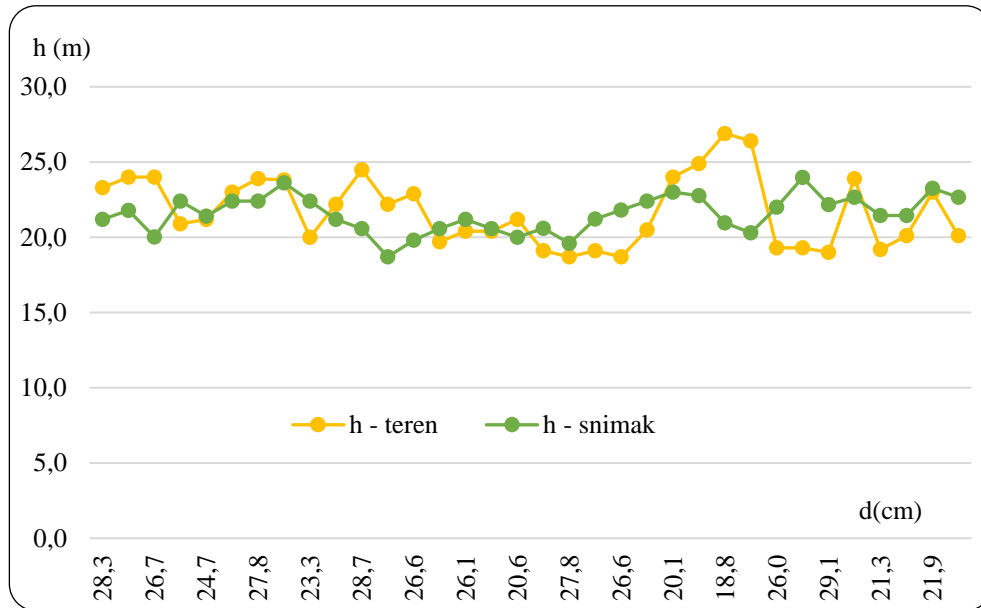
Табела 79. Просечне вредности N , G , V и њихових одступања у односу на тотални премер у шумама багрема старости 20 година

Средње вредности	Тотални премер	Делимични премер	Авио снимак АП-1	Авио снимак АП-2
N ком/ха	604,2	638,1	623,4	623,4
S_N %		7,6	7,5	7,5
$ R_N $ %		5,6	3,2	3,2
G м ² /ха	14,2	16,2	15,2	17,4
$ R_G $ %		14,1	7,0	22,5
V м ³ /ха	134,2	153,9	153,1	170,2
S_V %		10,2	18,7	9,9
$ R_V $ %		14,7	14,1	26,8

Делимични премер на фото примерним површинама, у случају када је за предикцију прсног пречника коришћен модел за врсту дрвећа без обзира на старост (АП-2), даје највећа одступања посматраних вредности у односу на потпуни премер. Код броја стабала она износе 3,5%, код темељнице 22,5%, а код запремине састојине 26,8% (табела 79). Када је у питању премер на снимку, при чему је за процену прсног пречника стабала коришћен модел на нивоу врсте дрвећа и старости (АП-1), одступања броја стабала такође износе 3,2%, док су код темељнице и запремине она знатно мања у односу на одступања АП-2 и износе 7,0%, односно 14,1%. Ови односи потврђују већ изнету констатацију да модел АП-1 даје боље предикције прских пречника, што за последицу има и мања одступања изведених вредности - темељнице и запремине у односу на потпуни премер. Повећањем интензитета премера на авио снимцима, уз употребу модела АП-1 за предикцију пречника, постигао би се двоструки ефекат, без битнијег нарушавања економичности овог вида делимичног премера. Стандардна грешка процене запремине, која износи 14,1%, свела би се у дозвољене оквире од $\pm 8\%$, а разлике таксационих елемената у односу на потпуни премер би се додатно смањиле. На тај начин премер на авио снимцима изданаčkih састојина старости 20 година би могао представљати поуздан извор информација у процесу планирања газдовања овим шумама. Ово тиме пре, што расподеле броја стабала и запремине по дебљинским степенима у изданаčким састојинама немају толики значај за процес планирања, као што је то случај у високим природним састојинама различитих врста дрвећа.

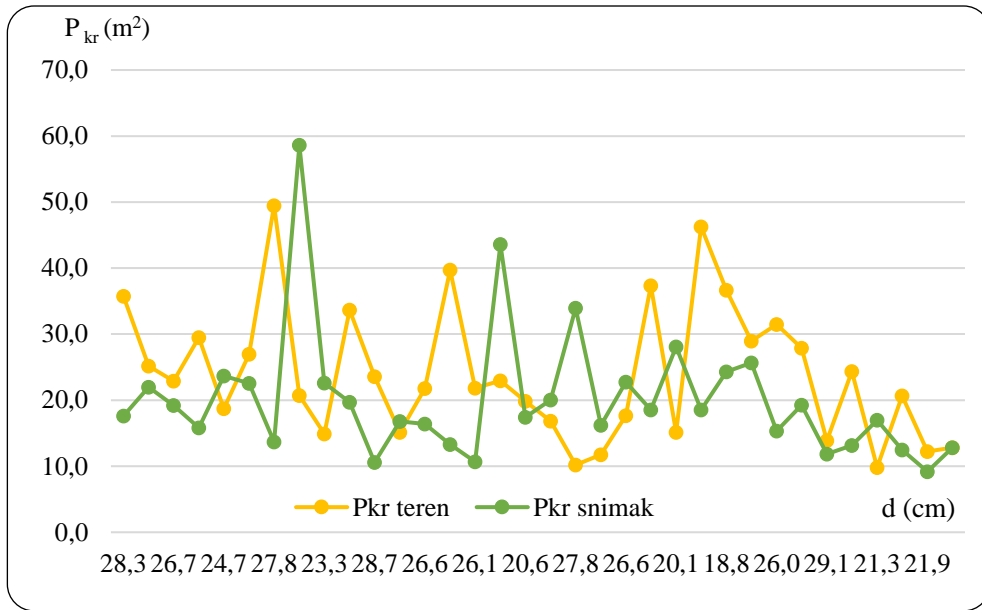
6.2.3. Шуме багрема старости 25 година

Као и код засада топола и изданачких шума багрема старости 15 и 20 година, и у случају багрових састојина старости 25 година извршена је упоредна анализа мерених висина и површина крошњи стабала на авио снимцима и терестрички мерених вредности ових димензија. Такође, компарирани су прсни пречници процењени на бази математичких модела и прсни пречници мерени на терену (графикони 58-60). Анализе су урађене на моделним стаблима по истом принципу као и у претходним случајевима.



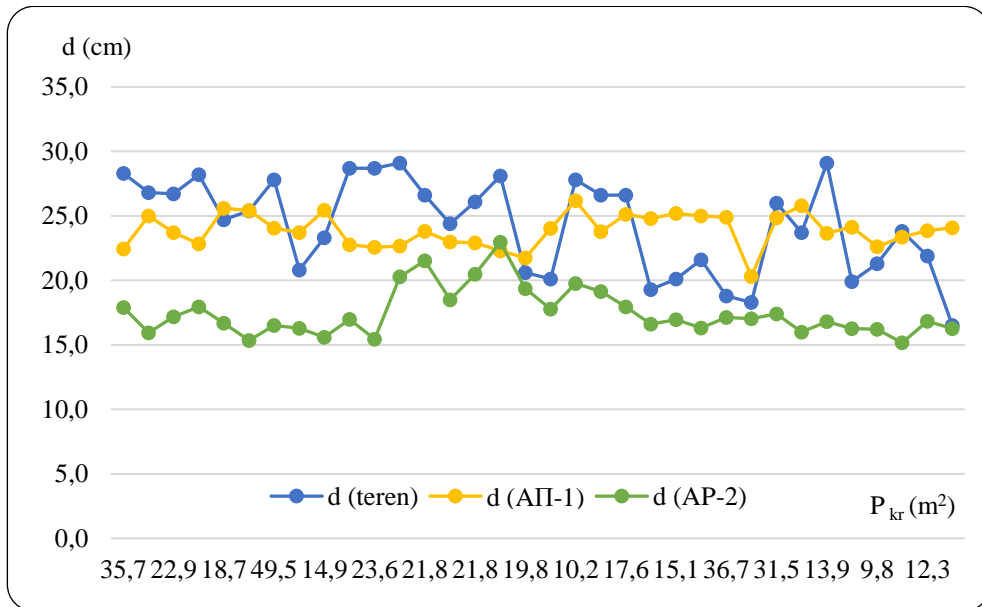
Графикон 58. Упоредна анализа висина моделних стабала у шумама багрема старости 25 година

Терестрички мерене висине моделних стабала крећу се у интервалу 18,7-26,9 m, с просечном вредношћу 21,8 m. Распон мерених висина на авио снимку је 18,7-24,0 m, с просечном вредношћу од 21,5 m. Постоји висок степен слагања висина моделних стабала одређених на снимку и терестрички. У прилог овој констатацији иде и чињеница да су висине мерене на авио снимку ниже од терестрички мерених висина (графикон 58) у просеку за 0,3 m (-1,3%).



Графикон 59. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у шумама багрема старости 25 година

Површине крошњи моделних стабала мерених на терену крећу се у интервалу 9,8-49,5 m², с просеком 24,0 m², док је тај интервал код површина крошњи утврђених на снимку 9,2 – 58,6 m², а просек 20,1 m². Појединачна одступања су двосмерног карактера и крећу се од -72,9% до 233,2% (графикон 59), док је просек 38,6%.



Графикон 60. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала у шумама багрема старости 25 година

Изнете разлике димензија моделних стабала утицале су и на односе прских пречника одређених преко модела АП-1 и АП-2 у и његових терестричких (графикон 60). Код модела за предикцију прсног пречника АП-1 одступања у односу на терестрички

мeрeнe прeчникe крeћу сe у интeрвaлу од -28,4% дo 31,5 %, с прoсeкoм од -2,1 %. Мoдeл AP-2 дaјe систeмaтски знaтнo нижe врeднoсти прeчних прeчникa у oднoсу нa тeрeстpичкa мeрeњa и рaзликe сe крeћу сe од -86,0% дo -1,5%, с прoсeчнoм врeднoсти - 39,6%.

Оглeднo пoљe 18 (OP – 18)

Оглeднo пoљe 18 јe пoстaвљeнo у oдeлeњу 3/a у ГJ „Бaгрeмaрa“, кoјoм гaздyјe ШГ Нoви Сaд, у сaстoјинaмa бaгрeмa стaрoсти 25 гoдинa (сликa 34).



Сликa 34. Пoлoжaj OP-18, рaспoрeд пpимeрних пoвршинa и пoзициje стaблa и кpoшњи

Од aнaлизираних инфoрмaциjа вeзаних зa oпис стaништa и сaстoјинa, нaвeдних у тaбeли 80, зaступљeнoст пpизeмнe вeгeтaциje, жбуњa и зaкoрoвљeнoст нијe билo мoгућe oчитaти нa снимкy зa oвo oглeднo пoљe. Склоп јe нa тeрeну oцeњeн кaо пoтпун, дoк јe нa aвиo снимкy oцeњeн кaо густ. Кoд oстaлих инфoрмaциjа пoстигнутa јe пoтпунa пoдудaрнoст инфoрмaциjа из фoтoинтeрпpетaциje и тeрeстpичкe пpoцeнe.

Тaбeлa 80. Кoмпaрaтивнa aнaлизa инфoрмaциjа o стaништy и сaстoјини нa OP - 18

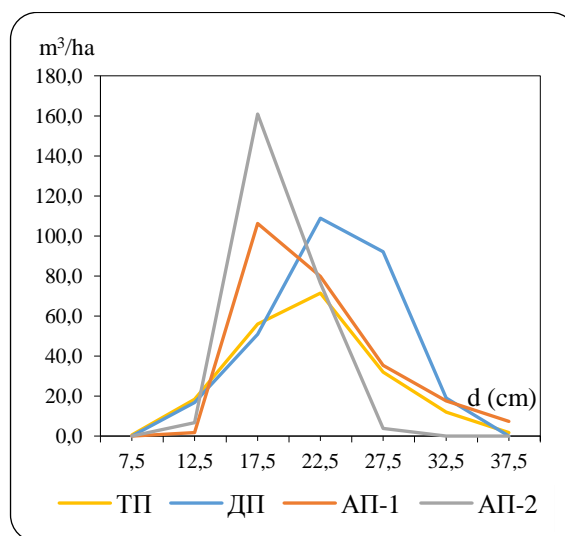
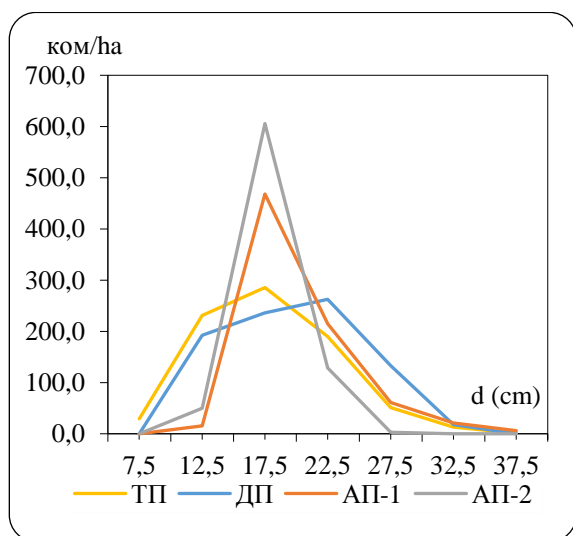
Инфoрмaциje	Тeрeстpички пpемeр	Авиo снимaк
Врстa (нaчин кoришћeњa) зeмљиштa	шумa	шумa
Зaступљeнoст пpизeмнe вeгeтaциje	рeткa	нe види сe нa снимкy
Зaступљeнoст жбуњa	срeдњe густo	нe види сe нa снимкy
Зaкoрoвљeнoст	рeткa	нe види сe нa снимкy
Врстe дрвeћa	бaгрeм	бaгрeм
Oчувaнoст сaстoјинe	oчувaнa	oчувaнa
Мeшoвитoст	чистa	чистa
Склоп	пoтпун	густ
Здрaвствeнo стaњe сaстoјинe	дoбрo	дoбрo

Анализе броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 81 и графиконима 61 и 62.

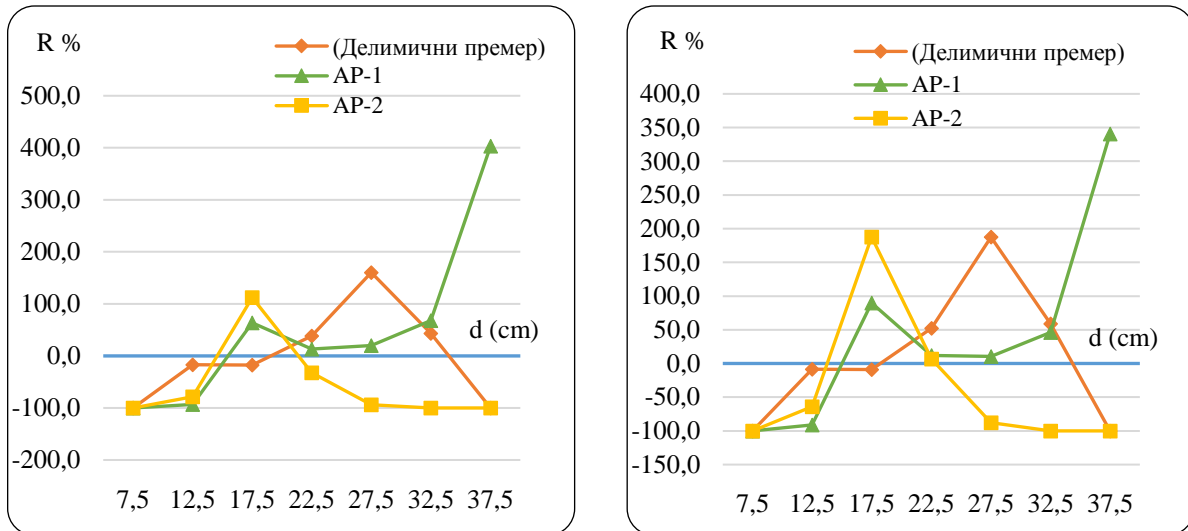
Табела 81. Нумерички елементи изданацких састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-18

Тотални премер					Делимични премер				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
7.5	29,0	0,1	0,6						
12.5	231,1	2,8	18,4	dg 18,5	192,5	2,4	16,8	dg 20,5	
17.5	285,5	6,9	55,9	hg 17,8	236,3	5,7	50,9	hg 20,8	
22.5	189,9	7,5	71,4	dg _{max} 25,2	262,5	10,4	108,8	dg _{max} 28,1	
27.5	51,1	3,0	32,0	hg _{max} 21,0	133,1	7,9	92,1	hg _{max} 24,4	
32.5	12,6	1,0	12,0		18,1	1,5	19,1		
37.5	1,2	0,1	1,7						
Σ	800,4	21,6	192,1		842,5	27,9	287,7		
Sx(%)					16.5		23.7		

Фотоинтерпретација снимка АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
7.5									
12.5	15,6	0,2	1,7	dg 20,5	50,0	0,6	6,6	dg 18,2	
17.5	468,1	11,3	106,2	hg 20,8	605,6	14,6	160,9	hg 19,4	
22.5	215,0	8,5	79,8	dg _{max} 26,7	128,8	5,1	76,4	dg _{max} 22,6	
27.5	61,3	3,6	35,3	hg _{max} 23,8	3,1	0,2	3,9	hg _{max} 21,9	
32.5	21,3	1,8	17,5						
37.5	6,3	0,7	7,4						
Σ	787,5	26,1	248,0		787,5	20,5	247,8		
Sx(%)	12.4		15.5		12.4		15.5		



Графикон 61. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-18



Графикон 62. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премеара, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премеар на ОП-18

Број стабала добијен тоталним премеаром износи 800,4 ком/ха, код делимичног премеара 842 ком/ха, што је 42,1 стабло или 5,3% више у односу на тотални премеар. Стандардна грешка процене износи 16,5%. Када је у питању премеар на снимку број стабала износи 787,5 ком/ха, што је за 12,9 стабала мање (-1,6%) у односу на тотални премеар, при чему стандардна грешка процене износи 12,4%. У односу на терестрички реализован делимични премеар, број стабала добијен на снимцима мањи је за 55,0 ком/ха или -6,5% и упућује на то да сва стабла нису идентификована на фото примерним површинама (табела 81). За разлику од укупног броја стабала, разлике по дебљинским степенима знатно су израженије (графикон 62).

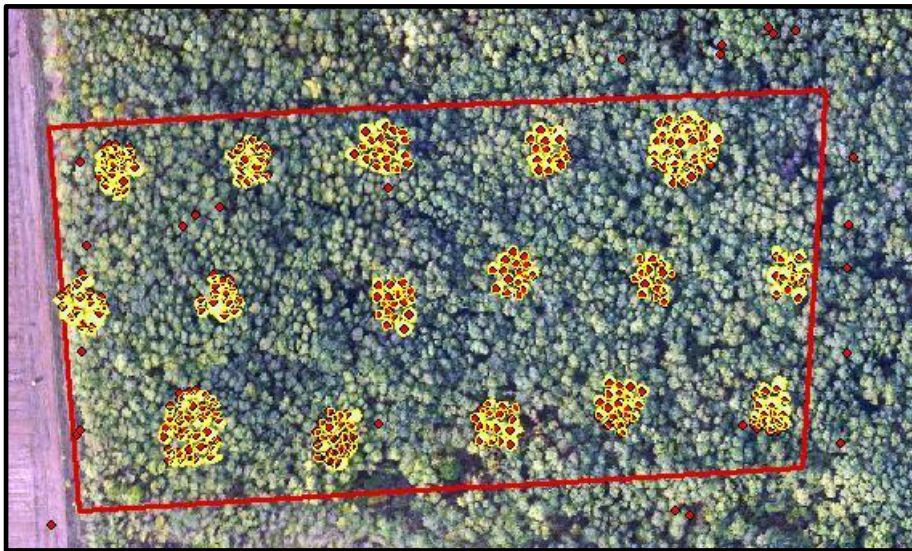
Расподеле стабала по дебљинским степенима се разликују у зависности од начина премеара. Код тоталног премеара крива расподеле је лево асиметрична, са највећи број стабала у 17,5 cm и варијационом ширином од 7 дебљинских степени. Код делимичног премеара расподела је десно асиметрична, са варијационом ширином расподеле од 5 дебљинских степени и максимумом у степену 22,5 cm. Код АП-1 и АП-2 бочно је спљоштена на 6 и 4 дебљинска степена и највећом фреквенцијом у 17,5 cm степену (графикон 61).

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премеара реализованог на терену већа је за 6,3 m² или (29,1%) у односу на ону која је добијена потпуним премеаром. Код АП-1 разлика износи 4,5 m² или 20,8 %, док је код АП-2 -1,1 m², односно -5,2 %. (табела 81).

Одступања запремине делимичног премера реализованог на терену у односу на ону која је добијена тоталним премером износи $95,6 \text{ m}^3$ или $49,8 \%$, код АП-1 је $55,9 \text{ m}^3$ ($29,1\%$) и код АП-2 $55,7 \text{ m}^3$ или $29,0\%$. Стандардне грешке процене запремине код делимичног премера реализованог на терену износе $23,7\%$, код АП-1 и АП-2 $15,5\%$ (табела 81). Запреминска структура у највећој мери зависи од дебљинске структуре, те се констатације изнете код расподеле броја стабала по дебљинским степенима могу прихватити и код дистрибуције запремине по дебљинским степенима (графикон 61). Постоје изражена одступања запремине по дебљинским степенима делимичног у односу на потпуни премер. (графикон 62).

Огледно поље 19 (ОП – 19)

Огледно поље 19 је постављено у одељењу 4/а у ГЈ „Багремара“ којом газдује ШГ Нови Сад, у састојинама багрема старости 25 година (слика 35).



Слика 35. Положај ОП-19, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Информације о станишту и састојини добијене са снимка и степен њихове подударности са информацијама процењеним на терену приказане су у табели 82. Приземну вегетацију, присуство жбуња и закоровљеност није било могуће прочитати на снимку, док код осталих информација постигнута је потпуна подударност.

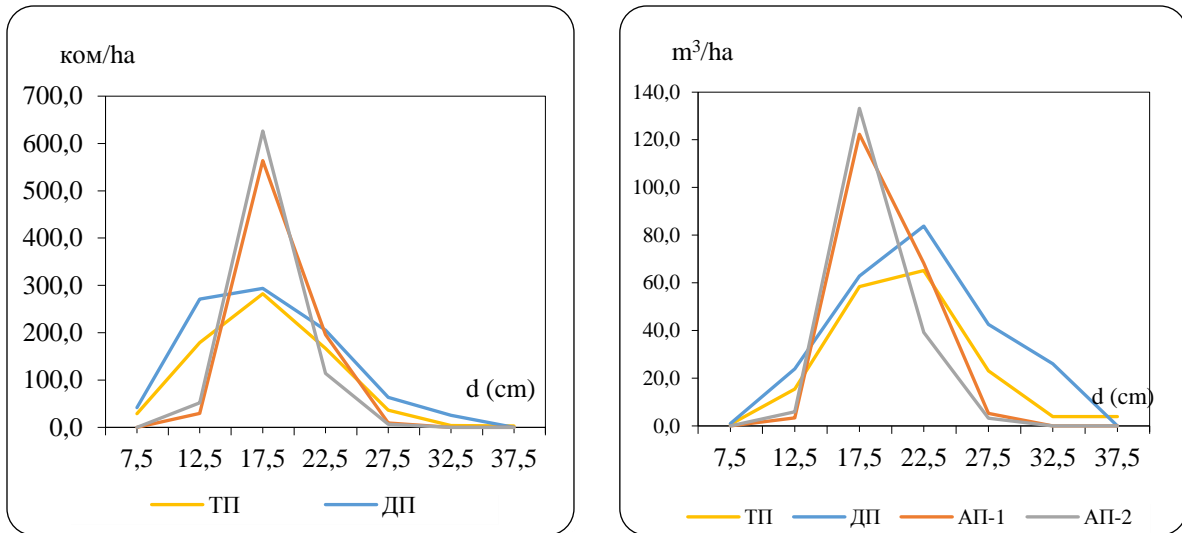
Табела 82. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 19.

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	средње густо	не види се на снимку
Закоровљеност	ретка	не види се на снимку
Врсте дрвећа	багрем	багрем
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

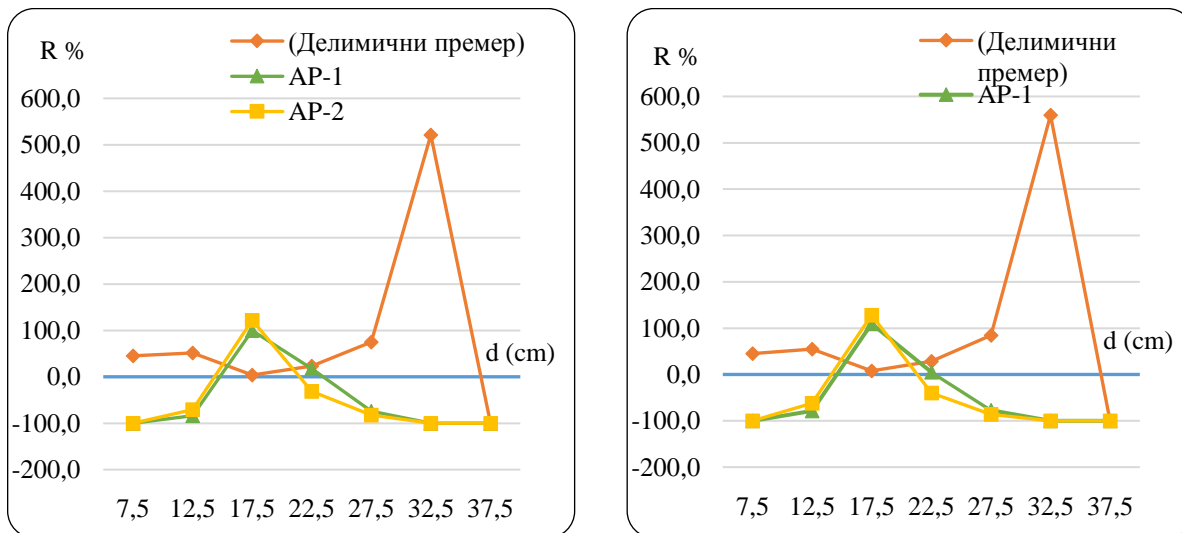
Компаративне анализе броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 83 и графиконима 63 и 64.

Табела 83. Нумерички елементи изданаčkih састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-19

d cm)	Тотални премер				Делимични премер			
	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла
7.5	28,9	0,1	0,6		41,9	0,2	0,9	
12.5	178,8	2,2	15,4	dg 18,4	271,3	3,3	23,9	dg 18,7
17.5	282,3	6,8	58,4	hg 18,7	293,8	7,1	62,8	hg 19,5
22.5	167,2	6,6	65,2	dg _{max} 24,6	205,6	8,2	83,8	dg _{max} 25,9
27.5	36,1	2,1	23,1	hg _{max} 21,3	63,1	3,7	42,6	hg _{max} 22,9
32.5	4,1	0,3	4,0		25,6	2,1	26,1	
37.5	2,9	0,3	4,0					
Σ	700,4	18,6	170,7		901,3	24,6	240,1	
Sx(%)					14,6		15,8	
d cm)	Фотоинтерпретација снимка АП - 1				Фотоинтерпретација снимка АП - 2			
	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла
7.5								
12.5	29,4	0,4	3,3	dg 18,8	51,9	0,6	5,9	dg 18,1
17.5	563,8	13,6	122,3	hg 19,6	626,3	15,1	133,2	hg 19,2
22.5	196,3	7,8	68,2	dg _{max} 22,8	114,4	4,5	39,2	dg _{max} 21,6
27.5	9,4	0,6	5,2	hg _{max} 21,6	6,3	0,4	3,3	hg _{max} 21,0
Σ	798,8	22,3	199,1		798,8	20,6	181,5	
Sx(%)	11,4		19,2		11,4		18,6	



Графикон 63. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-19



Графикон 64. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-19

Број стабала код тоталног премера износи 700,4 ком/ха, док је делимичним премером реализованим на терену добијено 901,3 ком/ха, што је за 200,9 (28,7%) стабала више. Стандардна грешка процене броја стабала износи 14,6%. Код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама АП-1 и АП-2, број стабала је већи за 98,4 (14,0%) стабала по хектару у односу на потпуни премер, односно мањи је за 102,5 (-11,4%) стабала у односу на делимични премер реализован на терену. И код овог поља сва стабла мерена на примерним површинама нису идентификована и на снимцима. Стандардна грешка процене броја стабала код АП-1 и АП-2 износи 11,4 %.

Када се ради о дистрибуцији стабала по дебљинским степенима постоје изражене разлике код тестираних метода премера. Код тоталног и делимичног премера реализованог на терену криве расподеле (графикон 63) су лево асиметричне, спљоштене одозго, с највећом фреквенцијом у степену 17,5 cm и варијационом ширином од 7, односно 6 дебљинских степени. Код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама криве су такође лево асиметричне, али бочно спљоштене са варијационом ширином од 4 степена и максимумом у степену 17,5 cm.

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за 6,1 m² или 32,6% у односу на темељницу добијену потпуним премером. Код АП-1 разлика износи 3,7 m² или 19,9%, а код АП-2 2,0 m² или 11,0 % (табела 83).

Димензије средњих стабала добијена су на основу података делимичног премера реализованог на фото примерним површинама АП-2, најмање одступају од оних које су изведене из података потпуног премера, затим следе димензије из података делимичног премера реализованог на терену, док су највећа одступања код АП-1 (табела 83).

Одступања запремине код делимичног премера реализованог на терену у односу на ону која је добијена потпуним премером износи 69,4 m³ (40,7%), код АП-1 28,4 m³ (16,6%), а код АП-2 разлика је још мања и износи 10,8 m³ или 6,4%.. Стандардна грешке процене запремине делимичног премера реализованог на терену износи 15,8%, односно 19,2% код АП-1 и 18,6% код АП-2 (табела 83). Поред одступања укупне запремине састојине одређене на основу података делимичног премера у односу на потпуни премер, изражена су и одступања запремине по дебљинским степенима (графикон 64).

На основу резултата t-теста (табела 84) утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између висина и површина крошњи стабала (h и P_{kr}) мерених на авио снимцима и терестрички, као ни између прских пречника процењених на бази модела АП-1 и његових терестричких вредности. Међутим, пречници процењени преко модела АП-2, према резултатима овог теста, значајно се разликују од терестричких вредности. Овим је потврђена компаративна (графичка и нумеричка) анализа резултата премера моделних стабала багрема старости 25 година.

Табела 84. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у изданачком састојинама багрема старости 25 год

Параметар	Извор n=240	Аритметичка средина	Стандардна девијација	t-тест	
				једнакости	аритметичких средина p - вредност
d	Терен	17,992	4,433	-0,436	0,663
	Снимак AP-1	18,202	2,080		
d	Терен	17,992	4,433	-2,331	0,021
	Снимак AP-2	19,045	2,209		
h	Терен	18,783	4,323	-1,430	0,155
	Снимак	19,402	1,971		
P _{kr}	Терен	12,774	7,238	0,965	0,336
	Снимак	11,815	6,542		

Анализа варијансе је показала да не постоје статистички значајне разлике између посматраних елемената (N/ha, G/ha, V/ha) добијених терестричким путем и премером на авио снимцима (табела 85).

Табела 85. Анализа варијансе у изданачком састојинама багрема старости 25 година

Параметар	Извор варијација	Сума квадрата одступања	Број степени слободе	Средине квадрата	F	p - вредност
N/ha	Између група	15.402,720	3	5.134,240	2,996	0,158
	Унутар група	6.854,315	4	1.713,579		
	Укупно	22.257,035	7			
G/ha	Између група	39,391	3	13,130	1,637	0,315
	Унутар група	32,077	4	8,019		
	Укупно	71,467	7			
V/ha	Између група	6.914,208	3	2.304,736	1,941	0,265
	Унутар група	4.749,234	4	1.187,309		
	Укупно	11.663,442	7			

Да би се остварио бољи увид у резултате тестираних метода инвентуре и виделе њихове међусобне разлике код састојина багрема старости 25 година, поред статистичких анализа, урађен је и упоредни преглед просечних вредности таксационих елемената добијених различитим начинима премера (табела 86).

Табела 86. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премер у изданачком састојинама багрема старости 25 година

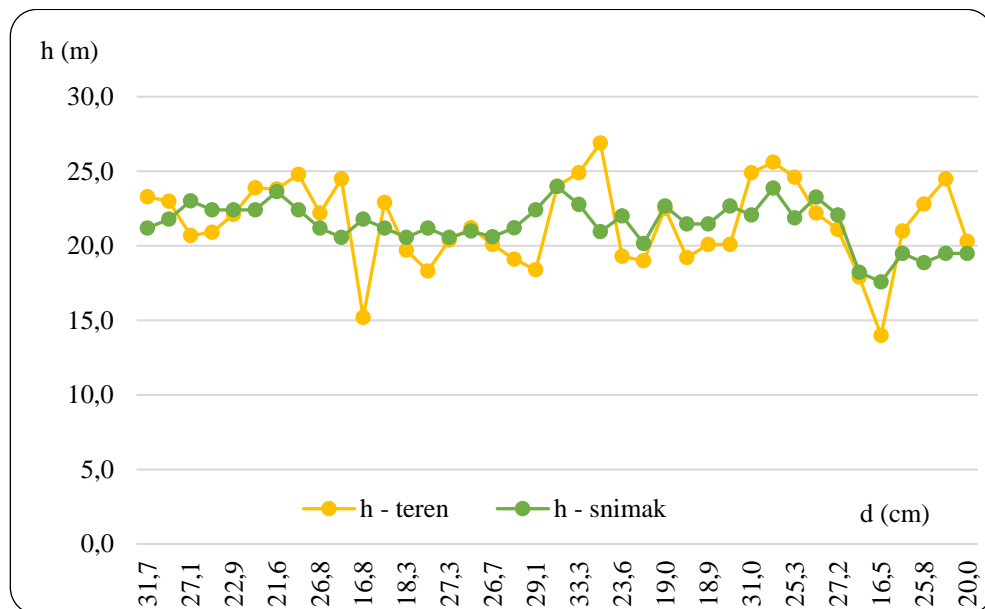
Средње вредности	Тотални премер	Делимични премер	Авио снимак АП-1	Авио снимак АП-2
N ком/ha	750,4	871,9	793,1	793,1
S _N %		15,5	11,9	11,9
R _N %		16,2	5,7	5,7
G m ² /ha	20,1	26,3	24,2	20,5
R _G %		30,8	20,4	2,0
V m ³ /ha	181,4	263,9	223,5	214,7
S _V %		19,4	17,4	17,1
R _V %		45,5	23,2	18,4

Делимични премер на фото огледним пољима, у случају када је за предикцију прсног пречника коришћен модел у оквиру врсте дрвећа, без обзира на старост (АП-2), даје најмања одступања у односу на потпуни премер. Код броја стабала она износе 5,7%, код темељнице 2,0%, а код запремине састојине 18,4% (табела 86). Када је у питању премер на снимку, при чему је за процену прсног пречника стабала коришћен модел на нивоу врсте дрвећа и старости (АП-1), одступања броја стабала су идентична одступањима овог елемента у односу на потпуни премер код АП-2, док су одступања темељнице и запремине веће и износе 20,4%, односно 23,2%.

Стандардне грешке процене броја стабала и запремине код АП-2 упућују на потребу повећања узорка (броја фото примерних површина), како би им се величина свела у прихватљиве оквире. Истовремено би се и одступања таксационих елемената у односу на потпуни премер смањила, а премер на авио снимцима у шумама багрема старости 25 година учинио прихватљивији с аспекта употребе његових информација у процесу планирању у шумарству.

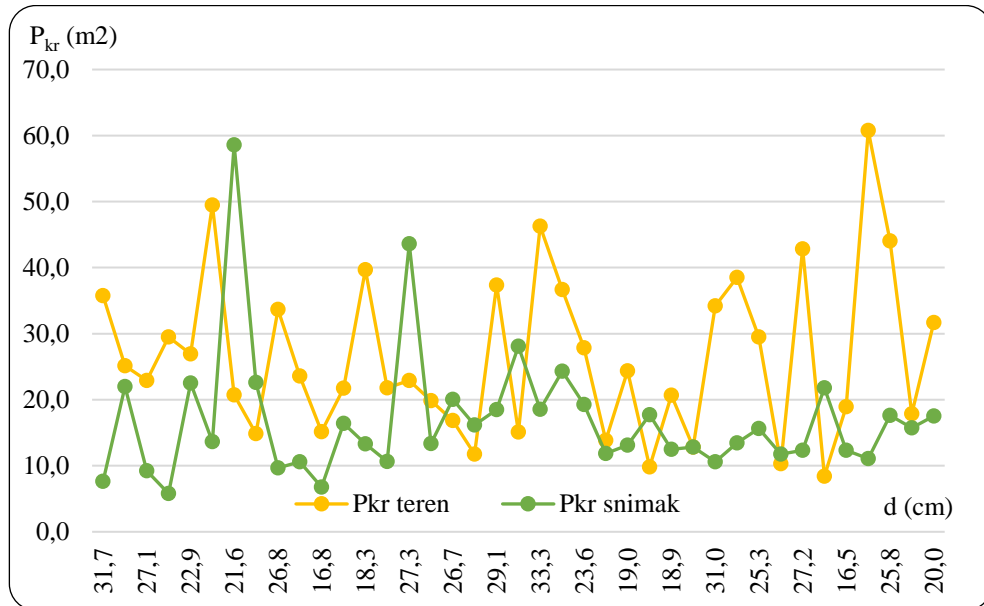
6.2.4. Шуме багрема старости 30 година

Упоредна анализа висина и површина крошњи моделних стабала мерених на снимцима као и прсних пречника процењених преко изабраних математичких модела и вредности ових димензија добијених мерењем на терену приказана је на графиконима 65-67



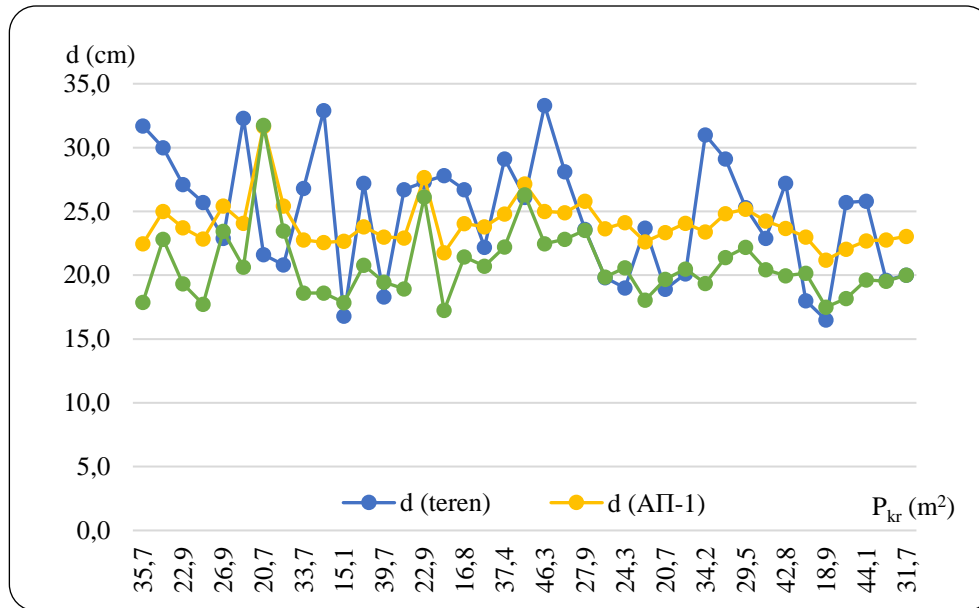
Графикон 65. Упоредна анализа висина моделних стабала у изданачким састојинама багрема старости 30 година

Терестрички мерене висине моделних стабала крећу се у интервалу 14,0-26,9 m, с просечном вредношћу 21,5 m. На авио снимку висине се крећу у интервалу 17,6-24.0 m, с просечном вредношћу од 21,4 m. Одступања од терестрички мерених висина варирају у интервалу од -28,4% до 32,0%, у просеку -0,5% (графикон 65).



Графикон 66. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у шумама багрема старости 30 година

Површине крошњи моделних стабала мерених на терену крећу се у интервалу 8,4-60,8 m², с просеком 26,5 m², док је тај интервал код површина крошњи утврђених на снимку 5,8 – 58,6 m², а просек 16,9 m². Одступања су двосмерног карактера, у интервалу од -81,9% до 182,8%, с просеком -18,4% (графикон 66).

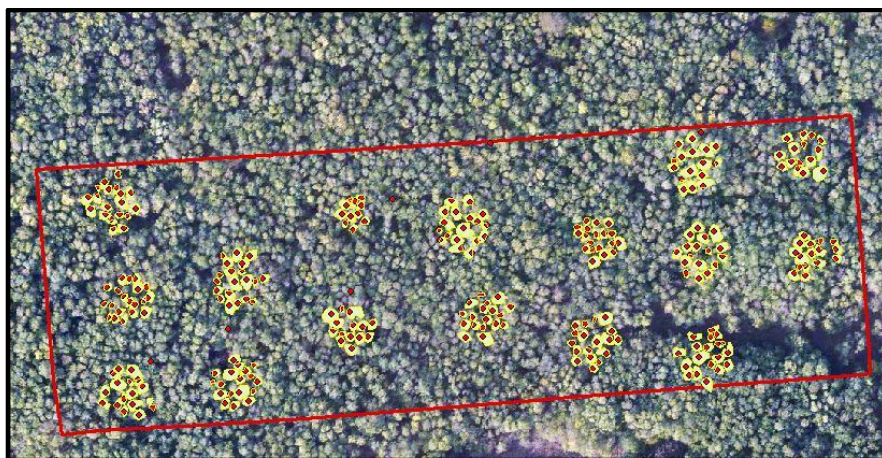


Графикон 67. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала у шумама багрема старости 30 година

Ниже вредности висина (просечно за -0,5%) и ниже вредности површина крошњи моделних стабала (просечно за -18,4%) мерених на снимку, генерисале су мање вредности прских пречника добијених преко изабраних математичких модела, (графикон 67). Код модела за предикцију прсног пречника АП-1, одступања у односу на терестрички мерене пречнике крећу се у интервалу од -45,4% до 31,8 %, с просеком од -3,7%. Модел АП-2 даје такође одступања двосмерног карактера, која су израженија и крећу се од -77,3% до 32,0%, с просечном вредности од -21,0%. Када су у питању састојине багрема старости 30 година, модел АП-1 даје већу прецизност процене прсног пречника.

Огледно поље 20 (ОП – 20)

Огледно поље 20 је постављено у одељењу 2/а у ГЈ „Багремара“, којом газдује ШГ Нови Сад, у изданаљким састојинама багрема старости 30 година (слика 36).



Слика 36. Положај ОП-20, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Степен подударности појединих информација о станишту и састојини, добијених на бази авио снимака и терестричком проценом, приказан је у табели 87. Заступљеност приземне вегетације, заступљеност жбуња и закоровљености нису могле бити прочитане са снимка конкретног ОП. Фотоинтерпретацијом снимка процењено је да је састојина густог склопа, док је на терену утврђено да се ради о потпуном склопу. За остале информације постигнута је подударност фотоинтерпретације и терестричке процене.

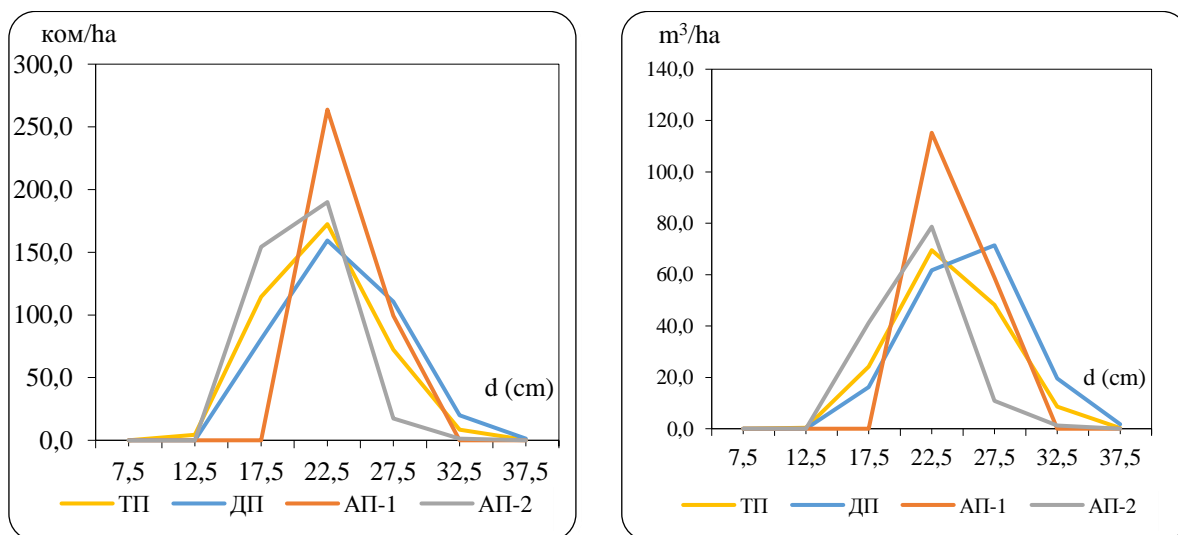
Табела 87. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 20

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	ретко	не види се на снимку
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	багрем	багрем
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	потпун	густ
Здравствено стање састојине	добро	Добро

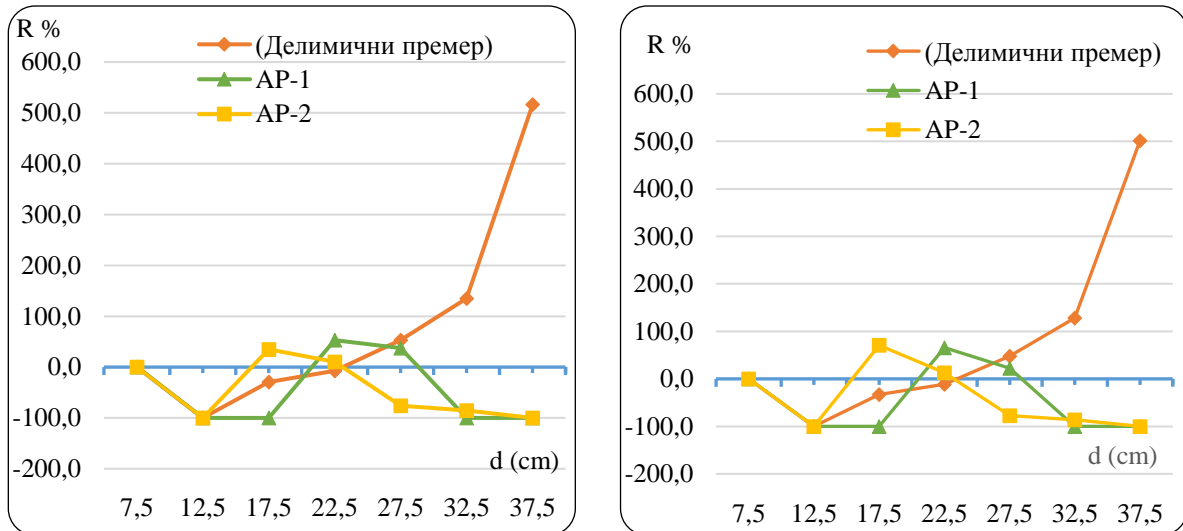
Поређење броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених премером на авио снимцима и терестричким мерењима, приказано је у табели 88 и на графиконима 68 и 69.

Табела 88. Нумерички елементи изданацких састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-20

Тотални премер					Делимични премер				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
7.5									
12.5	4,5	0,1	0,4	dg				dg	
17.5	114,4	2,8	24,2	hg	80,6	1,9	16,2	hg	
22.5	172,4	6,9	69,5	dg _{max}	159,4	6,3	61,7	dg _{max}	
27.5	72,2	4,3	48,2	hg _{max}	110,6	6,6	71,4	hg _{max}	
32.5	8,5	0,7	8,6		20,0	1,7	19,6		
37.5	0,2	0,02	0,3		1,3	0,1	1,7		
Σ	372,2	14,7	151,2		371,9	16,6	170,7		
Sx(%)					8.5		13.3		
Фотоинтерпретација снимка АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
7.5									
12.5				dg				dg	
17.5				hg	154,4	3,7	41,2	hg	
22.5	263,8	10,5	115,2	dg _{max}	190,0	7,6	78,7	dg _{max}	
27.5	99,4	5,9	58,9	hg _{max}	17,5	1,0	10,8	hg _{max}	
32.5					1,3	0,1	1,2		
Σ	363,1	16,4	174,1		363,1	12,4	132,0		
Sx(%)	8.9		10.9		8.9		10.9		



Графикон 68. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-20



Графикон 69. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-20

Делимичним премером код ОП-20 добијено је 371,9 стабала на ха или -0,1% стабала мање од тоталног премера. Код АП-1 и АП-2 број стабала је мањи за -9,1 стабло по ха или -2,4%. Мањи број стабала за свега 8,8 ком/ха код АП-1 и АП-2 у односу на терестрички реализован делимични премер указује на висок проценат идентификације стабала на фото примерним површинама. Стандардна грешка процене броја стабала износи 8,5% код делимичног премера реализованог на терену, док је код АП-1 и АП-2 8,9%. и имплицира добру репрезентативност узорка у оквиру делимичног премера.

Постоје изражене разлике дистрибуција броја стабала по дебљинским степенима изведених из података тестираних метода премера. Криве расподеле код терестрички реализованих премера су асиметричне, померене у десно, са варијационом ширином од 6, односно 5 дебљинских степени и највећим бројем стабала у степену 22,5 cm. Код АП-1 крива је асиметрична, изразито бочно спљоштена, са варијационом ширином од свега 2 дебљинска степена. Код АП-2 крива је асиметрична, спљоштеност је мање изражена, варијациона ширина је 4 дебљинских степени, с максимумом у степену 22,5 cm. Одступање броја стабала по дебљинским степенима знатно је израженије него када се ради о одступању укупног број стабала. Код овог ОП предикција пречника на бази елемената очитаних са снимка прецизнија је код АП-1 у односу на АП-2.

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за 1,9 m² или 12,9% у односу на темељницу добијену потпуним премером. Код АП-1 разлика износи 1,7 m² или 11,6%, а код АП-2 је мања за -

2,3 m² или -15,6% (табела 88). При веома блиском броју стабала на хектару, већи број стабала у дебљинском степену 27,5 и 32,5 cm код делимичног премера реализованог на терену и у степену 22,5 и 27,5 cm код АП-1 доводи до већих износа темељнице и запремине састојине у односу на потпуни премер. Код АП-2 значајно мањи број стабала у степену 27,5 cm даје ниже вредности темељница и запремине састојине према потпуном премеру.

Најмања одступања димензија средњих стабала у односу на тотални премер добијена су на основу података делимичног премера реализованог на терену, затим код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама АП-1 (табела 88), док највећа одступања даје модел АП-2.

Одступања запремине код делимичног премера реализованог на терену у односу на ону која је добијена потпуним премером износи 19,4 m³ (12,8%), код АП-1 22,9 m³ (15,1%), а код АП-2 је мања у односу на запремину добијену код тоталног премера за 19,3 m³ или -12,7%.. Стандардне грешке процене запремине делимичног премера реализованог на терену износе 13,3%, код АП-1 10,9% и код АП-2 10,9% (табела 88) и нешто су веће од стандардних грешака процене броја стабала. Повећањем интензитета делимичног премера грешка процене броја стабала била би још мања, а она код запремине би се свела у прихватљиве оквире од ±8%. Истовремено, вредности ових елемената приближили би се вредностима који се добијају из података потпуног премера. Одступања запремине појединих дебљинских степени код различитих варијанти делимичног премера у односу на потпуни премер далеко су израженија од одступања вредности запремине на хектару (графикон 69).

Огледно поље 21 (ОП – 21)

Огледно поље 21 је постављено у одељењу 1/b у ГЈ „Багремара“ којом газдује ШГ Нови Сад, у састојинама багрема старости 30 година (слика 37).



Слика 37. Положај ОП-21, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Од анализираних информација везаних за станиште и састојине, заступљеност приземне вегетације, заступљеност жбуња и закоровљености нису могле бити прочитане са снимка овог ОП, док је код осталих информација постигнута подударност фотоинтерпретације и терестричке процене (табела 89).

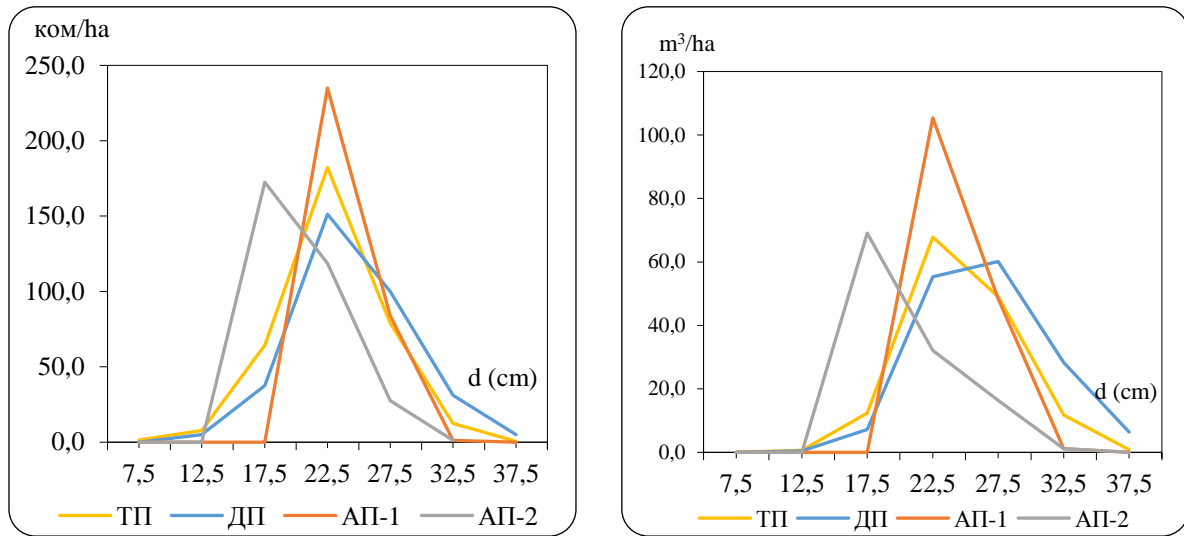
Табела 89. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 21

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	шума	шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	ретко	не види се на снимку
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	багрем	багрем
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	потпун	потпун
Здравствено стање састојине	добро	добро

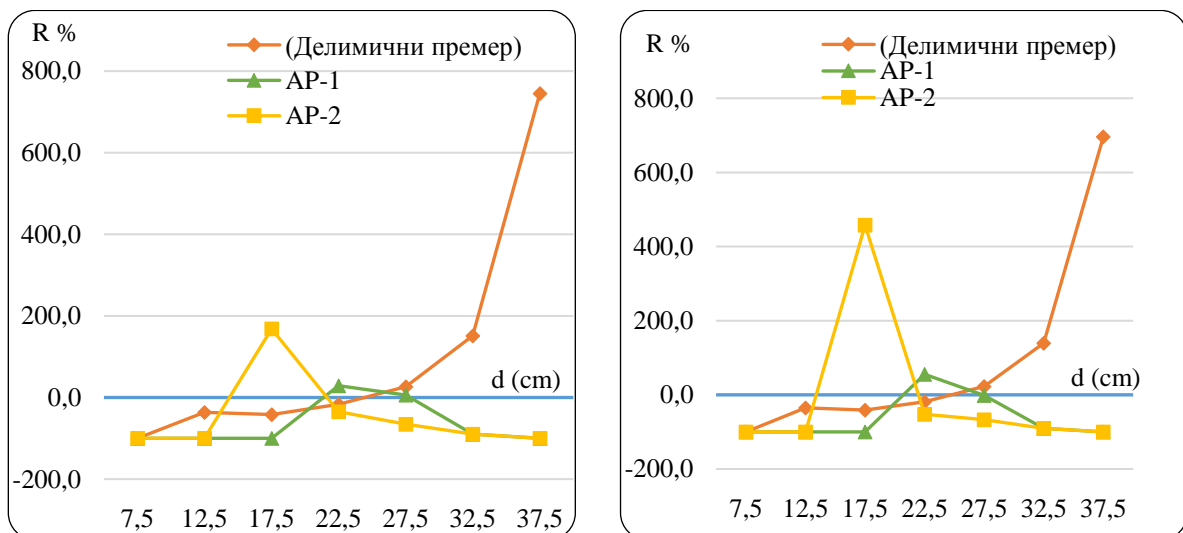
Анализе броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 90 и графиконима 70 и 71.

Табела 90. Нумерички елементи изданачких састојина багрема и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-21

Тотални премер					Делимични премер				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
7.5	1,4								
12.5	7,9	0,1	0,6	<i>dg</i> 23,2	5,0	0,1	0,4	<i>dg</i> 24,9	
17.5	64,3	1,5	12,4	<i>hg</i> 20,1	37,5	0,9	7,2	<i>hg</i> 23,0	
22.5	182,2	7,2	67,8	<i>dg_{max}</i> 28,6	151,3	6,0	55,3	<i>dg_{max}</i> 34,8	
27.5	78,9	4,7	49,1	<i>hg_{max}</i> 22,2	100,0	5,9	60,1	<i>hg_{max}</i> 26,8	
32.5	12,4	1,0	11,8		31,3	2,6	28,2		
37.5	0,6	0,1	0,8		5,0	0,6	6,4		
Σ	347,7	14,7	142,5		330,0	16,1	157,7		
Sx(%)					6.1		12.3		
Фотоинтерпретација снимка АП - 1					Фотоинтерпретација снимка АП - 2				
d (cm)	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Средња стабла	
7.5									
12.5				<i>dg</i> 24,0				<i>dg</i> 24,6	
17.5				<i>hg</i> 22,5	172,5	4,1	69,1	<i>hg</i> 22,8	
22.5	235,0	9,3	105,4	<i>dg_{max}</i> 29,1	118,8	4,7	32,2	<i>dg_{max}</i> 32,5	
27.5	83,8	5,0	48,4	<i>hg_{max}</i> 24,8	27,5	1,6	16,3	<i>hg_{max}</i> 26,1	
32.5	1,3	0,1	1,1		1,3	0,1	1,1		
Σ	320,0	14,4	154,9		320,0	10,6	118,7		
Sx(%)	6.9		8.9		6.9		9.7		



Графикон 70. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-21



Графикон 71. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебелинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-21

Тоталним премером добијено је 347,7 стабала на ха, док је код делимичног премера реализованог на терену добијено 330 или 17,7 ком/ха (-5,1%) мање. Стандардна грешка процене од 6,1% указује на добру репрезентативност постављеног узорка на терену. Код АП-1 и АП-2 број стабала износи 320, ком/ха и мањи је 27,7 (-8,0%) стабала у односу на тотални премер. У односу на делимични премер реализован на терену, АП-1 и АП-2 дају мање свега 10,0 ком/ха или -3,0%, што имплицира добру идентификацију стабала на снимцима. (табела 90).

Дистрибуција броја стабала код АП-1 је десно асиметрична, бочно спљоштена, варијационе ширине од свега 3 степена и максимумом у дебљинском степену 22,5 cm (графикон 70). Код АП-2 дистрибуција је лево асиметрична, с варијационом ширином од 4 дебљинска степена и максимумом броја стабала такође у степену 22,5 cm. И код овог огледног поља разлике броја стабала по дебљинским степенима су знатно израженије у односу на разлике код укупног броја стабала (графикон 71). Најизраженије су код делимичног премера реализованог на терену, затим код АП-1, а најмање су изражене код АП-2.

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за $1,4 \text{ m}^2$ (9,4%) у односу на ону која је добијена потпуним премером. Код АП-1 темељница је мања у односу на тотални премер за $0,3 \text{ m}^2$ или -2,0%, а код АП-2 за $4,1 \text{ m}^2$, односно -27,9% (табела 90).

Када су у питању димензија средњих стабала најмања одступања у односу на потпуни премер констатована су код АП-1, затим АП-2 док су највећа одступања код терестрички реализованог делимичног премера.

Код делимичног премера реализованог на терену, одступање запремине у односу тотални премер износи $15,1 \text{ m}^3$ (10,6%), код АП-1 $12,4 \text{ m}^3$ (8,7%) док је код АП-2 запремина мања за $-23,8 \text{ m}^3$ (-16,7%) Стандардне грешке процене запремине делимичног премера износе 12,3%, односно 8,9 % и 9,7% (табела 90) и указују на релативно добру репрезентативност узорка делимичног премера (табела 90). За разлику од укупне запремине, постоје изражене разлике у вредностима запремине по појединим дебљинским степенима (графикон 71). Као и код претходног случаја (ОП), повећањем интензитета делимичног премера смањила би се и стандардна грешка процене запремине, а вредности овог елемента би биле ближе вредностима изведеним из података потпуног премера. При томе, поготово када се ради о премеру на авио снимцима, економичност делимичног премера не би била доведена у питање.

На основу резултата t-теста утврђено је да постоје статистички значајне разлике између димензија појединачних стабала (h , R_{kr} мерених на авио снимцима и терестрички као и између мерених и предиктованих вредности прских пречника на бази модела АП-2, на нивоу значајности $p < 0,01$. Такође, разлике у прским пречницима постоје и код АП-1, али на нивоу значајности $p > 0,05$ (табела 91). На овај начин је потврђена раније изнета

констатација о разликама између димензија моделних стабала добијених различитим начинима премера састојина багрема старости 30 година.

Табела 91. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у изданачком састојинама багрема старости 30 год

Параметар	Извор n=246	Аритметичка средина	Стандардна девијација	t-тест	
				једнакости t	аритметичких средина p - вредност
d	Терен	23,463	3,989	-1,429	0,155
	Снимак AP-1	24,039	2,049		
d	Терен	23,463	3,989	5,604	0,000
	Снимак AP-2	21,052	2,630		
h	Терен	20,394	2,992	-4,256	0,000
	Снимак	21,718	1,734		
P _{kr}	Терен	21,267	10,344	3,850	0,000
	Снимак	16,659	7,983		

Разлике у димензијама појединачних стабала утичу и на остале елементе састојине (темељницу и запремину), а тиме и на степен употребљивости података инвентуре на бази авио снимака. У том смислу, спроведена је анализа варијансе (табела 92), која је показала да постоје статистички значајне разлике у погледу V/ha између премера на авио снимцима и терестричке инвентуре. Код осталих елемената састојине (N/ha и G/ha) разлике нису статистички значајне.

Табела 92. Анализа варијансе у изданачком састојинама багрема старости 30 година

Параметар	Извор варијација	Сума квадрата одступања	Број степени слободе	Средине квадрата	F	p - вредност
N/ha	Између група	467,420	3	155,807	0,205	0,888
	Унутар група	3.035,540	4	758,885		
	Укупно	3.502,960	7			
G/ha	Између група	6,994	3	2,331	1,543	0,334
	Унутар група	6,045	4	1,511		
	Укупно	13,039	7			
V/ha	Између група	2.058,465	3	686,155	6,946	0,046
	Унутар група	395,110	4	98,777		
	Укупно	2.453,575	7			

С обзиром да је анализа варијансе показала да постоје статистички значајне разлике код V/ha, на нивоу значајности $p < 0,05$, као накнадни тест којим је проверена значајност наведених разлика спроведен је LSD тест табела 93.

Табела 93. LSD тест за V/ha у изданацким састојинама багрема старости 30 година

V/ha		Разлика аритметичких средина	p - вредност
Тотални премер	Делимични премер	-17,2785	0,157
	АП-1	-17,6662	0,150
	АП-2	21,5485	0,096
Делимични премер	Тотални премер	17,2785	0,157
	АП-1	-0,3877	0,971
	АП-2	38,8270*	0,017
АП-1	Тотални премер	17,6662	0,150
	Делимични премер	0,3877	0,971
	АП-2	39,2147*	0,017
АП-2	Тотални премер	-21,5485	0,096
	Делимични премер	-38,8270*	0,017
	АП-1	-39,2147*	0,017

Тест је показао да се запремине на хектару разликују само у оквиру делимичног премера, на релацији терестрички реализован-реализован на авио снимку (АП-1 и АП-2) И код састојина багрема старости 30 година, да би се остварио бољи увид у резултате различитих метода инвентуре и њихове међусобне разлике, поред статистичких анализа, урађен је и упоредни преглед просечних вредности таксационих елемената (табела 94).

Табела 94. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премер у изданацким састојинама багрема старости 30 година

Средње вредности	Тотални премер	Делимични премер	Авио снимак АП-1	Авио снимак АП-2
N ком/ha	360.0	350.9	341.6	341.6
S _N %		7,3	7,9	7,9
R _N %		2,5	5,4	5,4
G m ² /ha	14.7	16.4	15.4	11.5
R _G %		11.6	4.8	21.8
V m ³ /ha	146.9	164.2	164.5	125.3
S _V %		12,8	9,9	10,3
R _V %		11.7	11.9	14.7

Делимични премер на фото огледним пољима, у случају када је за предикцију прсног пречника коришћен модел у оквиру врсте дрвећа и старости (АП-1), даје најмања одступања у односу на потпуни премер. Код броја стабала она износе -5,4%, код темељнице 4,8%, а код запремине састојине 11,9% (табела 94).

Када је у питању премер на снимку, при чему је за процену прсног пречника стабала коришћен модел на нивоу врсте дрвећа без обзира на старост (АП-2), одступања у броју стабала су идентична одступањима овог елемента код АП-1, док су одступања темељнице и запремине израженија и код темељнице износе -21,8%, а код запремине -14,7%.

Наведени односи, посебно између АП-1 и потпуног премера, као и просечне вредности стандардних грешака процене броја стабала и запремине, упућују на то да би се повећањем интензитета премера на авио снимцима ове грешке свеле у прихватљиве оквире, а таксациони елементи би се још више приближили вредностима добијеним на бази потпуног премера, што отвара могућност примене аерофотограметрије у инвентури изданаčkih багремових шума старости 30 година. Наравно, ова констатација је коректна уколико се прихвати чињеница да дистрибуције броја стабала и запремине добијене делимичним премером на снимцима немају значај код багрема у тој мери какав имају код високих природних састојина различитих врста дрвећа,

6.3. Избор математичких модела за предикцију прсног пречника стабала храста лужњака на бази елемената прочитаних са авио снимка

Да би се на бази авио снимака добиле информације о темељници, запремини састојине итд., и у случају храстова претходно су израђени модели (функције) помоћу којих се могу одредити вредности прсног пречника (не могу се директно читати са снимка) на основу измерних висина и површина крошњи стабала (променљивих који се могу са довољном поузданошћу одредити на авио снимцима). Код вештачки подигнутих састојина храста лужњака При том, тестиран је велики број функција типа $d = f(P_{kr})$ и $d = f(P_{kr}, h)$ (Прилог 3), да би се као најбоље изабрале следеће функције:

– за средњедобне, чисте састојине храста лужњака:

$$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h \quad (9)$$

– за дозревајуће, чисте састојине храста лужњака

$$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln[(P_{kr}^2) \cdot h] \quad (10)$$

– за средњедобне, мешовите састојине храста лужњака

$$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c \quad (11)$$

– за дозревајуће, мешовите састојине храста лужњака

$$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c \quad (12)$$

У намери да се израчунавање прсног пречника стабла учини практичнијим, обједињени су емпиријски подаци за вештачки подигнуте средњедобне и дозревајуће састојина, било да су оне чисте или мешовите, и добијен је заједнички модел за све храстове састојине истраживаног подручја– формула 13.

– заједнички модел за све храстове састојине

$$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c \quad (13)$$

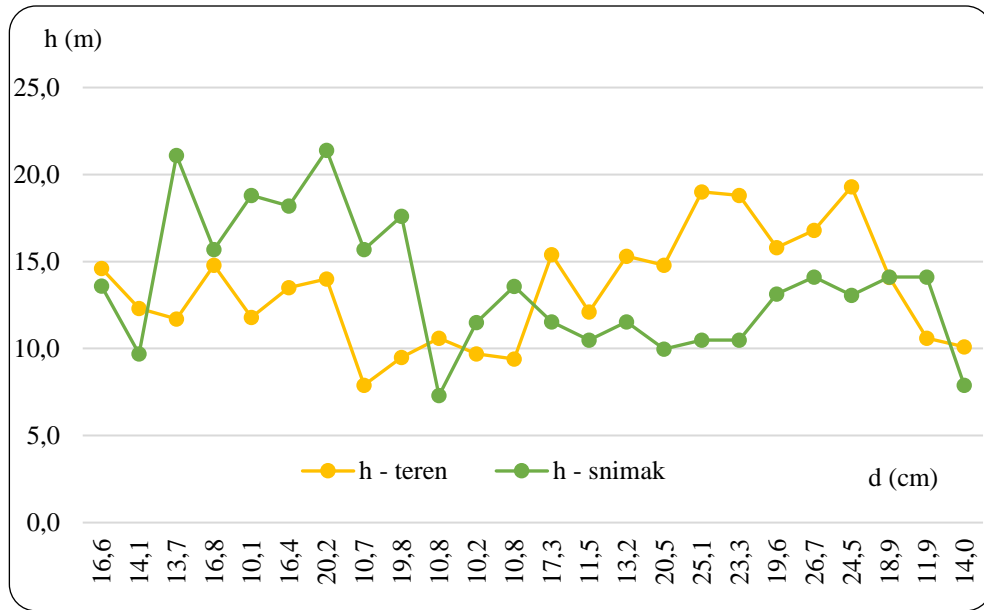
Статистички параметри регресионе и корелационе анализе за изабране моделе приказани су у табели 95.

Табела 95. Статистички параметри изабраних модела за процену прсног пречника стабала у састојинама храста лужњака различитих развојних фаза и мешовитости.

Развој на фаза	Мешовитост	R	R ²	Std. Err.	F	Sig.	RSS	AIC	a b c d			
									a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
Средњ едобне	Чисте	0,91	0,84	2,33	236,987	0,00	756,161	651,970	4,127	0,145	0,589	0,011
Дозрев ајуће	Чисте	0,73	0,53	8,90	50,066	0,00	10.529,385	991.636	358,4 5	308,0 9	5.382	149,0 5
Средњ едобне	Мешов ите	0,77	0,60	2,37	263,815	0,00	1.943,962	1.595,796	0,295	0,689	0,177	-
Дозрев ајуће	Мешов ите	0,79	0,62	7,39	150,157	0,00	10.006,754	1.257,105	0,183	0,817	0,176	-
<i>Храстови</i>		0,96	0,93	6,08	5.005,076	0,00	30.055,557	5259,076	-0,045	0,926	0,204	-

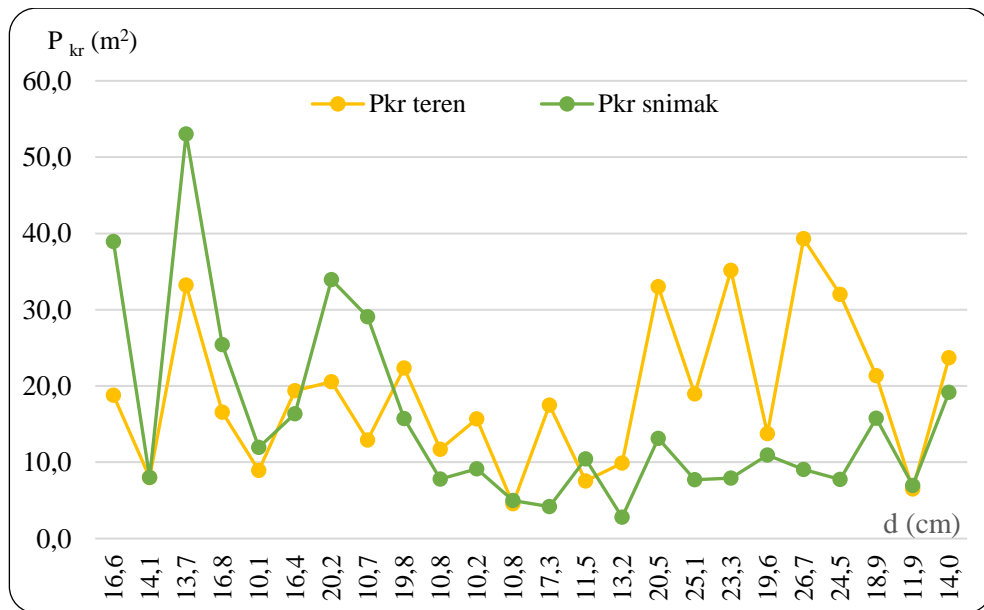
6.3.1. Средњедобне, чисте састојине храста лужњака

Упоредна анализа висина и површина крошњи моделних стабала мерених на снимцима, као и прских пречника процењених преко изабраних математичких модела и вредности ових димензија добијених мерењем на терену, приказана је на графиконима 72-74. Анализа је спроведена на моделним стаблима храста лужњака која су се поуздано могла детерминисати терестричким путем и на фото примерним површинама, изабраним тако да својим димензијама покрију читаву варијациону ширину висина, површина крошњи и прских пречника.



Графикон 72. Упоредна анализа висина моделних стабала у средњедобним, чистим састојинама храста лужњака

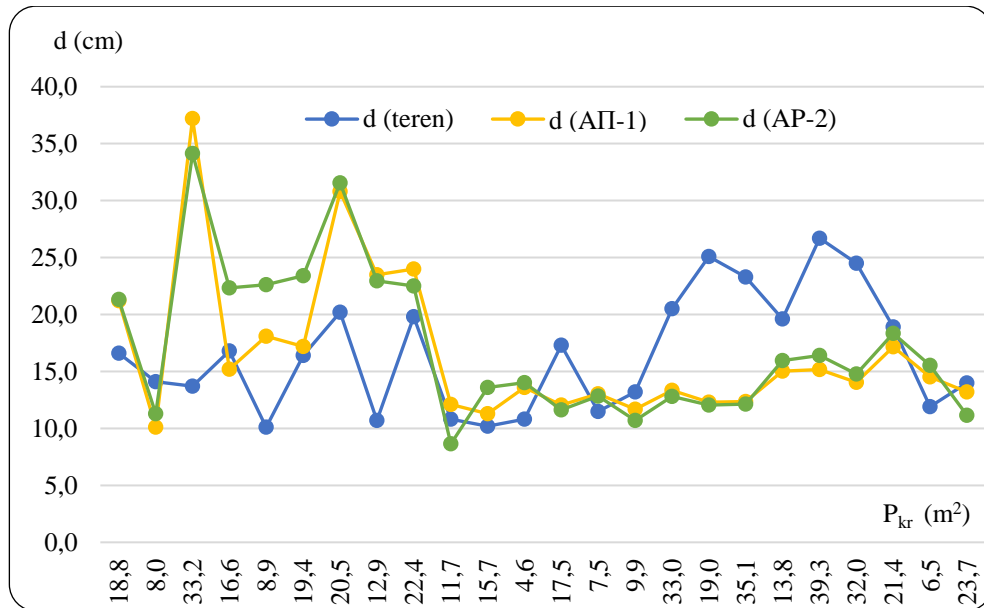
За исте прсне пречнике, терестрички мерене висине моделних стабала крећу се у интервалу 7,9-19,3 m, с просечном вредношћу 13,6 m. На авио снимку висине се крећу у интервалу 7,3-21,4 m, с просечном вредношћу од 13,8 m (графикон 72).



Графикон 73. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у средњедобним, чистим састојинама храста лужњака

Површине крошњи моделних стабала мерених на терену крећу се у интервалу 2,5-39,3 m², с просеком 16,7 m², док је тај интервал код површина крошњи утврђених на

снимку $2,8 - 53,0 \text{ m}^2$, а просек $15,3 \text{ m}^2$. Одступања су двосмерног карактера, и крећу се у интервалу од $-77,4\%$ до $125,5\%$, с просеком $-7,2\%$ (графикон 73).



Графикон 74. Упоредна анализа прсних пречника моделних стабала у средњедобним, чистим састојинама храста лужњака

Разлике у вредностима висина, и површина крошњи моделних стабала мерених на снимку, одразиле су се и генерисале различите вредности прсних пречника добијених преко изабраних математичких модела (графикон 74). Разлике у односу на терестрички мерене прсне пречнике двосмерног су карактера и код модела за предикцију прсног пречника АП-1 одступања се крећу у интервалу од $-50,9\%$ до $171,5\%$, с просеком од $10,0\%$. Код модела АП-2 одступања се крећу се од $-59,9\%$ до $108,2\%$, с просечном вредности од $7,0\%$.

Огледно поље 22 (П – 22)

Огледно поље 22 је постављено у одељењу 5/с у ГЈ „Дорослово“, којом газдује ШГ Сомбор, и то у вештачки подигнутим, чистим, средњедобним састојинама храста лужњака (слика 38).



Слика 38. Положај ОП-22, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Информације о станишту и састојини добијене са снимка и степен њихове компатибилности са информацијама добијеним терестричким премером и проценом, приказан је у табели 97 . Приземну вегетацију, заступљеност жбуња и закоровљеност није било могуће очитати на снимку. Терестричким премером утврђено је присуство 4 врсте дрвећа, док је на бази авио снимка констатовано заступљеност само једне врсте дрвећа и то храста лужњака, који је вертикално позициониран у горњим спратовима ове састојине. Пратеће врсте, које углавном заузимају ниже етаже, нису констатоване на снимку. Код осталих информација постигнута је подударност фотоинтерпретације и терестричке процене.

Табела 96. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП-22.

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	Шума	Шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	ретко	не види се на снимку
Закоровљеност	слаба	не види се на снимку
Врсте дрвећа:	лужњак, граб, клен, багрем	лужњак
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	Незадовољавајуће	Незадовољавајуће

Упоредне анализе броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 97 и графиконима 75 и 76.

Табела 97. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-22

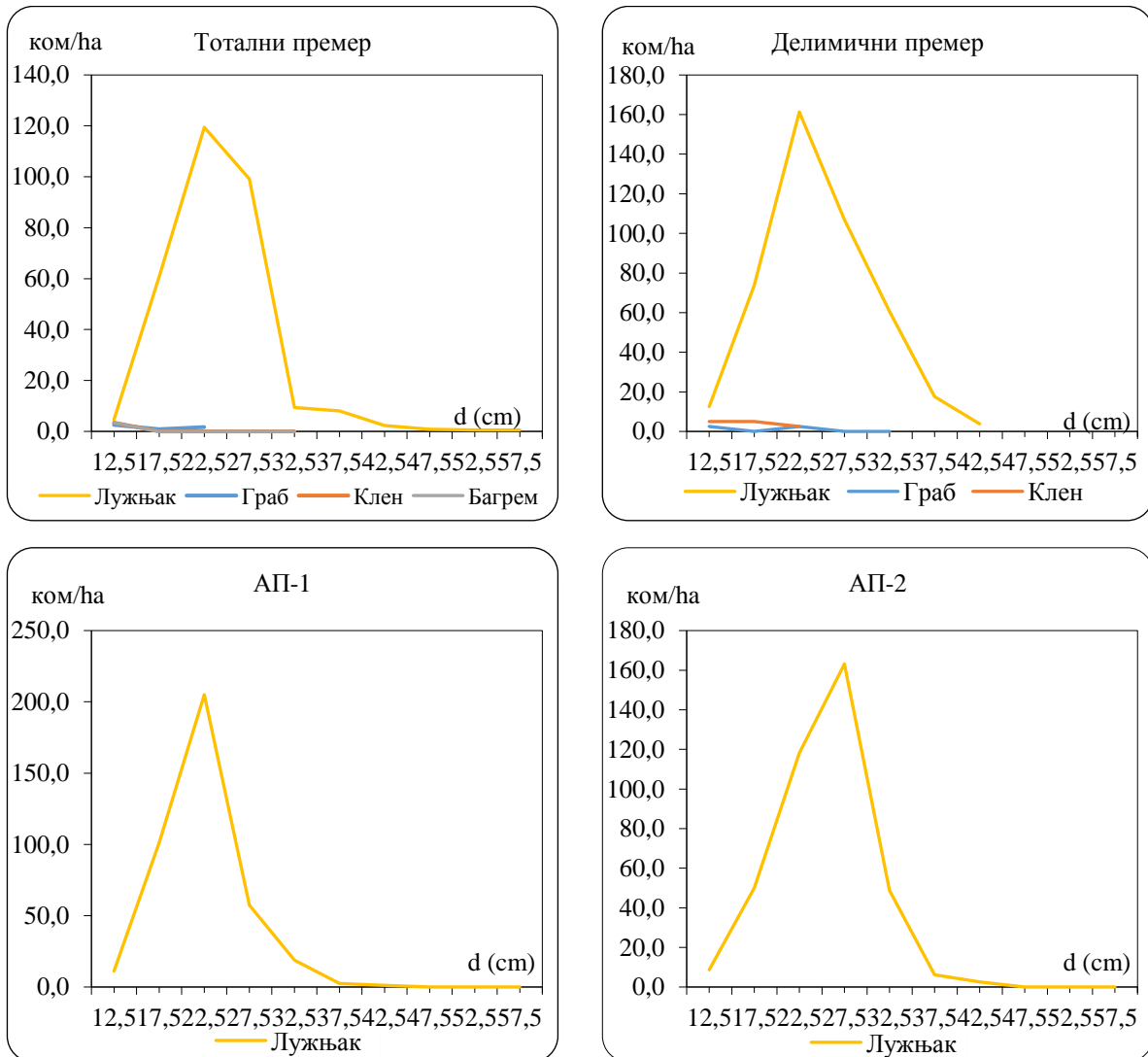
d (cm)	Тотални премер										Фотоинтерпретација снимака ОП - 1			
	N (kom/ha)					G (m ² /ha)		V (m ³ /ha)			N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	
	Лужњак	Граб	Клен	Багрем	Укупно	Укупно	Лужњак	Граб	Клен	Багрем	Укупно	Лужњак		
12.5	4,6	2,6	8,3	3,4	18,9	0,23	0,8	0,3	1,0	0,4	2,5	11,3	0,1	2,7
17.5	60,9	0,9	4,3		66,0	1,59	21,5	0,2	1,0		22,7	101,3	2,4	60,5
22.5	119,4	1,7	1,1		122,3	4,86	69,6	0,7	0,5		70,8	205,0	8,1	200,1
27.5	99,1		0,3		99,4	5,90	85,3		0,2		85,4	57,5	3,4	82,2
32.5	9,4				9,4	0,78	11,1				11,1	18,8	1,6	34,7
37.5	8,0				8,0	0,88	12,3				12,3	2,5	0,3	7,0
42.5	2,3				2,3	0,32	4,4				4,4	1,3	0,2	3,2
47.5	0,9				0,9	0,15	2,0				2,0			
52.5	0,6				0,6	0,12	1,6				1,6			
57.5	0,6				0,6	0,15	1,9				1,9			
Σ	305,7	5,1	14,0	3,4	328,3	15,0	210,5	1,2	2,7	0,4	214,8	397,5	16,1	390,3
Sx (%)												8,9		16,5
d (cm)	Делимични премер										Фотоинтерпретација снимка ОП - 2			
	N (kom/ha)					G (m ² /ha)		V (m ³ /ha)			N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	
	Лужњак	Граб	Клен	Багрем	Укупно	Укупно	Лужњак	Граб	Клен	Багрем	Укупно	Лужњак		
12.5	12,5	2,5	5,0		20,0	0,25	1,8	0,2	0,8		2,8	8,8	0,1	1,1
17.5	73,8		5,0		78,8	1,89	23,3		1,1		24,4	50,0	1,2	16,6
22.5	161,3	2,5	2,5		166,3	6,61	91,3	1,0	0,6		92,9	118,1	4,7	68,2
27.5	106,9				106,9	6,34	95,6				95,6	163,1	9,7	139,9
32.5	60,6				60,6	5,03	78,8				78,8	48,8	4,0	57,9
37.5	17,5				17,5	1,93	31,1				31,1	6,3	0,7	9,9
42.5	3,8				3,8	0,53	8,7				8,7	2,5	0,4	6,3
Σ	436,4	5,0	12,5		453,9	22,6	330,7	1,2	2,5		334,4	397,5	20,8	300,0
Sx (%)					8,5						9,3	8,9		16,6%

Тоталним премером добијено је 328,3 стабала/ха, са учешћем храста лужњака 93.1%, граба 1.6%, клена 4,3% и багрема 1.0%. Терестрички реализованим делимичним премером добијено је 125,7 стабла/ха више у односу на тотални премер, при чему је учешће храста лужњака 96.1%, граба 1.1% и клена 2,8%, а присуство багрема није регистровано. Стандардна грешка процене број стабала код делимичног премера износи 8.5%. Код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама број стабала износи 397,5/ха, са стандардном грешком процене 8.9%. Путем визуелне фотоинтерпретације снимака нису могле да се уоче разлике између врста дрвећа присутних на ОП, па су сва идентификована стабла приписана храсту лужњаку. Разлике у броју стабала код премера реализованог на фото примерним површинама указују да код овог поља нису идентификована сва стабла у односу на број стабала добијен терестрички реализованим делимичним премером. Расподеле броја стабала лужњака по дебљинским степенима, као доминантне врсте дрвећа на ОП, добијене различитим методама премера међусобно се значајно разликују (графикони 75 - 76), посебно када су у питању одступања АП-1 у односу на потпуни премер. Код тоталног и терестрички реализованог делимичног премера крива расподеле звоноликог је облика, лево асиметрична, са максимумом у 22,5 cm дебљинском степену, при чему је код тоталног премера варијациона ширина 10 дебљинских степени, а код терестрички реализованог делимичног премера свега 7 дебљинских степени. Код АП-1 и АП-2 криве су такође лево асиметричне, звоноликог облика, што је карактеристично за једнодобне састојине, с тим што се максимум код АП-1 налази у 22,5 cm дебљинском степену, а код АП-2 у 27,5 cm, са варијационом ширином од 7 дебљинских степени у оба случаја. Друге врсте дрвећа су минимално заступљене на ОП, са стаблима у 1-4 дебљинска степена, па њихова расподела није била предмет анализе на начин како је то урађено за храст лужњак.

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за 7,6 m²/ха или 50.7%, у односу на потпуни премер. Код АП-1 темељница је већа за 1,1 m²/ха или 7,7%, док је код АП-2 већа за 5,8 m²/ха или 38,6% (табела 97). Веће вредности темељнице код делимичног премера последица су већег броја стабала у односу на потпуни премер и њихове расподеле по дебљинским степенима на бази изабраних модела за предикцију прсног пречника. Кад су у питању димензије средњих стабала храста лужњака најмања одступања у односу на потпуни премер добијена су на основу података терестрички реализованог делимичног премера, затим на основу података премера на фото примерним површинама кад је коришћен модел АП-2, док су највећа одступања констатована код АП-1 (табела 98).

Табела 98. Упоредне анализе димензија средњих стабала добијени различитим методама премера на ОП-22

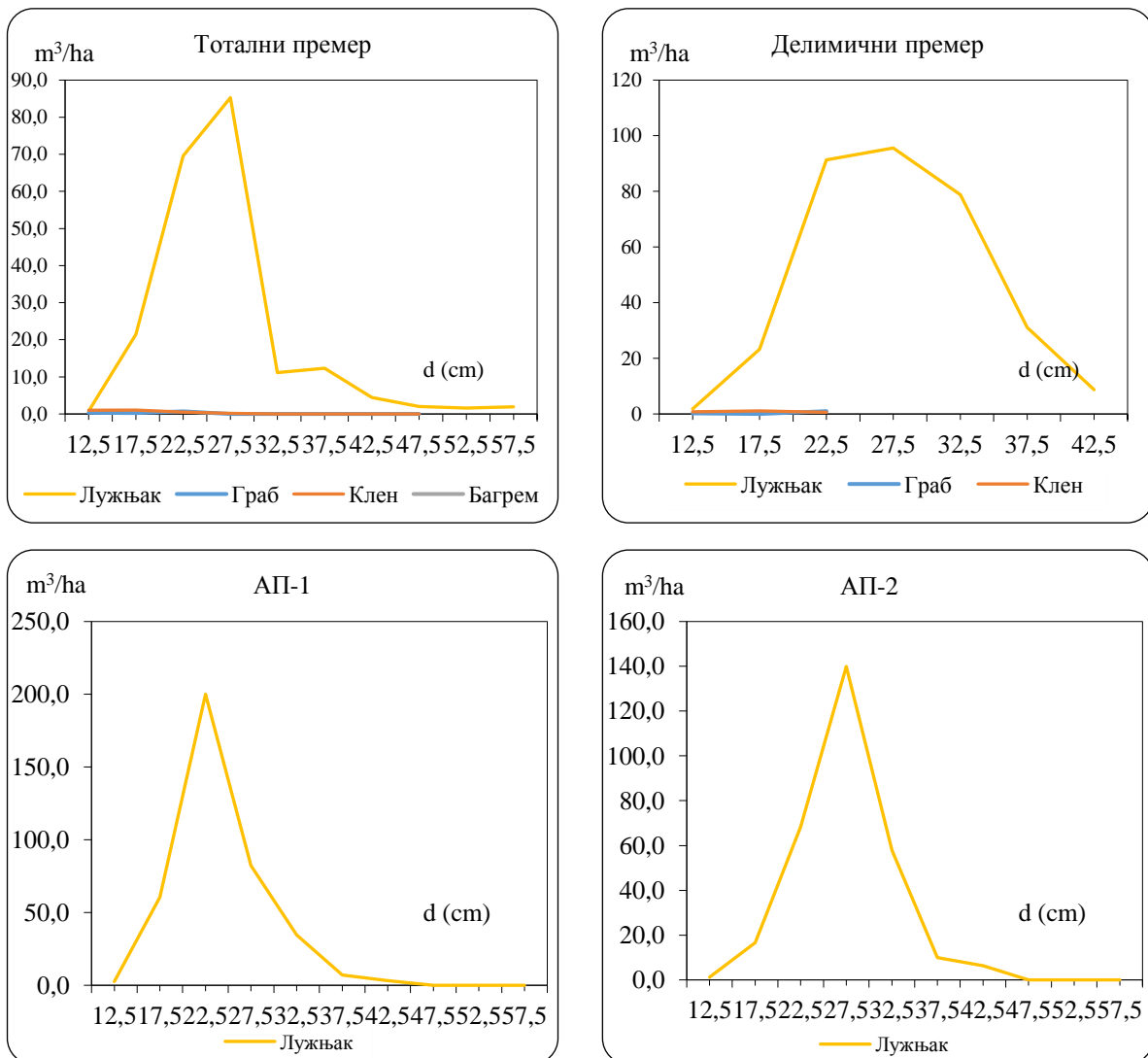
Средња стабла	Тотални премер				Делимични премер				Фотоинтерпретација снимка АП - 1				Фотоинтерпретација снимка АП - 2			
	d_g	h_g	d_{gmax}	h_{gmax}	d_g	h_g	d_{gmax}	h_{gmax}	d_g	h_g	d_{gmax}	h_{gmax}	d_g	h_g	d_{gmax}	h_{gmax}
Лужњак	24,6	20,4	31,5	22,4	25,4	20,9	34,0	25,4	22,7	19,3	29,4	23,1	25,8	21,1	32,0	24,5
Граб	17,3	17,4	22,5	19,7	18,2	16,3	22,5	19,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Клен	15,6	16,6	15,7	16,6	16,9	15,4	22,5	19,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Багрем	12,5	14,7	8,4	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Графикон 75. Дебљинска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-22

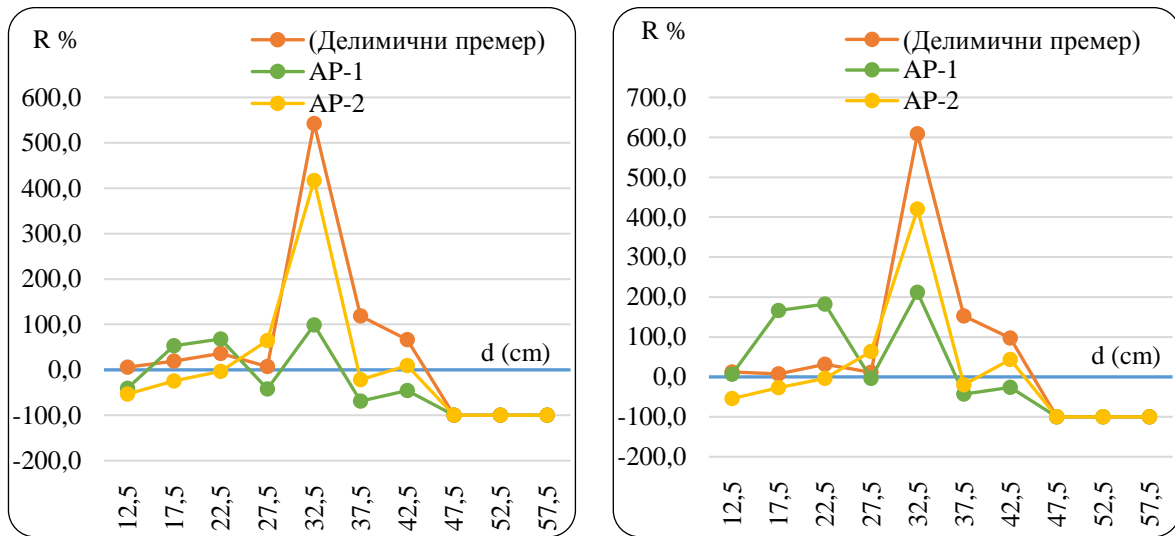
Запремина састојине добијена тоталним премером износи $214,8 \text{ m}^3/\text{ha}$, док је код делимичног премера реализованог на терену $334,4 \text{ m}^3/\text{ha}$ и већа је за 55,6% (табела 97). Учешће храста лужњака у смеси код тоталног премера износи 98,0%, граба 0,6%, клена 1,3 % и багрема 0,1%. Ко делимичног премера лужњаку припада 98,9%, грабу 0,4 % и клена 0,7% запремине (табела 97). Одступања запремине код делимичног премера

реализованог на фото примерним површинама (АП-1) у односу на запремину која је добијена тоталним премером износи $175.5 \text{ m}^3/\text{ha}$ (81.7%), а код АП-2 $85.2 \text{ m}^3/\text{ha}$ (39,7 %). Веће вредности запремина делимичног премера, као и код темељнице, последица су већег броја стабала и њихове расподеле по дебљинским степенима. Тако, нпр., највећа запремина код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама (АП-2) налази се у дебљинском степену 27,5 cm и износи $139,9 \text{ m}^3$, док је код тоталног премера у истом дебљинском степену $85,4 \text{ m}^3$. Стандардне грешке процене запремине код делимичног премера реализованог на терену износи 9,3%, код АП-1 је 16,5%, а код АП-2 16,6% и указује на недовољну репрезентативност узорка на којем је делимични премер реализован. (табела 97).



Графикон 76. Запреминска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-22

Поред значајних одступања укупне запремине састојине, констатована су и велика одступања запремине по дебљинским степенима добијене делимичним у односу на потпуни премеар (графикон 77).



Графикон 77. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премеара, ОП-1 и ОП-2 у односу на тотални премеар на ОП-22

Огледно поље 23 (ОП – 23)

Огледно поље 23 је постављено у одељењу 38/с у ГЈ „Карапанца“, којом газдује ШГ Сомбор, у вештачки подигнутим, чистим, средњедобним састојинама храста лужњака (слика 39).



Слика 39. Положај ОП-23, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Упоредна анализа појединих информација о станишту и састојини добијених на бази авио снимака и информације добијене терестричким путем, приказана је у табели 99. Заступљеност приземне вегетације, заступљеност жбуња и закоровљености није било

могуће оценити на авио снимку за конкретно огледно поље. Код осталих посматраних информација постигнута је потпуна подударност фотоинтерпретације и терестричке процене.

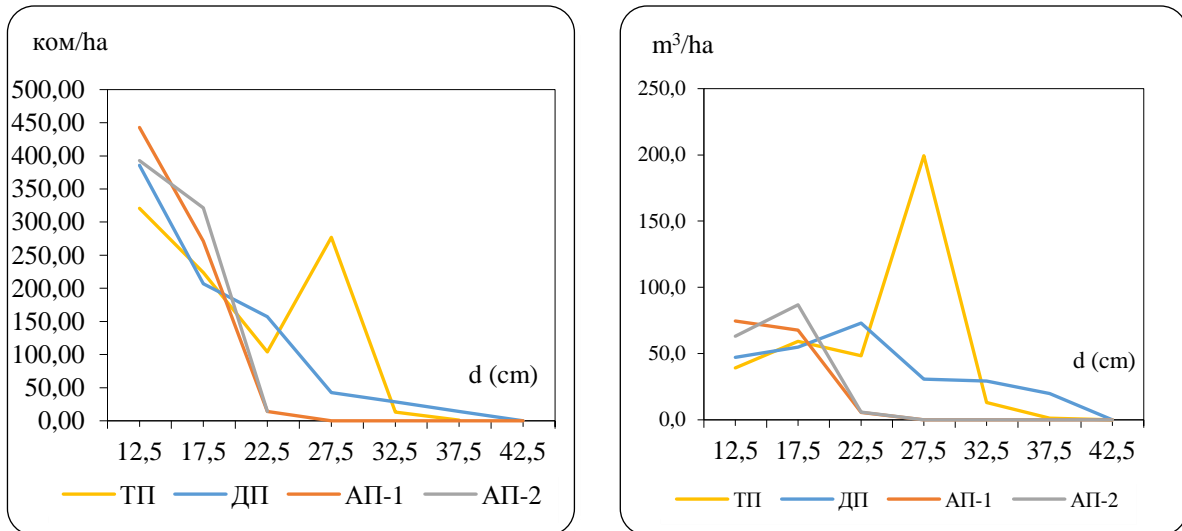
Табела 99. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 23.

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	Шума	Шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	ретко	не види се на снимку
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	лужњак	лужњак
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

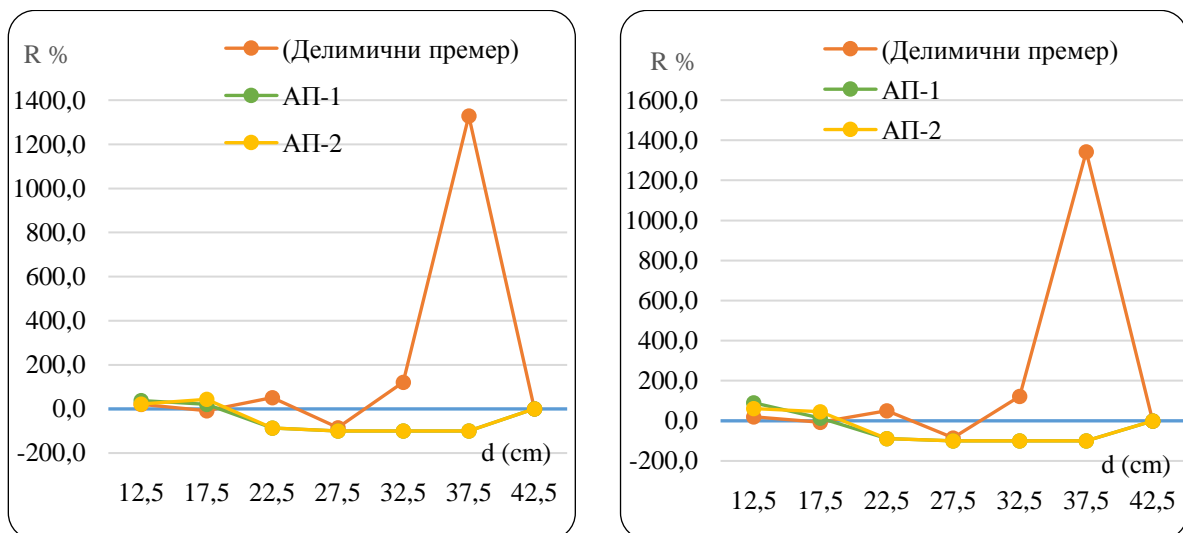
Упоредне анализе броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио

Табела 100. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-23

d cm	Тотални премер			Средња стабла	Делимични премер			Средња стабла
	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)		N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	
12.5	320,8	3,9	39,3		385,7	4,7	47,2	
17.5	223,8	5,4	59,4	dg 20,5	207,1	5,0	55,0	dg 18,5
22.5	104,0	4,1	48,3	hg 15,1	157,1	6,2	73,0	hg 14,0
27.5	277,2	16,5	199,4	dg max 27,9	42,9	2,5	30,8	dg max 22,7
32.5	12,9	1,1	13,2	hg max 18,2	28,6	2,4	29,3	hg max 16,1
37.5	1,0	0,1	1,4		14,3	1,6	19,7	
Σ	939,7	31,1	360,9		835,7	22,4	255,1	
Sx (%)					11.0		32.7	
d cm	Фотоинтерпретација снимка АП - 1				Фотоинтерпретација снимка АП - 2			
	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла	N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	Средња стабла
12.5	442,9	5,4	74,6		392,9	4,8	63,23	
17.5	271,4	6,5	67,8	dg 14,8	321,4	7,7	86,84	dg 15,1
22.5	14,3	0,6	5,7	hg 12,0	14,3	0,6	5,89	hg 12,2
27.5				dg max 18,1				dg max 18,1
32.5				hg max 13,8				hg max 13,8
37.5								
Σ	728,6	12,5	148,1		728,6	13,1	155,9	
Sx(%)	7.0		18.1		7.0		20.0	



Графикон 78. Дебљинска (лево) и запреминска структура састојине (десно) добијене на основу тестираних метода премера на ОП-23



Графикон 79. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-23

Тоталним премером је добијено 939,7 стабала по хектару, док је код делимичног премера реализованог на терену 835,7 стабала/ха, односно 104 стабала (-11,1%) мање у односу на тотални премер. Стандардна грешка процене броја стабала износи 11,0%. Код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама АП-1 и АП-2 број стабала износи 728,6 ком/ха и мањи је за 211,1 ком/ха (-22,5%) у односу на тотални премер (табела 100). Такође, мањи је и у односу на делимични премер реализован на терену и то за 107,1 стабло/ха. Разлог лежи у чињеници да код овог огледног поља, услед

склопљености крошњи стабала и густог склопа састојине, нису идентификована сва стабала на фото примерним површинама у односу на терестричке примерне површине. Стандардна грешка процене износи 7,0%.

Расподела стабала по дебљинским степенима међусобно се разликују (графикон 78). Као последица одсуства мера неге у прошлости и последично спорог диференцирања стабала, расподеле су изразито неправилног облика, који у великој мери одступа од дистрибуције карактеристичне за једнодобне шуме. Варијационе ширине су мале, код потпуног и делимичног премера 6, а код премера на снимцима свега 3 дебљинска степена, при чему је максимум у свим случајевима констатован у најтањем дебљинском степену.

Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену је мања за $8,6 \text{ m}^2$ (-27,8%) у односу на ону која је добијена потпуним премером. Код АП-1 ова разлика износи $-18,6 \text{ m}^2$ (-59,7 %), док је код АП-2 - $18,0 \text{ m}^2$ (-56,8 %) (табела 100). Разлике темељнице делимичног премера реализованог на терену и на фото примерним површинама у односу на потпуни премер могу се објаснити мањим бројем стабала и, када су у питању АП-1 и АП-2, њиховом дистрибуцијом у свега 3 дебљинска степена.

Димензије средњих стабала добијене различитим методама премера показују да су најмања одступања у односу на тотални премер добијена на основу података терестрички реализованог делимичног премера, затим на основу премера на снимцима када се користи модел АП-2, док су значајна одступања констатована код АП-1.

Запремина састојине добијена тоталним премером износи $360,9 \text{ m}^3/\text{ha}$, док је код делимичног премера реализованог на терену $255,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ и мања је за $105,8 \text{ m}^3$ (-29,3%). Код АП-1 запремина је $148,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ и мања је за $212,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ (-58,9%) у односу на тотални премер, док је код АП-2 мања за $204,9 \text{ m}^3/\text{ha}$ (-56,8 %) табела 100. Стандардна грешка процене код делимичног премера реализованог на терену износи 32,7%, код АП-1 18,1 %, док је код АП-2 20.0%. Констатације наведене код расподеле броја стабала по дебљинским степенима и код темељнице састојине могу се прихватити и код дистрибуције запреmine по дебљинским степенима.

Огледно поље 24 (ОП – 24)

Огледно поље 24 је постављено у одељењу 38/d у ГЈ „Карапанца“, којом газдује ШГ Сомбор, у вештачки подигнутим, чистим, средњедобним састојинама храста лужњака (слика 40).



Слика 40. Положај ОП-24, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Анализа подударности појединих информација из описа станишта и састојина добијених проценом на авио снимку и терестрички, приказана је у табели 101. Због густог склопа на конкретном огледном пољу заступљеност приземне вегетације, заступљеност жбуња и закоровљеност није било могуће проценити на авио снимку. Такође, терестричким путем на огледном пољу регистрован је лужњак, багрем и ОТЛ, док је фотоинтерпретацијом снимка утврђено присуство само лужњака. Код осталих информација утврђена је потпуна подударност фотоинтерпретације и терестричке процене.

Табела 101. Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 24.

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	Шума	Шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	средње густо	не види се на снимку
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	лужњак, багрем, ОТЛ	лужњак
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

Компаративне анализе броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 102 и графиконима 80 и 81.

Табела 102. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-24

d (cm)	Тотални премер									Фотоинтерпретација снимака АП - 1		
	N (kom/ha)				G (m ² /ha)		V (m ³ /ha)			N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
	Лужњак	Багрем	ОТЛ	Укупно	Укупно	Лужњак	Багрем	ОТЛ	Укупно	Лужњак		
12.5	232,6		1,0	233,6	2,87	19,6		0,1	19,7	237,5	2,9	69,5
17,5	189,0	5,0	1,4	195,4	4,70	41,2	0,6	0,3	42,1	370,0	8,9	177,0
22.5	92,0	1,8	0,6	94,4	3,75	38,2	0,5	0,2	38,9	23,8	0,9	18,4
27.5	37,2	1,0	0,2	38,4	2,28	25,0	0,5	0,1	25,6	4,4	0,3	6,1
32.5	13,6	0,6	0,2	14,4	1,19	13,4	0,5	0,2	14,1			
37.5	4,6			4,6	0,51	6,2			6,2			
42.5	0,2			0,2	0,03	0,4			0,4			
Σ	569,2	8,4	3,4	581,0	15,32	144,0	2,1	0,9	147,0	635,6	13,0	271,1
Sx (%)										14.4		23.0
d (cm)	Делимични премер									Фотоинтерпретација снимака АП - 2		
	N (kom/ha)				G (m ² /ha)		V (m ³ /ha)			N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
	Лужњак	Багрем	ОТЛ	Укупно	Укупно	Лужњак	Багрем	ОТЛ	Укупно	Лужњак		
12.5	287,5		1,3	288,8	3,5	37,2		0,2	37,4	168,1	2,1	28,4
17,5	211,9		5,0	216,9	5,2	58,3		1,4	59,7	371,3	8,9	102,1
22.5	155,6		2,5	158,1	6,3	73,9		1,2	75,1	88,8	3,5	31,3
27.5	48,1		1,3	49,4	2,9	34,9		0,9	35,8	4,4	0,3	2,7
32.5	17,5			17,5	1,5	17,9			17,9	3,1	0,3	2,8
37.5	2,5			2,5	0,3	3,4			3,4			
Σ	723,1		10,0	733,1	19,7	225,6		3,7	229,3	635,6	15,0	167,2
Sx (%)				14.2					19.8	14.4		29.0

Тоталним премером добијено је 581 стабло/ха, са учешћем лужњака 98,0%, багрема 1,4% и ОТЛ 0,6%. Делимичним премером реализованим на терену добијено је 152,1 стабала/ха више у односу на тотални премер или 26,7%, уз учешће лужњака од 98,6% и ОТЛ са 1,4 %, док присуство багрема није регистровано (табела 102). Стандардна грешка процене броја стабала износи 14,2% и указује на недовољну репрезентативност узорка на којем је реализован делимични премер. Код премера реализованог на фото примерним површинама број стабала износи 635,6 ком/ха или 54,6 (9,4%) стабала више у односу на потпуни премер, стандардном грешком од 14,4%. Мањи број стабала код АП-1 и АП-2 указују да приликом фотоинтерпретације снимка нису идентификована сва стабала у односу на број стабала добијен делимичним премером реализованим на терену.

Криве расподеле броја стабала лужњака по дебљинским степенима не специфичног су облика за једнодобне шуме, посебно оне које су добијене терестричким мерењима и индицирају одсуство мера неге у ранијим развојним фазама, чиме би се стимулисало диференцирање стабала и правилан развој ове састојине. Варијациона ширина код терестричких премера је 7 и 6 дебљинских степени с максимумом у 12,5 см дебљинском степену. Код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама (АП-1 и АП-2) стабла су дистрибуирана у 4 и 5 дебљинских степени, с максимумом у степену 17,5 см. Разлике броја стабала по појединим дебљинским степенима код различитих метода премера још су израженије него што је то случај са укупним бројем стабала (графикон 82)

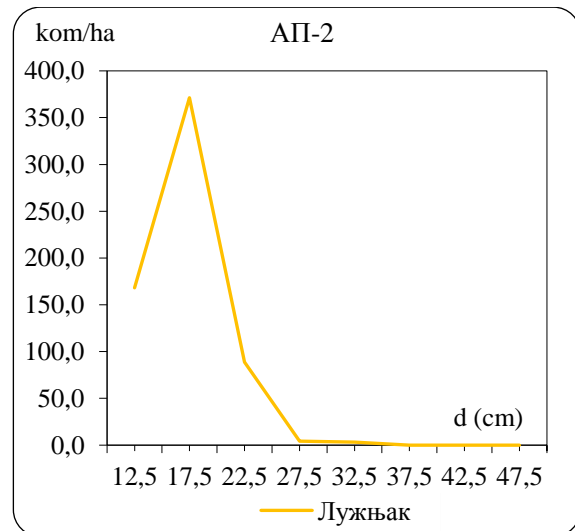
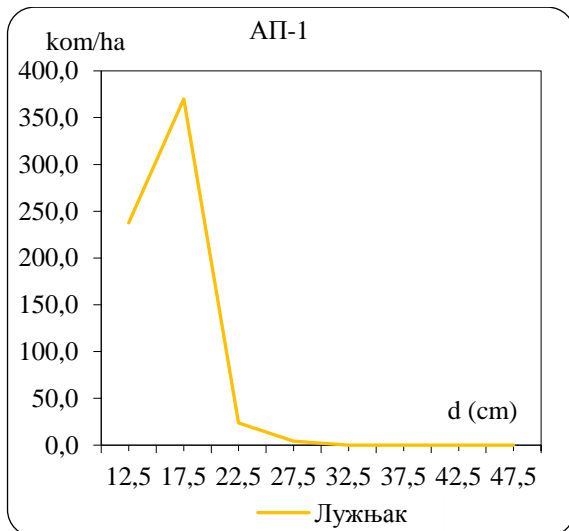
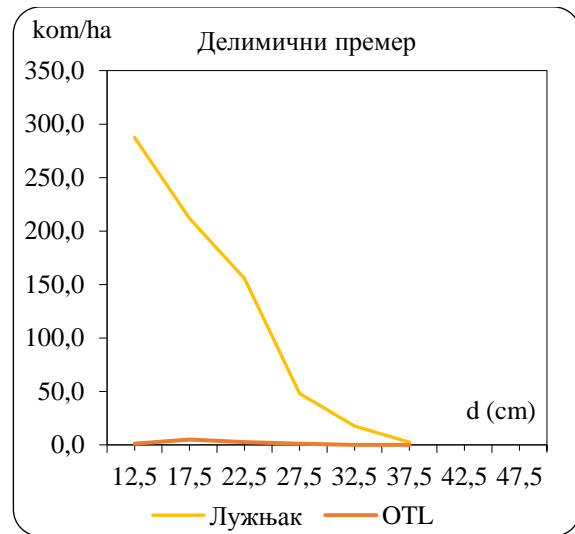
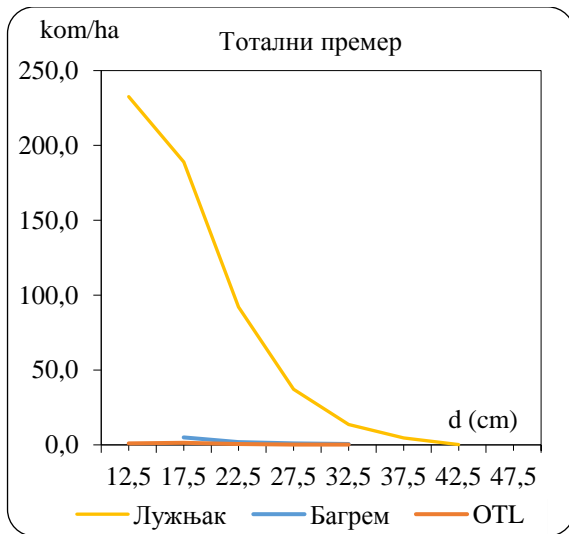
Темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за 4,4 m² (28,6%) у односу на ону која је добијена потпуним премером. Код АП-1 темељница је мања за 2,3 m² (-14,8%), док код АП-2 разлика износи -0,3 m² (-1,9%) (табела 102). Већа темељница делимичног премера реализованог на терену последица је већег броја стабала за 26,7% и њихове дистрибуције. Код премера на фото примерним површинама, иако је добијен већи број стабала у односу на потпуни премер за 9,4%, темељница је мања, посебно у случају када се за предикцију прсног пречника користи модел АП-1. То указује на чињеницу да су путем изабраних модела процењиване ниже вредности прских пречника у односу на вредности које су мерене на терену.

Димензије средњих стабала добијене различитим методама премера показују да су најмања одступања добијена на основу података терестрички реализованог

делимичног преме­ра, у одно­су на то­тал­ни пре­мер, за­тим вред­но­сти до­би­је­не пу­тем мо­де­ла АП-2, до­к су зна­чај­на од­сту­па­ња кон­ста­то­ва­на код АП-1 та­бе­ла 103 .

Та­бе­ла 103. Упоредна анализа димензија средњих ста­ба­ла до­би­је­них раз­личитим ме­то­да­ма пре­ме­ра на ОП-24

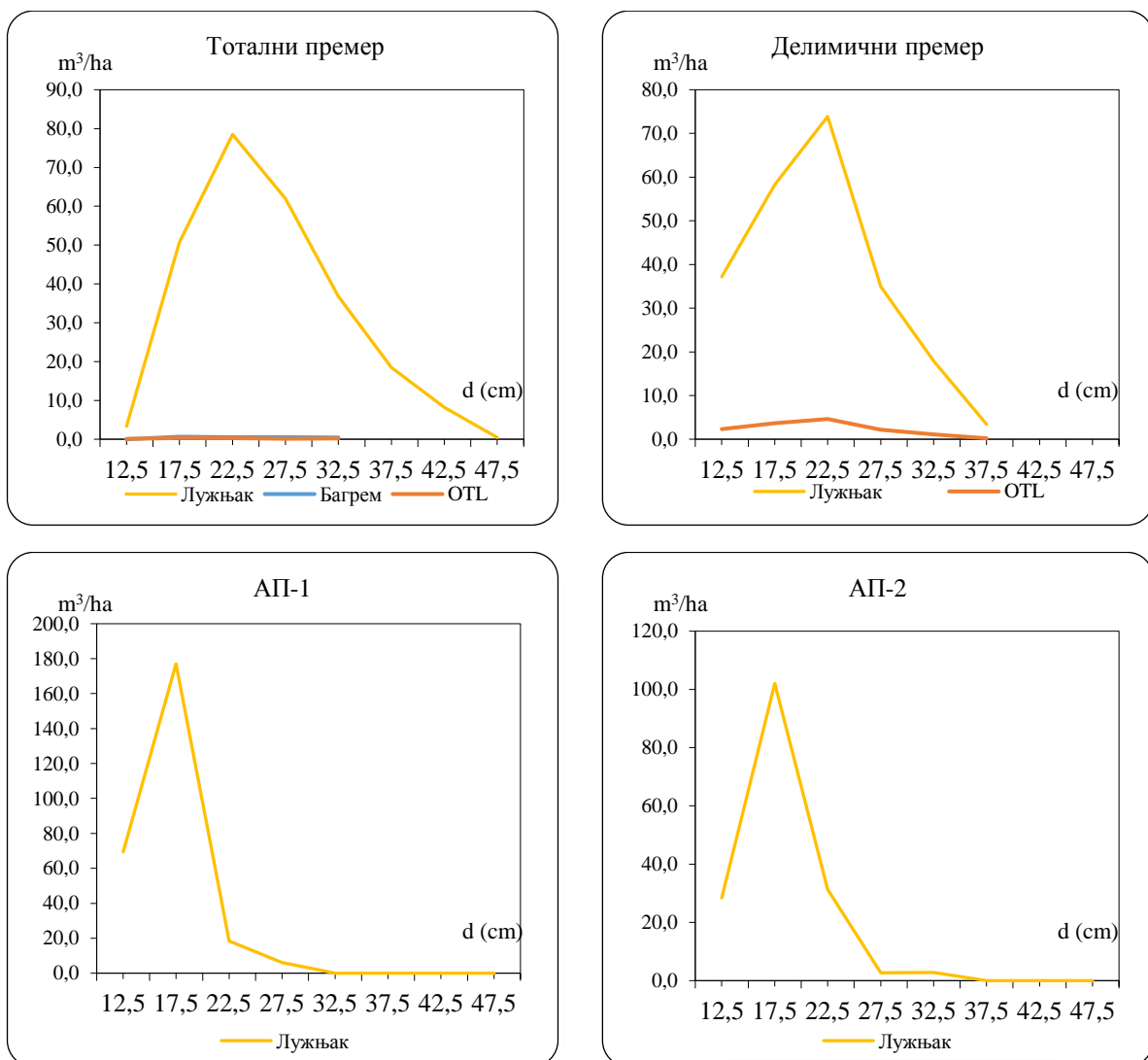
Средња ста­бла	Тотални пре­мер				Делимични пре­мер				Фотоинтерпретација снимка АП - 1				Фотоинтерпретација снимка АП - 2			
	d_g	h_g	d_{gmax}	h_{gmax}	d_g	h_g	d_{gmax}	h_{gmax}	d_g	h_g	d_{gmax}	h_{gmax}	d_g	h_g	d_{gmax}	h_{gmax}
Лужњак	18,3	14,9	28,6	19,7	18,5	14,5	20,5	15,4	16,2	13,3	18,9	14,7	17,4	13,9	21,9	16,0
Багрем	21,4	16,5	29,2	19,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ОТЛ	19,2	15,3	27,2	19,1	19,8	15,1	22,2	16,2	-	-	-	-	-	-	-	-



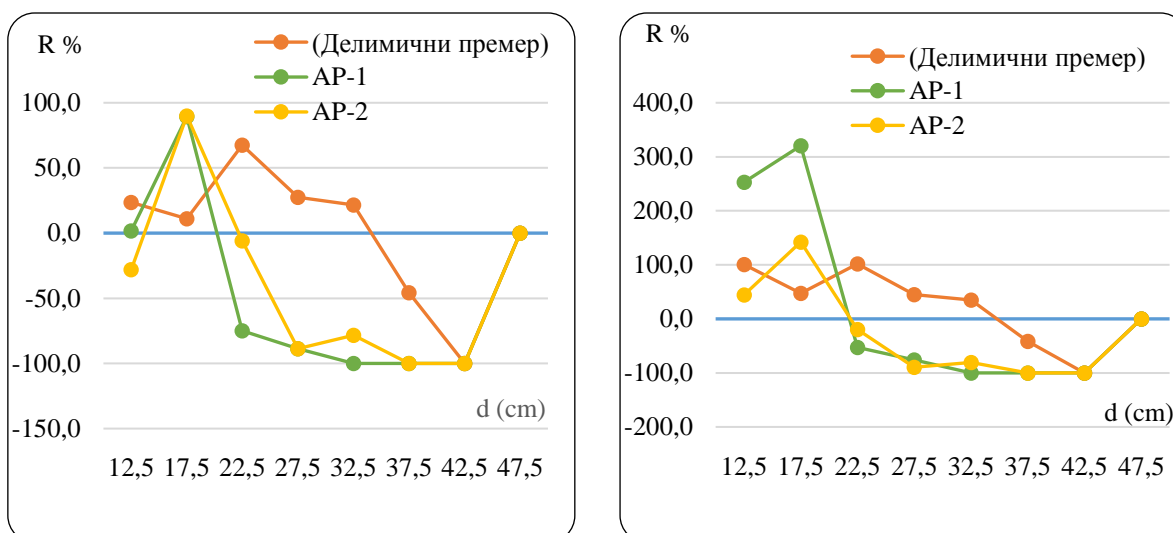
Гра­фикон 80. Де­б­љинска струк­ту­ра састојине до­би­је­не на осно­ву тести­раних ме­то­да пре­ме­ра на ОП-24

За­пре­мина до­би­је­на то­тал­ним пре­ме­ром из­но­си $147 \text{ m}^3/\text{ha}$, до­к је де­ли­ми­чним пре­ме­ром до­би­је­но $239,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ и ве­ћа је за $92,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ (63,1%). Код АП-1 за­пре­мина је ве­ћа у одно­су на то­тал­ни пре­мер за $124,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ или 84,4 % до­к је код АП-2 ве­ћа за све­га $20,2 \text{ m}^3/\text{ha}$ или 13,8%. Стандардна грешка процене запре­ми­не код де­ли­ми­чног пре­ме­ра

износи 19,8%, код АП-1 23,0% и код АП-2 29,0%. Веће вредности запремина код делимичног премера реализованог на терену могу се објаснити већим бројем стабала у истим степенима у односу на потпуни премер. Највећа запремина код делимичног премера реализованог на терену налази се у дебљинском степену 22,5. см, и износи 75,1 m³, док код тоталног премера у истом дебљинском степену она износи 38,9 m³ (табела 102). Код АП-1 и АП-2, највеће запремине се налазе у дебљинском степену 22,5 и знатно су веће него запремине у истим дебљинским степенима добијене тоталним премером (графикон 81). Поред одступања укупне запремине састојине добијене по различитим методама премера, постоје и изражена одступања запремине по појединим дебљинским степенима, у односу на потпуни премер (графикон 82).



Графикон 81. Запреминска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-24



Графикон 82. Разлике броја стабала (лево) и за премине (десно) по дебљинским степенима делимичног премера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални премер на ОП-24

На основу резултата t-теста (табела 104) утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између димензија појединачних стабала (d , h , P_{kr}) мерених терестрички и на авио снимцима на нивоу значајности $p > 0,05$.

Табела 104. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у, средњедобним, чистим састојинама хрasta лужњака

Параметар	Извор n=167	Аритметичка средина	Стандардна девијација	t-тест	
				једнакости t	аритметичких средина p - вредност
d	Терен	15,771	4,696	0,416	0,678
	Снимак АП-1	15,461	4,690		
d	Терен	15,771	4,696	-0,550	0,583
	Снимак АП-2	16,196	4,977		
h	Терен	12,930	2,724	-0,947	0,345
	Снимак	13,390	3,262		
P_{kr}	Терен	14,183	9,850	1,177	0,241
	Снимак	12,339	9,876		

У циљу утврђивања постојања статистички значајних разлика између нумеричких елемената добијених различитим методама премера средњедобне, чисте, вештачки подигнуте састојине хрasta лужњака, као што су N/ha, G/ha и V/ha, спроведена је анализа варијансе (табела 105). Анализа варијансе је показала да не постоје статистички значајне разлике између ових елемената добијених премером на авио снимцима у односу на вредности добијене терестричким путем.

Табела 105. *Анализа варијансе у средњедобним, чистим састојинама храста лужњака*

Параметар	Извор варијација	Сума квадрата одступања	Број степени слободе	Средине квадрата	F	p - вредност
N/ha	Између група	15.138,023	3	5.046,008	0,105	0,955
	Унутар група	383.506,407	8	47.938,301		
	Укупно	398.644,429	11			
G/ha	Између група	10.558,539	3	3.519,513	0,887	0,488
	Унутар група	31.728,607	8	3.966,076		
	Укупно	42.287,146	11			
V/ha	Између група	12.529,397	3	4.176,466	0,483	0,703
	Унутар група	69.220,313	8	8.652,539		
	Укупно	81.749,710	11	5.046,008		

Међутим, изузетно висока вероватноћа за извођење погрешног закључка на бази резултата анализе варијансе, утицала је на то да се спроведе и анализа приказана у табели 106. Циљ ове анализе био је да се стекне што квалитетнији увид у резултате добијене тестирањем методама инвентуре, као и у њихове међусобне разлике, како би се донела објективна оцена о могућности примене аерофотограметрије у инвентури вештачки подигнутих, чистих, средњедобних састојинама храста лужњака.

Табела 106. *Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премер у засадима тополе старости 10 година*

Средње вредности	Тотални премер	Делимични премер	Авио снимак АП-1	Авио снимак АП-2
N ком/ha	616,3	674,2	587,2	587,2
S _N %		11,4	10,1	10,1
R _N %		9,4	4,7	4,7
G m ² /ha	20,5	21,6	13,9	16,3
R _G %		5,4	32,2	20,4
V m ³ /ha	240,9	272,9	269,8	207,7
S _V %		20,6	19,2	21,9
R _V %		13,3	12,0	13,8

Делимични премер на фото огледним пољима, у случају када је за предикцију прсног пречника коришћен модел у оквиру врсте дрвећа без обзира на развојну фазу (АП-2), даје најмања одступања у односу на потпуни премер. Код броја стабала она износе -4,7%, код темељнице -20,4%, а код запремине састојине -13,8% (табела 106).

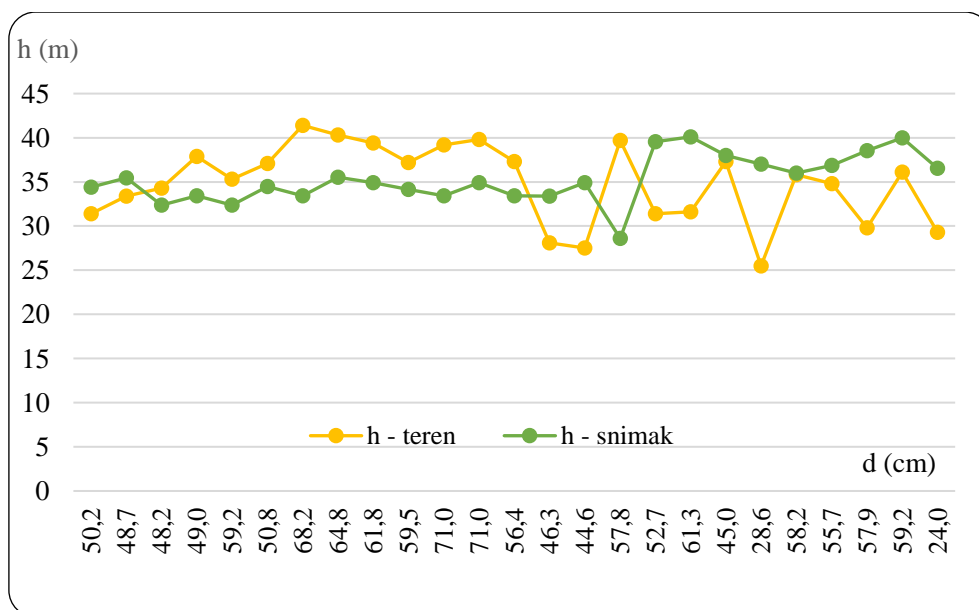
Када је у питању премер на снимку, при чему је за процену прсног пречника стабала коришћен модел на нивоу врсте дрвећа и развојне фазе (АП-1), одступања код броја стабала износе такође -4,7%, код темељнице -32,2%, а код запремине састојине 12,0%

Наведена одступања резултата добијених премером на снимцима значајна су са аспекта поузданог планирања газдовања шумама. Посебан проблем представља и

немогућност идентификације пратећих врста дрвећа, које, по правилу, заузимају доње етажне у овим састојинама. Проблем је значајан са аспекта оцене и очувања биодиверзитета, ретких, реликтних и угрожених врста дрвећа. Приближавањем учешћа пратећих врста дрвећа у смеси чистих састојина у износу од 10%, повећава се део запремине који није идентификован. Код састојина са високом дубећом запремином то могу бити значајни износи, због чега се може довести у питање реално планирање, посебно код планова коришћења, продаје дрвета и сл. Наведене констатације доводе у питање могућност употребе авио снимака за инвентуру оваквих шума.

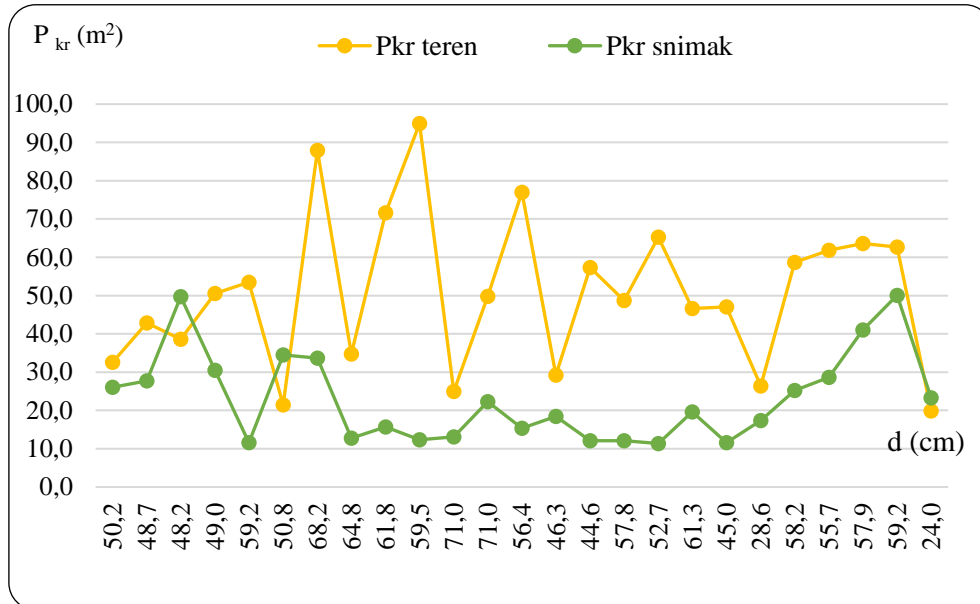
6.3.2. Дозревајуће, чисте састојине храста лужњака

Упоредна анализа висина и површина крошњи моделних стабала мерених на снимцима као и прских пречника процењених преко изабраних математичких модела и вредности ових димензија добијених мерењем на терену приказана је на графиконима 83-85. С обзиром да је код ових састојина, углавном у доњем спрату, присутно више врста дрвећа које није било могуће идентификовати на снимцима, анализа је спроведена само на моделним стаблима храста лужњака. Стаблима лужњака снимљене су позиције путем GPS уређаја, па је поуздана идентификација била могућа и на терену и на снимцима. Од идентификованих стабала изабрана су моделна стабла и то тако да својим димензијама покрију читаву варијациону ширину висина, површина крошњи и прских пречника.



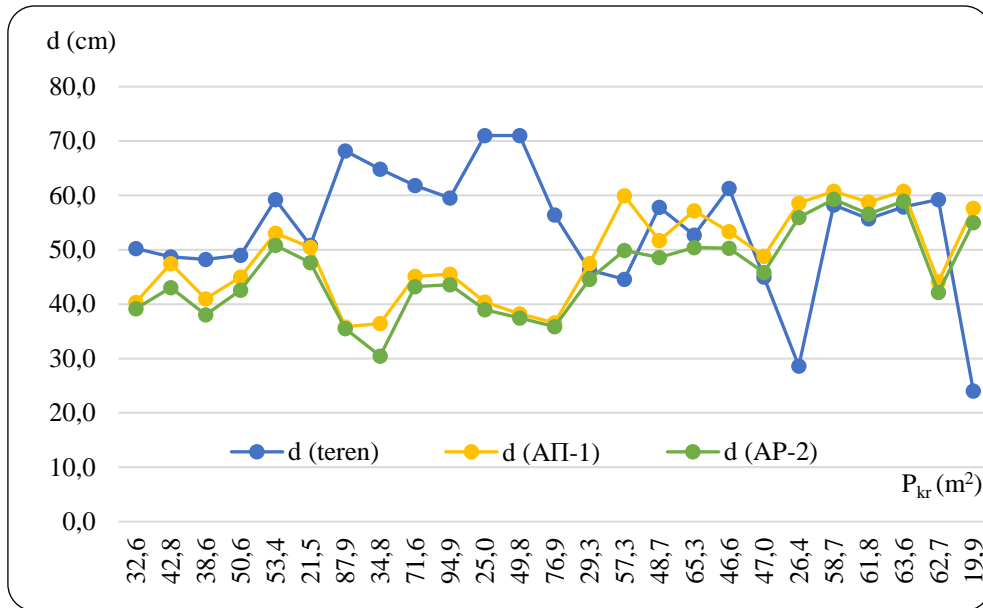
Графикон 83. Упоредна анализа висина моделних стабала у дозревајућим, веишачки подигнутим, чистим састојинама храста лужњака

Терестрички мерене висине моделних стабала крећу се у интервалу 25,5-41,4 m, с просечном вредношћу 34,8 m. На авио снимку висине се крећу у интервалу 28,6-40.1 m, с просечном вредношћу од 35,3 m. Одступање висина добијених на авио снимку у односу на терестрички мерене висина варирају у интервалу од -28,0% до 45,1% и у просеку су већа за 3,4% (графикон 83).



Графикон 84. Упоредна анализа површина крошњи моделних стабала у средњедобним, веишачки подигнутим, чистим састојинама храста лужњака.

Површине крошњи моделних стабала храста лужњака мерених на терену крећу се у интервалу 19,9-94,9 m², с просеком 50,7 m², док је тај интервал код површина крошњи мерених на снимку 11,4–50,1 m², а просек 23,0 m². Одступања код појединачних стабала се крећу у интервалу од -87,0% до 60,4%, с просеком -45,9% (графикон 84).



Графикон 85. Упоредна анализа прских пречника моделних стабала у средњедобним, вештачки подигнутим, чистим састојинама храста лужњака

Изражене разлике у вредностима висина и посебно површина крошњи моделних стабала мерених на снимку у односу на терестрички добијене вредности, утицале су на поузданост прских пречника процењених преко изабраних математичких модела, (графикон 85). Разлике у прским пречницима код модела АП-1, у односу на терестрички мерене пречнике, крећу се у интервалу од -47,5% до 140,1%, с просеком од -2,3%. Модел АП-2 даје одступања која се крећу се од -53,0% до 129,1%, с просечном вредности од -8.

Огледно поље 25 (ОП – 25)

Огледно поље 25 је постављено у одељењу 4/е у ГЈ „Карапанца“, којом газдује ШГ Сомбор, у дозревајућим, вештачки подигнутим, чистим, састојинама храста лужњака (слика 41).



Слика 41. Положај ОП-25, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Подударност информација о станишту и састојини добијених на бази авио снимака анализирана је њиховом компарацијом са информацијама терестрички мереним или процењеним. (табели 107). Заступљеност приземне вегетације, заступљеност жбуња и закоровљеност није било могуће прочитати са авио снимака. Терестричким мерењима на огледном пољу регистроване су 4 врсте дрвећа, док је фотоинтерпретацијом снимка утврђено присуство само лужњака. За остале информације постигнута је потпуна подударност фотоинтерпретације и терестричке процене.

Табела 107. *Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 25.*

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	Шума	Шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	Средње густо	не види се на снимку
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	лужњак, граб, јасен, клен,	лужњак
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	Осредње	Осредње

Анализе броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 108 и графиконима 86 и 87

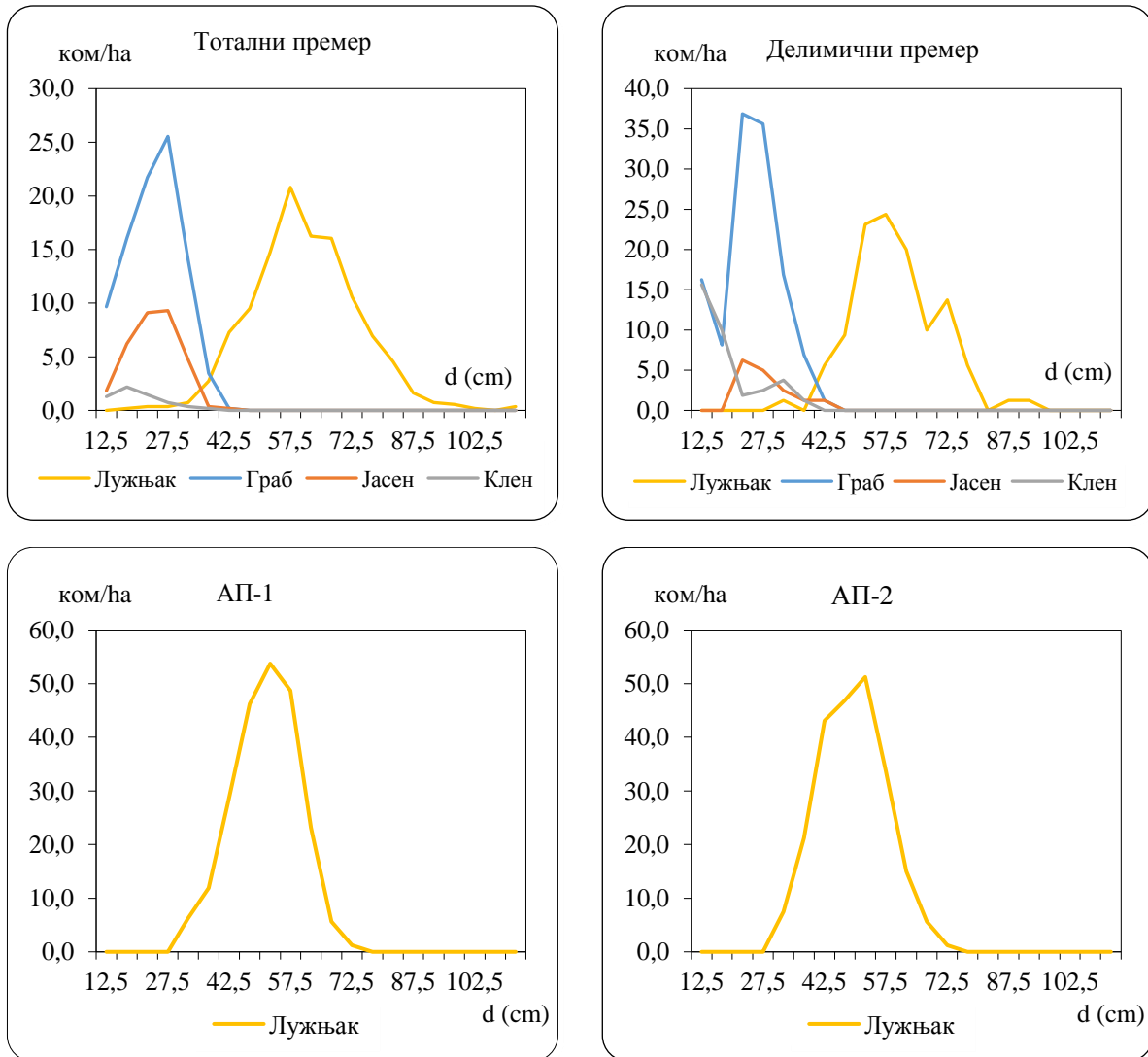
Табела 108. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-25

d (cm)	Тотални премер											Фотоинтерпретација снимака АП - 1		
	N (kom/ha)					G (m ² /ha)		V (m ³ /ha)				N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
	Лужњак	Граб	Јасен	Клен	Укупно	Укупно	Лужњак	Граб	Јасен	Клен	Укупно	Лужњак		
12.5		9,7	1,8	1,3	12,8	0,2		0,9	0,3	0,01	1,2			
17.5	0,2	16,1	6,2	2,2	24,6	0,6	0,1	3,3	2,1	0,04	5,5			
22.5	0,4	21,7	9,1	1,5	32,7	1,3	0,2	7,9	5,1	0,05	13,4			
27.5	0,4	25,5	9,3	0,7	35,9	2,1	0,4	14,7	7,8	0,04	22,9			
32.5	0,7	14,1	4,7	0,4	19,9	1,6	1,0	11,7	5,6	0,03	18,3	6,3	0,5	12,0
37.5	2,7	3,5	0,4	0,2	6,8	0,7	5,1	3,9	0,6	0,02	9,7	11,9	1,3	28,5
42.5	7,3	0,2	0,2		7,7	1,1	17,8	0,3	0,4		18,4	28,8	4,1	83,1
47.5	9,5				9,5	1,7	29,0				29,0	46,3	8,2	165,0
52.5	14,8				14,8	3,2	55,2				55,2	53,8	11,6	226,7
57.5	20,8				20,8	5,4	93,1				93,1	48,8	12,7	240,4
62.5	16,2				16,2	5,0	85,6				85,6	23,1	7,1	131,2
67.5	16,1				16,1	5,7	98,2				98,2	5,6	2,0	35,0
72.5	10,6				10,6	4,4	74,3				74,3	1,3	0,5	12,0
77.5	6,9				6,9	3,3	55,2				55,2			
82.5	4,6				4,6	2,4	40,9				40,9			
87.5	1,6				1,6	1,0	16,4				16,4			
92.5	0,7				0,7	0,5	8,1				8,1			
97.5	0,5				0,5	0,4	6,7				6,7			
102.5	0,2				0,2	0,2	2,4				2,4			
107.5														
112.5	0,4				0,4	0,4	5,8				5,8			
Σ	114,6	90,7	31,8	6,2	243,2	41,1	595,5	42,8	21,8	0,2	660,4	225,6	47,5	930,9
Sx (%)												17,3		13,8

d (cm)	Тотални премер										Фотоинтерпретација снимака АП - 2			
	N (kom/ha)					G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)					N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
	Лужњак	Граб	Јасен	Клен	Укупно	Укупно	Лужњак	Граб	Јасен	Клен	Укупно	Лужњак		
12.5		16,3		15,6	31,9	0,4		1,9		2,7	4,6			
17.5		8,1		10,0	18,1	0,4		2,0	0,0	3,4	5,3			
22.5		36,9	6,3	1,9	45,0	1,8		15,2	3,3	1,0	19,5			
27.5		35,6	5,0	2,5	43,1	2,6		22,5	3,6	2,0	28,0			
32.5	1,3	16,9	2,5	3,8	24,4	2,0	1,9	15,0	3,1	4,0	24,1	7,5	0,6	14,7
37.5		6,9	1,3	1,3	9,4	1,0		8,2	2,0	1,7	11,9	21,3	2,3	50,7
42.5	5,6	1,3	1,3		8,1	1,2	14,9	1,9	2,5		19,3	43,1	6,1	129,7
47.5	9,4				9,4	1,7	31,0				31,0	46,9	8,3	170,0
52.5	23,1				23,1	5,0	93,2				93,2	51,3	11,1	217,2
57.5	24,4				24,4	6,3	117,4				117,4	33,8	8,8	164,1
62.5	20,0				20,0	6,1	113,2				113,2	15,0	4,6	84,1
67.5	10,0				10,0	3,6	65,6				65,6	5,6	2,0	34,9
72.5	13,8				13,8	5,7	103,3				103,3	1,3	0,5	9,0
77.5	5,6				5,6	2,7	47,9				47,9			
82.5														
87.5	1,3				1,3	0,8	13,3				13,3			
92.5	1,3				1,3	0,8	14,8				14,8			
Σ	115,6	121,9	16,3	35,0	288,8	42,0	616,5	66,6	14,5	14,8	712,2	225,6	44,4	874,4
Sx (%)					16,8						13,0%	17,3%		

Тоталним премером је добијено 243,2 стабала/ха, код делимичног премера реализованог на терену број стабала износи 288,8 ком/ха, и већи је за 45,5 стабала или за 18,7% табела 108. Учешће храста лужњака у укупном броју стабала код тоталног премера је 47,0%, граба 37,0%, јасена 13,0% и клена 3,0%. Код делимичног премера реализованог на терену ови односи су следећи: лужњак 40,0%, граб 42,0%, клен 6,0% и јасен 12,0% табела 108. Стандардна грешка процене броја стабала у овом случају износи 16,8%. Премером реализованим на фото примерним површинама добијено је 225,6 стабала/ха, односно 17,6 стабала мање (-7,2%) у односу на потпуни премер. Стандардна грешка процене износи 17,3%. У односу на делимични премер реализован на терену, премером на снимцима добијено је 63,1 стабло/ха мање, што указује на то да и код овог ОП нису идентификована сва стабала на фото примерним површинама, која су иначе мерена на примерним површинама на терену. Одступања броја стабала на хектару добијеног на фото примерним површинама у односу на потпуни премер од -7,2% условно треба прихватити као добар резултат, јер су на снимцима сва стабла идентификована као храст лужњак, за разлику од потпуног премера где је утврђено његово присуство од 47% укупног броја стабала. Дакле, 53% стабла других врста дрвећа није регистровано на снимцима, што представља велики недостатак овог поступка с аспекта планирања газдовања шумама, оцене и очувања разноврсности ових шума итд.

Крива расподеле броја стабала лужњака добијена тоталним премером асиметрична је, са варијационом ширином од 19 дебљинских степени. Код делимичног премера такође је асиметрична, при чему су стабла заступљена у 11 дебљинских степени, док је код АП-1 и АП-2 број стабала заступљен у свега 9 дебљинских степена. Разлике број стабала по дебљинским степенима добијене тестираним методама премера у односу на потпуни премер знатно су израженије него што је то случај код укупног броја стабала. (графикон 88.)



Графикон 86. Дебљинска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-25

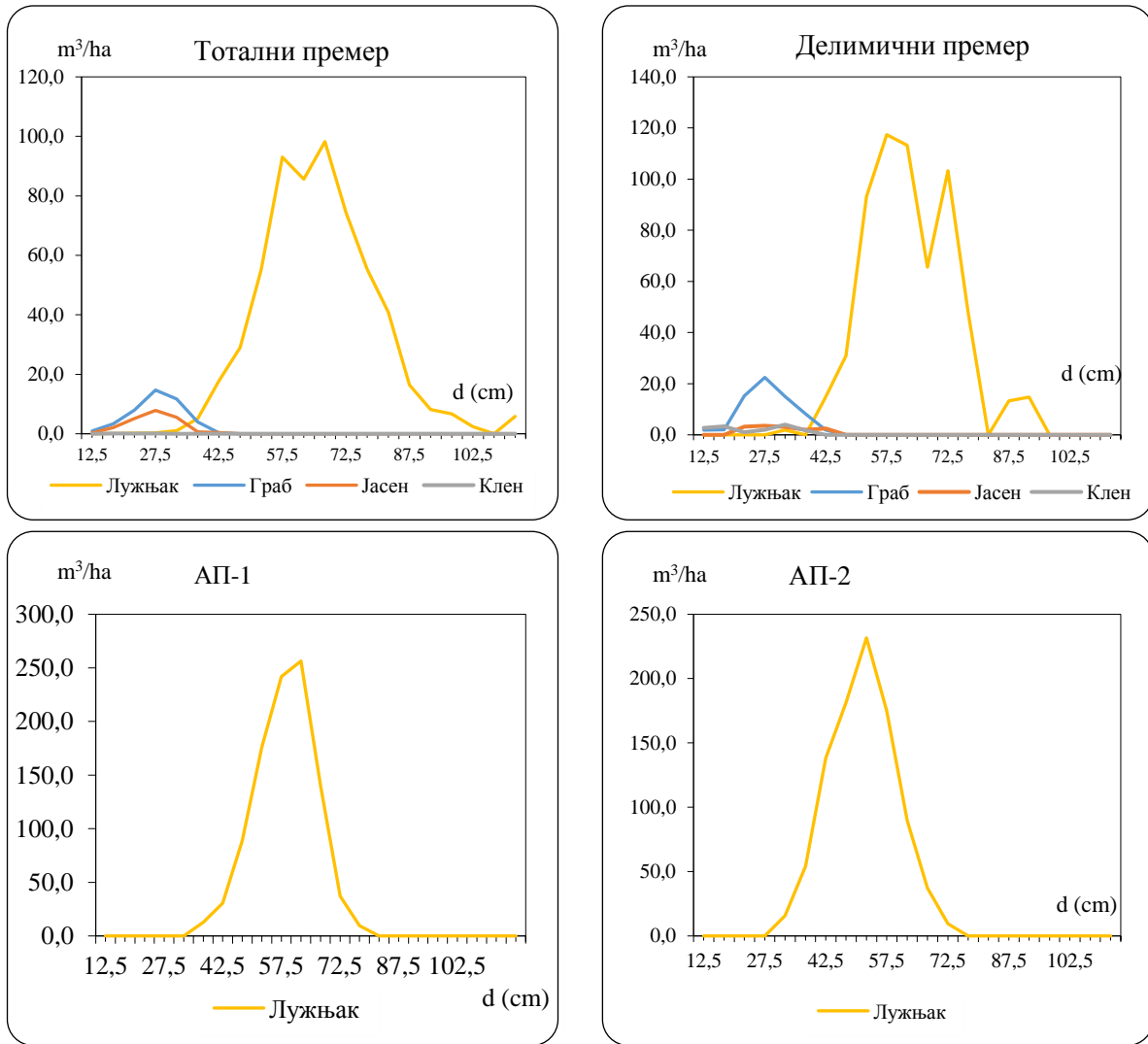
Укупна темељница састојине добијена на основу података делимичног премера реализованог на терену већа је за свега $0,9 \text{ m}^2$ или (2,1%) у односу на ону која је добијена потпуним премером. Код АП-1 разлика износи $6,4 \text{ m}^2/\text{ха}$ или 15,8%, док код АП-2 разлика износи $3,3 \text{ m}^2/\text{ха}$ односно 8,0%. (табела 108).

Најмања одступања димензија средњих стабала храста лужњака у односу на димензије добијене потпуним премером констатоване су код терестрички реализованог делимичног премера, затим код премера на фото примерним површинама АП-1, док су највећа одступања констатована код АП-2 (табела 109).

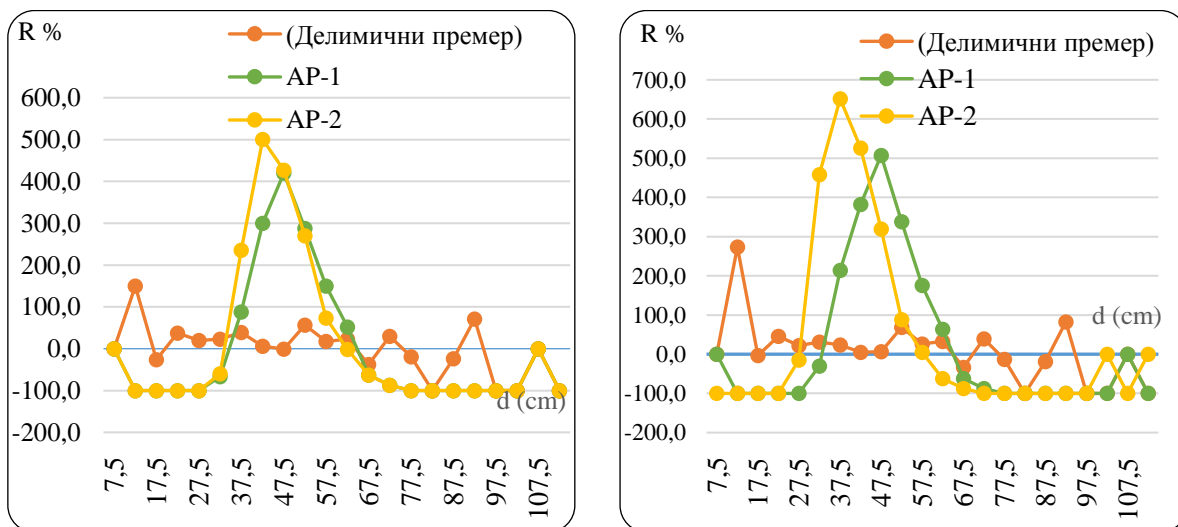
Табела 109. Упоредна анализа димензија средњих стабала добијених различитим методама премера на ОП-25

Средња стабла	Тотални премер				Делимични премер				Фотоинтерпретација снимака АП - 1				Фотоинтерпретација снимака АП - 2			
	d _g	h _g	d _{gmax}	h _{gmax}	d _g	h _g	d _{gmax}	h _{gmax}	d _g	h _g	d _{gmax}	h _{gmax}	d _g	h _g	d _{gmax}	h _{gmax}
Лужњак	62,3	36,1	97,0	42,3	60,7	38,2	98,6	45,0	51,8	35,8	61,8	38,5	49,8	35,2	61,0	38,3
Граб	25,0	22,5	37,6	30,5	25,7	22,1	34,5	25,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Јасен	24,9	22,4	31,3	26,7	28,9	24,4	36,6	29,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Клен	21,3	19,7	23,4	21,3	20,0	17,9	29,4	24,7	-	-	-	-	-	-	-	-

Запремина састојине добијена на бази података тоталног премера износи 660,4 m³/ha, са учешћем храста лужњака од 90,1%, граба 6,5%, јасена 3,3% и клена, 0,1% (табела 108). Запремина добијена делимичним премером на терену већа је за 51,9 m³/ha (7,9%), при чему је и размер смесе различит у односу на потпуни премер: учешће лужњака у укупној запремини састојине износи 86,5%, граба 9,4%, јасена, 2,0 и клена 2,1 %. Стандардна грешка процене запремене код делимичног премера реализованог на терену износи 13,0%. Код делимичног премера реализованог на фото примерним површинама обрачунате запремене знатно одступају у односу на тотални премер, и код АП-1 она је већа за 270,5 m³/ha, док је код АП-2 већа за 214,0 m³/ha. Стандардне грешке процене код АП-1 13,8% ,а код АП-2 13,5%. Веће запремене код АП-1 и АП-2 могу се објаснити тиме што је предикцијом прсног пречника на бази ових модела у истим дебљинским степенима добијен већи број стабала у односу на број стабала код тоталног премера (табела 108). Такође, сва стабла пратећих врста дрвећа на снимку су идентификована као храст лужњак, па им је запремина обрачуната по таблицама за ову врсту дрвећа, што су веће вредности него да је то чињено по таблицама за конкретну пратећу врсту дрвећа.



Графикон 87. Запреминска структура састојине добијене на основу тестираних метода преме́ра на ОП-25



Графикон 88. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебљинским степенима делимичног преме́ра, АП-1 и АП-2 у односу на тотални преме́р на ОП-25

Огледно поље 26 (ОП – 26)

Огледно поље 26 је постављено у одељењу 4/f у ГЈ „Карапанца“, којом газдује ШГ Сомбор, у дозревајућим, вештачки подигнутим, чистим састојинама храста лужњака (слика 42).



Слика 42. Положај ОП-26, распоред примерних површина и позиције стабла и крошњи

Степен подударности информација о станишту и састојини, добијених на бази авио снимака и терестрички, приказан је у табели 110. Заступљеност приземне вегетације, присуство жбуња и закоровљеност није било могуће прочитати са авио снимака. Теренском мерењима утврђено је да се на огледном пољу налазе 3 врсте дрвећа, док је фотоинтерпретацијом снимка идентификована само једна врста дрвећа. Код осталих информација постигнута је подударност фотоинтерпретације и терестричке процене.

Табела 110. *Компаративна анализа информација о станишту и састојини на ОП - 26*

Информације	Терестрички премер	Авио снимак
Врста (начин коришћења) земљишта	Шума	Шума
Заступљеност приземне вегетације	ретка	не види се на снимку
Заступљеност жбуња	средње густо	не види се на снимку
Закоровљеност	нема	не види се на снимку
Врсте дрвећа	лужњак, багрем, клен,	лужњак
Очуваност састојине	очувана	очувана
Мешовитост	чиста	чиста
Склоп	густ	густ
Здравствено стање састојине	добро	добро

Компаративне анализе броја стабала, темељнице, запремине и њихових дистрибуција, затим димензија средњих стабала, добијених терестричким мерењима и мерењима на авио снимцима, приказане су у табели 111 и графиконима 89 и 90.

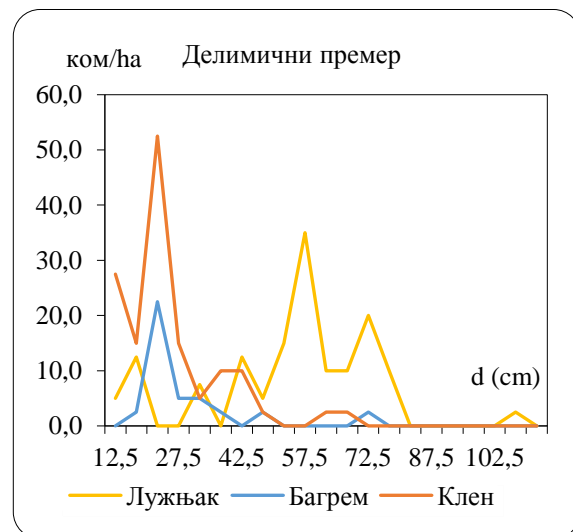
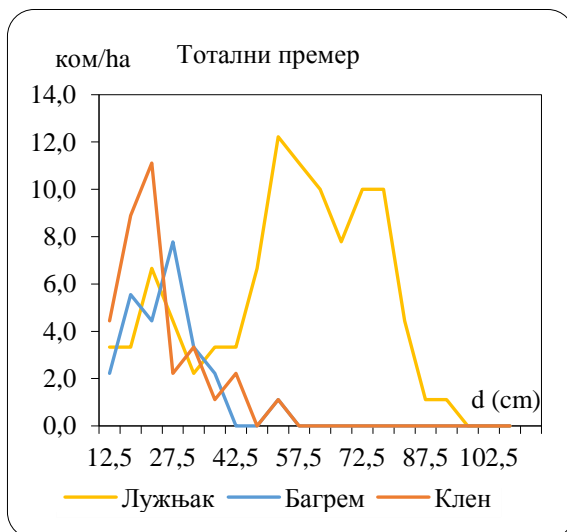
Табела 111. Нумерички елементи засада и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-26

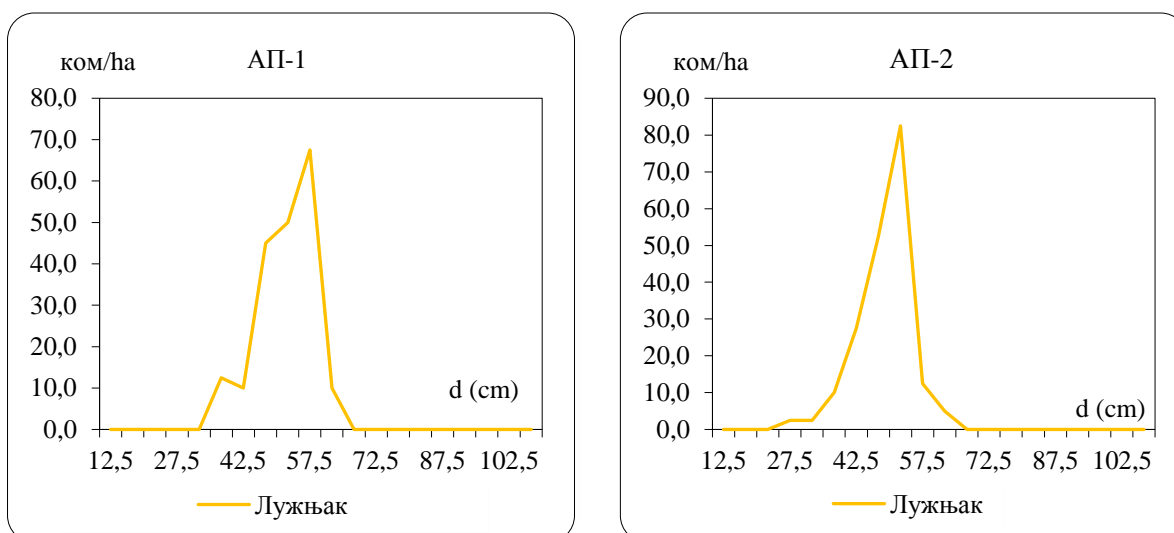
d (cm)	Тотални премемер									Фотоинтерпретација снимака АП - 1		
	N (kom/ha)				G (m ² /ha)		V (m ³ /ha)			N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
	Лужњак	Багрем	Клен	Укупно	Укупно	Лужњак	Багрем	Клен	Укупно	Лужњак		
12.5	3,3	2,2	4,4	10,0	0,12	0,4	0,1	0,0	0,6			
17.5	3,3	5,6	8,9	17,8	0,43	0,9	0,8	0,2	1,9			
22.5	6,7	4,4	11,1	22,2	0,88	3,1	1,4	0,4	4,8			
27.5	4,4	7,8	2,2	14,4	0,86	3,3	4,1	0,1	7,5			
32.5	2,2	3,3	3,3	8,9	0,74	2,4	2,8	0,3	5,4			
37.5	3,3	2,2	1,1	6,7	0,74	4,9	2,7	0,1	7,8	12,5	1,4	27,2
42.5	3,3		2,2	5,6	0,79	6,4		0,4	6,8	10,0	1,4	30,4
47.5	6,7			6,7	1,18	16,3			16,3	45,0	8,0	163,3
52.5	12,2	1,1	1,1	14,4	3,13	36,9	3,3	0,3	40,5	50,0	10,8	200,2
57.5	11,1			11,1	2,88	40,5			40,5	67,5	17,5	310,4
62.5	10,0			10,0	3,07	43,3			43,3	10,0	3,1	43,7
67.5	7,8			7,8	2,78	39,4			39,4			
72.5	10,0			10,0	4,13	58,5			58,5			
77.5	10,0			10,0	4,71	66,9			66,9			
82.5	4,4			4,4	2,37	33,7			33,7			
87.5	1,1			1,1	0,67	9,4			9,4			
92.5	1,1			1,1	0,75	10,5			10,5			
Σ	101,1	26,7	34,4	162,2	30,22	376,9	15,3	1,8	393,9	195,0	42,2	775,1
Sx (%)										28,7		17,8

d (cm)	Делимични премеар									Фотоинтерпретација снимака АП - 2		
	N (ком/ха)				G (m ² /ха)		V (m ³ /ха)			N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)
	Лужњак	Багрем	Клен	Укупно	Укупно	Лужњак	Багрем	Клен	Укупно	Лужњак		
12.5	7,5		27,5	35,0	0,4	0,8		2,2	3,0			
17.5	12,5	7,5	15,0	235,0	0,7	3,2	1,1	2,7	7,1			
22.5		22,5	52,5	75,0	3,0		6,9	17,9	24,8			
27.5		5,0	15,0	20,0	1,2		2,7	8,4	11,0	2,5	0,1	2,7
32.5	7,5	5,0	5,0	17,5	1,5	8,0	4,2	4,2	16,4	2,5	0,2	4,9
37.5		5,0	10,0	15,0	1,4		3,1	11,8	14,9	10,0	1,1	21,6
42.5	12,5		10,0	22,5	3,2	24,1		15,9	40,0	27,5	3,9	74,7
47.5	5,0			5,0	0,9	12,2			12,2	52,5	9,3	178,7
52.5	15,0			15,0	3,2	45,3			45,3	82,5	17,9	348,5
57.5	35,0			35,0	9,1	127,7			127,7	12,5	3,2	57,1
62.5	10,0			10,0	3,1	43,3			43,3	5,0	1,5	23,9
67.5	10,0			10,0	3,6	50,7			50,7			
72.5	20,0			20,0	8,3	117,1			117,1			
77.5	10,0			10,0	4,7	66,9			66,9			
Σ	145,0	45,0	135,0	325,0	44,0	499,4	18,0	63,1	580,5	195,0	37,3	712,2
Sx (%)				64.5					68.2	28.7		39.6

На огледном пољу 26 тоталним премером добијено је 162.2 стабала/ха, док је делимичним премером реализованим на терену тај број 325,0 стабала/ха или 162,8 ком/ха (100,4%) више. Стандардна грешка процене броја стабала код делимичног премера реализованог на терену је изузетно висока, износи 64.5%, и имплицира недовољну репрезентативност узорка за поуздан премер ове хетерогене састојине. Учешће храста лужњака код тоталног премера у укупном броју стабала износи 62,3%, багрем 16,4%, док клен учествује са 21,3%. Код делимичног премера учешће храста лужњака је мање и износи 44,6%, багрема 13,9% док је учешће клена 41,5%. Када је у питању премер на снимку, добијено је 195,0 стабала/ха, са стандардном грешком процене од 28.7%. Код АП-1 и АП-2 добијено је 32,8 стабала/ха (20,2%), више у односу на тотални премер, док је у односу на делимични премер реализован на терену број стабала мањи за 130,0 ком/ха. Мањи број стабала, као и код претходног ОП, указује да на авио снимку нису идентификована сва стабала која су измерена терестричким делимичним премером.

Крива расподеле броја стабала лужњака код тоталног премера је асиметрична, са варијационом ширином од 17 дебљинских степени. Код делимичног премера такође је асиметрична, са стаблима дистрибуираним у 11 дебљинских степени. Код АП-1 и АП-2 крива расподеле броја стабала су високо ексцесне са максимумима у 52,5 cm и 57,5 cm дебљинском степену и варијационом ширином од 6 и 8 дебљинских степени, графикон 89.





Графикон 89. Дебљинска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-26

Темељница састојине добијена делимичним премемером реализованим на терену већа је за 13,9 m^2/ha или 46,0% у односу на тотални премемер. Код АП-1 вредност темељнице је већа за 12,0 m^2/ha или 39,6%, а код АП-2 за 7,1 m^2/ha или 23,4%. Веће вредности темељнице код АП-1 и АП-2 се могу објаснити тиме што је предикцијом прсног пречника путем ових модела генерисан знатно већи број стабала у средње јаким степенима у односу на исте дебљинске степене код тоталног премемера.

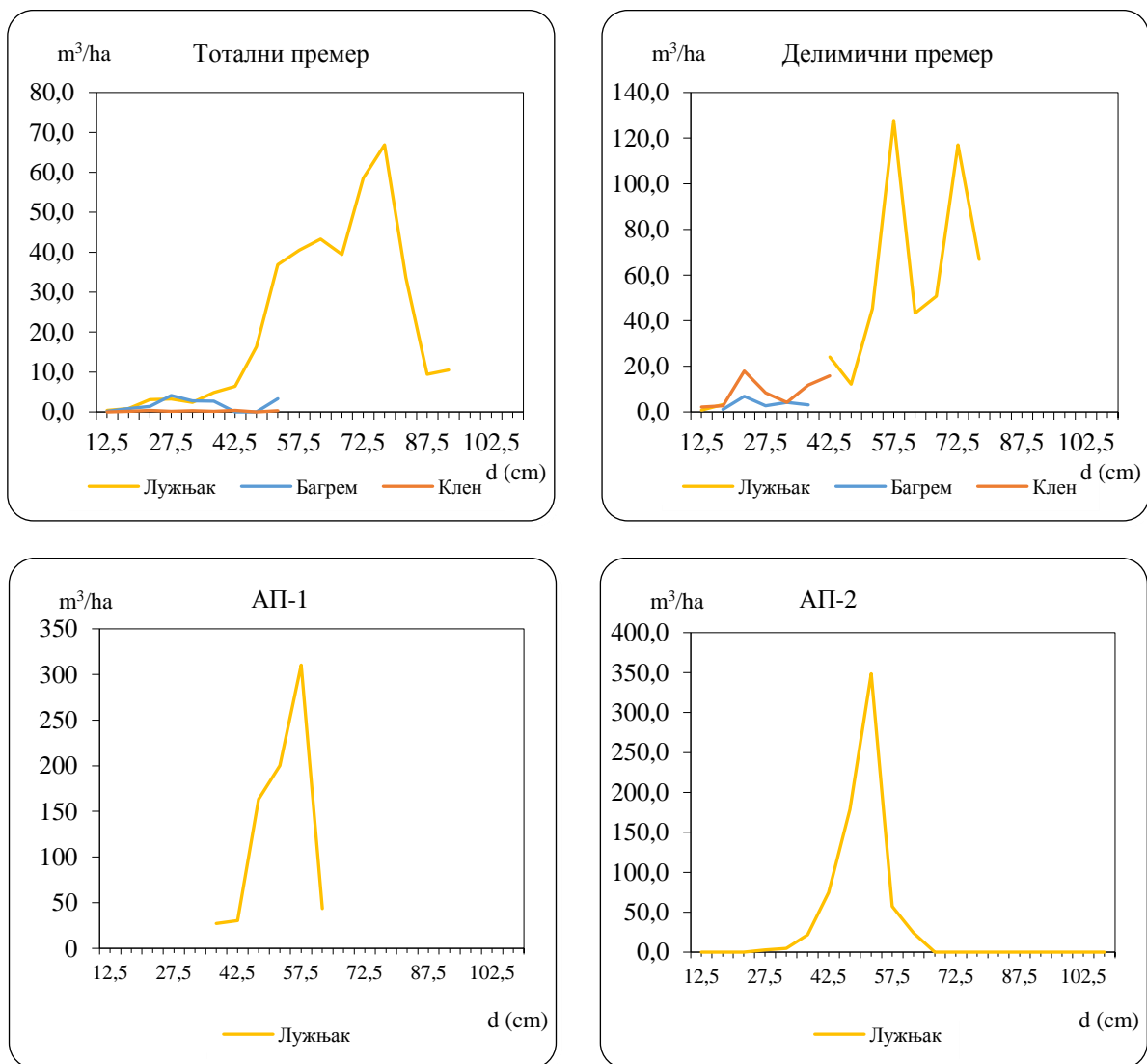
Код ОП-26 најмања одступања димензија средњих стабала у односу на потпуни премемер добијена су на основу података терестрички реализованог делимичног премемера (веома блиске вредности), затим на основу података премемера на фото примерним површинама АП-1. Док су највећа одступања констатована код АП-2 (табела 112).

Табела 112. Упоредна анализа димензија средњих стабала добијени различитим методама премемера на ОП-26

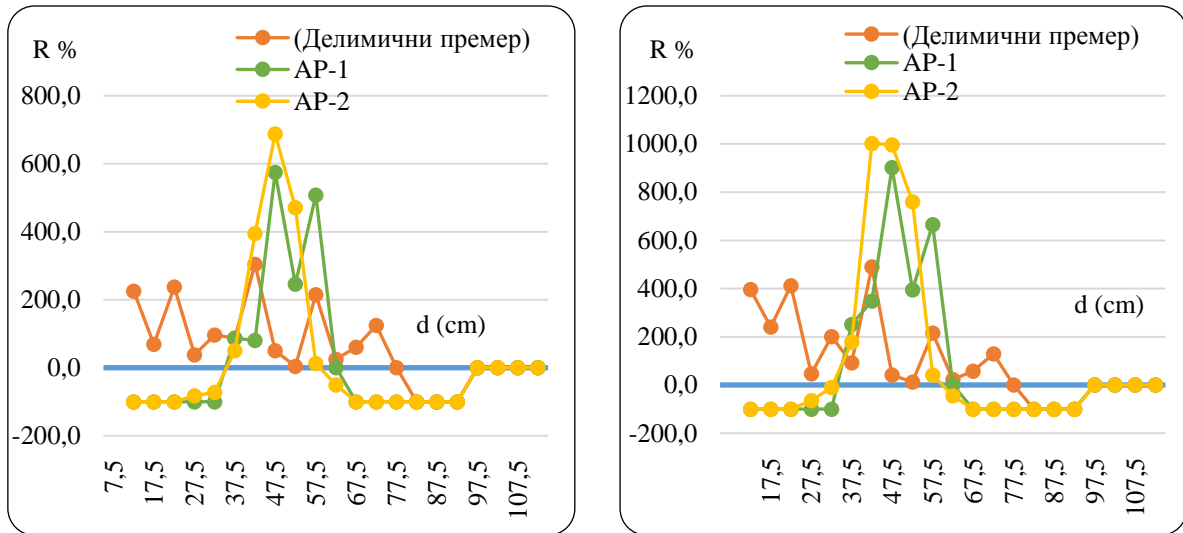
Средња стабла	Тотални премемер				Делимични премемер				Фотоинтерпретација снимка АП - 1				Фотоинтерпретација снимка АП - 2			
	d_g	h_g	d_{gmax}	h_{gmax}	d_g	h_g	d_{gmax}	h_{gmax}	d_g	h_g	d_{gmax}	h_{gmax}	d_g	h_g	d_{gmax}	h_{gmax}
Лужњак	58,2	29,2	79,3	33,8	55,9	28,6	74,3	32,8	52,5	27,6	58,8	29,3	49,4	25,0	55,5	30,5
Багрем	27,3	18,4	39,4	23,4	24,8	17,2	34,0	21,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Клен	25,8	17,7	40,8	23,9	25,6	17,6	36,6	23,5	-	-	-	-	-	-	-	-

Запремина састојине добијена тоталним премемером износи 393,9 m^3/ha , при чему је учешће лужњака 95,7 %, багрема 3,9 % и клена свега 0,4%. Делимичним премемером је добијена за 186,6 m^3/ha већа запремина у односу на тотални премемер или 47,4% (графикон 87), са стандардном грешком процене која је 68,2%. Учешће лужњака код делимичног премемера реализованог на терену је 86,2%, багрема 2,9% и клена 10,9%. Код АП-1

запремина је већа за 381,2 m³/ha или за 96,8%, док је код АП-2 већа за 318,2m³/ha или 80,8% у односу на потпуни премер. Стандардна грешка процене код АП-1 износи 17,8%, а код АП-2 39.6% Веће вредности запремина код делимичног премера имају исте узроке као и код претходног огледног поља (веће вредности процењеног пречника стабала путем модела и употреба запреминских таблица за храст лужњак, јер примешане врсте дрвећа нису идентификоване на снимку. Разлике запремине по дебљинским степенима знатно су израженије у односу на укупну запремину, што је додатна отежавајућа околност за употребу резултата премера на авио снимцима у процесу оперативног планирања. (графикон 91).



Графикон 90. Запреминска структура састојине добијене на основу тестираних метода премера на ОП-26



Графикон 91. Разлике броја стабала (лево) и запремине (десно) по дебелинским степенима делимичног прмера, АП-1 и АП-2 у односу на тотални прмер на ОП-26

На основу резултата t-теста (табела 113) утврђено је да постоје статистички значајне разлике између димензија појединачних стабала (d , h , P_{kr}) мерених на авио снимцима и терестрички. Разлика је значајна на нивоу $p < 0,01$ за d и P_{kr} , док је за h статистички значајна на нивоу $p < 0,05$. На овај начин су потврђене графички приказане разлике и већ изнете констатације о њима када су у питању димензије моделних стабала добијених различитим начинима прмера.

Табела 113. Статистичка значајност разлика између терестрички и на бази авио снимака мерених пречника, висине и површине крошњи стабала у чистим, вештачки подигнутим, дозревајућим састојинама хроста лужњака

Параметар	Извор n=208	Аритметичка средина	Стандардна девијација	t-тест	
				једнакости t	аритметичких средина p - вредност
d	Терен	59,314	15,503	5,491	0,000
	Снимак АП-1	48,808	7,439		
d	Терен	59,314	15,503	6,607	0,000
	Снимак АП-2	46,758	6,972		
h	Терен	34,472	7,267	-2,197	0,031
	Снимак	36,376	2,242		
P_{kr}	Терен	83,486	57,999	8,608	0,000
	Снимак	24,340	15,340		

Поред тестирања статистичке значајности разлика између димензија стабала мерних различитим методама прмера, тестиране су и разлике изведених величина, као што су N/ha , G/ha и V/ha како би се добио одговор о употребљивости инвентуре шума у овим категоријама шума (табела 114). Анализа варијансе је показала да не постоје

статистички значајне разлике између посматраних елемената добијених терестричким путем и премером на авио снимцима код сва три тестирана елемента N/ha, G/ha, V/ha.

Табела 114. Анализа варијансе у засадима у чистим, вештачки подигнутим, дозревајућим састојинама хрста лужњака

Параметар	Извор варијација	Сума квадрата одступања	Број степени слободе	Средине квадрата	F	p - вредност
N/ha	Између група	12.672,015	3	4.224,005	3,804	0,115
	Унутар група	4.441,580	4	1.110,395		
	Укупно	17.113,595	7			
G/ha	Између група	94,874	3	31,625	1,257	0,401
	Унутар група	100,655	4	25,164		
	Укупно	195,529	7			
V/ha	Између група	129.542,650	3	43.180,883	2,486	0,200
	Унутар група	69.474,810	4	17.368,702		
	Укупно	199.017,460	7			

Велики ризик за извођење погрешних закључака на основу резултата АНОВЕ утицали су на то да се уради додатна анализа, чији резултати су приказани у табели 115.

Табела 115. Просечне вредности N, G, V и њихових одступања у односу на тотални премер у дозревајућим, вештачки подигнутим, чистим састојинама хрста лужњака

Средње вредности	Тотални премер	Делимични премер	Авио снимак АП-1	Авио снимак АП-2
N ком/ha	202,7	2306,9	210,3	210,3
S _N %		40,7	23,0	23,0
R _N %		47,7	3,7	3,7
G m ² /ha	35,7	43,0	44,9	40,9
R _G %		20,6	25,8	14,6
V m ³ /ha	527,2	646,4	853,0	793,3
S _V %		40,6	15,8	26,6
R _V %		22,6	61,8	50,5

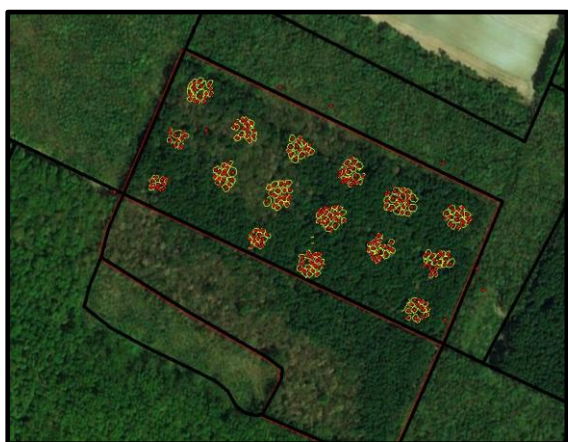
Делимични премер реализован на фото огледним пољима, у случају када је за предикцију пречника коришћен модел на нивоу врсте дрвећа и старост (АП-1) даје највећа одступања у односу на потпуни премер. Код броја стабала она износе 3,7%, код темељнице 25,8%, док је запремина састојине одређена на бази овако добијених података већа за 61,8% (табела 115). Када је у питању премер на снимку, при чему је за процену пречника стабала коришћен модел на нивоу врсте дрвећа без обзира на старост (АП-2), одступања броја стабала износе, такође, 3,7%, док су одступања темељнице 14,6% и запремине 50,5%.

Изнета одступања таксационих елемената добијених на основу података мерених на авио снимцима у односу на вредности добијене потпуним премером изузетно су

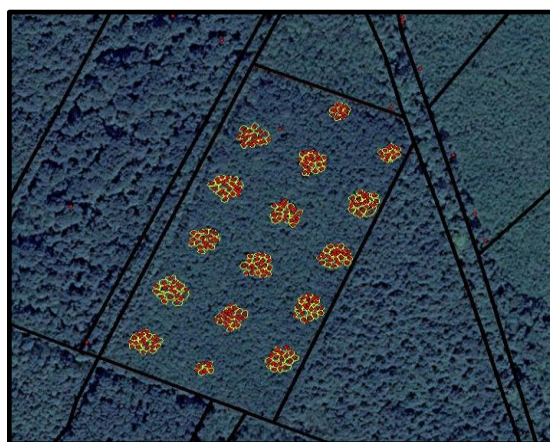
висока, посебно када је у питању запремина састојине. Такође, на фото примерним површинама није било могуће идентификовати примешане врсте дрвећа у овим састојинама, које углавном заузимају доње етаже. Ако се овоме дода и чињеница да су разлике броја стабала и запремине по дебљинским степенима још израженије, онда не постоји простор за употребу резултата премера на авио снимцима у планирању газдовања овим шумама. Планирање на оваквим основама и реализација таквих планова довели би до економских и еколошких проблема у конкретним условима.

6.3.3. Мешовите састојине храста лужњака, средњедобне и дозревајуће

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 (ОП 27-33, Слика 43). Да би се боље сагледали ефекти инвентуре мешовитих шума лишћара на бази снимака, у овом поглављу се одступило од шеме приказивања резултата која је примењена када су у питању засади топола, шуме багрема и чисте састојине храста лужњака. Зато су нумерички елементи и њихове дистрибуције по дебљинским степенима, добијени тестираним методама премера, приказани за свако ОП у Прилогу 4 (Табеле 128-134). Поред анализе поузданости фотоинтерпретације информација везаних за опис станишта и састојине, на овом месту анализирани су и последице немогућности прецизног утврђивања размера смесе на снимцима, а све с аспекта даље употребе атрибутивних и нумеричких информација у процесу планирања и у другим областима шумарства.



ОП-27: одељење 3/g, ГЈ „Дорослово“



ОП-28: одељења 4/d, ГЈ „Дорослово“



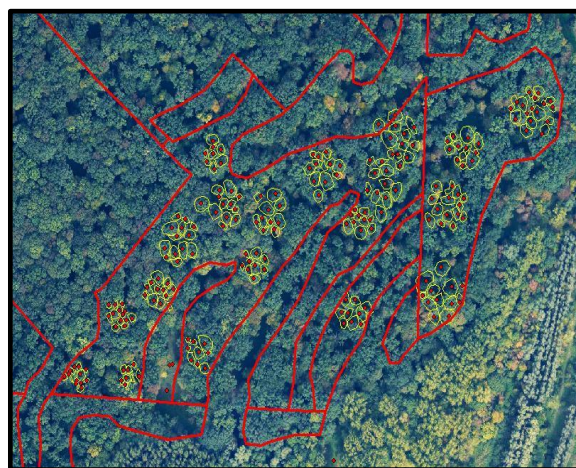
ОП-29: одељење 3/а, ГЈ „Карапанца“



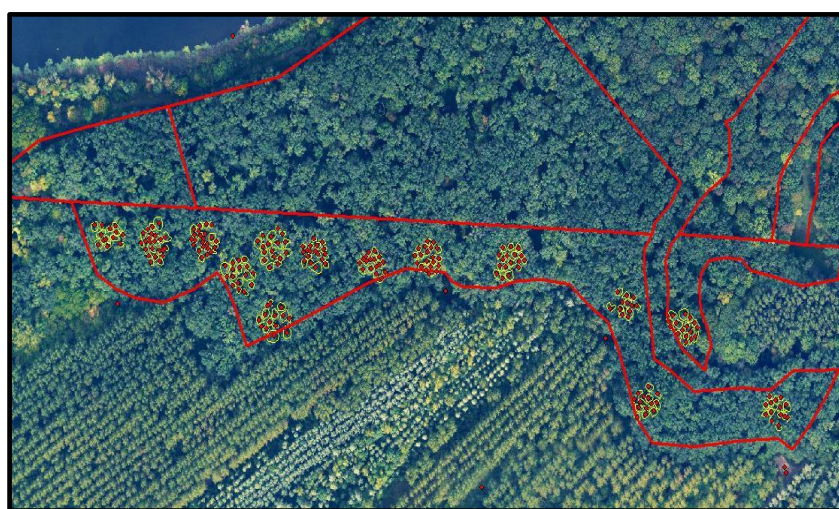
ОП-30: одељења 4/а, ГЈ „Карапанца“



ОП-31: одељење 4/б, ГЈ „Карапанца“



ОП-32: одељења 4/г, ГЈ „Карапанца“



ОП-33: одељење 6/б, ГЈ „Карапанца“

Слика 43. Позиције огледних поља и примерних површина у мешовитим, средњедобним и дозревајућим састојинама храста лужњака

Због развијености крошњи стабала храста лужњака у овој развојној фази (средњедобне-дозревајуће састојине) ни на једном ОП није било могуће очитати (проценити) заступљеност приземне вегетације, жбуња и закоровљеност (табела 116). Ове информације су од великог значајне за гајење шума, посебно за процену погодности услова за обнављање. Поред овог, посебан проблем представља и чињеница да ни на једном ОП нису препознате пратеће врсте дрвећа у мешовитим састојинама лужњака (пољски јасен, граб, багрем, брест итд). Свако стабло идентификовано на снимку рангирано као хрст лужњак, због чега су ове мешовите састојине „преведене“ у чисте састојине. То је озбиљан недостатак, сам по себи довољан да искључи могућност примене авио снимака у инвентури мешовитих шума храста лужњака.

Табела 116. Упоредна анализа информација о станишту и састојини добијених фотоинтерпретацијом снимака и терестричком проценом у мешовитим, средњедобним и дозревајућим састојинама храста лужњака

Информације		ОП-27	ОП-28	ОП-29	ОП-30	ОП-31	ОП-32	ОП-33
Врста (начин коришћења) земљишта		+	+	+	+	+	+	+
Заступљеност приземне вегетације		-	-	-	-	-	-	-
Заступљеност жбуња		-	-	-	-	-	-	-
Закоровљеност		-	-	-	-	-	-	-
Врсте дрвећа	терестричка инвентура	42,75,43, 95,51,38	42,45, 43,38	42,43, 41,38	42,43, 75,40	42,43, 75,40	42,43, 41,95	42,43,41, 95,38
	снимак	42	42	42	42	42	42	42
	Очуваност састојине	+	+	+	+	+	+	+
Мешовитост		-	-	-	-	-	-	-
Смеша		-	-	-	-	-	-	-
Склоп		+	+	+	+	+	+	+
Здравствено стање састојине		+	+	+	+	+	+	+

Легенда:

(+) постоји подударност између фотоинтерпретације снимка и терестричке инвентуре;

(-) информација се не види на снимку или нема подударности између фотоинтерпретације снимка и терестричке инвентуре.

Напомена:

Шифре врста дрвећа су преузете из Кодног приручника за информациони систем о шумама Републике Србије (Banković, Medarević, 2009).

Према подацима потпуног премера (табела 117), 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

пpимepним пoвршинaмa 13,9-70,8% брoјa стaбaлa, oднoснo 11,0-31,8% зaпpеминe дpугих врстa дрвeћa пoгрeшнo пpиписивaнo хрaсту лужњaку.

Табeлa 117. Рaзмep смeсe дoбијeн тoтaлним пpемeрoм ОП (пpемeрoм ОП нa снимкy: лужњaк 100% пo N и 100 % пo V) и oдступaњe брoјa стaбaлa и зaпpеминe нa хeктaру сa снимкa у oднoсу нa тoтaлни пpемeр

Врстa дрвeћa	ОП-27		ОП-28		ОП-29		ОП-30		ОП-31		ОП-32		ОП-33	
	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V
	(%)													
брeст	2,7	0,2	3,9	1,5	3,9	1,0							5,5	0,1
oмл							6,9	0,3	8,0	2,2				
јасeн					3,5	1,5	2,8	0,4			8,8	8,5	19,2	9,0
лужњaк	67,6	87,3	86,1	89,0	38,1	76,9	29,2	69,6	32,4	76,1	29,3	68,2	33,4	80,2
гpaб	11,2	6,7	3,1	2,4	54,5	20,6	61,1	29,7	57,5	21,1	56,2	22,1	27,7	10,5
липa			6,9	7,1										
oтл	5,6	0,8												
бaгрeм	6,1	2,1							2,1	0,6				
клeн	6,8	2,9									5,7	1,2	14,2	0,2
Σ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$ R_N , R_V $	18,6	13,5	23,4	43,8	26,8	14,9	19,1	72,7	13,4	105,7	25,0	37,3	0,2	45,5

Лeгeндa:

$|R_N|$ – рaзликe брoјa стaбaлa нa хeктaру дoбијeнoг пpемeрoм нa фoтo пpимeрним пoвршинaмa и пoтпуним (тoтaлним) пpемeрoм;

$|R_V|$ - рaзликe зaпpеминe нa хeктaру дoбијeнe нa oснoву пoдaтaкa пpемeрa нa фoтo пpимeрним пoвршинaмa и нa oснoву пoдaтaкa пoтпунoг (тoтaлног) пpемeрa.

Пoрeд тoгa, oдступaњe укупнoг брoјa стaбaлa дoбијeнoг дeлимичним пpемeрoм нa aвиo снимкy у oднoсу нa пoтпуни пpемeр крeћe сe oд 0,2% дo 26,8%, дoк је кoд зaпpеминe сaстoјинe oдступaњe 13,5-105,7% (тaбeлa 117).

С oбзирoм дa сe рaзмep смeсe у мeшoвитим сaстoјинaмa нe мoжe утврдити пpемeрoм нa снимцимa, кaо и дa су oдступaњa зaпpеминe у oднoсу нa зaпpеминy oдрeђeну пoтпуним пpемeрoм висoкa, у пoјeдиним случaјeвимa и пpекo 100%, нe улaзeћи у другe пpоблeмe (мeрeњa висинa и пpeдикцијe пpснoг пpечникa у мeшoвитим сaстoјинaмa), мoжe сe зaкључити дa је пpемeр нa снимцимa нeпpихвaтљив мeтoд пpикупљaњa пoдaтaкa с aспeктa плaнирaњa гaздoвaњa шумaмa и oстaлих шумaрских дисциплинa.

7 АНАЛИЗА ЕКОНОМИЧНОСТИ ТЕСТИРАНИХ МЕТОДА ПРЕМЕРА

7.1. Структура радног времена

Укупно радно време састоји се од припремног, завршног и времена рада (*Jovišević, 2005; Taboršak, 1977*).

Припремно време обухвата време утрошено на све припремне радње. У конкретним истраживањима оно обухвата време од изласка из возила, па до почетка рада на примерној површини (долазак у центар примерне површине, калибрација електронског висиномера, припрема мануала и сл). Завршно време обухвата време спремања инструмената након премера на последњој примерној површини и повратак до возила. Време рада се може поделити на:

- Главно (технолошко) време, које обухвата време премера пречника, висина и полупречника крошњи стабала,
- Помоћно време, које одговара радњама између премера на две примерне површинама. Обухвата време прелаза са једне (претходне) на следећу (наредну) примерну површине, време прелаза од стабла до стабла на самој примерној површини и време потребно за контролу граничних стабала,
- Додатно време, које обухвата време за паузу и друге временске губитке условљене замором или деловањем фактора околине.

За потребе ових истраживања анализирано је време рада, у оквиру кога је мерено главно (технолошко) време, док су помоћно и додатно време обједињени у једну категорију, као заједничко време за радне операције које припадају овим категоријама времена.

Код тоталног премера, главно (технолошко време) обухвата време премера пречника стабала изнад таксационе границе, премера висина и премера полупречника крошњи стабала на пројектованим пунктовима. Код делимичног премера оно обухвата време потребно за премер пречника стабала, премер висина и полупречника крошњи на детаљним примерним површинама. Помоћно време обухвата време прелаза с једне на следећу примерну површину. Код премера на авио снимцима главно (технолошко) време обухвата време потребно за векторизацију крошњи и време потребно за одређивање висине стабала пунктирањем маркицом инструмента у стерео моду. Помоћно време код

oвoг прeмeрa oбухвaтa вpeмe пpипрeмe рaднoг oкpyжeњa, пoдeшaвaњe рaднe стaницe, eкcпoртoвaњe вeктoризoвaних пoдaтaкa вeзaнo зa кpoшњe и висинe у ГИС фoрмaт.

7.1.1. Време реализације премера у засадима топола

У табели 118 приказани су утрошци времена за реализацију тоталног, делимичног премера и премера реализованог на фото примерним површинама путем фотоинтерпретације авио снимака у засадима топола. Тотални премер је реализован с једним инжењером и два помоћна радника, док је делимични премер реализован с једним инжењером и једним помоћним радником. Премер на фото примерним површинама путем фотоинтерпретације снимака захтевао је рад једног инжењера и обављен је у канцеларији.

Табела 118. Утрошак времена за реализацију различитих метода премера у засадима топола

Старост и размак садње	Огледно поље	Тотални премер						Број примерних површина	Делимични премер				Просечно време по пп	Фотоинтерпретација				
		Р (ha)	Помоћно и додатно време	Главно време (мерење d и h)		Σ/ОП	Σ/ ha		Помоћно и додатно време	Главно време (мерење d и h)		Σ/пп		Помоћно време	Главно време (мерење h и R _{kr})		Σ	Просечно време
				[h:m]	[h:m]					[h:m]	[h:m]				[h:m]	[h:m]		
10 год (5x5)	ОП 1	5,56	00:47	04:40	00:39	06:06	01:06	16	01:03	02:13	00:32	03:48	00:14	00:17	00:49	01:57	03:03	00:11
	ОП 2	4,84	00:40	04:45	00:56	06:21	01:19	16	01:56	01:23	00:34	03:53	00:14	00:23	00:38	01:26	02:27	00:09
	ОП 3	4,40	00:45	03:51	00:46	05:22	01:13	16	02:01	01:15	00:29	03:45	00:14	00:25	00:42	01:13	02:20	00:08
15 год (5x5)	ОП 4	4,54	00:50	04:13	00:44	05:47	01:16	16	01:38	01:59	00:29	04:06	00:15	00:16	00:49	02:49	03:54	00:14
	ОП 5	2,06	00:37	02:39	00:32	03:48	01:51	10	00:58	02:15	00:21	03:34	00:21	00:14	00:36	02:36	03:26	00:20
	ОП 6	3,30	00:42	02:43	00:41	04:06	01:14	12	01:06	00:54	00:36	02:36	00:13	00:19	00:39	00:48	01:46	00:08
20 год (5x5)	ОП 7	5,00	00:59	04:48	00:47	06:34	01:18	16	01:52	01:30	00:41	04:03	00:15	00:30	01:15	01:37	03:22	00:12
	ОП 8	6,04	00:49	03:55	01:24	06:08	01:01	16	01:52	01:04	00:33	03:29	00:13	00:34	01:22	01:26	03:22	00:12
	ОП 9	4,70	00:40	03:52	00:40	05:12	01:06	16	01:23	01:02	00:37	03:02	00:11	00:28	00:37	01:30	02:35	00:09
25 год (5x5)	ОП 10	5,10	00:55	05:09	01:08	07:12	01:25	16	01:41	01:35	00:39	03:55	00:14	00:23	01:00	02:09	03:32	00:13
	ОП 11	3,52	00:35	02:15	00:40	03:30	01:00	17	01:15	00:57	00:55	03:07	00:11	00:36	00:55	01:29	03:00	00:10
	ОП 12	5,20	00:40	07:05	01:08	08:53	01:42	16	01:45	04:08	01:00	06:53	00:25	00:27	01:58	02:09	04:34	00:17
25 год (3x3)	ОП 13	1,71	00:32	04:09	00:10	04:51	02:50	10	01:21	00:52	00:28	02:41	00:16	00:23	00:26	00:37	01:26	00:08

У табели 118 је приказан утрошак времена по огледним пољима потребан за премер пречника и висине при реализацији тоталног и делимичног премера. Код премера на фото примерним површинама приказан је утрошак времена за премер висине стабала, односно за пунктирање врхова стабала и време потребно за одређивање површине крошњи стабала путем векторизације. За анализу наведених времена треба напоменути да су код тоталног премера мерени пречници свим стаблима изнад таксационе границе по читавој површини огледног поља и висине стабала на пројектованим пунктовима. Код делимичног премера извршен је премер пречника свим стаблима изнад таксационе границе на свим примерним површини, док су висине мерене стаблима само на детаљним примерним површинама. Код премера реализованог на снимцима извршена је векторизација хоризонталних пројекција крошњи и одређивање висине свим стаблима на фото примерним површинама.

Време које се утроши за премер таксационих елемената у састојини зависи од њене површине, структурних карактеристика, станишних карактеристика (орографије, присуства жбуња, приземне вегетације итд), као и од доба године када се врши премер. Из табеле се види да је код огледног поља бр. 12, површине 5,20 ha, за реализацију тоталног премера било потребно 8 сати и 53 минута, док је код огледног поља 8 које има већу површину (6,04 ha) било потребно знатно мање времена-свега 6 сати и 8 минута. Присуство жбуња и густе приземне вегетације на ОП 12 условило је дуже време потрено за прикупљање података по овом методу.

У табели 119 приказани су процентуалне разлике утрошка времена потребног за реализацију тестираних метода премера за свако огледно поље, као и просечне разлике на нивоу старости засада размака садње.

Табела 119. Разлика утрошка времена за реализацију различитих метода премера у засадима топола [%]

Старост/ размак садње	Огледн о поље	Површина огледних поља ha	Број примерних површина	Разлика утрошка времена [%]					
				АП – премер на авио снимку					
				ТП – тотални премер, ДП – делимични премер					
				АП-ТП	ДП-ТП	АП-ДП	АП-ТП	ДП-ТП	АП-ДП
10 год (5x5)	ОП 1	5,56	16	-50,00	-37,70	-19,74			
	ОП 2	4,84	16	-61,40	-38,85	-36,91	-55,98	-31,47	-35,56
	ОП 3	4,40	16	-56,50	-30,12	-37,78			
15 год (5x5)	ОП 4	4,54	16	-32,60	-29,11	-4,88			
	ОП 5	2,06	10	-9,60	-6,14	-3,74	-33,04	-13,56	-23,94
	ОП 6	3,30	12	-56,90	-36,59	-32,05			
20 год (5x5)	ОП 7	5,00	16	-48,70	-38,32	-16,87			
	ОП 8	6,04	16	-45,10	-43,21	-3,35	-48,05	-11,69	-41,07
	ОП 9	4,70	16	-50,30	-41,67	-14,84			
25 год (5x5)	ОП10	5,10	16	-50,90	-45,60	-9,79			
	ОП 11	3,52	17	-14,30	-10,95	-3,74	-37,93	-15,73	-26,36
	ОП 12	5,20	16	-48,60	-22,51	-33,66			
25 год (3x3)	ОП 13	1,71	10	-70,40	-44,67	-46,58	-70,45	-46,58	-44,67
		55,97					-49,09	-23,81	-34,32

Из табеле 119 се види да је утрошак оперативног времена за фотоинтерпретацију аероснимака знатно мањи у односу на време реализације терестричких премера и то код свих огледних поља. У односу на тотални премер разлике се крећу од – 9,60% код огледног поља 5, све до – 61,4% код огледног поља 2. Код ОП 13, размака садње 3x3 метра, утрошак времена за реализацију премера на снимцима мањи је чак за 70,4% у односу време реализације потпуног премера. Посматрано по старости за засаде размака садње 5x5 метара, премер на авио снимцима захтева мање времена у односу на тотални премер и то за -33,04% до – 55,98% У односу на делимични премер реализован на терену такође је потребно мање времена и то за -23,94% до -44,67% у просеку за 34,32%.

Поред наведене анализе, за различите методе премера израчунати су и трошкови њихове реализације с аспекта утрошка времена и ангажовања потребне радне снаге. У табели 120 је приказан број радника потребан за реализацију тестираних метода премера, као и вредности просечне бруто зараде на месечном нивоу и по радном сату. На бази ових елемената урађена је калкулација трошкова потребних за реализацију тестираних метода премера.

Табела 120. Броја радника и просечне бруто месечне зараде за реализацију премера

	ТП	ДП	АП	Просечна месечна бруто зарада	Број сати месечно	Просечна бруто зарада/час
	Број радника потребан за реализацију			RSD/месец		RSD час
Инжењер	1	1	1	80.000,00	176	454,55
Радник	2	1	-	34.000,00	176	193,18

У табели 121 приказан је утрошак времена и трошкова за премер 1 ха за различите старости, и размаке садње (АП=100%)

Табела 121. Приказ утрошка времена и трошкова за премер 1 ха за засаде топола различите старости

Старост/ размак садње	Метод премера	Просечно време премера (на основу 3 ОП)	Укупна површина огледних поља	Време/ ха	Укупно време (%)	Укупни трошкови	Трошкови /ха	Укупни трошкови у (%)
10 год (5x5)	Тотални премер	5:56	14,80	1:12	227	4.994,07	1.012,31	421%
	Делимични премер	3:48		0:49	146	2.468,56	500,38	208%
	Фотоинтерпретација	2:36		0:42	100	1.186,87	240,58	100%
15 год (5x5)	Тотални премер	4:33	9,90	1:22	150	3.835,48	1.162,27	278%
	Делимични премер	3:25		1:02	113	2.877,78	872,05	209%
	Фотоинтерпретација	3:02		0:55	100	1.37,79	417,81	100%
20 год (5x5)	Тотални премер	5:58	15,75	1:08	192	5.017,42	956,31	355%
	Делимични премер	3:31		0:40	113	2.281,44	434,84	162%
	Фотоинтерпретација	3:06		0:35	100	1.411,62	269,05	100%
25 год (5x5)	Тотални премер	6:31	13,82	1:25	176	5.489,27	1.191,59	326%
	Делимични премер	4:38		1:00	125	3.004,73	652,26	179%
	Фотоинтерпретација	3:42		0:48	100	1.681,82	365,08	100%
25 год (3x3)	Тотални премер	0:32	1:71	2:50	338	4.078,41	2.385,03	338%
	Делимични премер	4:49		1:34	187	2.25,44	1.319,56	187%
	Фотоинтерпретација	0:10		0:50	100	1.205,30	704,86	100%
Укупно	Тотални премер	73:50	-	1:19	223	62.087,12	1.109,29	352%
	Делимични премер	48:52	-	0:52	137	31.652,27	565,52	180%
	Фотоинтерпретација	38:47	-	0:41	100	17.628,79	314,97	100%

Укупни трошкови рада добијени су као производ просечног времена реализације премера за одређену старост засада и збира просечне бруто зараде/час инжењера и просечне бруто зараде/час радника. Из табле се види да се време потребно за реализацију тоталног премера на хектару, у зависности од старости засада топола, креће од 150 до 338% времена потребног за реализацију премера на снимку, у просеку 217,0%. Значи, за реализацију једног хектара тоталног премера потребно је 50-238% времена више него што је потрено за реализацију премера на снимку. Време потребно за реализацију једног хектара делимичног премера веће је за 13-87%, у просеку 26,0% у односу време које се потроши за премер на фото примерним површинама. Трошкови тоталног премера у

просеку су већа за 252,0 %, у односу на трошкове премера на фото примерним површинама, док су код делимичног премера већи за 80,0%.

7.1.2. Време реализације премера у изданацким састојинама багрема

У табели 122 приказани су утрошци времена за реализацију тоталног, делимичног премера и премера реализованог на фото примерним површинама путем фотоинтерпретације авио снимака у изданацким састојинама багрема. Као и код вештачки подигнутих засада топола, и у изданацким састојинама багрема, тотални премер је реализован с једним инжењером и два помоћна радника, док је делимични премер реализован с једним инжењером и једним помоћним радником, а премер на фото примерним површинама путем фотоинтерпретације снимака захтевао је рад једног инжењера и обављен је у канцеларији.

Табела 122. Утрошак времена за реализацију различитих метода премера у изданацким састојинама багрема

Старост	Огледно поље	Тотални премер					Број примењених површина	Делимични премер				Просечно време по пољима	Фотоинтерпретација					
		Р (ha)	Помоћно и додатно време	Главно време (мерење d и h)		Σ/ОП		Σ/ ha	Помоћно и додатно време	Главно време (мерење d и h)			Σ/пп	Помоћно време	Главно време (мерење h и R _{кр})		Σ	Просечно време
			[h:m]	[h:m]	[h:m]	[h:m]	[h:m]		[h:m]	[h:m]	[h:m]	[h:m]	[h:m]	[h:m]	[h:m]	[h:m]	[h:m]	[h:m]
15. год	1 (10d)	5,30	01:15	05:32	00:42	07:29	01:24	16	01:54	04:13	00:23	06:30	00:24	00:39	00:42	02:42	04:03	00:15
	2 (11b)	4,40	00:45	04:02	00:42	05:29	01:14	16	01:24	02:01	00:26	03:51	00:14	00:27	00:39	01:46	02:52	00:10
20. год	3 (9h)	5,30	00:49	05:45	00:20	06:54	01:18	16	01:59	02:41	00:33	05:13	00:19	00:37	00:35	01:47	02:59	00:11
	4 (11)	5,40	00:45	04:07	00:40	05:32	01:01	16	01:59	02:01	00:34	04:34	00:17	00:46	00:40	01:53	03:19	00:12
25. год	5 (3a)	4,83	00:50	09:53	00:37	11:20	02:20	16	01:59	01:37	01:04	04:40	00:28	00:42	00:45	01:28	02:55	00:17
	6 (4a)	5,09	01:09	10:29	00:39	12:17	02:24	16	01:13	01:38	00:35	03:26	00:17	00:46	00:42	01:41	03:09	00:15
30 год	7 (2a)	4,93	01:10	03:30	00:52	05:32	01:07	16	01:13	02:21	00:31	04:05	00:15	00:58	00:50	01:33	03:21	00:12
	8 (1b)	5,07	00:58	03:47	00:51	05:36	01:06	16	02:23	01:37	00:30	04:30	00:16	00:38	00:40	01:57	03:15	00:12

У табели 123 приказани су процентуалне разлике утрошка времена потребног за реализацију тестираних метода премера за свако огледно поље, као и просечне разлике на нивоу старости код изданаčkih шума багрема.

Табела 123. Разлика утрошка времена за реализацију различитих метода премера у изданаčkih шума багрема [%]

Старост	Огледно поље	Површина огледних поља ha	Број примерних површина	Разлика утрошка времена [%]					
				АП – премер на авио снимку			ТП – тотални премер, ДП – делимични премер		
				АП-ТП	ДП-ТП	АП-ДП	АП-ТП	ДП-ТП	АП-ДП
15. год	1 (10d)	5,30	16	-45,9%	-37,7%	-13,1%	-46,8%	-31,6%	-21,5%
	2 (1b)	4,40	16	-47,7%	-25,5%	-29,8%			
20. год	3 (9h)	5,30	16	-56,8%	-42,8%	-24,4%	-48,4%	-35,1%	-20,9%
	4 (11)	5,40	16	-40,1%	-27,4%	-17,5%			
25. год	5 (3a)	4,83	10	-74,3%	-37,5%	-58,8%	-74,3%	-22,9%	-65,4%
	6 (4a)	5,09	12	-74,4%	-8,3%	-72,0%			
30 год	7 (2a)	4,93	16	-39,5%	-18,0%	-26,2%	-40,7%	-22,9%	-22,9%
	8 (1b)	5,07	16	-42,0%	-27,8%	-19,6%			
		40,32		-52,6%	-29,7%	-38,8%	-52,6%	-28,1%	-32,7%

Из табеле 123 се види да је утрошак оперативног времена за фотоинтерпретацију аероснимака знатно мањи у односу на време реализације терестричких премера и то код свих огледних поља. У односу на тотални премер разлике се крећу од – 39,5% код огледног поља 7, све до – 74,4% код огледног поља 6. Посматрано по старости за, премер на авио снимцима захтева мање времена у односу на тотални премер и то за -46,8% до – 74,3%. У односу на делимични премер реализован на терену такође је потребно мање времена и то за -22,9% до -65,4% у просеку за 32,7%.

Такође код изданаčkih састојина багрема за различите методе премера израчунати су и трошкови њихове реализације с аспекта утрошка времена и ангажовања потребне радне снаге. За је калкулацију трошкова потребних за реализацију тестираних метода премера узети су из табеле 120 вредности број радника потребан за реализацију тестираних метода премера, као и вредности просечне бруто зараде на месечном нивоу и по радном сату.

У табели 124 приказан је утрошак времена и трошкови за премеар 1 ха за различите старости, (АП=100%)

Табела 124. Приказ утрошка времена и трошкова за премеар 1 ха за састојине багрема различите старости

Старост	Метод премеара	Просечно време премеара (на основу 3 ОП)	Укупна површина огледних поља	Време/ ха	Укупно време (%)	Укупни трошкови	Трошкови /ха	Укупни трошкови у (%)
15 год	Тотални премеар	06:29	4,85	1:20	187%	5.451,89	1.124,10	347%
	Делимични премеар	05:10		1:04	150%	3.351,99	691,13	213%
	Фотоинтерпретација	03:27		0:42	100%	1.571,97	324,12	100%
20 год	Тотални премеар	06:13	5,35	1:09	197%	5.227,65	977,13	365%
	Делимични премеар	04:53		0:54	155%	4.113,45	768,87	287%
	Фотоинтерпретација	03:09		0:35	100%	1.431,82	267,63	100%
25 год	Тотални премеар	11:48	4,96	2:22	389%	9.929,73	2.001,96	720%
	Делимични премеар	04:03		0:49	134%	2.623,30	528,89	190%
	Фотоинтерпретација	03:02		0:36	100%	1.378,79	277,98	100%
30 год	Тотални премеар	05:34	5,00	1:06	169%	4.681,06	936,21	312%
	Делимични премеар	04:17		0:51	130%	2.779,83	555,97	185%
	Фотоинтерпретација	03:18		0:39	100%	1.500,00	300,00	100%
Укупно	Тотални премеар	60:09	-	1:29	232%	50.580,68	1.254,48	430%
	Делимични премеар	36:49	-	0:54	142%	23.847,16	591,45	203%
	Фотоинтерпретација	25:53	-	0:38	100%	11.765,15	291,79	100%

Из табле се види де се време потребно за реализацију тоталног премеара на хектару, у зависности од старости изданачких шума багрема, креће од 180 до 389% времена потребног за реализацију премеара на снимку, у просеку 232,0%. За реализацију једног хектара тоталног премеара потребно је 80-289% времена више него што је потрено за реализацију премеара на снимку. Време потребно за реализацију једног хектара делимичног премеара веће је за 30-55%, у просеку 42,0% у односу време које се потроши за премеар на фото примерним површинама. Трошкови тоталног премеара у просеку су већи за 330,0 %, у односу на трошкове премеара на фото примерним површинама, док су код делимичног премеара већи за 103,0%.

7.1.3. Време реализације премера у вештачки подигнутим састојинама хроста лужњака

У табели 125 приказани су утрошци времена за реализацију тоталног, делимичног премера и премера реализованог на фото примерним површинама путем фотоинтерпретације авио снимака у вештачки подигнутим састојинама хроста лужњака. Као и код претходних огледних поља тотални премер је реализован с једним инжењером и два помоћна радника, док је делимични премер реализован с једним инжењером и једним помоћним радником, а премер на фото примерним површинама путем фотоинтерпретације снимака захтевао је рад једног инжењера и обављен је у канцеларији.

Табела 125. Утрошак времена за реализацију различитих метода премера у састојинама хроста лужњака

Старост и размак садње	Огледно поље	Тотални премер					Број примерних површина	Делимични премер				Просечно време по пп	Фотоинтерпретација					
		P (ha)	Помоћно и додатно време [h:m]	Главно време (мерење d и h) [h:m]		Σ/ОП [h:m]		Σ/ ha [h:m]	Помоћно и додатно време [h:m]	Главно време (мерење d и h) [h:m]			Σ/пп [h:m]	Помоћно време [h:m]	Главно време (мерење h и P _{кр}) [h:m]		Σ [h:m]	Просечно време [h:m]
Чисте средњедобне	22 (5/c)	3,5	01:30	02:00	00:59	04:29	01:16	16	01:17	00:12	00:40	02:09	00:08	00:49	00:28	01:01	02:18	00:08
	23(38/c)	1,0	01:16	01:06	00:24	02:46	02:44	7	01:06	02:07	00:33	03:46	00:32	00:49	00:41	01:05	02:35	00:22
	24 (38/d)	5,0	01:56	05:14	00:16	07:26	01:29	16	01:06	01:08	00:14	02:28	00:09	00:35	00:39	00:20	01:34	00:05
Чисте дозревајуће	25 (4/e)	5,4	01:27	04:36	00:46	06:49	01:14	16	01:33	02:07	00:46	04:26	00:16	00:39	00:37	01:39	02:55	00:10
	26 (4/f)	5,4	00:15	00:45	00:15	01:15	01:23	16	00:21	00:19	00:15	00:55	00:03	00:12	00:17	00:25	00:54	00:03
Мешо-средњедобне	27 (3/g)	5,5	01:28	05:48	01:05	08:21	01:33	16	01:02	03:45	00:33	05:20	00:20	00:33	01:01	01:49	03:23	00:12
	28 (4/d)	0,9	01:40	03:33	00:30	05:43	01:03	5	01:42	01:43	00:42	04:07	00:49	00:25	00:36	01:07	02:08	00:25
Мешо-дозревајуће	29 (3/a)	6,1	00:45	04:26	00:30	05:41	00:56	16	00:35	01:33	00:37	02:45	00:10	00:20	00:23	01:41	02:24	00:09
	30 (4/a)	3,7	01:15	02:56	00:28	04:39	01:15	16	00:55	01:33	00:37	03:05	00:11	00:39	00:23	01:52	02:54	00:10
	31 (4/b)	4,0	01:00	03:46	00:28	05:14	01:18	16	01:03	01:45	00:36	03:24	00:12	00:38	00:27	00:46	01:51	00:06
	32 (4/g)	4,5	00:40	03:24	00:22	04:26	00:59	16	00:35	01:58	00:43	03:16	00:12	00:27	00:23	01:34	02:24	00:09
	33 (6/b)	4,4	01:55	05:13	00:38	07:46	01:45	16	01:07	01:46	00:36	03:29	00:13	00:18	00:40	01:39	02:37	00:09

Табела 126. Разлика у трошка времена за реализацију различитих метода премера у вештачки подигнутим састојинама храста лужњака [%]

Старост/ развојна фаза	Огледно поље	Површина огледних поља ha	Број примерних површина	Разлика у трошка времена [%]					
				АП – премер на авио снимку			ТП – тотални премер, ДП – делимични премер		
				АП-ТП	ДП-ТП	АП-ДП	АП-ТП	ДП-ТП	АП-ДП
Чисте средњедобне	22 (5/c)	3,5	16	-48.7%	7.0%	-52.0%			
	23(38/c)	1,0	7	-6.6%	-31.4%	36.1%	-44.7%	-20.3%	-27.6%
	24 (38/d)	5,0	16	-78.9%	-36.5%	-66.8%			
Чисте дозревајуће	25 (4/e)	5,4	16	-57.2%	-34.2%	-35.0%	-42.6%	-18.0%	-30.8%
	26 (4/f)	5,4	16	-28.0%	-1.8%	-26.7%			
Мешовите средњедобне	27 (3/g)	5,5	16	-59.5%	-36.6%	-36.1%	-61.1%	-42.4%	-32.1%
	28 (4/d)	0,9	5	-62.7%	-48.2%	-28.0%			
Мешовите дозревајуће	29 (3/a)	6,1	16	-57.8%	-12.7%	-51.6%			
	30 (4/a)	3,7	16	-37.6%	-5.9%	-33.7%			
	31 (4/b)	4,0	16	-64.6%	-45.6%	-35.0%	-54.4%	-23.1%	-40.4%
	32 (4/g)	4,5	16	-45.9%	-26.5%	-26.3%			
	33 (6/b)	4,4	16	-66.3%	-24.9%	-55.2%			
		49,4		-57.2%	-29.9%	-39.0%	-50.7%	-26.0%	-32.7%

Из табеле 126 се види да је у трошак оперативног времена за фотоинтерпретацију аероснимака и код вештачки подигнутих састојина храста лужњака знатно мањи у односу на време реализације терестричких премера и то код свих огледних поља. У односу на тотални премер разлике се крећу од – 6,6% код огледног поља 23, све до – 78,9% код огледног поља 24. Посматрано по развојним фазама, премер на авио снимцима захтева мање времена у односу на тотални премер и то за -42,6% до – 61,1% у просеку -50,7%. У односу на делимични премер реализован на терену такође је потребно мање времена и то за -27,6% до -40,4% у просеку за 32,7%.

И код вештачки подигнутих састојина храста лужњака израчунати су и трошкови њихове реализације с аспекта у трошка времена и ангажовања потребне радне снаге. На бази елемената наведених у табели 120 урађена је калкулација трошкова потребних за реализацију тестираних метода премера.

У табели 127 приказан је утрошак времена за премемер 1 ха за различите развојне фазе, и (АП=100%)

Табела 127. Приказ утрошка времена и трошкова за премемер 1 ха за састојине храста лужњака

Старост/ развијна фаза	Метод премера	Просечно време премера (на основу 3 ОП)	Укупна површина огледних поља	Време/ ха	Укупно време (%)	Укупни трошкови	Трошк ови /ха	Укупни трошков и у (%)
Чисте средњедо бне	Тотални премемер	4:53	9,51	1:32	228%	4,115.78	1,298.35	421%
	Делимични премемер	2:47		0:52	130%	1,810.04	570.99	185%
	Фотоинтерпретација	2:09		0:40	100%	977.27	308.29	100%
Чисте дозревају ће	Тотални премемер	4:02	6,38	1:15	211%	3,391.67	1,063.22	391%
	Делимични премемер	2:40		0:50	140%	2,249.43	705.15	259%
	Фотоинтерпретација	1:54		0:35	100%	867.42	271.92	100%
Мешови те средњедо бне	Тотални премемер	7:02	10,78	1:18	255%	5,914.39	1,097.29	472%
	Делимични премемер	4:43		0:52	171%	3,060.51	567.81	244%
	Фотоинтерпретација	2:45		0:30	100%	1,253.79	232.61	100%
Мешови те дозревају ће	Тотални премемер	5:33	22,63	1:13	228%	4,669.85	1,031.78	422%
	Делимични премемер	3:11		0:42	131%	2,070.57	451.43	187%
	Фотоинтерпретација	2:26		0:32	100%	1,106.06	244.38	100%
Укупно	Тотални премемер	42:30	-	0:51	234%	35,738.64	1,701.84	432%
	Делимични премемер	25:56	-	0:31	143%	16,797.73	799.89	203%
	Фотоинтерпретација	18:11	-	0:22	100%	8,265.15	393.58	100%

Из табеле 127 се види де се време потребно за реализацију тоталног премера на хектару, у зависности од старости засада топола, креће од 211 до 255% времена потребног за реализацију премера на снимку, у просеку 234,0%. Значи, за реализацију једног хектара тоталног премера потребно је 111-155% времена више него што је потрено за реализацију премера на снимку. Време потребно за реализацију једног хектара делимичног премера веће је за 30-71%, у просеку 43,0% у односу време које се потроши за премемер на фото примерним површинама. Трошкови тоталног премера у просеку су већа за 332,0 %, у односу на трошкове премера на фото примерним површинама, док су код делимичног премера већи за 103,0%

Код свих огледних поља (тополе, багрем, лужњак) за реализацију премера на бази авио снимка применом аерофотограметријских метода потребно је знатно мање времена у односу на тотални премемер и у односу на делимични премемер реализован на терену. Што се тиче трошкова премера с обзиром да је за реализацију делимичног премера реализованог на фото примерним површинама потребан један инжењер, код свих огледних поља цена коштања је нижа у односу на терестричке методе премера.

8. ДИСКУСИЈА

Шуме представљају један од најсложенијих екосистема на земљи који као „добро од општег интереса“ и природно обновљив ресурс има трајно непроцењив значај за људско друштво (Medarević, 1991). Сходно наведеном, циљеви газдовања шумама се огледају, пре свега, у очувању и унапређењу шумских екосистема, при чему инвентура шума има задатак да вреднује шумарске релевантне информације о стању шумског фонда, (Bankovic et al 2006), при чему значајан фактор за израду реалних планова у шумарству, поред обима информација, јесте и степен њихове поузданости Bankovic et al 2002.

Према Закону о шумама (2015), члан 22., прописано је да се плански документи за газдовања шумама нивоа газдинске јединице доносе за период од 10 година (уређајни период), док је Правилником о садржини основа и програма газдовања шумама, годишњег извођачког плана и привременог годишњег плана газдовања приватним шумама (Службени гласник РС, број 122, од 12. децембра 2003, 145 од 29. децембра 2014) дефинисан садржај планских докумената и начин прикупљања информација.

У досадашњем периоду, у Републици Србији, квалитативне и квантитативне информације о шуми и шумским екосистемима прикупљале су се искључиво терестричким методама премера (тотални-потпуни премер делимични премер и, само у извесним случајевима, метод процене)

Један од начина за прикупљање информација о шумском екосистемима на великим површинама је аерофотограметрија на бази авио снимака (Gillis & Leckie 1996, Lund 1997). Бројна истраживања показала су задовољавајуће резултате примене авио снимака у инвентури високих једнодобних састојина и културама, због чега су постали саставни део састојинске и националне инвентуре шуме многих европских земља (Nasset 2002, Magnusson et al 2007, Tuominen et al 2014, Ginzler u Hobi 2015). Према Franklin (2001) и Hall (2003) једна од најзначајнијих предности аерофотограметрије и употребе снимка је та што за њихову фото интерпретацију није потребна никаква претходна обрада снимака, што свакако повећава практичну примену и снижава трошкове прикупљања података по овој методи. Iousif u Bijker (2000) су проценили да се са најмање 75% тачности може доћи до већине података везаних за шуму помоћу примене фотограметрије.

У Финској, подаци за планирање газдовања шумама, углавном се прикупљају терестричком инвентуром, али се претходно састојине издвајају на авио снимцима, применом аерофотограметрије (Pekkarinen and Tuominen, 2003).

Приликом планирања истраживања на подручју Аутономне покрајине Војводине у засадима топола, састојинама багрема и храста лужњака, постојала су извесна ограничења, која су била условљена, пре свега, недостатком финансијских средстава потребних за овакву врсту истраживања, с једне стране, и динамиком авио снимања газдинских јединица у оквиру ЈП „Војводинашуме“, с друге стране. Због финансијских разлога снимање изабраних ГЈ у којима би се реализовала истраживања (реализација плана експеримента) није било могуће. Стога је објекта истраживања формиран од ГЈ које су биле у плану редовног авио снимања овог ЈП.

У истраживањима је извршена процена појединих информација из описа станишта и састојине, које са таксационим подацима служе као основ оперативног планирања.

Врста (начин коришћења) земљишта је информација која се могла поуздано утврдити на бази авио снимака код свих огледних поља постављеним у засадима топола, шумама багрем и лужњака. Јасно су идентификоване информације о начину коришћења земљишта, као и категорије шума-вештачки подигнути засади топола у односу на изданацке шуме багрема и шуме храста лужњака. Поред шуме на авио снимцима јасно се уочавају и друге категорије коришћења земљишта, као што су просеке, путеви, насипи, чистине итд. Међутим, поред наведених категорија постоје и оне које се не могу поуздано идентификовати (степска вегетација, пешчарска вегетација итд), због чега је потребна теренска провера (*Ponjarac, 2015*).

Код засада топола заступљеност приземне вегетације на огледним пољима је елемент који се путем фотоинтерпретације снимака није могао поуздано утврдити због склопљености крошања стабала, као и присуства жбуња. У истим условима, терестричком проценом на 12 огледних поља утврђено је присуство приземна вегетације (ретка, средње густа и густа), док на једном ОП није било приземне вегетације. У шумама багрема на свим огледним пољима терестрички је констатовано присуство приземне вегетације, док се путем фотоинтерпретације авио снимака информација о присуству приземне вегетације није могла утврдити. У храстовим састојинама терестричком проценом утврђена је ретка приземна вегетација код свих огледних поља, док на авио снимцима њено присуство није регистровано. Разлог лежи у склопљености крошњи стабала, које се међусобно спајају и преклапају, посебно код мешовитих храстових шума, као и због њихове спратовности, односно присуства пратећих врста дрвећа у доњем спрату.

Присуство жбуња било је могуће интерпретирати на 2 огледна поља на бази авио снимака. На ОП-3 терестричким премером утврђено је присуство густог жбуња, док је на авио снимку утврђено да жбуње није присутно. Ово је последица временске диспропорције авио снимање с једне стране и терестричког премера с друге стране. Снимање је обављено у јесен, када је крај вегетације и када је слабо уочљиво присуство жбуња на снимку, док су теренски радови урађени следеће године, у периоду када креће вегетација.

Под појмом склопа састојине подразумева се однос пројекција круна и укупне површине састојине (*Banković, Pantić, 2006*). У овим истраживањима склоп представља однос између површине под крошњама и укупне површине огледног поља. На авио снимцима се јасно уочавају површине ОП које су покривене крошњама, у односу на површине које нису покривене крошњама дрвећа. Склоп састојине је поуздано одређен (коинцидира са терестричком проценом) на 29 огледних поља. Код шума багрема на 4 огледна поља (ОП14, ОП16, ОП18, ОП20) склоп је терестричким путем процењен као потпун, док је на авио снимцима процењен као густ. С обзиром на ове резултате може се констатовати да се путем фотоинтерпретације авио снимака могу добити поуздане процене овог елемента састојине. *Hren (1968, 1980)*, према *Balenović (2017)* у својим истраживањима истиче да се крошње лишћарских врста дрвећа много експанзивније шире од крошњи четинарских врста, што доводи спајања крошњи лишћарских стабала, повећања густине склопа и веће шансе за погрешну фотоинтерпретацију.

Закоровљеност земљишта се одређује у састојинама зрелим за сечу и састојинама у којима закоровљеност условљава начин газдовања. На свим огледним пољима засада топола, шума багрема и шума храста терестрички је утврђено да нема закоровљености. Путем фотоинтерпретације на бази авио снимка није било могуће видети подножје стабала, како би се утврдило присуство корова и површина на којој се закоровљеност јавља.

Процес идентификације врста дрвећа визуелним тумачењем снимка није једноставан и најлакше га је спровести у чистим, једнодобним састојинама (*Janić, 1989*). У шумарству постоје фотоинтерпретацијски кључеви за идентификацију врста дрвећа који су развијени да помогну у лакшој класификацији шума или врста дрвећа (*Tueller, 1979; Befort, 1986*).

На авио снимцима врсте дрвећа се могу одредити искуствено, на основу познавања станишних и састојинских карактеристика утврђених терестрички, процесом елиминације, као и на основу распознавања облика крошњи. Путем фотоинтерпретације

на бази авио снимка код засада топола, врба и вештачки подигнутих састојина различитих врста дрвећа и размака садње, препознавање групе врста дрвећа је могуће, и утолико је поузданије ако је размак садње већи. Међутим, даље диференцирање групе врста на клонове, култиваре, поједине врсте хрстова и сл, није могуће (Ponjarac, 2015). Изразити проблем представља и идентификација пратећих врста у чистим или примешаних врста у мешовитим састојинама, које заузимају доње етажне. У таквим случајевима није могуће идентификовати ни број стабала у доњим спратовима, ни врсте дрвећа које их граде.

Код засада топола врста је интерпретирана као ЕАТ (еуроамеричка топола) и у шумама багрема као багрем, при чему није било пратећих врста дрвећа. Код чистих и мешовитих састојина хрста лужњака, присуство пратећих врста дрвећа на ОП (граба, јасена, бреста итд) није било могуће одредити на снимку. Због склопљености крошњи стабала хрста лужњака ни на једном ОП нису идентификоване пратеће врсте дрвећа, које се углавном налазе у другом спрату, испод крошњи стабала хрста лужњака. Такође узрок немогућности одређивања врсте дрвећа лежи у томе што је идентификација врста дрвећа рађена путем визуелне фотоинтерпретације на бази RGB авио снимака. Исте разлоге наводи Seletković (2016) у својим истраживањима. Због немогућности интерпретације пратећих врста у хрстовим састојинама, свако стабло које је идентификовано на снимку рангирано је као хрст лужњак, због чега су ове мешовите састојине „преведене“ у чисте састојине. Према томе, диференцирање састојина на чисте и мешовите на бази елемената утврђених на снимку није могуће. Medarević (2006) истиче да „од размера смесе зависи вредност свих осталих структурних елемената састојине“, те је немогућност одређивања истог на бази снимака велики недостатак овог метода прикупљања података.

Смеша састојине (стаблимична, групимична итд) одређује се за мешовите састојине на основу просторног распореда стабала различитих врста дрвећа у састојини. Код мешовитих састојина хрста лужњака она је претпостављена на бази идентификације групе врста дрвећа, а накнадно је терестрички проверена и по потреби коригована.

Добијени резултати везани за идентификацију врста дрвећа у супротности су са истраживањима Ćukovića (2018). Међутим, треба имати у виду да се у овим истраживањима ради о састојинама лишћарских врста, а у истраживањима овог аутора углавном о мешовитим састојинама лишћара (букве, јавора) и четинара (јеле и смрче), у

ком случају, уз познавање станишних и састојинских услова, идентификација врсте није представљала проблем.

Поред информација из домена описа станишта и састојина истраживањима су процењиване и квантитативне информације, које опредељују производност и структурне карактеристике састојина, као битне елементе процеса планирања. У том смислу, терестрички су мерени пречници, висине и хоризонталне пројекције крошњи стабала. На снимку су мерене висине и хоризонталне пројекције крошњи стабала, док су прсни пречници добијени предикцијом на бази модела урађених из емпиријских (терестричких) података. На бази ових величина, одређеним рачунским поступцима, изведене су вредности броја стабала, темељнице и запремине на јединици површине, као и њихове дистрибуције.

Пречник на прсној висини је основни и полазни таксациони елемент у инвентури шума који је интегрисан у таксационим елементима састојине (темељнице, запремини, запреминском прирасту састојине итд) (Balenović, 2013) Мерење овог елемената директном применом фотограметријских принципа није могуће, те се вредност пречника добија посредним путем, преко математичких модела који изражавају његову везу са елементима који су видљиви и поуздано мерљиви на авио снимку. Углавном се као посредни елементи (независно променљиве величине) за одређивање прсног пречника користе пречник крошње, површина крошње, број стабала по јединици површине, висина стабала, склоп састојине итд (Van Laar, Akça, 2007, Balenović 2013). Поједини аутори наводе да склоп састојине није пожељно користити за предикцију прсног пречника, с обзиром да се мења током развоја састојине услед спровођења газдинских мера и природног излучивања стабала из састојине (Tomagošević, 1986, Janić 1989, Чуковић 2018).

У овим истраживањима, када је у питању премер на авио снимцима, прсни пречник је процењиван путем регресионих модели у којима као независно променљиве величине фигуришу површина крошње и висина стабала, дакле елементи који се поуздано могу мерити на снимку. У питању је веза типа $d = f(P_{kr}, h)$. (Benko, 1995) такође користи вишеструки регресиони модел за предикцију прсног пречника, са висином стабла и пречником или површином крошње као независно променљивим величинама.

Коефицијент детерминације креираног модела за процену пречника стабала у засадима топола размака садње 5x5 метара, старости 10 година, износи 0,749, у засадима старости 15 година 0,700, 20 година 0,680 и у засадима топола старости 25 година износи 0.590. Код размака садње 3x3 метра коефицијент детерминације износи 0,786. Изнете

вредности указују да је већи део варијација овог елемента објашњен висином и површином крошње стабала као независно променљивим величинама. Покушај да се сума необјашњених варијација (коэффициент детерминације) смањи, увођењем броја стабала по хектару у моделе, није уродио плодом. Односно, број стабала није битније смањено варијансу погрешке, те није ни укључен у моделе. Код изданаčkih састојина багрема старости 15 година коэффициент детерминације (R^2) је 0,749, за састојине багрема старости 20 година $R^2 = 0.526$, за 25 година $R^2 = 0.469$, док је за састојине багрема старости 30 година $R^2 = 0.444$. За чисте средњедобне састојине храста лужњака, када је у питању веза прсног пречника, висине и површине крошње стабала $R^2 = 0.836$, а код чистих дозревајућих састојина храста лужњака $R^2 = 0.530$. Код мешовитих средњедобних састојина лужњака $R^2 = 0.604$, док је код дозревајућих састојина $R^2 = 0.617$. Број стабала на хектару, као потенцијална променљива која би допринела побољшању модела, није показао статистички значајан утицај на прсни пречник у тестираној комбинацији променљивих, па, као и код топола, није ни укључен у моделе. Индикативно је опадање коэффициента детерминације са повећањем старости састојина све три врсте дрвећа, што је последица утицаја споредних газдинских мера и повећане варијабилности елемената укључених у моделе.

Статистички тестови су утврдили постојање статистички значајних разлике између димензија појединачних стабала (d , h , P_{kr}) мерених терестрички и на авио снимцима у засадима тополе старости 10, 15, 20 и 25 година.

Код изданаčkih састојина багрема, старости 15 година, терестрички мерене димензије стабала и димензије мерене или процењене на снимку (d , P_{kr}) не разликују се значајно, када је за процену пречника коришћен модел на нивоу врсте дрвећа и старости (АП-1). Када је за предикцију пречника коришћен модел на нивоу врсте дрвећа, без обзира на старост (АП-2), разлике пречника статистички су значајне, док висине (h) нису статистички значајне. Код изданаčkih састојина багрема, старости 20 година, утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између d добијених преко модела на бази вредности очитаних са снимка и пречника терестрички мерених, док су разлике h и P_{kr} одређених терестрички и на фото огледним пољима статистички значајне. За старост 25 година вредности мерене на терену и на снимцима разликују се једино када је за процену прсног пречника стабала коришћен модел на нивоу врсте дрвећа, без обзира на старост (АП-2), док у састојинама багрема старости 30 година, статистички значајне разлике постоје када је за процену прсног пречника коришћен модел на нивоу врсте дрвећа и старости (АП-1).

Код чистих, средњедобних састојина храста лужњака утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између d , h , P_{kr} мерених терестрички и на авио снимцима, док код чистих дозревајућих састојина постоје статистички значајне разлике. Код мешовитих састојина храста лужњака, с обзиром на немогућност поузданог одређивања броја стабала и смеше, тестирање наведених разлика није спроведено.

Поред статистичких тестова, утврђивана су и процентуална одступања димензија стабала мерених или процењених на снимку од оних које су добијене терестричким мерењем. Циљ је био да се на овај начин (допуна статистичким тестовима) са што већом поузданошћу утврди могућност употребе снимака у инвентури шума. Одступања су утврђивана на моделним стаблима, изабраних из укупног броја поуздано идентификованих стабала на снимку и то тако да својим димензијама репрезентују целу варијациону ширину пречника, висине и површине крошњи стабала.

Код моделних стабала из засада топола размака садње 5x5 метара на свим огледним пољима дошло је до потцењивања вредности d , h и P_{kr} у односу на њихове терестричке вредности. Код размака садње 3x3 метра вредности на снимцима су веће у односу на вредности добијене терестричким путем. Позитивни предзнаци средњих одступања за d , h и P_{kr} указују да су ти елементи у просеку прецењени фотограметријским премером у односу на вредности добијене теренском премером (Balenović, 2017). Аналогно томе, исти аутор наводи да мање вредности и негативни предзнаци код разлика d , h и P_{kr} моделних стабала указују на потцењивање тих елемената на снимку (у просеку) у односу на вредности добијене теренским премером.

Код моделних стабала за засаде топола старости 10 година и размака садње 5x5 метара површине крошњи су мање за -3 %, док су висине мерене на авио снимку ниже у просеку од терестрички мерених висина за 8,6%.

Код вештачки подигнутих засада топола старости 15 година и размака садње 5x5 метара, крошње су у просеку мање за 24,6%, а висине у просеку за 12,0%. Код старости засада 20 година површине крошњи су ниже за 38,3 %, а висине за 8,6%, док су код топола старости 25 година висине ниже за 4,9%, а површине крошњи 41,4%.

Код састојина багрема старости 15 година висине моделних стабала мерене на авио снимку су ниже од терестричких мерених висина у просеку 13,4% док су површине крошњи ниже за 13,9%. Код састојина багрема старости 20 година висине су ниже за 0,7%, а површине крошњи за 4,5%, код багрема старости 25 година висине су ниже за 1,3% а површине крошњи више 38,6% и старости 30 година висине су мање за свега 0,5% а крошње мање за 18,4 %.

Код чистих средњедобних састојина храста лужњака површине крошњи су двосмерног карактера, вредности на снимку дају и позитивна и негативна одступања у односу на терестрички мерене површине крошњи, док су висине на снимцима мање у просеку за -7,2%, док је код чистих дозревајућих састојина храста лужњака, површине крошњи су мање у односу на вредности површина крошњи мерених на терену, док су висине веће за 3,4%.

Висине моделних стабала код вештачки подигнутих засада топола и код изданаčkih шума багрема и у чистим дозревајућим састојинама храста лужњака су ниже у односу на терестрички добијене вредности. Чуковић (2018) наводи да је тестирање разлика између висина моделних стабала, добијених теренским премером и пунктирањем у стереомоделима при вероватноћи од 95% показало је да су висине ниже у свим случајевима, што је случај и код ових истраживања. Ниже вредности висина моделних стабала у стереомоделима наводе и Kalafadžić u Horvatić (1976) који сматрају да се максимална грешка приликом мерења висина у стереомоделима крећу од ± 2 m, у просеку $\pm 1,6$ m, док (Janić, 1989) наводи за стабла смрче да су фотограметријски мерене висине моделних стабала ниже за 0,29 m од висина мерених терестрички реализованим премером. (Benko, 1995) је добио другачије резултате и наводи да висине стабала мерене на бази авио снимака су веће за око 1 m (5%) од висина мерених на терену.

Међусобно спојене крошње стабала, а такође сам процес векторизације површина крошњи, који се односио само на осветљени део крошње, на авио снимцима довеле су до погрешног премера, односно потцењивања површине крошњи (Seletković 2016, Balenović 2017). Korpela (2004) истиче да проблем потцењивања висина стабала приликом визуалне интерпретације произилази због немогућности тачног одређивања врха стабла на аналогним (или дигиталним) аеро снимцима ниских просторних резолуција, те такође због немогућности позиционирања маркице мерног инструмента у подножје стабала. Мање вредности висина код ових истраживања могу се објаснити такође што није било могуће спустити мерну маркицу у подножје стабла и очитати вредности надморских висина код самог стабала, него су вредности очитаване на местима где се могло видети подножје стабала и на местима где се могло видети тло.

С обзиром да је фотограметријски прсни пречник сваком стаблу на фото примерној површини израчунат на основу измерене висине стабла и одређене површине крошње, мање вредности површина крошњи и ниже вредности висина узроковао је потцењивање израчунатог прсног пречника. Код вештачки подигнутих засада топола размака садње 5x5 метара на свим огледним пољима без обзира на старост засада,

вредности прсног пречника су потцењени, односно модели дају мање вредности, док код размака садње 3x3 метра, модели дају прецењене вредности прсног пречника. Код багрема такође прсни пречници су мањи у односу на терестрички добијене вредности, док је код чистих средњедобних састојина вредности прсног пречника дају мање и веће вредности, у односу на терестрички реализован премер, а код чистих, дозревајућих састојина вредности прсног пречника су мање.

Број стабала је елемент који је могуће веома поуздано утврдити на бази авио снимка код вештачки подигнутих засада топола. Код делимичног премера реализованог на терену и делимичног премера реализованог на фото примерним површинама, број стабала је у потпуности поуздано одређен. Код вештачки подигнутих засада топола на свим огледним пољима и у свим фазама старости тачност одређивања броја стабала у стереомоделу износи 100%. Размак садње 5x5 метара, а такође 3x3 метра утиче на тачност одређивања број стабала.

Чуковић 2018 наводи да у вештачки подигнутим састојинама као и разређеним састојинама тачност одређивања броја стабала је већа од 50%, док код пребираних састојина тачност броја стабала није одређивана због изражене вертикалне слојевитости ових састојина.

Код изданачки састојина багрема старости 15 година број стабала је мањи за 10,5%, код багрових састојина старости 20 година број стабала је мањи за 3,2% код 25 година старости 5,7% и код састојина старости 30 година број стабала је мањи у просеку за 5,4%. Balenović et all. 2013, 2015a, наводе да је потцењивање броја стабала фотограметријским премером готово неизбежно и најчешће долази због спојених крошања, када се два или више стабла интерпретирају као једно и са друге стране због засењених стабала на аероснимцима, па се поједина стабла уопште не могу уочити. У истраживањима које је спровео (Van Laar и Akça 2007) мањи број стабала се јавља такође као последица немогућности премера и утврђивања тачног броја стабала која се налазе у подстојној етажи, што се потврдило и код ових истраживања код мешовитих састојина хроста лужњака. Одступање броја стабала износе у просеку 4,7% за чисте, средњедобне састојине, док код чистих дозревајућих тај број је мањи за 3,7% и код мешовитих састојина разлике се крећу до 26,8 % Ово је последица затупљености пратећих врста дрвећа која се заступљене у састојинама, а нису се могла поуздано детерминисати поступцима фотоинтерпретације на снимцима, Naesset (1996) је у састојинама четинара утврдио мањи број стабала који се кретао у интервалу -5 до -47%. Eid et all. (2004) у културама четинара наводе да су одступања на нивоу састојине се крећу од -59 од 96%.

Кушан (1991) наводи да се број стабала једино може поуздано одредити у средњедобним, и разређеним састојинама где је мања склопљеност састојина крошњама дрвећа.

Поред аналогних начина одређивања појединих таксационих елемената на нивоу састојине све већи значај има аутоматско одређивања таксационих елемената како на нивоу примерне површине тако и на великим површинама (Ota et al. 2015). Дигитална аерофотограметрија се појављује као алтернатива ласерском скенирању и добијању података у тродимензионалном облику за одређивање Лорајеве средње висине (h), темељнице (g) и укупне запремине (V), White et al 2015.

Smits et al.2013 за тачну интерпретацију појединачних стабала аутоматским методама још увек не могу у потпуности заменити аналогне методе одређивања таксационих елемената с обзиром на потешкоће у одређивању таксационих елемената у мешовитим лишћарским и четинарским састојинама у којим је присутно присуство врста дрвећа у другом спрату. Такође наводи да је за поуздану идентификацију броја стабала могу послужити комбиноване методе тј; спајањем дигиталних и аналогних метода у циљу поузданијег одређивања таксационих елемената. Yu et all. 2015), међутим на потешкоће у детекцији појединих таксационих елемената предлаже комбинацију аналогних и дигиталних метода даљинске детекције (сателитски снимци, авио снимци и ласерско снимање).

Број стабала код свих огледних поља (тополе, багрем, храст лужњак) указује на мању варијациону ширину у погледу расподеле стабала по дебљинским степенима, а последица су процене вредности прских пречника на бази изабраних модела, који изражавају његову зависност од висине и површине. Распоред по дебљинским степенима утичу и на разлике у темељници састојине. Код вештачки подигнутих засада топола размака садње 5x5 метара се креће и до 24,4 %, у зависности од старости засада топола. Код топола размака садње 3x3 метра разлике се крећу до 19,8%. Код багрема разлике износе до 22,5 %, док је код чистих средњедобних састојина храста лужњака разлике у темељници су до 32,2 %. Код чистих дозревајућих састојина храста лужњака разлике у темељници су 25,8%.

Vastaranta (2013), је покушао да одреди на бази дигиталних стерео модела и LIDAR снимања разлике у висини, прсном пречнику, темељници, запремину и биомасу, односно разлике између вредности добијене на бази модела и на бази мерених вредности код смрче и белог бора, при чему је разлика износила за висину 11,2%, темељницу 21,7%, запремину 23,6%, биомасу 24,5%, што указује на приближна одступања добијена овим истраживањима када се ради о темељници састојине. Gobakken

et al, 2015 утврдио код смрче и белог бора да се разлике код висина крећу од 7,5 до 10,2 %, код темељнице разлике се креће у од 15,4 до 18,3 % и запремине састојине од 18 до 21,7%.

Разлике у запремини састојине код вештачки подигнутих засада топола се крећу од 0,2 % код размака садње 5x5 метара и старости 25 година док разлике код размака садње 3x3 метра разлике су до 63,1%. *Rahlf 2014* у својим истраживањима за смрчу и бели бор утврдио да се разлике у запремини крећу у интервалу од 19,42 до 31,43 %. Код букових састојина запремина одређена на бази авио снимака даје већу запремину у односу на запремину добијену терестричким путем за 13 % на нивоу читаве газдинске јединице, док је на нивоу састојине, запремине одређена на основу авио снимку већа су за 33% у односу на запремине одређене на бази терестрички прикупљених података *Borota 2011*. *Straub 2013* за смрчу, јелу и букву наводи разлике у запремини се крећу од 31,92 – 37,89 %.

Димензије средњих стабала, зависе од предикције прсног пречника на бази изабраних математичких модела, затим од тачности утврђивања висине стабала и дистрибуције стабала по дебљинским степенима. Код свих огледних поља вредности димензија средњих стабала када је у питању делимични премер реализован на терену даје најмања одступања у односу на резултате тоталног премера. Када је у питању премер на снимку, при чему је за процену прских пречника стабала коришћен модел на нивоу врсте дрвећа АП-2, даје боље вредности димензија средњих стабала у већини случајева, у односу на модел АП-1, при чему је за процену прских пречника стабала коришћен модел на нивоу врсте дрвећа и старости.

У овим истраживањима утрошак оперативног времена у вештачки подигнутим засадима топола приликом фотоинтерпретације аероснимака је потребно мање времена од 33 % до 56% у односу на тотални премер, док је у односу на делимични премер реализован на терену утрошак времена мањи за 23 – до 45 %. Код састојина багрема, утрошак времена на бази авио снимака је мањи за 46 до 75 % у односу на тотални премер, док је у односу на терестрички реализован премер утрошак времена мањи и креће се од 22 до 65%. Код храстова време потребно за реализацију премера на бази авио снимка је такође мање у односу на тотални премер и креће се од 42,6% до 61,1, док је у односу на терестрички реализован премер утрошак мањи је за 27,6 до 40,4 %.

Када је у питању однос премера на авио снимцима и премера реализованог на терену, *Janić (1989)*, *Benko (1995)*, *Koprivica i Jović (2009)*, *Pantić et al. (2012)* сматрају да је јефттинији премер таксационих елемената на бази авио снимака, што је потврђено и

код ових истраживања. Трошкови тоталног премера код вештачки подигнутих засада топола у просеку су већи за 252,0 %, у односу на трошкове премера на фото примерним површинама, док су код делимичног премера већи за 80,0% . Код изданаčkih састојина багрема, трошкови тоталног премера су већи за 330% а делимичног премера за 103%. Код храста лужњака трошкови премера су већи за 332 %, док је код делимичног премера реализованог на терену трошкови већи такође за 103%. Цена фотограметријских истраживања су углавном у функцији подручја којим су обухваћена истраживањима, а такође авио снимци имају велики потенцијал као важан извор података због трошкова мале набавке и примене *Gobakken et al 2015*.

Поузданост фотоинтерпретације појединих елемената стабала, зависи од многих фактора, пре свега од поуздано одређених независно променљивих величина (висине стабала и површине крошње), затим од одабраних регресионих модела који служе за предикцију оних таксационих елемената стабала који се не могу читати са снимка (пречник стабала), затим зависе од периода снимања састојина, резолуције снимака. Сходно наведеноме, може се закључити да се комбинована инвентура шума намеће као решење када је у питању састојинска инвентура шума у Војводини.

9. ЗАКЉУЧЦИ

Истраживања су реализована у засадима топола, изданаичким шумама багрема и у чистим и мешовитим шумама храста лужњака, које заузимају око 57% шумом обрасле површине Војводине и представљају значајан ресурс за задовољење бројних социјалних, заштитних и економских захтева друштва. Приликом планирања експеримента, постојала су ограничења која су произилазила из динамике авио снимања у оквиру ЈП „Војводинашуме“. Због финансијских разлога циљано снимање ГЈ у којима би се реализовала истраживања није било могуће, већ је избор извршен од оних ГЈ које су почетком истраживања већ биле у плану авио снимања у ЈП. Овакав приступ се одразио на структуру узорка, у квалитативном и квантитативном смислу. У засадима топола размака садње 5x5 m постављено је 12 огледних поља, разврстаних у 4 старосне категорије (10, 15, 20 и 25 година), са укупном површином узорка 55,97 ha и просечном површином огледног поља од 4,3 ha. Површина узорка у изданаичким шумама багрема износила је 40,32 ha, дистрибуирана је на 8 огледних поља, у четири старосне категорије (15, 20, 25 и 30 година), с просечном површином огледног поља од 5,02 ha. У лужњаковим шумама, чистим и мешовитим, средњедобним и дозревајућим, постављено је 12 огледних поља, укупне површине 49,30 ha и просечне површине огледног поља од 4,5 ha. На постављеним огледним пољима терестрички је реализован потпуни (тотални) и делимични премер, а на авио снимцима, на фото примерним површинама (круговима), извршен је делимични премер.

Основни циљ истраживања био је да се компаративном анализом премера на снимцима у односу на терестрички премер (пре свега у односу на потпуни премер) утврди поузданост овако добијених информација, економичност метода, а тиме у могућност употребе у оперативном планирању газдовања засадима топола, шумама багреме и лужњака на подручју Војводине. У том смислу су дефинисане и хипотезе ових истраживања.

И поред значајних рестриција у погледу квалитативног структурирања узорка, а узимајући у обзир његову величину у појединим категоријама шума добијени резултати 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 ни у засадима топола веће старости.

2. Очуваност састојине, мешовитост, склоп и здравствено стање поуздано су интерпретирани на снимку на свим огледним пољима.
3. Заступљеност других 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 храст 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 и то у чистим и једноспратним 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 терестричких (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 $d = f(P_{кр})$ и $d = (P_{кр}, h)$ у оквиру одређене старосне категорије (модел А1) и у оквиру врсте дрвећа, независно од старости, (модел А2).
6. На снимцима, у већини случајева, очитаване 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 А1: 43,9%, -13,8% и -26,0%, а за А2: 43,9%, -24,4% и -33,0%; у засадима старости 20 година за А1: 13,5%, 18,8% и 5,5%, за А2: 13,5%, 3,2% и 1,0%. Наведена одступања у плантажама старим 25 година, када је у питању модел А1 износе: 23,5%, 5,2% и 0,2%, односно 23,5%, 1,4%, и -48,0% када је прсни пречник процењен на бази А2 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 изданачке 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 засадима топола када потенцијална сортиментна структура нема неки плански карактер. Осим тога, повећањем броја примерних површина, односно бољим усклађивањем величине узорка степену хомогености конкретних засада, реално је очекивати да би се изнете разлике у односу на потпуни премер смањиле. Повећање интензитета премера на снимцима не би битније довело у питање економичност оваквог начина прикупљања података, али би се добили поузданији резултати. Изнете констатације афирмишу примену аерофотограметрије 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 А1, односно 10,5%, -4,3% и -19,6%, када се користи модел А2. Одступања броја стабала, темељнице и запремине одређених делимичним премером на фото примерним површинама, у односу на потпуни премер, у изданачким шумама багрема старости 20 година износе за А1: 3,2%, 7,0% и 14,0%, а за А2: 3,2%, 22,5% и 26,8%; у шумама старости 25 година за А1: 5,7%, 20,4% и 23,2%, за А2: 5,7%, 2,0% и 18,4%. Наведена одступања у багровим шумама старим 30 година, када је у питању модел А1 износе: -5,4%, 4,8% и 11,9%, односно -5,4%, -21,8%, и -14,7% када је прсни пречник процењен на бази А2 модела.

12. Као и код засада топола, и код изданаčkih шума багрема један од разлога наведених одступања темељнице и запремине добијених из података премера на снимцима лежи у нижим вредностима висина и површина крошњи очитаних 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 интензитета премера на снимцима ова грешка, као и одступања таксационих елемената састојине, свели би се у прихватљиве оквире, при чему економичност овог начина прикупљања података не би била доведена у питање, што отвара могућност примене аерофотограметрије у инвентури изданаčkih 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 зревајућих састојина запремина одступа чак 61,8% када је у питању примена А1 модела, односно 50,5% код примене модела А2. Посебан проблем у овим састојинама представља и немогућност идентификације пратећих врста дрвећа, које, по правилу, заузимају доње етажне. 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 значајни 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

итд). 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:

Хипотеза 1. *У конкретним састојинским ситуацијама разлике у тачности, односно у прецизности процене структурних и производних елемената добијених аерофотограметријом 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 издавачке 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.

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.

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.

Хипотеза 4. *Време утрошено за прикупљање података са снимака мање је него код терестричке инвентуре, те се примена аерофотограметрије може сматрати економски оправданом.*

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

Хипотеза 5. *Компромисно решење представљала би комбинација терестричке 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.

Литература

1. **Akca, A., Dong, P.H., Bockmann, T. (1991):** Der Stellenwert von Luftbildern und anderen Fern-Erkundungsmethoden im Rahmen von Grossrauminventuren, Abschlussbericht DFG AK 9/1-2.A
2. **Balenović, I., Alberti, G., Marjanović, H. (2013):** Airborne Laser Scanning – the Status and Perspectives for the Application in the South-East European Forestry. SEEFOR, 4 (2): 59-79.
3. **Balenović, I., Seletković, A., (2017):** Usporedba točnosti procjene strukturnih elemenata sastojina fotogrametrijskom izmjerom aerosnimaka različitih prostornih rezolucija. Šumarski list, 1–2, 15–28
4. **Balenović, I., Seletković, A., Pernar, R., Ostrogović M.Z., Jazbec, A. (2012):** Regresijski modeli procjene prsnih promjera za potrebe fotogrametrijske izmjere. Šumarski list, 3–4, CXXXVI (2012), 129–139
5. **Balenović, I., Alberti, G., Marjanović, H. (2013):** Airborne Laser Scanning – the Status and Perspectives for the Application in the South-East European Forestry. SEEFOR, 4 (2): 59-79.
6. **Balenović, I., Alberti, G., Marjanović, H. (2013):** Airborne Laser Scanning – the Status and Perspectives for the Application in the South-East European Forestry. SEEFOR, 4 (2): 59-79.
7. **Balenović, I., Seletković, A., Pernar, R. (2017):** Usporedba točnosti procjene strukturnih elemenata sastojina fotogrametrijskom izmjerom aerosnimaka različitih prostornih rezolucija. Šumarski list, CXLI (1-2): 15-28, Zagreb.
8. **Balenović, I., Seletković, A., R. Pernar, Jazbec A. (2015):** Estimation of the mean tree height of forest stands by photogrammetric measurement using digital aerial images of high spatial resolution. ANNALS OF FOREST RESEARCH. 58(1): 125-143, 2015
9. **Banković S., Medarević M. (2003):** Kodni priručnik za informacijski sistem o šumama Srbije, Ministarstvo za zaštitu prirodnih bogatstava i životne sredine - Uprava za šume, Beograd
10. **Banković S., Medarević M., Pantić D. (2002):** Pouzdanost informacija o šumskom fondu kao osnov realnog planiranja gazdovanja šumama, Glasnik Šumarskog fakulteta 86, Univerzitet u Beogradu -Šumarski fakultet, Beograd (67-79)
11. **Banković S., Medarević M., Pantić D., Petrović N. (2009):** Nacionalna inventura šuma Republike Srbije - Šumski fonda Republike Srbije, Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije -Uprava za šume, Beograd (1-244)
12. **Banković S., Pantić D. (2006):** Dendrometrija, Univerzitet u Beogradu -Šumarski fakultet, Beograd (1-556)
13. **Befort, Wm. (1986):** Large-scale sampling photography for forest habitat-type
14. **Benko, M. (1993):** Procjena taksacijskih elemenata sastojina na infracrvenim kolornim aerosnimcima. Glasnik za šumske pokuse, broj 29: 199-274, Zagreb.
15. **Benko, M. (1995):** Procjena drvne zalihe sastojine multivarijatom analizom čimbenika mjerljivih na aerofotosnimkama (doktorska disertacija). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
16. **Benko, M., Balenović, I. (2011):** Prošlost, sadašnjost i budućnost primjene metoda daljinskih istraživanja pri inventuri šuma u Hrvatskoj, Šumarski list, 135 (13): 272-281

17. **Biočić M. (2014).** Prikupljanje podataka novim i pristupačnim metodama izmjere korištenjem letjelica, Diplomski rad, Geodetski fakultet Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
18. **Bohlin, D.J., Wallerman, J., Fransson, J. (2012):** Forest variable estimation using photogrammetric matching of digital aerial images in combination with a high-resolution Scandinavian Journal of Forest Research, 2012; 27: 692-699
19. **Borota, D. (2011):** Daljinska detekcija i aerofotogrametrija – osnovni principi i mogućnosti primene u inventuri šuma Srbije (master rad). Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
20. **Chao, Z., Qing, Z., Xuefeng, W (2004):** Application of Digital Photogrammetry to Measure Distribution of Tree Positions, Forestry Studies in China, Vol.6, No.2, 2004
21. **Cvijetinović Ž. (2009):** Presentacija Fotogrametrija 1, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
22. **Čuković, D. (2018):** Mogućnost primjene aerofotogrametrije pri uređajnoj (sastojinskoj) inventuri šuma u Republici Srpskoj. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
23. **Damodar N. Gujarati., Dawn C. Porter (2009):** Basic Econometrics, Published by McGraw-Hill Irwin, ISBN 0071276254, 9780071276252
24. **Duggin M.J., Hopkins P.F., Brock R.H. (1990):** A Survey of Remote Sensing Methodology for Forest Inventory, In Proceedings, State-of-the-art Methodology of forestry inventory: A Symposium, USDA Forest Service
25. **Eid, T., Gobakken, T., Naesset, E. (2004):** Comparing Stand Inventories for Large Areas Based on Photo-interpretation and Laser Scanning by Means of Cost-plus-loss Analyses. Scandinavian Journal of Forest Research, 19: 512-523.
26. **Eler Ü. (2008):** Historical development of the forest management regulation in Turkey. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 2, Yıl: 2008, ISSN 1302-7085. p 89–98
27. **Erikson, M. (2004).** Species classification of individually segmented tree crowns in high-resolution aerial images using radiometric and morphologic image measures. Remote Sensing of Environment, 91: 469-477.
28. **Fabijanić (1976) prema (Z. Kalafadžiću) (1977):** Kombinovani terestričko fotointerpretacijski postupak utvrđivanja drvenih masa hrastika prekinutog sklopa. Šumarski list, 3-4.
29. **Fattorini, L., Puletti, N., Chirici, G., Corona, P., Gazzarri, C., Mnura, M., Marchetti, M (2016):** Checking the performance of point and plot sampling on aerial photoimagery of a large-scale population of trees outside forests. Canadian Journal of Remote Sensing. 46: 1264–1274;
30. **Franklin, S. E. (2001):** Remote sensing for sustainable forest management. Lewis Publishers/CRC Press, Boca Raton, FL.
31. **Franklin, S., Montgomery, P., Stenhouse, G. (2005):** Interpretation of land cover changes using aerial photography and satellite imagery in the Foothills Model Forest of Alberta. Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 31, No. 4: 304-313.
32. **Gagnon, P.A., Agnard, J.P., Nolette C. (1992):** Evaluation of a soft-copy photogrammetry system for tree-plot measurements, Canadian Journal of Forestry Research. 23: 1781-1785.

33. **Gilis, M.D., Leckie, D.G. (1996):** Forest inventory update in Canada. The Forestry Chronicle. 72(2): 138-156.
34. **Ginzler, C., Hobi, M.L. (2015):** Countrywide Stereo-Image Matching for Updating Digital Surface Models in the Framework of the Swiss National Forest Inventory. Remote Sensing. 2015, 7, 4343-4370; **Ginzler, C., Mathys, L., Thürig, E. (2011):** Die Baumbedeckung in der Schweiz (Tree cover in Switzerland). Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 162(9):344–349.
35. **Gobakken, T., Bollandsås, O.M., Næsset, E. (2015):** Comparing biophysical forest characteristics estimated from photogrammetric matching of aerial images and airborne laser scanning data. Scand. J. For. Res. 2015, 30, 73–86.
36. **Gong, P., Sheng, Y., Biging, G. S. (2002):** 3D Model-Based Tree Measurement from High-Resolution Aerial Imagery, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 68 (11) 1203-1212.
37. **Hall, R. J. (2003):** The roles of aerial photographs in forestry remote sensing image analysis In Remote sensing of forest environments, eds. M. A. Wulder and S. E. Franklin, pp. 47–76.
38. **Heller, C. R., Ulliman, J.J. (1983):** Forest resource assessments. In Colwell, R.N (Ed), Manual of Remote sensing 2nd edition, Volume 2, Interpretations and Application American Society of Photogrammetry 2229-2324.
39. **Hren, V. (1968):** Dinamika horizontalnog širenja krošanja bukve i jele u nekim zajednicama zapadne Hrvatske. Šumarski list, XCII (5-6): 189-198, Zagreb.
40. **Hren, V. (1980):** Dinamika horizontalnog širenja krošanja nekih važnijih vrsta drveća sjeverne Hrvatske. Šumarski list, CIV (11-12): 455-460, Zagreb.
41. **Hua, R.Y., Wei, J.M. (1990):** An aerial photograph auto-interpretation system for forest resource inventory, Northeast Forestry University, Harbin 150040 China. Journal of Northeast Forestry University Vol. 1, No. 1, November
42. **Janić M. (1989):** Istraživanje mogućnosti primene fotointerpretacije aerosnimaka u šumarstvu, magistrski rad, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd (1-167)
43. **Jayathunga, S., Tsuyuki, S., (2017):** Analysis of forest structural complexity using airborne LiDAR data and aerial photography in a mixed conifer–broadleaf forest in northern Japan. Journal of Forest Research. Volume 29, Issue 2, pp 479–493
44. **Jovišević, V. (2005):** Projektovanje tehnoloških procesa. Mašinski fakultet Univerziteta Banjaluci, Banjaluka.
45. **Kalafadžić, Z., Horvatić, Z. (1976):** Metoda poluokularne procjene visina stabala u stereomodelu. Šumarski list, C (10-12): 481-490, Zagreb.
46. **Kalafadžić, Z., Kušan, V., (1991):** Visoka tehnologija u inventuri šuma. Šumarski list. 10-12,509
47. **Kardoš M. (2013):** Methods of digital photogrammetry in forest management in Slovakia. Journal of Forest Science, 59, 2013 (2): 54–63
48. **Klobučar, D. (2004):** Izlučivanje sastojina prema sklopu na digitalnom ortofotu i usporedba s terestičkim izlučivanjem. Radovi Šumarskog instituta, 39 (2): 223-230, Jastrebarsko.

49. **Koch, B., Dees, M. (2008):** Advances in Photogrammetry, Remote sensing and Spatial Information, University of Freiburg, Germany ISPRS CONGRESS BOOK, Chapter 32.
50. **Koprivica, M., Jović, Đ. (2009):** O daljinskoj detekciji u savremenoj inventuri šuma. Šumarstvo, LXI (3-4): 123-136, Beograd.
51. **Korpela I (2004):.** Individual tree measurements by means of digital aerial photogrammetry. Silva Fennica. Monographs 3. 1-93.
52. **Kostijal, V. (1986):** Korelacijski odnos uočljivog broja krošnji u stereomodelima jednodobnih šuma bukve s promjerom centralnog plošnog stabla (magistarski rad). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
53. **Kraus, K. (2005):** Fotogrametrija - 1. dio: osnove i standardni procesi (četvrto i prošireno izdanje). SYNOPSIS, Zagreb-Sarajevo.
54. **Kušan, V., Pernar, R. (2001):** Procjena prsnoga promjera i temeljnice najznačajnijih vrsta drveća gorskoga područja na temelju veličina mjerljivih na aerosnimkama. Hrvatsko šumarsko društvo: Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996., 157-168, Zagreb.
55. **Lillesand, T., Kiefer, R., Chipman, J. (2004):** Remote Sensing and Image Interpretation (Fifth Edition). John Wiley & Sons, USA.
56. **Lukić, N. (1981):** Ispitivanje pouzdanosti fotointerpretacijske inventure drvnih masa šuma jele u odnosu na listu podataka dobivenu mjernom fotointerpretacijom. Šumarski list, CV (3-4): 133-145, Zagreb.
57. **Lojo, A., Balić, B., Mekić, F., Beus, V., Koprivica, M., Trešić, T., Musić, J., Čabaravdić, A., Hočevar, M. (2007):** Državna inventura šumskih resursa Bosna i Hercegovina—faza 2. Manual, uputstvo za snimanje na terenu, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu
58. **Lund HG, Smith WB (1997):** The Unites States forest inventory program. In: Nyssönen A, Ahti A Proceedings of the FAO/ECE meeting of experts on global forest resources assessment. Finnish Forest Research Institute 620:331–333
59. **Magnusson M., Fransson J., Olsson H. (2007):** Aerial photo-interpretation using Z/I DMC images for estimation of forest variables, Scandinavian Journal of Forest Research, 2007; 22: 254-266
60. **Magnusson M. (2006):** Evaluation of Remote Sensing Techniques for Estimation of Forest Variables at Stand Level. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences Umeå.
61. **Matejka, K. (2009):** Assesment of tree layer biomass and structure using aerial photos in lake catchments of the Šumava Mts., Journal of Forest science, 55 (2): 63-74.
62. **Medarević M. (1991):** Funkcije šuma i njihovo obezbeđivanje pri planiranju gazdovanja šumama, Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
63. **Medarević M. (2006):** Planiranje gazdovanje šumama, Šumarski fakultet Univerzitet u Beogradu
64. **Mikita, T., Janata, P., Surový, P. (2016):** Forest Stand Inventory Based on Combined Aerial and Terrestrial Close-Range Photogrammetry. Forests, 7, 165.
65. **Miller D., Quine C. P., Hadley W. (2000):** An investigation of the potential of digital photogrammetry to provide measurements of forest characteristics and abiotic damage, Forest Ecology and Management, 135: (279-288)

66. **Miller, R. D., Quineb, C. P., Hadley W. (2000):** An investigation of the potential of digital photogrammetry to provide measurements of forest characteristics and abiotic damage, *Forest Ecology and Management* 135 (2000) 279-288
67. **Millera, D.R., Quineb, C.P., Hadley, W. (2000):** An investigation of the potential of digital photogrammetry to provide measurements of forest characteristics and abiotic damage, *Forest Ecology and Management* 135 279-288
68. **Müllerová J (2004):** Use of digital aerial photography for sub-alpine vegetation mapping: A case study from the Krkonoše Mts., Czech Republic. *Plant Ecology* 175: 259–272,
69. **Naesset E. (2002):** Predicting forest stand characteristics with airborne scanning laser using practical two-stage procedure and field data. *Remote Sensing of Environment*, 1: (88–99)
70. **Næsset E., (1996):** Determination of number of stems in coniferous forest stands by means of aerial photo-interpretation. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11(1): 76-84.
71. **Næsset, E. (2002):** Determination of Mean Tree Height of Forest Stands by Digital Photogrammetry Department of Forest Sciences, Agricultural University of Norway. Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 17: 446–459, 2002
72. **Nakashizuka, T., Katsuki, T., Tanaka, H. (1995):** Forest canopy structure analyzed by using aerial Photographs. Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba, Ibaraki, 305 Japan and 2Tama Forest Science Garden, Forestry and Forest Products Research Institute, Hachioji, Tokyo, 193Japan, *Ecological Research* 10, 13-18
73. **Ota, T., M. Ogawa, K. Shimizu, T. Kajisa, N. Mizoue, S. Yoshida, G. Takao, Y. Hirata, N. Furuya, T. Sano, H. Sokh, V. Ma, E. Ito, J. Toriyama, Y. Monda, H. Saito, Y. Kiyono, S. Chann, N. Ket, (2015):** Aboveground Biomass Estimation Using Structure from Motion Approach with Aerial Photographs in a Seasonal Tropical Forest. *Forests*, 6 (11): 3882-3898.
74. **Pantić D. (1995):** Zapreminske tablice za hrast lužnjak u šumama Ravnog Srema, Šumarstvo 4, UŠITS, Beograd, (61-72)
75. **Pantić D. (1996):** Zapreminske tablice za poljski jasen u šumama Ravnog Srema,Šumarstvo 1-2, UŠITS, Beograd, (58-62)
76. **Pantić D. (2003):** Izbor optimalnog metoda premera u veštački podognutim sastojinama topole na području Ravnog Srema, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd, (1-109)
77. **Pantić D., Medarević M., Borota D., Tubić B., Marinković M. (2012):** Aerofotointerpretacija u sastojinskoj inventuri šuma Srbije, Šumarstvo 3-4, UŠITS, Beograd, (1-16).
78. **Pantić D., Medarević M., Tubić B., Borota D. (2012):** Options for using remote sensing and its reliability in structural and spatial determination of forest ecosystems International Scientific Conference “Forests In Future - Sustainable Use, Risks and Challenges, Belgrade.
79. **Pekkarinen, A., Tuominen, S. (2003):** Stratification of a forest area for multisource forest inventory by means of aerial photographs and image segmentation. In *Advances*

- in forest inventory for sustainable forest management and biodiversity monitoring, pp. 111–123. Kluwer, Dordrecht.
80. **Pernar, R. (1997):** Application of results of aerial photograph interpretation and geographical information system for planning in forestry, *Glasnik za šumske pokuse*, (34): 141-189
81. **Pernar, R., Klobučar, D., Kušan, V. (2003):** Mogućnosti primjene aerofotosnimaka iz cikličkog snimanja Republike Hrvatske u uređivanju šuma. *Glasnik za šumske pokuse*, broj 40: 113-168, Zagreb.
82. **Pernar, R., Seletković, A., Ančić, M. (2007):** Utvrđivanje oštećenosti šuma spačvanskog bazena primjenom infracrvenih kolornih aerosnimaka. *Šumarski list*, CXXXI (7-8): 315-331, Zagreb.
83. **Pernar, R., Šelendić, D. (2006):** Prilog povećanju interpretabilnosti aerosnimaka i satelitskih snimaka za potrebe uređivanja šuma. *Glasnik za šumske pokuse*, posebno izdanje broj 5: 467-477, Zagreb.
84. **Ponjarac, R. (2015):** Analiza mogućnosti primene bespilotne letelice eBee pri inventuri šuma. Master rad. Univerzitet u beogradu, Šumarski fakultet
85. **Rahlf, J., Breidenbach, J., Solberg, S., Næsset, E., Astrup, R. (2014):** Comparison of four types of 3D data for timber volume estimation. *Remote Sensing Environ.ment*, 155, 325–333.
86. **Ronholm, P., Hyypä, J., Hyypä, H., Haggren, H., Yu, H., Kaartinen, H. (2004):** Calibration of Laser-derived Tree Height Estimates by Means of Photogrammetric Techniques *Scandinavian Journal of Forest Research*, 19: 524-528,
87. **Seletković (2006):** Upotrebljivost višefaznog uzorka u inventarizaciji šumskog prostora, Magistarski rad, Šumarski fakultet, Zagreb
88. **Seletković (2016). Seletković, A., Perić, M., Balenović, I. (2016):** Fotogrametrijska procjena srednjih sastojinskih visina odvojeno po vrstama drveća u mješovitim sastojinama središnje Hrvatske. *Nova mehanizacija šumarstva*, broj 37: 15-23, Zagreb.
89. **Smits et al Smits, I., G. Prieditis, S. Dągis, D. Dubrovskis, 2012:** Individual tree identification using different LIDAR and optical imagery processing methods. *Biosystems and Information Technology*, 1 (1): 19-24.
90. **Spurr, Stephen H., (1948):** *Aerial Photographs in Forestry*, The Ronald Press Company, New York, 340.
91. **Stepper, C., Straub, C., Pretzsch H. (2014):** Assessing height changes in a highly structured forest using regularly acquired aerial image data. *An International Journal of Forest Research Forestry* 2015; 88, 304–316,
92. **St-Onge, B. A., Achaichia, N. (2001):** Measuring forest canopy height using a combination of lidar and aerial photography data. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing* 34(3/W4), pp. 131 – 137.)
93. **St-Onge, Benoît St-O., Jumelet, J., Cobello, M., Vega, C. (2004):** Measuring individual tree height using a combination of stereo photogrammetry and LIDAR. *Canadian Journal of Forest Research*. 34. 2122-2130.
94. **Straub, C., Stepper, C., Seitz, R., Waser, L.T. (2013):** Potential of Ultra Cam X stereo images for estimating timber volume and basal area at the plot level in mixed European forests. *Canadian Journal of Forest Research*. 43, 731–741.

95. **Taboršak, D. (1977):** Studij rada. Tehnička knjiga, Zagreb.
96. **Tomanić, L.(1998:** Evolucija i ugroženost primarnog sastava šumskih zajednica Rezervata prirode „Metode“ NP „Kopaonik“. Naučni skup „Zaštita prirodne baštine Srbije“ Zaštita prirode br.50, poseban otisak, Beograd. (str. 347 - 349).
97. **Tomašegović, Z. (1956):** Razmatranja o fotoplanu Turopoljskog luga, Šumarski list, 80 (5–6): 154–166
98. **Tomašegović, Z. (1961):** Sterefotogrametrijska linearna taksacija, Šumarski list 85 (1–2): 36– 45
99. **Tomašegović, Z. (1986):** Fotogrametrija i fotointerpretacija u šumarstvu. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
100. **Tubić, B. (2005):** *Mogućnost upotrebe aero-foto interpretacija u toku redovne inventure šuma.* Diplomski rad, Šumarski fakultet, Beograd.
101. **Tueller, P.T., (1979):** Some aspects of the use of dichotomous keys to aid in the interpretation of color aerial photographs for vegetation mapping. Seventh Biennial Workshop on Color Aerial Photography in the Plant Sciences and Related Fields, U.C. Davis, May 15-17, 189-200.
102. **Tuominen S., Pitkänen J., Balazs A., Korhonen K.T., Hyvönen P., Muinonen E. (2014):** NFI plots as complementary reference data in forest inventory based on airborne laser scanning and aerial photography in Finland. *Silva Fennica* vol. 48 no. 2 article id 983.
103. **Ucar, Z., Bettingera, P., Merrya, K., Siry, J., Bowkerb, J.M., Akbuluta R. (2016):** A comparison of two sampling approaches for assessing the urban forest canopy cover from aerial photography. *Urban Forestry & Urban Greening* 16 (2016) 221–230
104. **Van Laar, A., Akça, A. (2007):** Forest Mensuration. Chapter 11 Remote Sensing in Forest Mensuration Springer, Netherlands
105. **Vastaranta, M., Niemia, M., Wulderc, M.A., Whitec, J.C., Nurminend, K., Litkeyd, P., Honkavaarad, E., Holopainena, M., Hyypäb, J. (2016):** Forest stand age classification using time series of photogrammetrically derived digital surface Models. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2016 Vol. 31, No. 2, 194–205,
106. **Vastaranta, M.; Wulder, M.A.; White, J.C.; Pekkarinen, A.; Tuominen, S.; Ginzler, C.; Kankare, V.; Holopainen, M.; Hyypä, J.; Hyypä, H. (2013):** Airborne laser scanning and digital stereo imagery measures of forest structure: comparative results and implications to forest mapping and inventory update. *Canadian Journal of Remote Sensing.* 39, 382–395.
107. **White et al 2015. White, J.C., C. Stepper, P. Tompalski, N.C. Coops, M.A. Wulder, (2015):** Comparing ALS and Image-Based Point Cloud Metrics and Modelled Forest Inventory Attributes in a Complex Coastal Forest Environment. *Forests*, 6 (10): 3704-3732.
108. **William, Q., Greene, H.(2002):** Econometric analysis. New York University. 5th Edition.
109. **Yousif Ali Hussin, Witske Bijker (2000):** Inventory of Remote Sensing Applications in Forestry for Sustainable Managment, The International Institute for Aerospace Survey and Earth Science, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B7., Amsterdam, 575-579.

110. **Yu, X., Huypa, J., Karjalainen, M., Nurminen, K., Karila, K., Vastaranta, M., Kankare V., Kaartinen H., Holopainen M., Honkavaara E., Kukko A., Jaakkola A., Liang, X., Wang Y., Huypa H., Katoh, M. (2015):** Comparison of Laser and Stereo Optical, SAR and In SAR Point Clouds from Air- and Space-Borne Sources in the Retrieval of Forest Inventory Attributes. *Remote Sensing*. 7 (12): 15933-15954.
111. **Zagalikis, G., Cameron, A.D., Miller, D.R. (2002):** The application of digital photogrammetry and image analysis techniques to derive tree and stand characteristics. Published on the NRC Research Press Web site at <http://cjfr.nrc.ca> on 16 June 2005.
112. **Zidek, V (2001):** Nature reserve Knehyne-spatial database and tree health status assessment, 1st Workshop of the EARSEL. Special interest group on Remote Sensing for Developing Countries :183 -195 EARSEL Paris.
113. **Zielewska-Büttner, K., Alder P., Ehmann, M., Braunisch, V. (2016):** Automated Detection of Forest Gaps in Spruce Dominated Stands Using Canopy Height Models Derived from Stereo Aerial Imagery. *Remote Sensing*. 8(3), 175;
114. **Žihlavič, Š., Chudý, F., Kardoš, M. (2007):** Utilization of digital photogrammetry in forestry mapping, *Journal of Forest Science*, 53, 2007 (5): 222–230
115. **Šmelko, Š. (1985):** Nove smery v metodike a technike inventarizacie lesa, *Vodecke a pedagogicke aktuality* 6, Zvolen
116. **Šmelko, Š. (1991):** Biometricke vlnosti roznych druhov skunych ploch pre zistovanie a monitorovanie stavu lesa, *Acta facultatis forestalis XXXIII*, Zvolen
117. *Zakonu o šumama (2015).*
118. *Osnova gazdovanja sumama za GJ Bagremara (2014-2023).*
119. *Osnova gazdovanja sumama za GJ Donje potamisje (2015-2024).*
120. *Osnova gazdovanja sumama za GJ Doroslovačke šume (2014-2023).*
121. *Osnova gazdovanja sumama za GJ Karapandza (2015-2024).*
122. *Pravilnik o sadržini osnova i programa gazdovanja šumama, godišnjeg izvođačkog plana i privremenog godišnjeg plana gazdovanja privatnim šumama (Službeni glasnik RS, broj 122, od 12. decembra 2003, 145 od 29. decembra 2014).*
123. *Технички извештај MapSoft doo - Војводина шуме – Израда дигиталног ортофотоа за ГЈ Доње Потамишје и ГЈ Карпанџу.*

ПРИЛОЗИ

Прилог 1 – Тестирани модели за предикцију прсног пречника у засадима топола

Регресиони модели за једну независно променљиву $d = f(P_{kr})$ за тополе размака садње 5x5 m и старости 10 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}$	0.689	0.475	0.474	4.448	411.522	0.000	9001.638	2662.988	17.472	0.572	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot P_{kr}^2$	0.707	0.500	0.498	4.344	227.274	0.000	8566.388	2642.339	12.644	1.113	-0.013
3	$d = \frac{1}{a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}}}$	0.638	0.407	0.405	4.702	311.791	0.000	10059.204	2713.753	0.027	0.159	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot \ln P_{kr}$	0.697	0.486	0.485	4.400	430.463	0.000	8809.084	2653.107	0.832	9.621	
5	$d = a_0 \cdot P_{kr}^b$	0.697	0.486	0.485	4.374	430.683	0.000	8704.314	2647.639	0.974	0.376	

Регресиони модели за једну независно променљиву $d = f(P_{kr})$ за тополе размака садње 5x5 m и старости 15 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}$	0,723	0.522	0.520	5.334	299.499	0,000	7796.172	1709.367	31.230	0.315	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot P_{kr}^2$	0,744	0.554	0.550	5.165	169.292	0,000	7283.998	1692.612	26.974	0.580	-0.003
3	$d = \frac{1}{a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}}}$	0,643	0.413	0.411	6.027	193.111	0,000	9953.133	1776.781	0.022	0.077	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot \ln P_{kr}$	0,739	0.546	0.544	5.201	329.250	0,000	7411.680	1695.408	10.035	9.460	
5	$d = a_0 \cdot P_{kr}^b$	0,746	0.557	0.555	5.142	344.550	0,000	7243.878	1689.087	1.262	0.241	

Регресиони модели за једну независно променљиву $d = f(P_{kr})$ за тополе размака садње 5x5 m и старости 20 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}$	0.767	0.588	0.587	5.436	576.110	0,000	11936.105	2528.852	24.997	0.538	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot P_{kr}^2$	0.797	0.635	0.634	5.118	351.274	0,000	10555.612	2480.950	20.817	0.995	-0.009
3	$d = \frac{1}{a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}}}$	0.566	0.320	0.319	6.804	190.419	0,000	18701.790	2711.167	0.026	0.050	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot \ln P_{kr}$	0.779	0.607	0.606	5.308	623.604	0,000	11384.437	2509.640	9.893	9.291	
5	$d = a_0 \cdot P_{kr}^b$	0.768	0.589	0.588	5.160	579.845	0,000	10757.563	2486.645	1.199	0.283	

Регресиони модели за једну независно променљиву $d = f(P_{kr})$ за тополе размака садње 5x5 m и старости 25 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}$	0.643	0.414	0.413	6.888	286.169	0,000	19212.262	2727.794	27.993	0.407	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot P_{kr}^2$	0.659	0.435	0.432	6.773	155.406	0,000	18530.936	2715.098	24.596	0.695	-0.004
3	$d = \frac{1}{a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}}}$	0.445	0.198	0.196	7.899	100.002	0,000	25271.425	2839.363	0.024	0.063	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot \ln P_{kr}$	0.638	0.407	0.406	6.928	278.182	0,000	19436.883	2732.525	11.338	8.832	
5	$d = a_0 \cdot P_{kr}^b$	0.618	0.381	0.380	6.847	249.705	0,000	18989.108	2723.039	1.242	0.248	

Регресиони модели за једну независно променљиву $d = f(P_{kr})$ за тополе размака садње 6x3 m и старости 25 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}$	0.674	0.454	0.450	3.875	91.635	0.000	1651.445	623.224	28.458	0.267	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot P_{kr}^2$	0.678	0.460	0.450	3.874	46.356	0.000	1635.808	624.158	27.083	0.358	-0.001
3	$d = \frac{1}{a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}}}$	0.340	0.116	0.108	4.948	14.382	0.000	2693.357	678.007	0.027	0.018	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot \ln P_{kr}$	0.630	0.397	0.392	4.072	72.566	0.000	1823.934	634.350	16.838	5.967	
5	$d = a_0 \cdot P_{kr}^b$	0.637	0.405	0.400	3.976	75.000	0.000	1739.056	629.013	1.312	0.171	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, u, h)$ за тополе размака садње 5x5 m и старости 10 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.805	0.647	0.645	4.5907	250.644	0.000	5753.385	1627.505	9.858	0.313	0.674	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.802	0.643	0.640	4.6211	245.568	0.000	5829.828	1631.148	20.148	0.313	0.011	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.731	0.534	0.531	5.2757	156.638	0.000	7598.444	1704.276	16.185	0.003	0.659	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.809	0.654	0.650	4.5572	171.243	0.000	5648.854	1624.445	-0.770	0.641	1.004	-0.010
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.804	0.647	0.643	4.6021	166.156	0.000	5760.735	1629.858	15.536	0.580	0.015	-0.008
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.806	0.649	0.645	4.5873	167.818	0.000	5723.703	1628.078	22.795	-0.002	0.181	0.016
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.837	0.700	0.698	4.3681	318.484	0.000	5208.979	1600.070	0.451	0.542	0.239	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.755	0.569	0.566	5.0736	180.462	0.000	7027.313	1682.710	35.385	0.249	-1379.610	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.735	0.541	0.537	5.2399	160.657	0.000	7495.659	1700.517	41.148	-2035.987	0.002	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.803	0.644	0.640	4.6209	164.066	0.000	5808.004	1632.113	35.585	-41.621	26.693	-589.289
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.649	0.421	0.419	5.9092	199.036	0.000	9567.667	1765.879	1.625	0.205		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.784	0.614	0.613	4.8024	436.734	0.000	6319.253	1651.398	1.059	0.126		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.775	0.600	0.599	4.8793	411.418	0.000	6523.170	1660.163	-8.254	11.336		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.775	0.600	0.599	4.8793	411.418	0.000	6523.170	1660.163	-8.254	4.923		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln\left[\left(\frac{P_{kr}^2}{h}\right) \cdot h\right]$	0.821	0.674	0.672	4.4136	282.336	0.000	5298.573	1606.777	-22.673	0.521	4.708	
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.700	0.489	0.488	5.5294	262.707	0.000	8377.268	1729.208	1.501	0.003		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.775	0.600	0.599	4.8793	411.418	0.000	6523.170	1660.163	-8.254	11.336		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.823	0.678	0.676	4.3871	287.417	0.000	5254.305	1602.461	-61.225	20.695	9.406	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, u, h)$ за тополе размака садње 5x5 m и старости 15 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.853	0.728	0.726	3.207	606.627	0.000	4668.141	2364.901	-7.432	0.368	1.082	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.844	0.712	0.710	3.300	560.224	0.000	4943.309	2391.076	6.907	0.378	0.020	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.839	0.703	0.702	3.347	537.994	0.000	5086.952	2404.166	-5.714	0.008	1.159	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.859	0.738	0.737	3.147	426.125	0.000	4485.359	2348.648	-19.425	1.084	1.538	-0.027
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.850	0.722	0.721	3.241	393.125	0.000	4757.382	2375.555	-0.093	1.183	0.030	-0.030
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.846	0.715	0.713	3.284	378.816	0.000	4885.872	2387.735	-0.621	-0.003	0.800	0.017
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.866	0.749	0.748	3.268	678.924	0.000	4849.038	2382.276	-0.441	1.124	0.229	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.723	0.523	0.521	4.242	249.255	0.000	8171.028	2620.745	23.221	0.395	-937.816	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.720	0.518	0.516	4.266	243.935	0.000	8263.328	2625.879	28.297	-1268.830	0.008	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.845	0.714	0.712	3.292	376.381	0.000	4908.425	2389.839	25.089	-30.811	49.294	-1106.772
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.539	0.291	0.289	5.171	186.313	0.000	12167.752	2800.720	1.503	0.321		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.752	0.565	0.564	4.026	590.795	0.000	7374.251	2571.857	0.703	0.189		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.749	0.561	0.560	4.066	582.110	0.000	7521.018	2580.863	-14.975	11.096		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.749	0.561	0.560	4.066	582.110	0.000	7521.018	2580.863	-14.975	4.819		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln[(P_{kr}^2 \cdot h)]$	0.854	0.730	0.728	3.199	407.258	0.000	4636.946	2363.837	108.467	-75.542	-0.516	40.762
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.667	0.444	0.443	4.622	363.888	0.000	9719.817	2698.068	1.262	0.009		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.749	0.561	0.560	4.066	582.110	0.000	7521.018	2580.863	-14.975	11.096		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.854	0.729	0.728	3.200	610.110	0.000	4648.719	2362.996	-79.170	27.601	6.004	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, h)$ за тополе размака садње 5x5 m и старости 20 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.825	0.681	0.680	4.7853	430.776	0.000	9228.353	2426.393	5.281	0.468	0.629	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.821	0.675	0.673	4.8345	417.968	0.000	9419.160	2434.702	15.393	0.473	0.010	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.767	0.588	0.586	5.4420	287.396	0.000	11934.786	2530.807	5.015	0.007	0.790	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.828	0.685	0.682	4.7650	291.110	0.000	9127.658	2423.939	0.594	0.830	0.770	-0.011
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.824	0.679	0.677	4.8067	283.768	0.000	9288.078	2431.012	12.198	0.917	0.012	-0.013
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.825	0.680	0.678	4.7979	285.316	0.000	9253.795	2429.511	14.077	-0.005	0.297	0.021
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.825	0.680	0.679	4.762	428.988	0.000	9140.318	2422.502	0.325	0.615	0.231	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.784	0.615	0.613	5.2604	321.726	0.000	11151.712	2503.254	27.258	0.476	-369.417	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.729	0.532	0.530	5.7982	229.164	0.000	13548.550	2582.297	33.498	-658.258	0.007	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.821	0.675	0.672	4.8408	277.914	0.000	9420.075	2436.742	28.412	-13.293	56.598	-1414.502
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.698	0.487	0.486	5.7639	383.423	0.000	13421.746	2576.479	1.629	0.275		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.791	0.626	0.625	4.9535	674.802	0.000	9912.846	2453.443	0.992	0.139		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.796	0.634	0.633	5.1226	699.510	0.000	10601.351	2480.706	-5.414	10.451		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.796	0.634	0.633	5.1226	699.510	0.000	10601.351	2480.706	-5.414	4.539		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln[(P_{kr}^2) \cdot h]$	0.813	0.661	0.658	4.9417	261.255	0.000	9817.103	2453.503	-51.397	-31.942	-0.151	19.964
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.718	0.516	0.514	5.9351	429.859	0.000	14230.866	2600.245	1.405	0.007		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.796	0.634	0.633	5.1226	699.510	0.000	10601.351	2480.706	-5.414	10.451		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.813	0.661	0.659	4.9361	392.726	0.000	9819.282	2451.593	-40.315	15.346	7.997	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, h)$ за тополе размака садње 5x5 m и старости 25 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.761	0.578	0.576	5.8496	277.094	0.000	13824.145	2595.837	0.203	0.337	0.876	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.754	0.569	0.567	5.9127	266.923	0.000	14124.018	2604.571	14.415	0.341	0.013	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.736	0.542	0.540	6.0973	238.958	0.000	15019.736	2629.597	0.934	0.004	0.987	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.762	0.581	0.577	5.8417	185.936	0.000	13752.339	2595.717	-4.695	0.606	1.023	-0.008
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.756	0.572	0.569	5.9003	179.597	0.000	14030.027	2603.854	11.132	0.675	0.016	-0.010
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.755	0.570	0.567	5.9154	177.995	0.000	14101.982	2605.936	6.611	0.000	0.677	0.011
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.768	0.590	0.588	6.0441	291.079	0.000	14758.761	2622.463	-0.065	0.914	0.181	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.667	0.445	0.442	6.7113	161.964	0.000	18197.027	2707.697	31.886	0.323	-926.227	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.654	0.427	0.424	6.8184	150.623	0.000	18782.278	2720.581	37.631	-1479.238	0.004	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.748	0.560	0.557	5.9828	171.000	0.000	14425.040	2615.154	31.672	-17.113	53.739	-1453.523
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.511	0.261	0.260	7.4993	143.284	0.000	22777.165	2797.069	1.614	0.216		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.659	0.434	0.433	6.5751	310.459	0.000	17508.813	2690.006	1.041	0.127		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.672	0.451	0.450	6.6671	332.632	0.000	18002.115	2701.315	-4.584	10.277		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.672	0.451	0.450	6.6671	332.632	0.000	18002.115	2701.315	-4.584	4.463		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln\left[\left(\frac{P_{kr}^2}{h}\right) \cdot h\right]$	0.743	0.552	0.549	6.0374	165.510	0.000	14689.197	2622.540	-139.634	-99.149	-0.870	53.028
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.597	0.356	0.355	7.1180	224.113	0.000	20519.489	2754.585	1.449	0.005		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.672	0.451	0.450	6.6671	332.632	0.000	18002.115	2701.315	-4.584	10.277		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.742	0.550	0.548	6.0443	246.726	0.000	14759.715	2622.489	-74.421	26.062	6.936	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, h)$ за тополе размака садње 6x3 m и старости 25 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.886	0.786	0.779	3.591	117.255	0.000	825.374	364.384	-3.298	0.559	0.852	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.875	0.766	0.759	3.7484	104.995	0.000	899.238	370.127	8.772	0.539	0.015	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.882	0.778	0.771	3.6547	112.107	0.000	854.861	366.736	1.466	0.016	0.827	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.887	0.787	0.777	3.6075	77.602	0.000	819.903	365.939	0.828	0.257	0.722	0.009
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.880	0.775	0.764	3.7113	72.167	0.000	867.736	369.738	13.873	-0.122	0.010	0.021
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.887	0.786	0.776	3.6138	77.263	0.000	822.735	366.170	3.880	0.002	0.645	0.014
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.874	0.763	0.756	3.7789	103.170	0.000	913.916	371.212	-0.129	0.932	0.203	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.675	0.455	0.438	5.7247	26.735	0.000	2097.386	426.869	27.758	0.466	-1513.065	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.707	0.500	0.484	5.4839	32.005	0.000	1924.703	421.113	30.838	-1551.355	0.015	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.821	0.674	0.659	4.4603	43.504	0.000	1253.318	394.371	12.469	44.074	66.059	-1050.180
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.107	0.012	-0.004	7.6483	0.757	0.387	3802.316	464.729	1.476	0.062		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.623	0.389	0.379	5.4646	41.303	0.000	1941.029	419.679	0.823	0.173		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.682	0.466	0.457	5.6262	56.619	0.000	2057.502	423.583	-15.776	12.363		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.682	0.466	0.457	5.6262	56.619	0.000	2057.502	423.583	-15.776	5.369		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln[(P_{kr}^2) \cdot h]$	0.869	0.756	0.744	3.8647	64.914	0.000	940.984	375.167	-33.597	-9.397	0.616	8.164
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.564	0.318	0.308	5.8729	30.345	0.000	2241.936	429.335	1.307	0.011		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.682	0.466	0.457	5.6262	56.619	0.000	2057.502	423.583	-15.776	12.363		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.867	0.751	0.743	3.8712	96.444	0.000	959.101	374.445	-70.165	24.219	7.221	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, h)$ за тополе за све старости

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.841	0.708	0.708	4.887	2087.735	0.000	41133.951	10372.360	-1.194	0.377	0.877	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.835	0.697	0.697	4.979	1980.694	0.000	42683.383	10436.143	12.134	0.382	0.014	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.801	0.642	0.641	5.415	1541.295	0.000	50490.524	10725.902	1.348	0.005	0.961	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.845	0.714	0.713	4.841	1430.107	0.000	40331.465	10340.374	-8.251	0.753	1.100	-0.012
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.838	0.702	0.702	4.935	1354.463	0.000	41913.728	10406.754	8.209	0.770	0.018	-0.012
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.833	0.694	0.693	5.005	1300.750	0.000	43114.804	10455.491	6.678	-0.001	0.601	0.001
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.846	0.716	0.715	5.020	2165.437	0.000	43399.397	10464.840	-0.087	0.891	0.224	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.717	0.515	0.514	6.302	912.525	0.000	68390.992	11249.362	27.088	0.397	587.761	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.681	0.463	0.463	6.626	743.174	0.000	75610.959	11422.483	33.783	1029.540	0.834	0.208
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.803	0.644	0.644	5.396	1039.206	0.000	50106.332	10714.726	28.362	15.622	45.473	1072.420
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.517	0.267	0.267	7.538	628.326	0.000	97902.419	11866.172	6.746	18.499	25.245	
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.727	0.529	0.528	5.939	1931.923	0.000	60779.027	11043.819	13.344	11.901	25.245	
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.736	0.541	0.541	6.126	2031.272	0.000	64653.567	11150.421	-11.335	11.410		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.736	0.541	0.541	6.126	2031.272	0.000	64653.567	11150.421	-11.355	4.955		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln[(P_{kr}^2) \cdot h]$	0.828	0.685	0.684	5.080	1246.317	0.000	44404.316	10506.327	-105.986	-68.971	-0.420	38.317
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.652	0.426	0.425	6.862	1276.646	0.000	81128.842	11541.988	10.744	14.501	25.245	
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.736	0.541	0.541	6.126	2031.272	0.000	64653.567	11150.421	-11.335	11.410		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.827	0.684	0.684	5.083	1865.074	0.000	44493.697	10507.796	-76.872	25.975	7.690	

Прилог 2 – Тестирани модели за предикцију прсног пречника у изданаџким састојинама багрема

Регресиони модели за једну независно променљиве $d = f(P_{kr})$ за багрем старости 15 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}$	0.584	0.341	0.339	2.254	129.441	0.000	1270.415	1126.798	13.718	0.275	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot P_{kr}^2$	0.585	0.342	0.337	2.256	64.845	0.000	1267.840	1128.287	13.324	0.329	-0.002
3	$d = \frac{1}{a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}}}$	0.516	0.267	0.264	2.376	90.926	0.000	1411.390	1153.316	0.049	0.110	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot \ln P_{kr}$	0.574	0.329	0.326	2.275	122.675	0.000	1293.480	1131.332	8.185	3.679	
5	$d = a_0 \cdot P_{kr}^b$	0.570	0.325	0.323	2.267	120.488	0.000	1285.000	1129.674	1.009	0.208	

Регресиони модели за једну независно променљиве $d = f(P_{kr})$ за багрем старости 20 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}$	0.640	0.410	0.408	3.041	202.618	0.000	2700.392	1490.302	13.656	0.310	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot P_{kr}^2$	0.645	0.416	0.412	3.030	103.658	0.000	2671.170	1489.103	12.536	0.446	-0.003
3	$d = \frac{1}{a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}}}$	0.609	0.371	0.369	3.196	172.518	0.000	2983.036	1519.568	0.043	0.161	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot \ln P_{kr}$	0.640	0.410	0.408	3.040	202.873	0.000	2698.999	1490.150	5.445	4.969	
5	$d = a_0 \cdot P_{kr}^b$	0.648	0.421	0.419	3.031	211.891	0.000	2682.090	1488.303	0.952	0.268	

Регресиони модели за једну независно променљиве $d = f(P_{kr})$ за багрем старости 25 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}$	0.483	0.233	0.230	4.053	79.163	0.000	4269.963	1478.770	15.767	0.301	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot P_{kr}^2$	0.523	0.274	0.268	3.952	48.808	0.000	4045.362	1466.613	13.352	0.609	-0.007
3	$d = \frac{1}{a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}}}$	0.433	0.187	0.184	4.183	59.885	0.000	4549.072	1495.359	0.044	0.097	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot \ln P_{kr}$	0.514	0.264	0.261	3.971	93.159	0.000	4100.744	1468.176	8.515	4.582	
5	$d = a_0 \cdot P_{kr}^b$	0.504	0.254	0.251	3.985	88.648	0.000	4128.141	1469.920	1.040	0.229	

Регресиони модели за једну независно променљиве $d = f(P_{kr})$ за багрем старости 30 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}$	0.568	0.322	0.318	3.222	65.202	0.000	1422.413	721.728	19.459	0.209	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot P_{kr}^2$	0.574	0.329	0.319	3.218	33.348	0.000	1408.596	722.371	18.227	0.315	-0.002
3	$d = \frac{1}{a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}}}$	0.503	0.253	0.248	3.346	46.465	0.000	1533.658	732.195	0.036	0.125	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot \ln P_{kr}$	0.568	0.323	0.318	3.222	65.279	0.000	1421.873	721.676	9.984	4.715	
5	$d = a_0 \cdot P_{kr}^b$	0.559	0.313	0.308	3.218	62.405	0.000	1419.037	721.398	1.125	0.193	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, h)$ за багрем старости 15 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.853	0.728	0.726	3.207	606.627	0.000	4668.141	2364.901	-7.432	0.368	1.082	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.844	0.712	0.710	3.300	560.224	0.000	4943.309	2391.076	6.907	0.378	0.020	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.839	0.703	0.702	3.347	537.994	0.000	5086.952	2404.166	-5.714	0.008	1.159	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.859	0.738	0.737	3.147	426.125	0.000	4485.359	2348.648	-19.425	1.084	1.538	-0.027
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.850	0.722	0.721	3.241	393.125	0.000	4757.382	2375.555	-0.093	1.183	0.030	-0.030
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.846	0.715	0.713	3.284	378.816	0.000	4885.872	2387.735	-0.621	-0.003	0.800	0.017
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.866	0.749	0.748	3.268	678.924	0.000	4849.038	2382.276	-0.441	1.124	0.229	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.723	0.523	0.521	4.242	249.255	0.000	8171.028	2620.745	23.221	0.395	-937.816	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.720	0.518	0.516	4.266	243.935	0.000	8263.328	2625.879	28.297	-1268.830	0.008	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.845	0.714	0.712	3.292	376.381	0.000	4908.425	2389.839	25.089	-30.811	49.294	-1106.772
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.539	0.291	0.289	5.171	186.313	0.000	12167.752	2800.720	1.503	0.321		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.752	0.565	0.564	4.026	590.795	0.000	7374.251	2571.857	0.703	0.189		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.749	0.561	0.560	4.066	582.110	0.000	7521.018	2580.863	-14.975	11.096		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.749	0.561	0.560	4.066	582.110	0.000	7521.018	2580.863	-14.975	4.819		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln[(P_{kr}^2) \cdot h]$	0.854	0.730	0.728	3.199	407.258	0.000	4636.946	2363.837	108.467	-75.542	-0.516	40.762
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.667	0.444	0.443	4.622	363.888	0.000	9719.817	2698.068	1.262	0.009		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.749	0.561	0.560	4.066	582.110	0.000	7521.018	2580.863	-14.975	11.096		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.854	0.729	0.728	3.200	610.110	0.000	4648.719	2362.996	-79.170	27.601	6.004	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, h)$ за багрем старости 20 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.713	0.509	0.506	2.778	150.854	0.000	2245.770	1438.104	3.287	0.274	0.549	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.712	0.507	0.503	2.784	149.541	0.000	2255.763	1439.409	8.739	0.275	0.014	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.683	0.467	0.463	2.894	127.536	0.000	2437.568	1462.198	5.063	0.006	0.587	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.717	0.514	0.509	2.770	102.101	0.000	2224.567	1437.315	-1.147	0.554	0.771	-0.014
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.716	0.512	0.507	2.774	101.517	0.000	2231.120	1438.179	6.142	0.593	0.020	-0.016
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.705	0.497	0.491	2.818	95.370	0.000	2302.532	1447.442	7.990	-0.001	0.299	0.016
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.725	0.526	0.523	0.063	161.554	0.000	1.159	-787.303	0.225	0.592	0.233	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.664	0.441	0.438	2.963	114.991	0.000	2554.959	1476.026	16.841	0.214	-393.060	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.666	0.443	0.439	2.958	115.811	0.000	2546.939	1475.102	19.591	-552.104	0.004	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.696	0.484	0.479	2.852	90.782	0.000	2358.890	1454.552	16.597	-16.138	17.559	-263.607
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.560	0.313	0.311	0.076	133.229	0.000	1.679	-680.236	1.301	0.239		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.680	0.463	0.461	0.067	251.389	0.000	1.314	-752.325	0.772	0.136		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.670	0.448	0.446	2.940	237.208	0.000	2523.888	1470.429	-2.174	5.775		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.670	0.448	0.446	2.940	237.208	0.000	2523.888	1470.429	-2.174	2.508		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln[(P_{kr}^2) \cdot h]$	0.709	0.502	0.499	2.797	146.946	0.000	2267.959	1442.994	-7.867	0.422	2.183	
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.632	0.400	0.398	0.071	194.553	0.000	1.468	-719.844	1.147	0.007		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.670	0.448	0.446	2.940	237.208	0.000	2523.888	1470.429	-2.174	5.775		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.708	0.501	0.498	2.800	146.162	0.000	2281.897	1442.796	-23.744	10.325	4.358	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, u, h)$ за багрем старости 25 година

Мод ел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.662	0.439	0.434	3.475	101.142	0.000	3127.450	1399.187	4.194	0.231	0.633	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.659	0.434	0.429	3.490	99.183	0.000	3154.240	1401.421	10.288	0.233	0.016	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.621	0.385	0.381	3.635	81.230	0.000	3422.966	1422.842	5.345	0.004	0.686	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.664	0.441	0.435	3.473	67.973	0.000	3111.092	1399.813	7.192	-0.016	0.485	0.012
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.661	0.437	0.430	3.487	66.740	0.000	3136.204	1401.919	12.056	-0.039	0.012	0.013
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.685	0.469	0.463	3.386	75.908	0.000	2958.628	1386.648	8.651	-0.006	0.310	0.024
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.681	0.464	0.460	0.075	112.223	0.000	1.463	-609.656	0.301	0.620	0.172	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.550	0.303	0.297	3.873	56.180	0.000	3884.769	1456.000	19.886	0.160	-424.150	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.541	0.292	0.287	3.901	53.491	0.000	3941.836	1459.821	22.006	-531.853	0.003	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.652	0.425	0.418	3.524	63.496	0.000	3204.259	1407.543	20.639	-20.983	16.918	-287.376
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.325	0.106	0.102	0.097	30.721	0.000	2.443	-477.400	1.322	0.153		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.571	0.325	0.323	0.084	125.462	0.000	1.842	-551.305	0.865	0.122		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.576	0.332	0.329	3.784	129.109	0.000	3721.871	1442.777	0.663	5.583		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.576	0.332	0.329	3.784	129.109	0.000	3721.871	1442.777	0.663	2.425		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln[(P_{kr}^2) \cdot h]$	0.674	0.454	0.448	3.433	71.535	0.000	3040.756	1393.821	-8.456	-4.252	0.409	3.882
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.464	0.215	0.212	0.091	71.394	0.000	2.143	-511.707	1.199	0.006		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.576	0.332	0.329	3.784	129.109	0.000	3721.871	1442.777	0.663	5.583		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.673	0.453	0.449	3.430	107.159	0.000	3047.933	1392.439	-23.112	11.544	3.513	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, u, h)$ за багрем старости 30 година

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.666	0.444	0.436	2.929	54.350	0.000	1166.803	696.194	9.564	0.154	0.553	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.666	0.444	0.435	2.931	54.192	0.000	1168.304	696.373	14.921	0.155	0.014	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.656	0.430	0.422	2.966	51.321	0.000	1196.420	699.678	10.448	0.002	0.607	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.667	0.444	0.432	2.940	35.970	0.000	1166.761	698.189	9.289	0.169	0.566	-0.001
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.666	0.444	0.431	2.941	35.912	0.000	1167.598	698.289	14.268	0.220	0.015	-0.003
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.665	0.442	0.429	2.947	35.589	0.000	1172.264	698.843	12.539	0.000	0.403	0.008
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.656	0.430	0.422	0.054	51.293	0.000	0.390	-416.228	0.629	0.438	0.137	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.601	0.361	0.352	3.141	38.425	0.000	1341.394	715.577	23.568	0.118	-712.282	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.607	0.368	0.359	3.123	39.634	0.000	1326.330	714.007	25.637	-883.060	0.002	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.645	0.416	0.403	3.013	32.102	0.000	1225.286	704.992	23.008	-22.179	11.830	-192.953
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.441	0.195	0.189	0.063	33.143	0.000	0.551	-370.216	1.380	0.166		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.598	0.358	0.353	0.057	76.264	0.000	0.440	-401.614	1.001	0.096		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.605	0.366	0.361	3.118	78.973	0.000	1331.716	712.570	3.080	5.389		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.605	0.366	0.361	3.118	78.973	0.000	1331.716	712.570	3.080	2.340		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln[(P_{kr}^2) \cdot h]$	0.660	0.436	0.424	2.961	34.794	0.000	1183.947	700.222	23.022	23.985	1.071	-10.275
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.552	0.305	0.300	0.059	60.132	0.000	0.476	-390.681	1.295	0.004		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.605	0.366	0.361	3.118	78.973	0.000	1331.716	712.570	3.080	5.389		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.656	0.430	0.421	2.967	51.231	0.000	1197.317	699.783	-16.284	10.065	3.431	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, h)$ за багрем за све старости

Модел	Функције	R	R^2	Adjusted R^2	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.697	0.486	0.485	3.167	446.090	0.000	9469.844	4874.002	3.647	0.261	0.600	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.698	0.487	0.486	3.164	448.205	0.000	9448.082	4871.823	9.397	0.261	0.012	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.662	0.439	0.437	3.310	368.636	0.000	10342.371	4957.468	5.156	0.005	0.652	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.697	0.486	0.484	3.169	297.093	0.000	9469.621	4875.980	3.862	0.246	0.589	
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.698	0.487	0.486	3.165	298.576	0.000	9446.707	4873.686	9.102	0.300	0.016	-0,002
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.699	0.489	0.487	3.159	300.885	0.000	9411.244	4870.124	8.285	-0.003	0.316	0.019
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.697	0.486	0.485	3.169	446.884	0.000	9478.794	4874.897	0.280	0.590	0.211	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.625	0.390	0.389	3.449	302.073	0.000	11231.714	5035.588	17.516	0.225	-353.761	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.620	0.384	0.383	3.467	294.212	0.000	11346.947	5045.254	20.634	-535.209	-0.004	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.674	0.454	0.453	3.264	261.852	0.000	10048.801	4932.198	18.004	-16.343	17.650	-270.080
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.484	0.235	0.234	3.858	289.611	0.000	14064.697	5246.593	1.316	0.391		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.638	0.407	0.406	3.391	648.445	0.000	10866.001	5002.240	0.812	0.131		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.635	0.403	0.402	3.412	637.630	0.000	10998.626	5013.728	-1.618	5.917		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.635	0.403	0.402	3.412	637.630	0.000	10998.626	5013.728	-1.618	2.570		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln[(P_{kr}^2 \cdot h)]$	0.694	0.482	0.480	3.181	292.524	0.000	9540.913	4883.083	25.131	33.426	1.360	-14.610
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.586	0.343	0.342	3.604	492.953	0.000	12271.420	5117.427	1.173	0.007		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.635	0.403	0.402	3.412	637.630	0.000	10998.626	5013.728	-1.618	5.917		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.688	0.474	0.473	3.204	425.242	0.000	9689.882	4895.754	-24.540	11.141	4.191	

Прилог 3 – Тестирани модели за предикцију прсног пречника у састојинама храста лужњака

Регресиони модели за једну независно променљиву $d = f(P_{kr})$ за чисте средњедобне састојине храста лужњака

Модел	Функције	<i>R</i>	<i>R</i> ²	<i>Adjusted R</i> ²	<i>Std. Error</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>RSS</i>	<i>AIC</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}$	0.819	0.670	0.668	3.286	286.344	0.000	1522.332	748.033	10.328	0.428	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot P_{kr}^2$	0.819	0.670	0.666	3.296	142.334	0.000	1521.062	749.914	10.123	0.454	-0.001
3	$d = \frac{1}{a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}}}$	0.538	0.289	0.284	5.089	57.371	0.000	3651.643	873.149	0.056	0.087	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot \ln P_{kr}$	0.739	0.546	0.542	3.856	169.256	0.000	2096.848	793.821	2.577	5.749	
5	$d = a_0 \cdot P_{kr}^b$	0.745	0.555	0.552	3.628	175.920	0.000	1856.074	776.379	0.856	0.323	

Регресиони модели за једну независно променљиву $d = f(P_{kr})$ за чисте дозревајуће састојине храста лужњака

Модел	Функције	<i>R</i>	<i>R</i> ²	<i>Adjusted R</i> ²	<i>Std. Error</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>RSS</i>	<i>AIC</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}$	0.365	0.360	10.269	0.365	77.626	0.000	14234.974	1028.945	50.772	0.141	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot P_{kr}^2$	0.389	0.379	10.115	0.389	42.570	0.000	13709.500	1025.792	45.948	0.244	0.000
3	$d = \frac{1}{a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}}}$	0.140	0.133	12.002	0.140	21.940	0.000	19445.459	1071.677	0.015	0.064	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot \ln P_{kr}$	0.362	0.357	10.292	0.362	76.649	0.000	14300.700	1029.577	11.408	12.060	
5	$d = a_0 \cdot P_{kr}^b$	0.350	0.345	10.187	0.350	72.755	0.000	14009.564	1026.759	1.434	0.192	

Регресиони модели за једну независно променљиву $d = f(P_{kr})$ за мешовите средњедобне састојине храста лужњака

Модел	Функције	<i>R</i>	<i>R</i> ²	<i>Adjusted R</i> ²	<i>Std. Error</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>RSS</i>	<i>AIC</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}$	0.684	0.468	0.467	4.471	305.792	0.000	6935.727	2037.709	20.391	0.355	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot P_{kr}^2$	0.711	0.506	0.503	4.316	177.253	0.000	6444.680	2014.082	17.773	0.604	-0.004
3	$d = \frac{1}{a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}}}$	0.469	0.220	0.217	5.535	97.662	0.000	10630.710	2186.753	0.035	0.043	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot \ln P_{kr}$	0.676	0.456	0.455	4.521	291.424	0.000	7091.813	2045.476	9.165	6.503	
5	$d = a_0 \cdot P_{kr}^b$	0.684	0.468	0.467	4.420	305.425	0.000	6778.203	2029.691	1.133	0.241	

Регресиони модели за једну независно променљиву $d = f(P_{kr})$ за мешовите дозревајуће састојине храста лужњака

Модел	Функције	<i>R</i>	<i>R</i> ²	<i>Adjusted R</i> ²	<i>Std. Error</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>RSS</i>	<i>AIC</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}$	0.644	0.415	0.412	0.365	130.558	0.000	15308.495	1352.183	46.554	0.186	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot P_{kr}^2$	0.668	0.446	0.440	0.389	73.669	0.000	14498.037	1344.065	41.482	0.336	-0.001
3	$d = \frac{1}{a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}}}$	0.571	0.326	0.322	0.140	88.939	0.000	17270.279	1374.610	0.015	0.124	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot \ln P_{kr}$	0.663	0.439	0.436	0.362	144.173	0.000	14673.426	1344.302	10.104	12.179	
5	$d = a_0 \cdot P_{kr}^b$	0.661	0.437	0.434	0.350	142.827	0.000	14581.828	1343.137	1.392	0.212	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, h)$ за чисте средњедобне састојине храста лужњака

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.911	0.831	0.828	2.363	343.028	0.000	781.963	654.768	1.845	0.321	0.743	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.910	0.828	0.825	2.384	335.972	0.000	795.554	657.232	6.827	0.321	0.026	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.897	0.804	0.802	2.539	287.987	0.000	902.190	675.220	3.526	0.006	0.828	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.914	0.836	0.833	2.332	236.380	0.000	756.161	651.970	4.127	0.145	0.589	0.011
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.912	0.831	0.827	2.368	227.881	0.000	779.598	656.335	7.929	0.173	0.021	0.009
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.912	0.833	0.829	2.358	230.360	0.000	772.615	655.048	5.923	0.000	0.473	0.020
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.879	0.773	0.770	2.628	239.025	0.000	966.875	685.122	0.251	0.640	0.219	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.822	0.676	0.671	3.270	145.752	0.000	1496.961	747.630	11.005	0.407	-35.455	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.805	0.647	0.642	3.409	128.497	0.000	1627.093	759.550	15.359	-102.277	0.007	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.887	0.787	0.782	2.659	171.149	0.000	982.964	689.481	13.119	-4.814	14.560	-138.108
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.552	0.304	0.299	4.723	61.696	0.000	3145.895	851.831	1.224	0.266		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.805	0.648	0.645	3.167	259.253	0.000	1414.486	737.526	0.681	0.160		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.792	0.628	0.625	3.490	237.826	0.000	1717.302	765.267	-4.436	6.497		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.792	0.628	0.625	3.490	237.826	0.000	1717.302	765.267	-4.436	2.822		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln\left[\left(\frac{P_{kr}^2}{h}\right) \cdot h\right]$	0.864	0.747	0.742	2.897	136.982	0.000	1166.174	713.922	13.990	27.429	1.689	-11.697
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.769	0.591	0.588	3.468	203.972	0.000	1695.624	763.450	1.056	0.010		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.792	0.628	0.625	3.490	237.826	0.000	1717.302	765.267	-4.436	6.497		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.852	0.726	0.722	3.003	185.738	0.000	1262.902	723.317	-20.183	10.466	4.045	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, u, h)$ за чисте дозревајуће састојине храста лужњака

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.719	0.517	0.509	8.994	71.589	0.000	10838.922	993.605	15.362	0.129	0.999	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.723	0.523	0.516	8.930	73.564	0.000	10686.630	991.666	32.085	0.126	0.015	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.665	0.443	0.434	9.657	53.204	0.000	12496.703	1013.103	20.156	0.000	1.057	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.719	0.517	0.506	9.026	47.401	0.000	10835.181	995.558	17.037	0.113	0.953	0.000
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.723	0.523	0.513	8.964	48.680	0.000	10686.258	993.662	32.360	0.121	0.015	0.000
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.720	0.518	0.507	9.012	47.694	0.000	10800.682	995.121	32.730	0.000	0.450	0.005
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.687	0.471	0.463	9.038	59.729	0.000	10945.384	994.944	0.704	0.486	0.177	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.616	0.380	0.370	10.189	40.983	0.000	13911.074	1027.792	53.366	0.126	-2637.594	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.574	0.329	0.319	10.594	32.884	0.000	15038.920	1038.472	61.513	-4901.336	0.000	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.659	0.434	0.421	9.766	34.019	0.000	12685.832	1017.161	51.953	-52.552	13.477	-295.678
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.498	0.248	0.242	11.122	44.447	0.000	16699.130	1050.818	1.743	0.162		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.627	0.394	0.389	9.764	87.659	0.000	12871.022	1015.146	1.266	0.099		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.638	0.407	0.402	9.925	92.589	0.000	13299.084	1019.628	-12.918	14.401		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.638	0.407	0.402	9.925	92.589	0.000	13299.084	1019.628	-12.918	6.254		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln[(P_{kr}^2) \cdot h]$	0.728	0.530	0.520	8.898	50.066	0.000	10529.385	991.636	358.447	308.087	5.382	-149.045
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.575	0.330	0.325	10.502	66.591	0.000	14890.618	1035.114	1.708	0.001		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.638	0.407	0.402	9.925	92.589	0.000	13299.084	1019.628	-12.918	14.401		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.697	0.486	0.478	9.274	63.328	0.000	11525.905	1002.024	-93.587	30.395	11.131	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, h)$ за мешовите средњедобне састојине храста лужњака

Модел	Функције	R	R^2	Adjusted R^2	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.781	0.611	0.608	3.832	271.250	0.000	5081.083	1931.114	2.317	0.259	0.922	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.782	0.612	0.610	3.826	272.778	0.000	5063.662	1929.915	11.967	0.254	0.022	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.729	0.532	0.529	4.202	196.521	0.000	6108.639	1995.392	1.895	0.003	1.098	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.785	0.616	0.613	3.810	184.622	0.000	5007.964	1928.055	-2.780	0.556	1.147	-0.013
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.788	0.622	0.618	3.783	188.929	0.000	4937.001	1923.074	8.064	0.666	0.029	-0.018
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr} \cdot h$	0.794	0.630	0.627	3.739	196.125	0.000	4822.813	1914.907	9.746	-0.005	0.457	0.024
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.777	0.604	0.602	2.370	263.815	0.000	1943.962	1595.796	0.295	0.689	0.177	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.693	0.480	0.477	4.426	159.977	0.000	6779.063	2031.735	21.413	0.328	-125.643	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.617	0.380	0.377	4.835	106.109	0.000	8087.414	2093.323	26.222	-271.784	0.004	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.742	0.550	0.547	4.123	140.827	0.000	5865.274	1983.204	23.120	-8.485	23.846	-397.054
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.600	0.360	0.358	2.964	194.953	0.000	3048.795	1750.852	1.457	0.228		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.715	0.511	0.509	2.549	361.935	0.000	2254.237	1645.477	0.976	0.120		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.705	0.498	0.496	4.346	343.708	0.000	6554.992	2018.005	-0.611	7.437		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.705	0.498	0.496	4.346	343.708	0.000	6554.992	2018.005	-0.611	3.230		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln[(P_{kr}^2) \cdot h]$	0.772	0.597	0.594	3.901	255.752	0.000	5249.533	1944.496	-10.440	0.813	2.330	
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.662	0.438	0.436	3.100	270.108	0.000	3333.840	1782.045	1.319	0.005		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.705	0.498	0.496	4.346	343.708	0.000	6554.992	2018.005	-0.611	7.437		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.767	0.588	0.585	3.943	246.679	0.000	5378.559	1950.970	-42.689	18.489	4.769	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, u, h)$ за мешовите дозревајуће састојине храста лужњака

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.595	0.591	7.607	0.595	134.609	0.000	10590.570	1285.652	-0.263	0.152	1.360	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.598	0.593	7.585	0.598	135.947	0.000	10528.243	1284.554	23.029	0.151	0.020	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.525	0.519	8.245	0.525	100.998	0.000	12439.738	1315.585	1.608	0.001	1.482	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.599	0.592	7.593	0.599	90.638	0.000	10493.364	1285.937	-13.336	0.354	1.720	-0.005
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.603	0.596	7.558	0.603	92.029	0.000	10397.735	1284.234	14.917	0.388	0.026	-0.006
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.605	0.598	7.541	0.605	92.751	0.000	10348.824	1283.357	13.952	-0.001	0.867	0.007
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.621	0.617	7.395	0.621	150.157	0.000	10006.754	1275.105	0.183	0.817	0.176	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.465	0.459	8.745	0.465	79.619	0.000	13993.879	1337.482	56.120	0.117	-7711.222	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.455	0.449	8.825	0.455	76.516	0.000	14252.322	1340.886	63.190	-10789.090	0.000	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.534	0.526	8.187	0.534	69.492	0.000	12198.096	1313.937	55.850	-177.088	20.900	-608.71
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.336	0.332	9.703	0.336	92.997	0.000	17321.599	1375.162	1.729	0.191		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.482	0.479	8.539	0.482	171.037	0.000	13415.469	1327.631	1.215	0.108		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.483	0.480	8.574	0.483	172.036	0.000	13525.091	1329.144	-13.362	14.344		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.483	0.480	8.574	0.483	172.036	0.000	13525.091	1329.144	-13.362	6.230		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln[(P_{kr}^2) \cdot h]$	0.620	0.616	7.373	0.620	149.221	0.000	9893.331	1274.985	-43.278	1.212	5.040	
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.398	0.394	9.395	0.398	121.394	0.000	16239.868	1363.168	1.670	0.001		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.483	0.480	8.574	0.483	172.036	0.000	13525.091	1329.144	-13.362	14.344		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.617	0.612	7.406	0.617	147.095	0.000	10036.334	1275.654	-146.462	45.961	10.186	

Регресиони модели за две независно променљиве $d = f(P_{kr}, h)$ за састојине храста лужњака

Модел	Функције	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error	F	Sig.	RSS	AIC	a	b	c	d
1	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h$	0.953	0.908	0.908	6.240	3994.098	0.000	31617.336	5300.362	-6.740	0.166	1.485	
2	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2$	0.950	0.903	0.903	6.394	3785.203	0.000	33193.182	5340.003	11.051	0.157	0.028	
3	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h$	0.938	0.880	0.880	7.103	2989.940	0.000	40966.386	5511.485	-9.184	0.001	1.769	
4	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.954	0.910	0.909	6.179	2721.131	0.000	30965.449	5285.383	-9.028	0.273	1.559	-0.003
5	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr} + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.956	0.913	0.913	6.049	2851.729	0.000	29670.140	5250.557	7.252	0.419	0.032	-0.008
6	$d = a_0 + a_1 \cdot P_{kr}^2 + a_2 \cdot h + a_3 \cdot P_{kr}h$	0.949	0.901	0.901	6.471	2457.468	0.000	33958.495	5360.580	-2.220	0.000	1.298	0.006
7	$d = a \cdot P_{kr}^b \cdot h^c$	0.962	0.925	0.925	6.084	5005.076	0.000	30055.557	5259.076	-0.045	0.926	0.204	
8	$d = a + b \cdot P_{kr} + \frac{c}{P_{kr} \cdot h}$	0.820	0.672	0.671	11.768	831.211	0.000	112445.922	6334.407	25.892	0.356	-492.615	
9	$d = a + \frac{b}{P_{kr} \cdot h} + c \cdot P_{kr}^2$	0.667	0.445	0.444	15.299	326.011	0.000	190050.957	6762.135	37.579	-895.519	0.001	
10	$d = a_0 + \frac{a_1}{P_{kr}} + a_2 \cdot \frac{P_{kr}}{h} + a_3 \cdot \frac{P_{kr}}{h^2}$	0.861	0.742	0.741	10.440	777.589	0.000	88395.849	6140.279	33.084	-43.754	21.736	-396.130
11	$d = a \cdot \left(\frac{P_{kr}}{1+h}\right)^b$	0.638	0.407	0.406	15.268	558.276	0.000	189507.928	6757.803	1.517	0.475		
12	$d = a \cdot (P_{kr}^2 \cdot h)^b$	0.896	0.803	0.803	8.949	3322.820	0.000	65109.753	5887.093	0.599	0.219		
13	$d = a \cdot \log(h \cdot P_{kr}^2) + b$	0.886	0.785	0.784	9.527	2962.350	0.000	73789.549	5989.084	-39.030	18.436		
14	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.886	0.785	0.784	9.527	2962.350	0.000	73789.549	5989.084	-39.030	8.007		
15	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot h + d \cdot \ln\left[\left(\frac{P_{kr}}{h}\right) \cdot h\right]$	0.951	0.904	0.904	6.371	2543.499	0.000	32920.241	5335.274	23.844	50.615	2.292	-21.614
16	$d = a \cdot \exp(P_{kr} \cdot h)$	0.733	0.537	0.536	25.726	941.858	0.000	538064.695	7608.295	1.354	0.004		
17	$d = a + b \cdot \log(P_{kr}^2 \cdot h)$	0.886	0.785	0.784	9.527	2962.350	0.000	73789.549	5989.084	-39.030	18.436		
18	$d = a + b \cdot \ln(P_{kr}) + c \cdot \ln(h)$	0.617	0.612	7.406	0.617	2417.534	0.000	49271.357	5661.927	-81.043	28.032	9.349	

Прилог 4 – Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП 27-33

Табела 128. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-27-33

Тотални премер																Фотоинтерпретација снимка АП - 1		
d (cm)	N (kom/ha)						G (m ² /ha)			V (m ³ /ha)						N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
	Лужњак	Багрем	Граб	Клен	ОТЛ	Брест	Укупно	Укупно	Лужњак	Багрем	Граб	Клен	ОТЛ	Брест	Укупно			
12.5	7,3	15,9	3,2	18,1	12,9	6,7	64,1	4,5	1,3	1,89	0,4	7,35	1,61	0,5	13,0	25,6	0,3	2,7
17.5	37,8	3,6	17,0	7,1	7,1	3,9	75,5	1,8	13,3	0,86	4,1	0,19	0,40	0,1	18,9	55,0	1,3	17,0
22.5	62,1	2,1	13,6	1,7	1,9		82,1	3,2	36,2	0,84	5,4	0,02	0,01		42,5	204,4	8,1	116,4
27.5	77,6	1,9	6,2		0,7		86,5	5,1	66,7	1,15	3,6		0,001		71,5	166,3	9,9	136,2
32.5	61,7	0,9	2,6				65,2	5,4	72,8	0,80	2,1				75,7	18,8	1,6	22,3
37.5	15,0		1,7				16,6	1,8	23,0		1,8				24,8	1,3	0,1	1,8
42.5	4,7						4,7	0,7	9,0						9,0	25,6	0,3	2,7
47.5	1,5						1,5	0,3	3,5						3,5			
52.5	0,4						0,4	0,1	1,1						1,1			
57.5	0,4						0,4	0,1	1,2						1,2			
Σ	268,2	24,3	44,3	26,9	22,6	10,7	397,0	23,2	228,1	5,50	17,40	7,60	2,00	0,60	261,2	471,3	21,3	296,4
Sx(%)																15,4		22,8
Делимични премер																Фотоинтерпретација снимка АП - 2		
d (cm)	N (kom/ha)						G (m ² /ha)			V (m ³ /ha)						N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
	Лужњак	Багрем	Граб	Клен	ОТЛ	Брест	Укупно	Укупно	Лужњак	Багрем	Граб	Клен	ОТЛ	Брест	Укупно			
12.5	1,3	17,5	6,3	20	18,1		63,2	0,8	0,2	1,1	0,6	2,8	1,7		6,4	30,6	0,4	2,7
17.5	48,8	1,3	18,1	10,6	11,3		90,1	2,2	15,9	0,2	3,5	2,9	2,2		24,7	73,8	1,8	23,5
22.5	81,9	3,1	31,9	4,4	3,8		125,1	5,0	46,3	1,0	10,7	1,9	1,3		61,2	176,3	7,0	99,9
27.5	78,8	3,1	6,3		1,3		89,5	5,3	68,5	1,6	3,2		0,6		73,9	159,4	9,5	131,8
32.5	88,1						88,1	7,3	108,6						108,6	25,0	2,1	29,0
37.5	36,9						36,9	4,1	61,0						61,0	6,3	0,7	9,6
42.5	18,8						18,8	2,7	39,9						39,9			
47.5	3,8						3,8	0,7	9,9						9,9			
Σ	358,4	25	62,5	35	34,5	-	515,4	27,9	350,2	3,9	18,0	7,6	5,8	-	385,6	471,3	21,4	296,4
Sx(%)																19,8	15,4	23,9

Табела 129. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-28

d (cm)	Тотални премер											Фотоинтерпретација снимака АП - 1		
	N (ком/ха)				G (m ² /ха)		V (m ³ /ха)				N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	
	Лужњак	Липа	Граб	Брест	Укупно	Укупно	Лужњак	Липа	Граб	Брест	Укупно	Лужњак		
12.5	5,0	0,6	1,7	12,0	19,3	0,2	0,9	0,1	0,2	0,3	1,5			
17.5	69,2	5,0	4,8	3,5	82,5	2,0	24,4	1,2	2,4	1,7	29,7	19,4	0,5	7,8
22.5	136,3	5,5	3,5	0,7	146,0	5,8	79,4	2,3	1,1	2,0	81,9	203,1	8,1	128,5
27.5	128,9	6,6	2,2		137,7	8,2	110,9	4,1	2,1		117,1	239,4	14,2	204,8
32.5	5,5	5,5	0,7		11,7	1,0	6,5	4,7	0,6		11,8	45,0	3,7	51,1
37.5	2,9	2,9			5,8	0,7	4,5	3,3			7,8	1,3	0,1	2,3
42.5	5,0	1,3			6,3	0,9	9,6	1,9			11,5			
47.5	0,9	0,9			1,8	0,3	2,2	1,6			3,8			
52.5	0,4				0,4		1,0				1,0			
57.5					0,0									
Σ	354,1	28,4	12,9	16,2	411,6	19,1	239,4	19,2	6,4	4,0	269,0	508,1	26,6	394,4
Sx (%)												12,6		15,6
d (cm)	Делимични премер											Фотоинтерпретација снимака АП - 2		
	N (ком/ха)				G (m ² /ха)		V (m ³ /ха)				N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	
	Лужњак	Липа	Граб	Брест	Укупно	Укупно	Лужњак	Липа	Граб	Брест	Укупно	Лужњак		
12.5	43,1	9,4		31,3	83,8	1,0	8,4	1,0		5,0	14,4	1,3	0,02	0,3
17.5	79,4			7,5	86,9	2,1	33,1			2,5	35,6	38,8	0,9	15,4
22.5	143,8	1,3			145,0	5,8	104,3	0,5			104,8	164,4	6,5	97,3
27.5	145,6	1,3			146,9	8,7	157,3	0,8			158,1	225,6	13,4	178,0
32.5	74,4	8,8			83,1	6,9	103,4	8,1			111,4	75,6	6,3	83,7
37.5	13,8	3,1			16,9	1,9	23,7	3,9			27,6	1,3	0,1	2,0
42.5												1,3	0,2	2,4
47.5	1,3				1,3	0,2	3,4				3,4			
52.5														
57.5														
Σ	501,3	23,8		38,8	563,8	26,4	433,7	14,3		7,5	455,4	508,1	27,5	379,0
Sx (%)					16,6					17,9		12,6		22,5

Табела 130. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-29

d (cm)	Тотални премер										Фотоинтерпретација снимака АП - 1			
	N (ком/ха)					G (m ² /ха)		V (m ³ /ха)			N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	
	Лужњак	Граб	Јасен	Брест	Укупно	Укупно	Лужњак	Граб	Јасен	Брест	Укупно	Лужњак		
12.5		3,8	2,5	3,5	9,7	0,12		0,4	0,5	0,3	1,2	6,0	0,1	0,6
17.5		9,7	1,8	1,2	12,7	0,31		2,3	0,7	0,3	3,2	4,0	0,1	0,7
22.5		19,5	0,8	1,8	22,1	0,88		8,1	0,5	0,7	9,3	4,7	0,2	1,6
27.5	0,3	24,9	0,8	0,7	26,7	1,59	0,4	16,0	0,8	0,4	17,6	4,7	0,3	4,2
32.5	1,8	24,3	0,2	0,7	26,9	2,23	3,0	22,3	0,2	0,7	26,2	7,3	0,6	10,1
37.5	3,6	21,0	0,7	0,8	26,1	2,88	7,8	26,2	1,1	1,1	36,2	22,7	2,5	40,3
42.5	5,0	10,9	0,5	0,0	16,3	2,32	13,5	17,7	1,0	0,0	32,2	14,7	2,1	33,1
47.5	9,2	8,6		0,2	18,0	3,19	31,0	17,5		0,4	48,9	30,0	5,3	89,2
52.5	10,7	4,0		0,2	14,9	3,21	43,2	9,9		0,5	53,7	32,0	6,9	122,6
57.5	17,5	1,5	0,2	0,3	19,5	5,05	83,2	4,5	0,6	1,2	89,5	18,0	4,7	79,6
62.5	8,6	1,8	0,3		10,7	3,29	47,4	6,5	1,4		55,3	15,3	4,7	82,8
67.5	15,5	0,5	0,2		16,2	5,78	98,4	2,0	0,8		101,2	13,3	4,8	83,6
72.5	4,5	0,0	0,2	0,2	4,8	1,97	32,1	0,0	0,9	1,0	34,0	2,7	1,1	19,6
77.5	3,3	0,2	0,2		3,6	1,71	26,7	0,9	1,0		28,6			
82.5	3,5				3,5	1,85	31,3				31,3			
87.5	3,6				3,6	2,18	36,3				36,3			
92.5	3,1				3,1	2,11	34,5				34,5			
97.5	0,3				0,3	0,25	4,0				4,0			
102.5	0,2				0,2	0,14	2,2				2,2			
107.5	0,3				0,3	0,30	4,7				4,7			
112.5	0,2				0,2	0,16	2,5				2,5			
Σ	91,3	130,5	8,3	9,4	239,4	41,5	502,0	134,2	9,5	6,7	652,4	175,3	33,3	568,0
Sx (%)												14,2		14,4

d (cm)	Делимични премер										Фотоинтерпретација снимака АП - 2			
	N (ком/ха)					G (m ² /ха)		V (m ³ /ха)			N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	
	Лужњак	Граб	Јасен	Брест	Укупно	Укупно	Лужњак	Граб	Јасен	Брест	Укупно	Лужњак		
12.5		0,6		6,3	6,9	0,08		0,1		0,7	0,7	8,7	0,1	1,0
17.5		7,5		0,6	8,1	0,20		1,9		0,1	2,0	6,0	0,1	1,6
22.5		11,9			11,9	0,47		5,1			5,1	1,3	0,1	0,7
27.5		26,3			26,3	1,56		17,0			17,0	8,7	0,5	7,2
32.5	0,6	30,0			30,6	2,54	0,8	27,2			28,0	12,0	1,0	14,8
37.5	1,9	25,0			26,9	2,97	3,3	30,2			33,4	20,7	2,3	35,9
42.5	6,3	11,4			17,6	2,50	14,6	17,5			32,1	27,3	3,9	63,9
47.5	8,1	5,6			13,8	2,44	24,6	10,7			35,4	21,3	3,8	64,7
52.5	16,9	2,5	0,6		20,0	4,33	66,9	5,8	0,1		72,8	25,3	5,5	96,9
57.5	11,3	0,6			11,9	3,08	53,1	1,7			54,8	18,0	4,7	84,9
62.5	7,5				7,5	2,30	46,3	0,0			46,3	10,0	3,1	57,0
67.5	10,0				10,0	3,58	72,1	0,0			72,1	11,3	4,1	77,0
72.5	7,5			0,6	8,1	3,35	64,8	0,0		3,5	68,3	4,7	1,9	37,2
77.5	2,5				2,5	1,18	28,9	0,0			28,9			
82.5	0,6				0,6	0,33	6,6	0,0			6,6			
87.5	1,3				1,3	0,75	15,1	0,0			15,1			
92.5	0,6				0,6	0,42	8,5	0,0			8,5			
97.5														
102.5														
107.5														
112.5														
Σ	75,0	121,4	0,6	7,5	204,6	32,07	405,7	117,2	0,1	4,3	527,3	175,3	30,9	542,8
Sx (%)					14,0						14,3	14,2		15,0

Табела 131. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-30

d (cm)	Тотални премер										Фотоинтерпретација снимака АП - 1			
	N (ком/ха)					G (m ² /ха)		V (m ³ /ха)			N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	
	Лужњак	Граб	Јасен	ОМЛ	Укупно	Укупно	Лужњак	Граб	Јасен	ОМЛ	Укупно			
12.5		4,6	2,4	8,6	15,7	0,2		0,4	0,4	0,5	1,3	0,7	0,1	0,3
17.5		7,8	1,9	4,9	14,6	0,4		1,6	0,6	0,7	2,9			
22.5		13,5	0,5		14,1	0,6		4,9	0,3		5,2	2,9	0,1	1,6
27.5		22,2	0,5		22,7	1,3		12,7	0,4		13,2	11,4	0,7	10,3
32.5	0,8	23,5			24,3	2,0	1,2	19,7			21,0	30,7	2,5	37,8
37.5	2,2	21,1			23,2	2,6	4,4	24,4			28,8	32,9	3,6	57,7
42.5	3,2	12,4			15,7	2,2	8,4	19,0			27,4	45,7	6,5	106,5
47.5	7,8	9,7			17,6	3,1	25,1	19,0			44,0	60,0	10,6	173,5
52.5	11,6	1,6			13,2	2,9	44,9	3,9			48,8	32,9	7,1	118,1
57.5	8,4	1,6			10,0	2,6	38,3	4,8			43,1	11,4	3,0	48,7
62.5	7,8	0,5			8,4	2,6	41,7	1,9			43,6	2,1	0,7	11,4
67.5	7,8	0,3			8,1	2,9	48,0	1,1			49,1	1,4	0,5	8,0
72.5	5,1				5,1	2,1	35,7				35,7			
77.5	1,6				1,6	0,8	12,7				12,7			
82.5														
87.5														
92.5	0,5				0,5	0,4	5,8				5,8			
97.5														
Σ	57,0	118,9	5,4	13,5	194,9	26,5	266,1	113,4	1,7	1,3	382,5	232,1	35,3	573,8
Sx (%)												19,4		27,9

d (cm)	Делимични премер										Фотоинтерпретација снимака АП - 2			
	N (ком/ха)					G (m ² /ха)		V (m ³ /ха)			N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)	
	Лужњак	Граб	Јасен	ОМЛ	Укупно	Укупно	Лужњак	Граб	Јасен	ОМЛ	Укупно	Лужњак		
12.5		1,3	0,6	25,0	26,9	0,3		0,1	0,04	1,8	2,0	0,7	0,01	0,4
17.5		8,8	0,6	5,6	15,0	0,4		2,0	0,04	1,0	3,0	0,7	0,02	0,5
22.5		18,1		3,8	21,9	0,9		7,1		1,2	8,3	6,4	0,26	6,3
27.5		25,0	0,6	0,7	26,3	1,6	2,9	14,9	0,04	0,4	18,9	30,0	1,78	44,5
32.5		30,0			30,0	2,5	2,0	25,2			27,2	31,4	2,61	64,4
37.5	2,5	29,4			31,9	3,5	13,1	33,0			46,1	32,9	3,63	92,3
42.5	5,6	12,5			18,1	2,6	18,3	18,0			36,3	53,6	7,60	191,6
47.5	10,0	10,0			20,0	3,5	36,8	18,0			52,8	40,7	7,21	170,2
52.5	12,5	6,4			18,9	4,1	44,3	13,9			58,2	25,0	5,41	111,5
57.5	7,5	0,6			8,1	2,1	34,8	1,6			36,5	7,1	1,85	44,2
62.5	10,0	0,6			10,6	3,3	54,0	1,9			55,9	3,6	1,10	21,2
67.5	4,4	0,0			4,4	1,6	27,1	0,0			27,1			
72.5	4,4	0,0			4,4	1,8	30,7	0,0			30,7			
77.5	2,5	1,3			3,8	1,8	19,7	5,7			25,5			
82.5														
Σ	59,4	143,9	1,9	35,1	240,2	29,8	283,8	141,6	0,12	4,4	429,6	232,1	31,5	747,0
<i>Sx (%)</i>				<i>16,0</i>							<i>24,3</i>	<i>19,4</i>		<i>17,9</i>

Табела 132. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-31

d (cm)	Тотални премер											Фотоинтерпретација снимака АП - 1		
	N (ком/ха)					G (m ² /ха)		V (m ³ /ха)				N (ком/ха)	G (m ² /ха)	V (m ³ /ха)
	Лужњак	Граб	Багрем	ОМЛ	Укупно	Укупно	Лужњак	Граб	Багрем	ОМЛ	Укупно	Лужњак		
12.5		11,8	1,3	1,8	14,8	0,2		1,5	0,1	0,2	1,8			
17.5		17,5	0,8	5,5	23,8	0,6		4,6	0,2	1,1	5,8			
22.5		30,3	1,0	4,5	35,8	1,4		13,1	0,4	1,6	15,1			
27.5	0,3	36,3	0,8	3,5	40,8	2,4	0,2	23,2	0,5	2,0	25,9			
32.5	2,3	27,3	1,0	3,0	33,5	2,8	3,0	24,0	1,0	2,5	30,5	3,6	0,3	7,8
37.5	5,5	14,0	0,8	1,8	22,0	2,4	10,0	16,1	1,0	2,0	29,2	12,9	1,4	30,9
42.5	11,0	7,0		0,5	18,5	2,6	26,4	10,2		0,8	37,3	35,7	5,1	105,4
47.5	13,3	2,5		0,3	16,0	2,8	40,4	4,5		0,5	45,3	55,0	9,7	194,3
52.5	15,8	1,5			17,3	3,7	59,4	3,2			62,6	55,7	12,1	233,9
57.5	13,3	0,8			14,0	3,6	60,6	1,9			62,5	41,4	10,8	202,5
62.5	9,5	0,5			10,0	3,1	51,7	1,5			53,1	18,6	5,7	105,2
67.5	7,5	0,3			7,8	2,8	47,8	0,8			48,6	5,0	1,8	31,7
72.5	5,3				5,3	2,2	38,7				38,7			
77.5	1,8				1,8	0,8	14,8				14,8			
82.5	0,8				0,8	0,4	7,2				7,2			
87.5	1,3				1,3	0,8	13,4				13,4			
92.5	0,0				0,0	0,0	0,0				0,0			
97.5	0,3				0,3	0,2	3,3				3,3			
102.5														
107.5														
112.5														
Σ	84,1	149,5	5,5	20,8	263,3	32,8	376,9	104,5	3,2	10,7	495,3	227,9	46,8	911,7
Sx (%)												43,1		38,8

<i>d</i> (cm)	Делимични премер										Фотоинтерпретација снимака АП - 2			
	N (kom/ha)					G (m ² /ha)		V (m ³ /ha)			N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	
	Лужњак	Граб	Багрем	ОМЛ	Укупно	Укупно	Лужњак	Граб	Багрем	ОМЛ	Укупно	Лужњак		
12.5		19,4		14,38	33,8	0,4	0,0	1,6		0,8	2,3			
17.5		26,3	2,5	6,25	35,1	0,8	0,0	4,8	0,03	0,9	5,7			
22.5		25,6	1,3	0,63	27,5	1,1	0,0	8,7	0,02	0,2	8,9			
27.5	1,3	34,4			35,7	2,1	1,7	19,0			20,6			
32.5	3,8	30,0		1,88	35,7	3,0	6,7	24,7		1,5	32,9	7,1	0,6	15,7
37.5	6,3	13,8		0,63	20,7	2,3	14,2	16,0		0,7	30,9	30,0	3,3	65,7
42.5	12,5	11,3			23,8	3,4	35,0	17,6			52,6	45,0	6,4	164,2
47.5	11,3	1,3			12,6	2,2	38,0	2,5			40,5	47,1	8,3	206,9
52.5	16,9	1,9			18,8	4,1	67,2	4,8			72,1	47,9	10,4	275,4
57.5	5,6	1,3			6,9	1,8	26,0	4,0			30,0	29,3	7,6	226,2
62.5	13,1	0,6			13,7	4,2	69,6	2,4			72,0	16,4	5,0	112,2
67.5	4,4	0,6			5,0	1,8	26,3	2,9			29,2	4,3	1,5	49,7
72.5	3,8	1,3			5,1	2,1	25,3	6,8			32,1	0,7	0,3	9,6
77.5	1,3				1,3	0,6	9,4				9,4			
82.5	3,8				3,8	2,0	31,6				31,6			
87.5														
92.5														
97.5														
102.5														
107.5														
112.5														
Σ	84,1	167,8	3,8	23,7	279,5	31,8	351,0	115,8	0,05	5,5	470,9	227,9	43,5	1125,7
<i>Sx</i> (%)					29,3						26,8	43,1		26,2

Табела 133. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-32

d (cm)	Тотални премер										Фотоинтерпретација снимака АП - 1			
	N (kom/ha)					G (m ² /ha)		V (m ³ /ha)			N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	
	Лужњак	Граб	Јасен	Клен	Укупно	Укупно	Лужњак	Граб	Јасен	Клен	Укупно	Лужњак		
12.5		1,8	1,8	3,8	7,4	0,1		0,2	0,3	0,3	0,8			
17.5		8,3	1,1	3,8	13,2	0,3		1,7	0,4	0,8	2,8			
22.5		16,3	0,7	1,8	18,8	0,7		6,1	0,4	0,7	7,1			
27.5		28,0	0,2	0,9	29,1	1,7		16,4	0,2	0,6	17,2			
32.5		27,5	0,9	1,6	30,0	2,5		23,6	1,1	1,5	26,2	0,7	0,1	0,9
37.5	0,7	21,7	2,5	0,2	25,1	2,8	1,3	25,7	3,9	0,3	31,2	12,7	1,4	26,0
42.5	3,8	10,3	2,9	0,2	17,2	2,4	9,5	16,1	5,9	0,4	31,9	29,3	4,2	79,0
47.5	5,8	5,1	2,7		13,6	2,4	18,1	10,3	6,8		35,1	29,3	5,2	98,0
52.5	7,8	3,4	1,8	0,2	13,2	2,9	29,6	8,3	5,5	0,7	44,0	33,3	7,2	130,5
57.5	6,0	2,5	3,4		11,9	3,1	27,1	7,4	12,2		46,7	26,7	6,9	121,6
62.5	12,3	0,2	1,1		13,6	4,2	64,6	0,8	4,8		70,1	26,7	8,2	143,1
67.5	9,6	0,2	0,2		10,1	3,6	58,2	0,9	1,1		60,3	8,7	3,1	53,7
72.5	6,7		0,2	0,2	7,2	3,0	46,3		1,3	1,4	49,0			
77.5	5,4				5,4	2,5	41,9				41,9			
82.5	5,1				5,1	2,7	44,9				44,9			
87.5	0,9		0,2		1,1	0,7	8,7		1,8		10,5			
92.5	0,4				0,4	0,3	4,8				4,8			
97.5	0,4				0,4	0,3	5,3				5,3			
102.5														
107.5	0,2				0,2	0,2	3,1				3,1			
112.5														
Σ	65,3	125,3	19,7	12,8	223,0	36,5	363,4	117,5	45,5	6,6	533,0	167,3	36,2	652,9
Sx (%)												17,2		15,9

d (cm)	Делимични прмер										Фотоинтерпретација снимака АП - 2			
	N (kom/ha)					G (m ² /ha)		V (m ³ /ha)			N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	
	Лужњак	Граб	Јасен	Клен	Укупно	Укупно	Лужњак	Граб	Јасен	Клен	Укупно	Лужњак		
12.5		2,0	0,7	5,3	8,0	0,1		0,3	0,1	1,1	1,5			
17.5		12,0	1,3	3,3	16,7	0,4		3,2	0,1	1,2	4,5			
22.5		14,7			14,7	0,6		6,6	0,0	0,0	6,6			
27.5		32,0	0,7	0,7	33,3	2,0		21,4	0,1	0,6	22,1			
32.5		42,7	4,0		46,7	4,0		39,8	5,6		45,4	6,5	0,5	12,8
37.5	1,3	13,3	8,0		22,7	2,5	2,8	16,4	11,0		30,2	20,2	2,3	47,5
42.5	2,0	11,3	8,7		22,0	3,1	5,4	17,7	5,9		29	28,7	4,1	94,5
47.5	2,7	5,4	6,7		14,7	2,6	8,9	10,4	5,7		25	35,5	6,3	137,2
52.5	10,0		5,3		15,3	3,2	37,3		5,6		42,9	23,4	5,0	116,7
57.5	7,3		3,3		10,7	2,8	34,7		0,3		35	25,6	6,6	160,3
62.5	6,7	1,3	0,1		8,1	2,5	36,7	4,3			41	19,5	5,9	150,5
67.5	10,7		2,7		13,3	4,8	67,3		5,4		72,7	7,9	2,6	81,9
72.5	7,3				7,3	3,0	52,6				52,6			
77.5	6,7				6,7	3,1	53,8				53,8			
82.5	5,3				5,3	2,8	48,0				48			
87.5	1,3				1,3	0,8	13,3				13,3			
92.5	0,7				0,7	0,4	7,3				7,3			
97.5														
102.5														
107.5														
112.5														
Σ	62,0	134,7	41,4	9,3	247,5	38,8	368,1	120,1	39,8	2,9	530,6	167,3	33,8	810,4
Sx (%)					12,1						28,2	17,2		12,5

Табела 134. Нумерички елементи и њихове дистрибуције добијени различитим методама премера на ОП-33

d (cm)	Тотални премер													Фотоинтерпретација снимака АП - 1		
	N (kom/ha)					G (m ² /ha)		V (m ³ /ha)					N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	
	Лужњак	Граб	Јасен	Клен	Брест	Укупно	Укупно	Лужњак	Граб	Јасен	Клен	Брест	Укупно	Лужњак		
12.5	0,2	7,3	3,9	14,5	2,7	28,6	0,3	0,1	0,8	0,7	0,1	0,0	1,7			
17.5	0,2	12,0	10,0	16,8	4,8	43,9	0,9	0,1	2,8	3,8	0,4	0,1	7,1			
22.5		16,1	15,0	8,2	3,9	43,2	1,6		6,7	9,6	0,3	0,2	16,8			
27.5	1,1	18,2	17,3	4,3	2,0	43,0	2,4	1,3	12,0	16,8	0,3	0,1	30,6			
32.5	0,2	18,6	8,2	1,8	1,6	30,5	2,4	0,4	18,1	11,2	0,2	0,2	30,0	2,9	0,2	5,6
37.5	1,6	8,6	3,0	1,1	2,0	16,4	1,6	3,3	11,6	5,4	0,2	0,3	20,8	35,7	3,9	91,6
42.5	6,8	3,9	2,0		0,9	13,6	1,9	18,1	6,8	4,8		0,2	29,9	70,0	9,9	209,0
47.5	11,6	3,2	0,9		0,2	15,9	2,8	37,7	7,2	2,7		0,1	47,7	114,3	20,2	415,2
52.5	14,8	1,4	0,9			17,0	3,7	57,6	3,8	3,3			64,7	87,1	18,9	372,4
57.5	3,0	0,5	1,1			4,5	1,2	13,6	1,6	4,9			20,0	12,9	3,3	63,0
62.5	20,5	0,7	0,7			21,8	6,7	108,9	2,8	3,4			115,1	7,1	2,2	41,1
67.5	17,0	0,5	0,5			18,0	6,4	103,8	2,2	2,6			108,7			
72.5	12,7	0,7				13,4	5,5	87,8	3,8				91,7			
77.5	11,4					11,4	5,4	88,0					88,0			
82.5	1,1					1,1	0,6	9,8					9,8			
87.5	5,7					5,7	3,4	54,2					54,2			
92.5	1,8					1,8	1,2	19,1					19,1			
97.5	0,5					0,5	0,3	5,2					5,2			
102.5																
107.5	0,5					0,5	0,4	6,1					6,1			
Σ	110,7	91,6	63,4	46,8	18,2	330,7	48,8	615,0	80,2	69,2	1,5	1,1	767,1	330,0	58,7	1197,8
Sx (%)														11,9		13,1

d (cm)	Делимични премер													Фотоинтерпретација снимака АП - 2		
	N (kom/ha)					G (m ² /ha)					V (m ³ /ha)			N (kom/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
	Лужњак	Граб	Јасен	Клен	Брест	Укупно	Укупно	Лужњак	Граб	Јасен	Клен	Брест	Укупно	Лужњак		
12.5	5,7	1,4	31,4	18,6	1,4	58,5	0,7	0,8	0,1	5,4	2,8	1,0	10,1			
17.5		11,4	31,4	22,9	0,7	66,4	1,6		2,5	11,2	7,0	1,2	21,9			
22.5		15,7	17,1	15,7	0,7	49,3	2,0		6,3	10,5	8,2	2,3	27,3			
27.5		15,7	15,7	1,4	0,4	33,2	2,0		10,1	14,8	1,1	1,9	27,9	2,9	0,2	4,4
32.5	1,4	12,9	8,6	4,3	0,2	27,3	2,3	1,8	12,2	11,5	4,9	1,5	31,7	15,7	1,3	31,1
37.5	1,4	2,9	1,4			5,7	0,6	2,4	3,8	2,6			8,7	52,9	5,8	121,6
42.5	2,9	1,7				4,6	0,6	6,2	3,0				9,2	95,7	13,6	273,9
47.5	17,1					17,1	3,0	46,9					46,9	95,7	17,0	324,6
52.5	14,4					14,4	3,1	48,4					48,4	51,4	11,1	201,5
57.5	17,3					17,3	4,5	69,5					69,5	8,6	2,2	39,2
62.5	20,0					20,0	6,1	94,7					94,7	7,1	2,2	37,7
67.5	15,9					15,9	5,7	87,3					87,3			
72.5	17,1					17,1	7,1	108,3					108,3			
77.5	5,7					5,7	2,7	41,0					41,0			
82.5	2,9					2,9	1,5	23,1					23,1			
87.5	1,4					1,4	0,9	12,9					12,9			
92.5	4,3					4,3	2,9	42,9					42,9			
97.5																
Σ	127,6	61,7	105,7	62,9	3,3	361,2	47,3	586,2	37,9	56,0	24,0	7,9	712,0	330,0	53,4	1034,0
Sx (%)						4,5							11,6	11,9		13,3

БИОГРАФИЈА

Драган Борота је рођен 11. 04. 1978. године у Глини, Република Хрватска. У граду Топуском завршава основну школу и три године средње шумарске школе, док четврту годину због ратних сукоба у Хрватској завршава у средњој шумарској школи у Краљеву. Шумарски факултет у Београду завршава 2003 године, где је дипломирао на Катедри Планирања газдовања шумама на теми „Извођачки план газдовања за ГЈ Звездара - одељење 4“. Након дипломирања у периоду од 2003- 2009 године радио је као стручни сарадник на Катедри Планирања газдовања шумама на пословима прикупљања података за израду Основа газдовања шумама и као коридинатор на пројекту прве Националне инвентура шума Србије. У периоду од 2009 - 2012 године је био запослен у међународној агенцији „LUX-Development“ (FODEMO пројекат) као координатор и саветник за Националну инвентуру шума Црне Горе. Мастер студије на модулу Планирање газдовања шумама уписао је 2009 године, а завршио 2011 године. Тема мастер рада била је Даљинска детекција и аерофотограметрија – основни принципи и могућности примене у инвентури шума Србије.

За асистента на предмету Дендрометрија на Шумарском факултету у Београду изабран је 2012. године. Учествовао је у више од 10 комисија за оцену и одбрану завршних дипломских радова, објавио је преко 20 научних радова од којих су 4 рада индексирани на SCI листи. Као коаутор објавио је 2 публикације из категорије M43 и поглавље у монографији међународног значаја M14.

Публикације

1. Damjan Pantić, Milan Medarević, **Dragan Borota**, (2016), Book **National forest inventories – assessment of wood availability and use**, Chapter 39 The Serbian National Forest Inventory, Springer International Publishing, pp. 709 - 730, 978-3-319-44014-9, 10.1007/978-3-319-44015-6 **M14**
2. Dees M., Andelić M., Fetic A., Jokanović B., Tepavčević V., **Borota D.**, Vasiljević A., Axel Weinreich., Hahn N., Marković D., Terzić D., (2013): “Prva nacionalna inventura šuma Crne Gore”, Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja Crne Gore, Lux-Development - FODEMO Projekat, Podgorica. ISBN 978-86-85799-15-0, **M43**
3. Dees M., Hahn N., Andelić M., Jokanović B., Kändler G., Gross CP., Koch B., Weinreich A., Marković D., Tepavčević V., Knežević R., **Borota D.**, Panev M., Kapa M., Vojnović M., Stijepović S. (2011): “Metodologija nacionalne inventure šuma Crne Gore”, Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja Crne Gore, Lux-Development - FODEMO Projekat, Podgorica. ISBN 978-86-85799-07- **M43**

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Име и презиме аутора Драган Борота

Број индекса 1/2011

Изјављујем

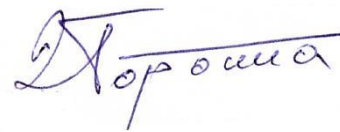
да је докторска дисертација под насловом

Могућност примене аерофотограметрије у инвентури шума Војводине

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, 20.11.2018. године



ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ДИГИТАЛНЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКОГ РАДА

Име и презиме аутора **Драган М. Борота**

Број индекса: **1/2011**

Студијски програм **Докторске студије, Модул - Шумарство, Подмодул –
Планирање газдовања шумама**

Наслов рада **„Могућност примене аерофотограметрије у инвентури
шума Војводине“**

Ментор: **др Дамјан Пантић, редовни професор.**

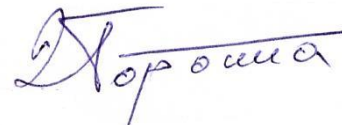
Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду.**

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора

У Београду, 20.11.2018.



ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

„Могућност примене аерофотограметрије у инвентури шума Војводине“
која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (*Creative Commons*) за коју сам се одлучио/ла.

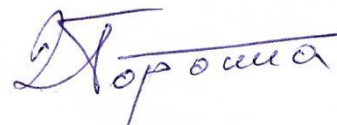
1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
- 3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)**
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.

Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, 20.11.2018. године



1. Ауторство. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прерада. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство – делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.