

# Utjecaj intenziteta uzorkovanja na varijabilnost podataka o strukturi sastojine razvedene konfiguracije

---

Đurić, Josip

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:843009>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-26**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**

**PRIJEPLOMSKI STUDIJ ŠUMARSTVO**

**JOSIP ĐURIĆ**

**UTJECAJ INTENZITETA UZORKOVANJA NA VARIJABILNOST**  
**PODATAKA O STRUKTURI SASTOJINE RAZVEDENE**  
**KONFIGURACIJE**

**ZAVRŠNI RAD**

**ZAGREB, RUJAN 2023.**

Zavod	Zavod za izmjeru i uređivanje šuma
Predmet	Dendrometrija
Mentor	Ernest Goršić
Student	Josip Đurić
JMBAG	0079075739
Akad. godina	2022/2023
Mjesto, datum obrane	Zagreb, 27.9.2023.
Sadržaj rada	Stranica: 26 Slika: 14 Tablica: 27 Broj navoda literature: 6
Sažetak	<p>Pretpostavka ovoga rada je da će u uvjetima razvedene konfiguracije terena (kakav je odsjek 12a GJ Dotrščina), uobičajena izmjera strukture sastojine u mreži 100*100m, manje – više odstupati od stvarne strukture. Stoga će se osnovna izmjera provesti u mreži 50*50m, iz koje će se metodama sistematskog ili slučajnog odabira izgenerirati nekoliko poduzoraka sa po 8 ploha na temelju kojih ćemo izračunati strukturu za svaki poduzorak. Strukutru svakog poduzorka usporediti ćemo sa strukturom sastojine izračunatom iz glavnog uzorka.</p>

	<b>IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI</b>	<b>OB FŠDT 05 07</b>
		Revizija: 2
		Datum: 29.04.2021.

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 27.9.2023. godine

---

*vlastoručni potpis*

Josip Đurić

# SADRŽAJ

1. Uvod.....	.....
2. Cilj istraživanja.....	.....
3. Materijali i metode.....	.....
3.1. Terenska izmjera u sastojini.....	.....
3.2. Obračun podataka i rezultati.....	.....
4. Rasprava.....	.....
5. Zaključak.....	.....
6. Literatura.....	.....

# 1. Uvod

Izmjera šuma, osim što je postupak kojeg obavljamo kako bismo dobili podatke koji su temelj izrade osnovne gospodarenja pomoću koje se gospodari nekom gospodarskom jedinicom je i postupak kojeg provodimo u znanstvene svrhe. Izmjera šuma obavlja se s ciljem utvrđivanja strukture šumskih sastojina. Izmjera šuma predstavlja podatke potrebne svim stručnjacima šumarstva - stoga i kažemo da je izmjera šuma osnovna šumarska disciplina "conditio sine qua non" nešto bez čega se u šumarstvu ne može. (Pranjić, 1997)

Šumarstvo kao struka od svojih samih početaka zasniva se na potrebi za kvantificiranjem informacija dobivenih opažanjem. Čovjekova težnja za organizacijom, uspoređivanjem i prikazivanjem podataka u svrhu praćenja i daljnjeg planiranja, dovela je do razvoja dendrometrije, prema mišljenju mnogih, najstarije šumarske znanosti. (Bazijanec, 2018)

Uzorak čine primjerne plohe različitih tipova, oblika i veličina koje se polažu na terenu. Postoji više načina rasporeda, te samih tipova primjernih ploha kao što su primjerne pruge, te kvadratne i kružne plohe. (Vučković, 2018) Na razini uzorka izmjera se najčešće provodi po principu jedno stablo, jedna izmjera, pri čemu se pri izmjerama na kružnim ploham na ravnom terenu pomični krak (Banković i Pantić, 2006) zakreće prema središtu kruga. To se radi kako bi se eliminirao utjecaj eliptičnosti debla na rezultat. Izmjera se provodi nakon što je iskolčen uzorak uz pomoć mjerne vrpce i trasirke. Izmjera šuma se na terenu provodi na visini prsnog promjera (1,30m od najviše točke žilišta stabla) uz upotrebu instrumenta zvanog promjerka, a podaci se zapisuju na terenski obrazac.

Podaci o strukturi sastojine utječu na tijek gospodarenja i izravno su povezani s konačnim prihodima u šumarstvu, a podatak strukture koji nas najviše zanima jest volumen. Volumen nije izravno mjerljiva varijabla, već se dobiva posredno, obračunom pomoću jednoulaznih ili dvoulaznih volumnih tablica koje se konstruiraju na temelju podataka izmjere visina i prsnih promjera i zato je potrebno da izmjerom dobiveni podaci o ulaznim parametrima budu točni i precizni. Volumen možemo računati: a) na razini pojedinačnog stabla i b) na razini sastojine. (Vukelić, 2020)

## 2. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je utvrditi koliko prostorni raspored može utjecati na podatke koji su dobiveni izmjerom, odnosno koliko gustu mrežu treba postaviti. U financijskom smislu to znači da posao može biti jednako kvalitetno odrađen uz puno manji uzorak, a samim time i trošak. Važno je utvrditi kolika je razlika u podacima s obzirom na referentne podatke, te koliko se promjenom veličine i prostornog rasporeda mreže primjernih ploha, odnosno uzorka, razlikuju podaci s obzirom na konfiguraciju terena. Za istraživanje korištena je mreža 50\*50 metara koja predstavlja referentne podatke, ali je uspoređena s mrežom uzorka 100\*100 i 50\*200 metara te slučajnim uzorkom projiciranim na mreži 100\*100 metara. Uz pomoć profesora i kolega odrađena je izmjera i prikupljeni su svi potrebni podaci.

### 3. Materijali i metode

Izmjera je izvršena u Nastavno-pokusnom šumskom objektu Zagreb, u gospodarskoj jedinici „Dotršćina“, u odsjeku 12a. Gospodarska jedinica „Dotršćina“ odabrana je zbog praktičnih razloga, prvenstveno jer se nalazi u blizini fakulteta i javnog prijevoza. Sama sastojina je mješovita sastojina hrasta kitnjaka s običnom bukvom i grabom, starosti 77 godina, te je dobre kvalitete (II. bonitet). Odsjek 12a izabran je iz razloga što ima specifičnu konfiguraciju terena, koja se ogleda u velikoj varijabilnosti. Vidljive su promjene od vrha prema dnu odsjeka u smislu nagiba i razvedenosti reljefa. Teren ide od blažeg nagiba, te postaje reljefan (slika 1. – 3.), te nakon toga slijedi konstantni strmi nagib.



Slika 1. primjer terena



Slika 2. primjer terena





**Slika 3.** karta s numeriranim plohama na kojima je napravljeno mjerenje

Prije terenske izmjere, na kartu odsjeka ucrtana je mreža, prema kojoj smo se orjentirali i mjerili. Veličina osnovne mreže iznosi 50\*50m (slika 3). Za postavljanje mreže na terenu korišteni su mjerna vrpca, trasirke i ultrazvučni visinomjer/daljinomjer Vertex IV. Određene su 32 plohe na karti. Podaci dobiveni na osnovnoj mreži veličine 50\*50 metara uspoređeni je s mrežom 100\*100 i 50\*200 metara. Mrežom 50\*200 pokrivena je velika varijabilnost u nagibu, jer je u slojnicima varijabilnost manja, dok mreža 100\*100 metara ravnomjerno pokriva varijabilnost terena po nagibu i slojnicima. Očekuje se veća varijabilnost po nagibu nego u slojnicima.

GJ Doprčina: Odjel odsjek: 12a  
 Ploha:  Datum izmjere:   
 Radijus plohe: 12,62 m

Orientacija terena prema dolje °:   
 Nagib terena u smjeru orijentacije °:

Broj za visinu - broj koji će se postaviti na stablo kojem se mjeri visina  
 h - visina stabla  
 45 RPM - zakrenuti pod kutem od 45° tako da ravnalo ide prema mjeritelju  
 45 RPM - zakrenuti pod kutem od 45° tako da ravnalo ide od mjeritelja  
 S - slojnica  
 ONS - okomito na slojnicu  
 KPSP - krakovi prema središtu plohe  
 RPSP - ravnalo prema središtu plohe  
 Azimut PS - azimut od središta plohe prema ravnalu promjerke kod izmjere d RPSP

Na jednoj plohi se za hrast i bukva mjeri samo po jedna visina u pojedinom debljinskom stupnju koji se određuje na temelju d 45 RPM. Nadopuniti po redu na min. 7 stabala po vrsti.

d 45 RPM	Broj za visinu	
	Kitnjak	Bukva
12,5		
17,5		
22,5		
27,5		
32,5		
37,5		
42,5		
47,5		
52,5		
57,5		
62,5		
67,5		
72,5		

Uz stablo - promjerka + transponder (provjera udaljenosti; izmjera visine)  
 Uz trasirku u središtu plohe: busola i Vertex 1 (provjera udaljenosti)  
 Uz nagib: Vertex 2 (izmjeru visine dijela stabala)

Pri izmjeri promjera pokretni krak promjerke držati u desnoj ruci

Vrsta drveća	Broj za visinu	h (x, x m)	Promjeri: npr.: 16,3 (cm)						Azimut PS °
			d 45 RPM	d 45 ROM	d S	d ONS	d KPSP	d RPSP	

Slika 4. terenski obrazac

### 3.1. TERENSKA IZMJERA U SAS TOJINI

Za izmjeru su odabrane kružne plohe radijusa 12,62 metra odnosno površine 500m2. U središte svake plohe postavljena je trasirka na koju je montirana busola. Vertex se prilikom izmjere nalazio u centru plohe. Sve plohe postavljene su u horizontalnoj projekciji pa je na nagnutom terenu potrebno napraviti korekciju duljina. Korekcija se provodila pomoću Vertexa, na način da je u instrumentu korištena funkcija nagiba (ANGLE). Vertex je digitalni visinomjer/daljinomjer koji radi na trigonometrijskom principu, a udaljenost mjeri na osnovu vremena koje je potrebno da odaslani ultrazvučni valovi stignu do njegovog prijemnika (transpondera) i natrag do uređaja. U istraživanjima se pokazao vrlo preciznim, pouzdanim i efikasnim za izmjeru visina i posebice pogodan za znanstvenoistraživački rad (Lukić i dr., 2005; Božić i dr., 2005)

Mjerna grupa formirana je od tri člana, pri čemu je jedan mjerio promjere, drugi visine i udaljenost stabla od centra plohe, a treći zapisivao podatke u terenski obrazac i određivao azimut pomoću busole. Mjeritelju promjera mjernom vrpcom očitana je prsna visina na 1,30 m. Izmjera je provedena dvokružno, pri čemu smo u prvoj izmjeri (krugu) mjerili promjere, a u drugoj izmjeri je tim stablima mjerena visina. Da bismo pri drugoj izmjeri znali o kojim stablima se radi, pri prvoj izmjeri na stabla su privremeno postavljani plastificirani brojevi.

Prilikom izmjere pažljivo se vodilo računa o svim elementima izmjere kako bi se mogućnost pogreške svela na minimum. Svakom stablu mjerena su dva unakrsna promjera, pod kutom od 45° tako da u jednom slučaju ravnalo okrenuto prema mjeritelju, a u drugom od mjeritelja također pod kutom od 45°. Na plohama je promjerkom izmjeren prsni promjer svim stablima iznad taksacijske granice koja je iznosila 10cm, uz milimetarskom preciznošću. Za izmjeru prsnih promjera korištena je Haglof Mantax Promjerka. Dobra promjerka mora biti jednostavne konstrukcije, lagana i čvrsta. (Pranjić, 1997). Prije same izmjere provjereno je da li promjerku treba kalibrirati.

Za prelazak s plohe na plohu korištena je busola za određivanje azimuta, a Vertexom je mjerena udaljenost.



Slika 5. Promjerka (izvor: Geosustavi)



Slika 6. Vertex IV s transponderom (izvor: Indomultimeter)

U tablici 1 prikazana je raspodjela drvene zalihe po hektaru, po debljinskim stupnjevima za sve vrste drveća te postotni udio pojedine vrste drveća.

Tablica 1. Raspodjela drvene zalihe (m<sup>3</sup>/ha) po debljinskim stupnjevima za sve plohe. U – ukupno, K – hrast kitnjak, B – bukva, G – grab.

Broj plohe								
d 1,30	1	2	3	4	5	6	7	8
12,5	4,88	4,88	2,44	3,66	4,88	1,22	5,05	6,76
17,5	10,44	10,44	17,40	6,96	10,44	3,48	6,96	10,69
22,5	14,39	7,00	14,00	21,00	49,39	7,00	14,00	14,00
27,5	84,52	48,36	23,52	47,04	24,40	36,60	0,00	23,81
32,5	37,12	92,80	72,91	55,02	110,70	72,91	55,68	36,02
37,5	78,72	0,00	77,04	104,12	104,96	104,96	103,28	78,72
42,5	71,03	177,57	106,54	71,03	71,03	106,54	142,06	71,03
47,5	46,04	0,00	92,08	46,04	0,00	46,04	46,04	184,16
52,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58,25	58,25	0,00
57,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
U	347,14	341,05	405,93	354,86	375,80	437,00	431,31	425,19
K %	88,81	90,01	64,54	65,63	81,85	89,13	82,19	85,77
B %	11,19	9,99	35,46	34,37	18,15	10,87	17,49	4,40
G %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	9,84
U %	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Broj plohe								
d 1,30	9	10	11	12	13	14	15	16

12,5	5,21	1,22	4,88	2,61	6,10	6,10	3,83	6,10
17,5	6,96	17,40	6,96	10,56	6,96	24,46	20,88	10,44
22,5	35,00	42,00	21,00	56,00	7,00	77,59	35,59	0,00
27,5	47,92	59,24	23,52	35,28	0,00	48,80	35,72	24,40
32,5	37,12	90,81	37,12	17,46	55,02	37,12	165,71	148,48
37,5	52,48	51,64	103,28	100,75	25,40	26,24	26,24	52,48
42,5	71,03	71,03	35,51	35,51	140,78	0,00	177,57	142,06
47,5	92,08	46,04	0,00	46,04	92,08	0,00	0,00	0,00
52,5	58,25	0,00	58,25	0,00	58,25	0,00	0,00	0,00
57,5	71,66	0,00	0,00	0,00	71,66	0,00	0,00	0,00
62,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
U	477,70	379,38	290,52	304,22	463,24	220,31	465,54	383,96
K %	85,20	50,77	63,11	26,81	78,93	62,33	78,95	95,69
B %	12,75	49,23	36,89	50,84	21,07	37,67	20,76	4,31
G %	2,05	0,00	0,00	22,35	0,00	0,00	0,30	0,00
U %	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Broj plohe								
d 1,30	17	18	19	20	21	22	23	24
12,5	1,22	11,97	2,44	1,22	9,82	4,88	13,42	6,10
17,5	6,96	10,56	10,44	0,00	28,04	3,58	17,70	13,92
22,5	21,20	0,00	7,20	0,00	14,20	21,39	35,59	14,00
27,5	24,40	24,40	24,40	47,04	83,20	96,72	108,92	60,12
32,5	54,35	55,68	92,80	17,90	55,68	111,36	92,80	72,25
37,5	130,36	157,44	78,72	26,24	52,48	78,72	52,48	104,96
42,5	35,51	176,29	177,57	69,75	0,00	35,51	71,03	0,00
47,5	90,40	92,08	0,00	134,76	0,00	0,00	46,04	44,36
52,5	58,25	58,25	0,00	55,67	0,00	0,00	0,00	0,00
57,5	71,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
U	494,31	586,67	393,57	352,58	243,41	352,17	437,98	315,71
K %	74,16	90,32	96,73	30,57	60,88	89,95	86,78	50,72
B %	25,84	7,65	3,27	69,43	39,12	10,05	13,22	49,28
G %	0,00	2,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
U %	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Broj plohe								
d 1,30	25	26	27	28	29	30	31	32
12,5	8,54	1,22	4,88	6,10	7,65	8,54	4,88	12,20
17,5	6,96	3,48	3,48	6,96	21,25	13,92	6,96	20,88
22,5	28,00	21,20	14,00	21,00	14,00	35,20	35,39	7,00
27,5	47,92	35,72	0,00	83,64	70,12	23,96	71,88	11,76
32,5	37,12	90,81	36,46	36,46	18,56	74,24	17,90	17,90
37,5	104,12	52,48	50,80	50,80	25,40	0,00	77,88	77,88
42,5	35,51	35,51	34,24	105,26	142,06	71,03	0,00	35,51
47,5	46,04	0,00	46,04	0,00	0,00	0,00	0,00	46,04
52,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
57,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
U	314,21	240,42	189,89	310,22	299,04	226,88	214,89	229,17
K %	70,59	60,11	34,02	40,68	53,71	72,58	48,15	58,49

B %	29,41	39,89	65,98	59,32	30,10	27,42	51,85	41,51
G %	0,00	0,00	0,00	0,00	16,19	0,00	0,00	0,00
U %	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tablica 2. Tablica raspodjele drvene zalihe (m<sup>3</sup>/ha) po plohama za sve vrste drveća (m<sup>3</sup>/ha) K – hrast kitnjak, B – obična bukva, G – grab, UK – ukupni volumen

Broj plohe																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
K	308,30	306,97	261,98	232,91	307,58	389,51	354,50	364,67	407,01	192,63	183,36	81,55	365,65	137,33	367,52	367,42
B	38,84	34,08	143,95	121,96	68,22	47,49	75,42	18,70	60,92	186,75	107,16	154,66	97,59	82,98	96,63	16,54
G	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,39	41,82	9,77	0,00	0,00	68,00	0,00	0,00	1,39	0,00
UK	347,14	341,05	405,93	354,86	375,80	437,00	431,31	425,19	477,70	379,38	290,52	304,22	463,24	220,31	465,54	383,96
%K	88,81	90,01	64,54	65,63	81,85	89,13	82,19	85,77	85,20	50,77	63,11	26,81	78,93	62,33	78,95	95,69
%B	11,19	9,99	35,46	34,37	18,15	10,87	17,49	4,40	12,75	49,23	36,89	50,84	21,07	37,67	20,76	4,31
%G	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	9,84	2,05	0,00	0,00	22,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%UK	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Broj plohe																
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
K	366,57	529,90	380,69	107,79	148,19	316,77	380,08	160,12	221,79	144,51	64,60	126,19	160,62	164,66	103,47	134,03
B	127,73	44,86	12,88	244,78	95,22	35,40	57,90	155,59	92,42	95,91	125,29	184,03	90,00	62,22	111,42	95,14
G	0,00	11,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48,42	0,00	0,00	0,00
UK	494,31	586,67	393,57	352,58	243,41	352,17	437,98	315,71	314,21	240,42	189,89	310,22	299,04	226,88	214,89	229,17
%K	74,16	90,32	96,73	30,57	60,88	89,95	86,78	50,72	70,59	60,11	34,02	40,68	53,71	72,58	48,15	58,49
%B	25,84	7,65	3,27	69,43	39,12	10,05	13,22	49,28	29,41	39,89	65,98	59,32	30,10	27,42	51,85	41,51
%G	0,00	2,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,19	0,00	0,00	0,00
%UK	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

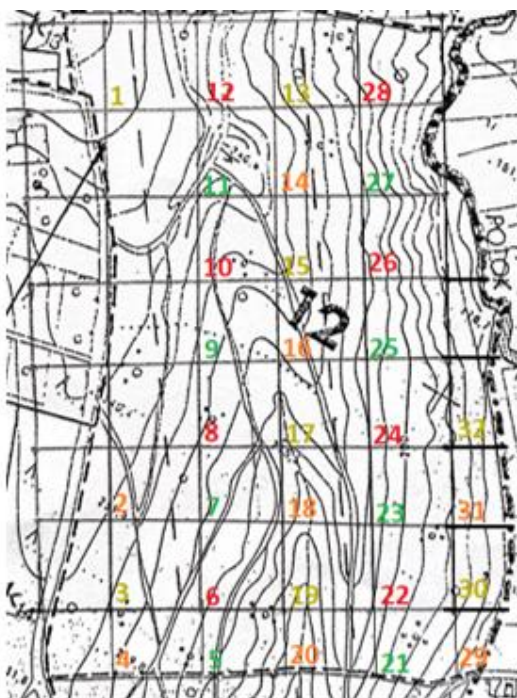
Uz referentni uzorak ploha postavljeno je i 18 dodatnih uzoraka. Od toga su četiri uzorka postavljena na mreži 100\*100m prema shemi prikazanoj u tablici 3, četiri u mreži 50\*200m prema shemi prikazanoj u tablici 4 te osam slučajnih uzoraka prikazanoj u tablicama 5-14.

	2	3	4	5	
1	12	13	28		
	11	14	27		
	10	15	26		
	9	16	25		
	8	17	24	32	
2	7	18	23	31	
3	6	19	22	30	
4	5	20	21	29	

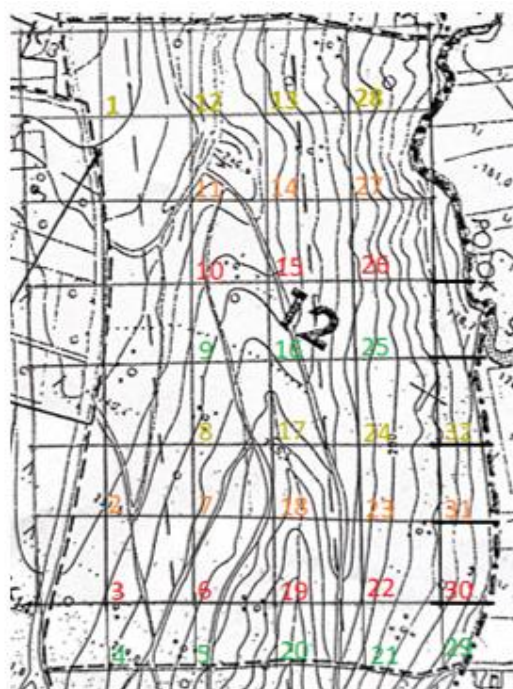
Tablica 3. sistematski uzorak 100\*100m (2-5)

	6	7	8	9	
1	12	13	28		
	11	14	27		
	10	15	26		
	9	16	25		
	8	17	24	32	
2	7	18	23	31	
3	6	19	22	30	
4	5	20	21	29	

Tablica 4. sistematski uzorak 50\*200m (6-9)



Slika 7. karta sistematskog uzorka 100\*100m (2-5)



Slika 8. karta sistematskog uzorka 50\*200m (6-9)

Tablica 5. Slučajni uzorak 10					tablica 6. Slučajni uzorak 11				
1	12	13	28		1	12	13	28	
	11	14	27			11	14	27	
	10	15	26			10	15	26	
	9	16	25			9	16	25	
	8	17	24	32		8	17	24	32
2	7	18	23	31	2	7	18	23	31
3	6	19	22	30	3	6	19	22	30
4	5	20	21	29	4	5	20	21	29

Tablica 7. Slučajni uzorak 12					Tablica 8. Slučajni uzorak 13				
1	12	13	28		1	12	13	28	
	11	14	27			11	14	27	
	10	15	26			10	15	26	
	9	16	25			9	16	25	
	8	17	24	32		8	17	24	32
2	7	18	23	31	2	7	18	23	31
3	6	19	22	30	3	6	19	22	30
4	5	20	21	29	4	5	20	21	29

Tablica 9. Slučajni uzorak 14					Tablica 10. Slučajni uzorak 15				
1	12	13	28		1	12	13	28	
	11	14	27			11	14	27	
	10	15	26			10	15	26	
	9	16	25			9	16	25	
	8	17	24	32		8	17	24	32
2	7	18	23	31	2	7	18	23	31
3	6	19	22	30	3	6	19	22	30
4	5	20	21	29	4	5	20	21	29

Tablica 11. Slučajni uzorak 16					Tablica 12. Slučajni uzorak 17				
1	12	13	28		1	12	13	28	
	11	14	27			11	14	27	
	10	15	26			10	15	26	
	9	16	25			9	16	25	
	8	17	24	32		8	17	24	32
2	7	18	23	31	2	7	18	23	31
3	6	19	22	30	3	6	19	22	30
4	5	20	21	29	4	5	20	21	29

1	12	13	28		1	12	13	28	
	11	14	27			11	14	27	
	10	15	26			10	15	26	
	9	16	25			9	16	25	
	8	17	24	32		8	17	24	32
2	7	18	23	31	2	7	18	23	31
3	6	19	22	30	3	6	19	22	30
4	5	20	21	29	4	5	20	21	29

<b>Tablica 13.</b> Ciljani uzorak 1 – zastupljenost po prostoru i konfiguraciji – manualni odabir po karti (18)	<b>Tablica 14.</b> Ciljani uzorak 2 – zastupljenost po prostoru i konfiguraciji – manualni odabir po nagibima (19)
---	--

## 3.2. Obračun podataka i rezultati

Nakon završene izmjere pristupili smo obračunu podataka. Najprije su podaci izmjere svih ploha uneseni u računalni program Microsoft Excel. Uočene su 2 greške prilikom unosa, ali to su neznatne greške koje su brzo ispravljene (greške pri prijepisu podataka s terenskih obrazaca). Prvi korak bilo je izjednačenje sastojinske visinske krivulje pomoću funkcije Mihajlova, odnosno konstruiranje lokalne tarife pomoću Schumacher – Hallove jednadžbe. Tarife su konstruirane za glavne vrste drveća. Za izračun volumena graba u Schumacher – Hallovoj jednadžbi korišteni su podaci visinske krivulje od bukve.

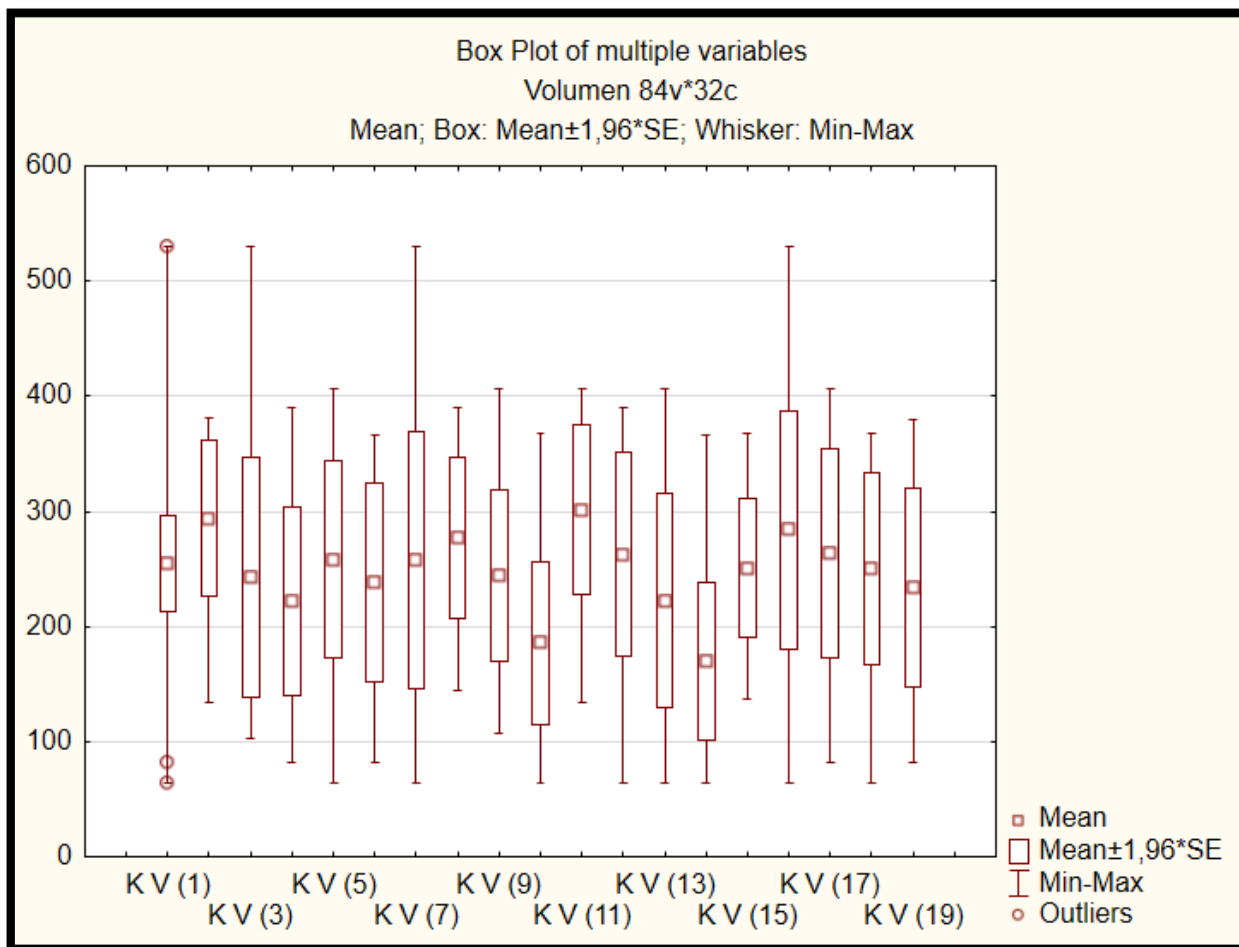
Za analizu podataka korišten je program Statistica 14.0. (TIBCO Software Inc., 2020.), tvrtke StatSoft.

**Tablica 15.** Prikaz deskriptivne statistike volumena hrasta kitnjaka za sve vrste promatranih uzoraka

Variable	Descriptive Statistics (Volumen)									
	Valid N	Mean	Confidence -95,000%	Confidence 95,000%	Minimum	Maximum	Range	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard Error
Referenca (1)	32	254,3396	210,9674	297,7119	64,6000	529,9020	465,3020	120,2985	47,2984	21,26597
K V (2)	8	293,6755	211,9668	375,3842	134,0340	380,6860	246,6520	97,7352	33,2800	34,55462
K V (3)	8	243,3008	117,8229	368,7786	103,4720	529,9020	426,4300	150,0894	61,6888	53,06462
K V (4)	8	221,9928	123,5818	320,4037	81,5540	389,5080	307,9540	117,7135	53,0258	41,61800
K V (5)	8	258,3895	155,8910	360,8880	64,6000	407,0120	342,4120	122,6028	47,4488	43,34663
K V (6)	8	238,3855	134,7045	342,0665	81,5540	366,5740	285,0200	124,0173	52,0238	43,84672
K V (7)	8	257,5263	122,7377	392,3148	64,6000	529,9020	465,3020	161,2263	62,6058	57,00211
K V (8)	8	277,2828	193,2636	361,3019	144,5100	389,5080	244,9980	100,4989	36,2442	35,53172
K V (9)	8	244,1640	154,1512	334,1768	107,7940	407,0120	299,2180	107,6681	44,0966	38,06641
K V (10)	8	186,0013	100,6289	271,3736	64,6000	367,5180	302,9180	102,1175	54,9015	36,10400
K V (11)	8	301,6103	213,4388	389,7817	134,0340	407,0120	272,9780	105,4657	34,9675	37,28774
K V (12)	8	262,8878	156,6203	369,1552	64,6000	389,5080	324,9080	127,1110	48,3518	44,94054
K V (13)	8	222,1503	110,1498	334,1507	64,6000	407,0120	342,4120	133,9685	60,3054	47,36502
K V (14)	8	169,7175	87,4885	251,9465	64,6000	366,5740	301,9740	98,3576	57,9537	34,77466
K V (15)	8	250,3425	177,6273	323,0577	137,3280	367,4160	230,0880	86,9778	34,7435	30,75128
K V (16)	8	284,0595	158,7299	409,3891	64,6000	529,9020	465,3020	149,9121	52,7749	53,00192
K V (17)	8	263,7458	154,2108	373,2807	81,5540	407,0120	325,4580	131,0194	49,6764	46,32236
K V (18)	8	250,1795	150,2274	350,1316	64,6000	367,4160	302,8160	119,5569	47,7884	42,26974
K V (19)	8	234,0830	129,7698	338,3962	81,5540	380,0760	298,5220	124,7734	53,3030	44,11405

Tablica 15. prikazuje podatke deskriptivnu statistiku volumena za hrast kitnjak i tu je vidljivo da srednja vrijednost volumena po hektaru (drvne zalihe) za referentni uzorak iznosi  $254,34\text{m}^3/\text{ha}$ . Ukupni raspon drvne zalihe za uzorak 1, kreće se od  $64,60$  do  $529,90\text{m}^3/\text{ha}$  odnosno od  $210,97\text{m}^3/\text{ha}$  do  $297,71\text{m}^3/\text{ha}$  unutar 95 postotnog intervala pouzdanosti. Najveći prosječni volumen izmjeren je na uzorku 11, koji se sastoji od ploha 3, 5, 6, 9, 16, 19, 30, 32, dok je najmanja srednja vrijednost volumena zabilježena na uzorku 14, koji se sastoji od ploha 3, 17, 20, 21, 26, 27, 29, 3. Također, vidljivo je da uzorci 7 i 16 imaju široke raspone vrijednosti volumena.





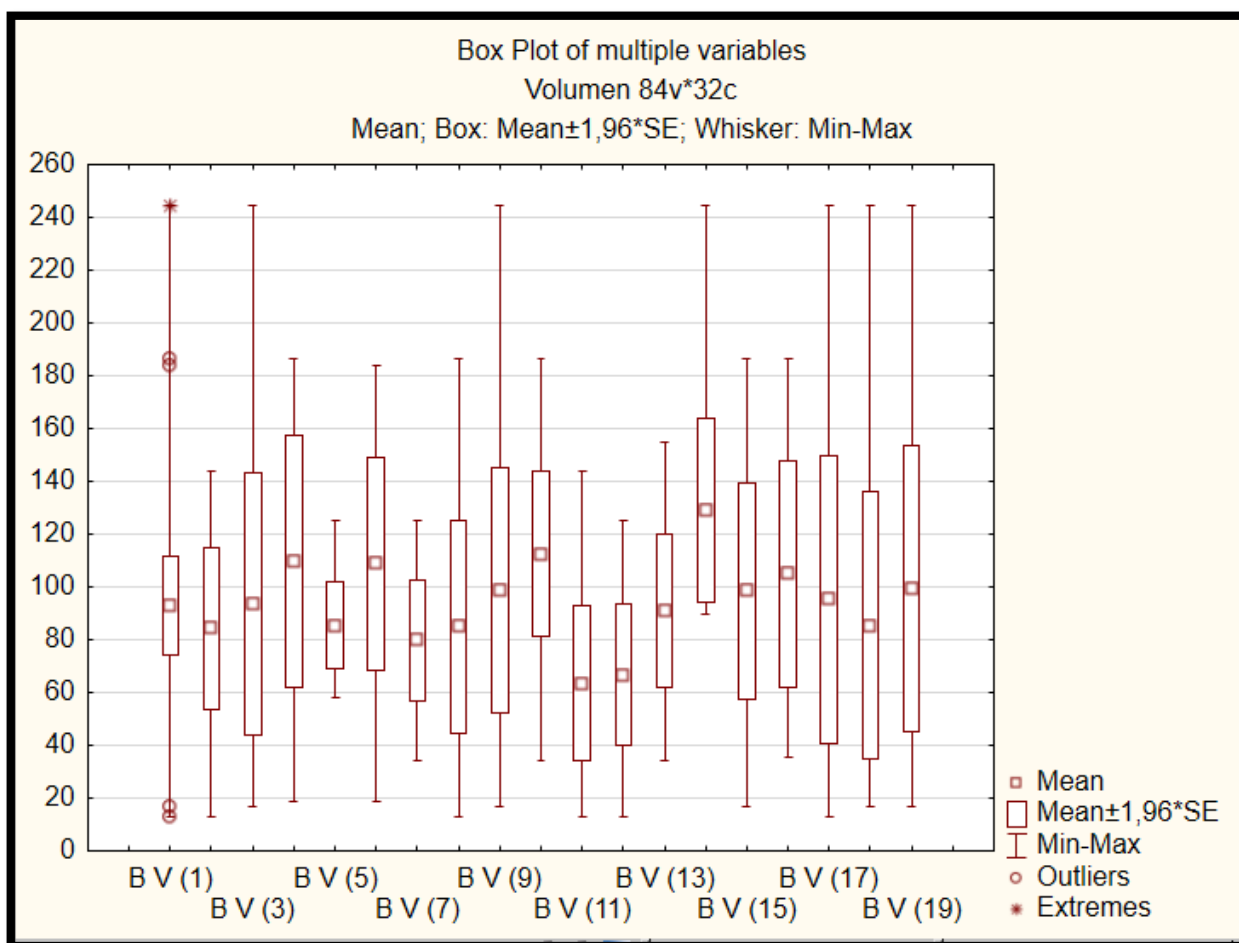
**Slika 7.** Box plot prikaz volumena hrasta kitnjaka za sve vrste promatranih uzoraka

Na slici 8. vidljiv je pregledni prikaz raspona drvene zalihe za hrast kitnjak na različitim uzorcima. Uzorak 11 ima najveći prosječni volumen drvene zalihe hrasta kitnjaka po hektaru za razliku od ostalih uzoraka. Vidljivo je da uzorak 14 ima najmanji prosječni volumen drvene zalihe hrasta kitnjaka.

**Tablica 16.** Prikaz deskriptivne statistike drvene zalihe po hektaru bukve za sve vrste promatranih uzoraka

Variable	Descriptive Statistics (Volumen)									
	Valid N	Mean	Confidence -95,000%	Confidence 95,000%	Minimum	Maximum	Range	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard Error
Referenca(1)	32	93,2084	73,7556	112,6613	12,8800	244,7820	231,9020	53,9550	57,8864	9,53799
B V (2)	8	84,3730	47,5965	121,1495	12,8800	143,9520	131,0720	43,9899	52,1374	15,55278
B V (3)	8	93,3263	33,4058	153,2467	16,5400	244,7820	228,2420	71,6733	76,7987	25,34035
B V (4)	8	109,8160	52,0240	167,6080	18,7000	186,7480	168,0480	69,1274	62,9484	24,44023
B V (5)	8	85,3185	65,4316	105,2054	57,9000	125,2920	67,3920	23,7876	27,8809	8,41018
B V (6)	8	109,0350	60,4565	157,6135	18,7000	184,0320	165,3320	58,1068	53,2919	20,54387
B V (7)	8	79,8880	52,2723	107,5037	34,0800	125,2920	91,2120	33,0323	41,3482	11,67867
B V (8)	8	85,1540	36,5400	133,7680	12,8800	186,7480	173,8680	58,1492	68,2871	20,55885
B V (9)	8	98,7568	43,0187	154,4948	16,5400	244,7820	228,2420	66,6707	67,5100	23,57165
B V (10)	8	112,6105	74,5483	150,6727	34,0800	186,7480	152,6680	45,5278	40,4294	16,09649
B V (11)	8	63,4195	28,0520	98,7870	12,8800	143,9520	131,0720	42,3046	66,7059	14,95692
B V (12)	8	66,6770	34,2778	99,0762	12,8800	125,2920	112,4120	38,7541	58,1221	13,70164
B V (13)	8	91,1920	56,2298	126,1542	34,0800	154,6600	120,5800	41,8198	45,8591	14,78553
B V (14)	8	129,2878	87,2365	171,3390	90,0000	244,7820	154,7820	50,2992	38,9049	17,78347
B V (15)	8	98,4660	48,7139	148,2181	16,5400	186,7480	170,2080	59,5105	60,4376	21,04015
B V (16)	8	104,9415	53,2452	156,6378	35,4000	186,7480	151,3480	61,8361	58,9243	21,86236
B V (17)	8	95,2883	29,6281	160,9484	12,8800	244,7820	231,9020	78,5388	82,4224	27,76767
B V (18)	8	85,5152	24,0394	146,9911	16,5400	244,7820	228,2420	73,5338	85,9892	25,99814
B V (19)	8	99,3328	34,0607	164,6048	16,5400	244,7820	228,2420	78,0746	78,5991	27,60354

Tablica 16. prikazuje deskriptivni prikaz volumena drvene zalihe po hektaru za bukvu, te je vidljivo da srednja referentna vrijednost iznosi 93,20 m<sup>3</sup>/ha. Raspon volumena drvene zalihe za uzorak 1 kreće se od 12,89 m<sup>3</sup> do 244,90 m<sup>3</sup>/ha odnosno od 73,56 m<sup>3</sup>/ha do 112,66 m<sup>3</sup>/ha unutar 95 postotnog intervala pouzdanosti. Najveća srednja vrijednost volumena bukve zabilježena je na uzorku 14, koji se sastoji od ploha 3, 17, 20, 21, 26, 27, 29, 31. Vidljivo je da najmanje srednje vrijednosti volumena imaju uzroci 11 i 12.



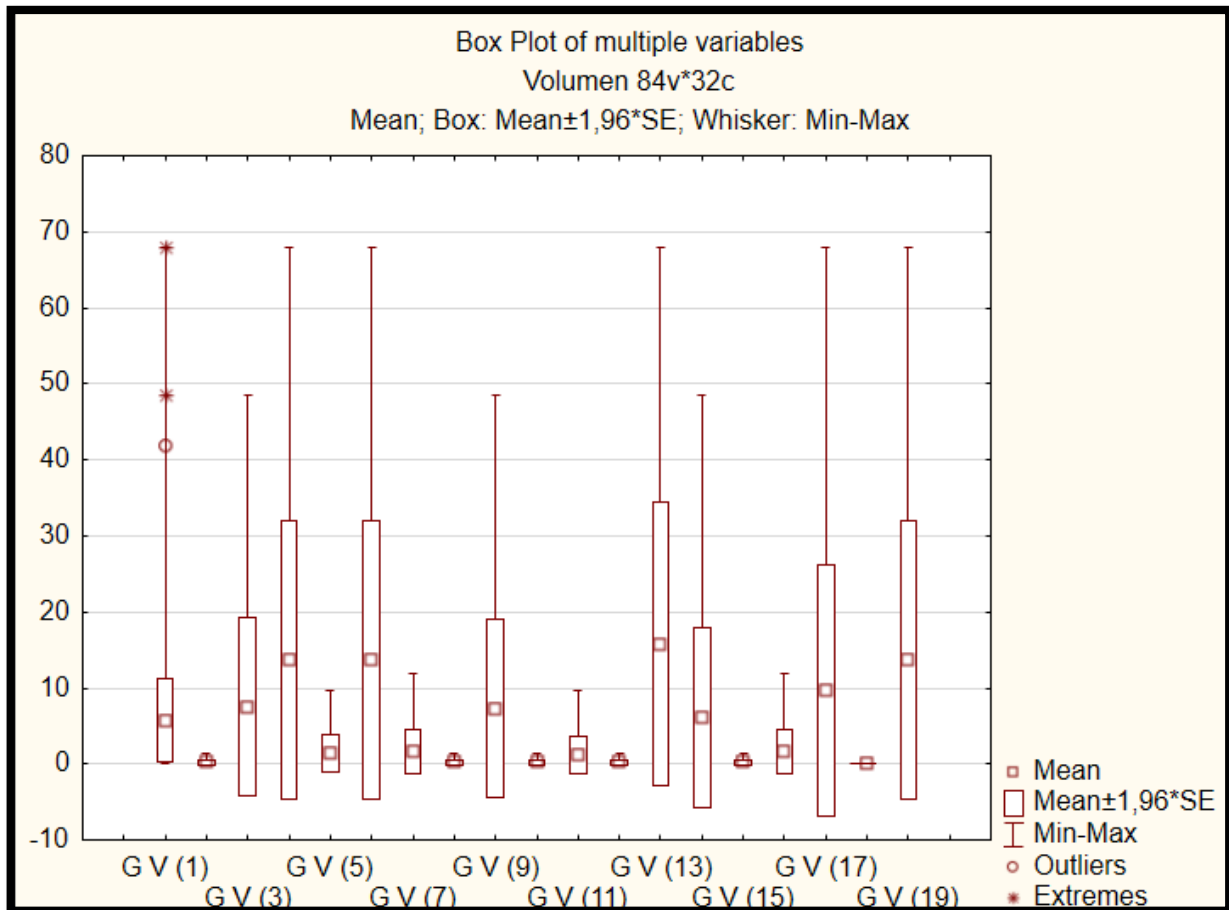
**Slika 8.** Box plot prikaz volumena bukve za sve vrste promatranih uzoraka

Na slici 9 jasno se vidi da uzorak 14 odstupa u odnosu na ostale na način da ima veću prosječnu drvenu zalihu za razliku od uzoraka 11 i 12. Uzorak 5 ima najmanji raspon volumena od svih ostalih uzoraka.

**Tablica 17.** Prikaz deskriptivne statistike volumena graba za sve vrste promatranih uzoraka

Variable	Descriptive Statistics (Volumen)									
	Valid N	Mean	Confidence -95,000%	Confidence 95,000%	Minimum	Maximum	Range	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard Error
Referenca(1)	32	5,7094	-0,0519	11,4708	0,0000	68,0025	68,0025	15,9799	279,8855	2,82487
G V (2)	8	0,1732	-0,2363	0,5826	0,0000	1,3853	1,3853	0,4898	282,8427	0,17317
G V (3)	8	7,5420	-6,7001	21,7841	0,0000	48,4206	48,4206	17,0356	225,8755	6,02299
G V (4)	8	13,7279	-8,3135	35,7692	0,0000	68,0025	68,0025	26,3646	192,0519	9,32130
G V (5)	8	1,3946	-1,4641	4,2534	0,0000	9,7718	9,7718	3,4194	245,1829	1,20895
G V (6)	8	13,7279	-8,3135	35,7692	0,0000	68,0025	68,0025	26,3646	192,0519	9,32130
G V (7)	8	1,6626	-1,8245	5,1497	0,0000	11,9156	11,9156	4,1711	250,8755	1,47471
G V (8)	8	0,1732	-0,2363	0,5826	0,0000	1,3853	1,3853	0,4898	282,8427	0,17317
G V (9)	8	7,2741	-6,9163	21,4644	0,0000	48,4206	48,4206	16,9737	233,3460	6,00111
G V (10)	8	0,1732	-0,2363	0,5826	0,0000	1,3853	1,3853	0,4898	282,8427	0,17317
G V (11)	8	1,2215	-1,6669	4,1098	0,0000	9,7718	9,7718	3,4549	282,8427	1,22148
G V (12)	8	0,1732	-0,2363	0,5826	0,0000	1,3853	1,3853	0,4898	282,8427	0,17317
G V (13)	8	15,7744	-6,7334	38,2821	0,0000	68,0025	68,0025	26,9225	170,6723	9,51853
G V (14)	8	6,0526	-8,2595	20,3646	0,0000	48,4206	48,4206	17,1193	282,8427	6,05258
G V (15)	8	0,1732	-0,2363	0,5826	0,0000	1,3853	1,3853	0,4898	282,8427	0,17317
G V (16)	8	1,6626	-1,8245	5,1497	0,0000	11,9156	11,9156	4,1711	250,8755	1,47471
G V (17)	8	9,7218	-10,1721	29,6157	0,0000	68,0025	68,0025	23,7959	244,7690	8,41313
G V (18)	8	0,0000			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000
G V (19)	8	13,7279	-8,3135	35,7692	0,0000	68,0025	68,0025	26,3646	192,0519	9,32130

Tablica 17. prikazuje deskriptivnu statistiku volumena drvene zalihe po hektaru za grab, te je vidljivo da srednja referentna vrijednost volumena iznosi 5,70 m<sup>3</sup>/ha. Raspon volumena drvene zalihe po hektaru kreće se od 0,00 do 68,00 m<sup>3</sup>/ha.



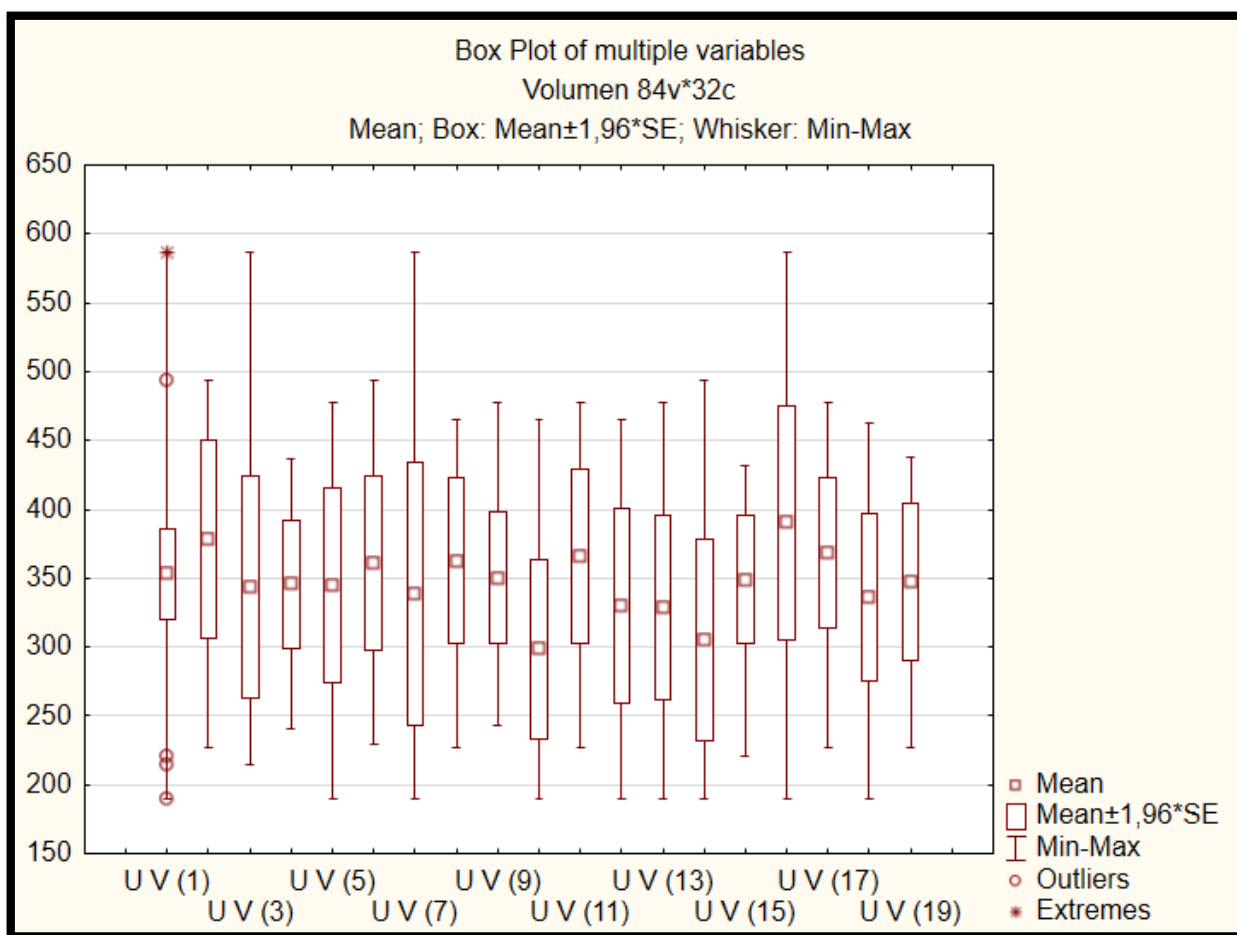
**Slika 9.** Box plot prikaz drvene zalihe graba za sve vrste promatranih uzoraka

Na slici 10. vide se velika odstupanja u drvenoj zalihi među uzorcima. S obzirom da je u ovoj sastojini grab sporedna i najmanje zastupljena vrsta drveća, ovakva varijabilnost je i očekivana.

**Tablica 18.** Prikaz deskriptivne statistike ukupnog volumena drvene zalihe po hektaru za sve vrste promatranih uzoraka

Variable	Descriptive Statistics (Volumen)									
	Valid N	Mean	Confidence -95,000%	Confidence 95,000%	Minimum	Maximum	Range	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard Error
Referenca(1)	32	353,2575	318,9626	387,5524	189,8920	586,6736	396,7816	95,1212	26,9269	16,81522
U V (2)	8	378,2217	291,4456	464,9977	226,8840	494,3060	267,4220	103,7965	27,4433	36,69761
U V (3)	8	344,1690	246,9406	441,3975	214,8880	586,6736	371,7856	116,2991	33,7913	41,11794
U V (4)	8	345,5366	290,0873	400,9859	240,4180	437,0000	196,5820	66,3253	19,1949	23,44953
U V (5)	8	345,1026	259,7591	430,4462	189,8920	477,7038	287,8118	102,0830	29,5805	36,09179
U V (6)	8	361,1484	285,2007	437,0960	229,1700	494,3060	265,1360	90,8442	25,1543	32,11827
U V (7)	8	339,0769	223,5199	454,6338	189,8920	586,6736	396,7816	138,2226	40,7644	48,86906
U V (8)	8	362,6099	290,0669	435,1529	226,8840	465,5353	238,6513	86,7717	23,9298	30,67844
U V (9)	8	350,1948	292,4500	407,9396	243,4120	477,7038	234,2918	69,0710	19,7236	24,42028
U V (10)	8	298,7849	220,2685	377,3013	189,8920	465,5353	275,6433	93,9168	31,4329	33,20461
U V (11)	8	366,2512	289,9113	442,5911	226,8840	477,7038	250,8198	91,3134	24,9319	32,28416
U V (12)	8	329,7379	244,1092	415,3666	189,8920	465,5353	275,6433	102,4241	31,0623	36,21239
U V (13)	8	329,1166	248,2958	409,9374	189,8920	477,7038	287,8118	96,6732	29,3735	34,17914
U V (14)	8	305,0578	217,0017	393,1139	189,8920	494,3060	304,4140	105,3276	34,5271	37,23895
U V (15)	8	348,9817	293,2534	404,7099	220,3080	431,3073	210,9993	66,6589	19,1010	23,56748
U V (16)	8	390,6636	288,2472	493,0800	189,8920	586,6736	396,7816	122,5046	31,3581	43,31192
U V (17)	8	368,7558	302,9618	434,5497	226,8840	477,7038	250,8198	78,6989	21,3417	27,82427
U V (18)	8	335,6948	262,3426	409,0469	189,8920	463,2380	273,3460	87,7396	26,1367	31,02065
U V (19)	8	347,1436	278,7284	415,5588	226,8840	437,9760	211,0920	81,8343	23,5736	28,93279

Tablica 18. prikazuje deskriptivnu statistiku ukupnog volumena drvene zalihe po hektaru. Iz tablice je vidljivo da srednja referentna vrijednost iznosi 353,25 m<sup>3</sup>/ha. Ako promatramo pojedinačne uzorke (2-19) vidljivo je da se srednje vrijednosti volumena drvene zalihe po hektaru nalaze u rasponu od 298,9 do 390,6 m<sup>3</sup>/ha. Ukupni raspon prosječne drvene zalihe kreće se od 318,96 m<sup>3</sup>/ha do 387,55 m<sup>3</sup>/ha unutar 95 postotnog intervala pouzdanosti.



**Slika 10.** Box plot prikaz ukupne drvene zalihe po hektaru za sve vrste promatranih uzoraka

Slika 11. jasno prikazuje da slučajni uzorak 16 ima najveću srednju vrijednost volumena, dok uzorak 10 ima najmanju srednju vrijednost volumena drvene zalihe po hektaru.

Statistička analiza podataka t- testom nezavisnih uzoraka

**Tablica 19.** Usporedba drvene zalihe po hektaru hrasta kitnjaka primjenom t-testa za sistematske uzorke (2-5)

Group 1 vs. Group 2	T-test for Independent Samples (Volumen.sta) Note: Variables were treated as independent samples										
	Mean Group 1	Mean Group 2	t-value	df	p	Valid N Group 1	Valid N Group 2	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2	F-ratio Variances	p Variances
K V (2) vs. K V (2)	293,6755	293,6755	0,00000	14	1,000000	8	8	97,7352	97,7352	1,000000	1,000000
K V (2) vs. K V (3)	293,6755	243,3008	0,79551	14	0,439595	8	8	97,7352	150,0894	2,358294	0,280261
K V (2) vs. K V (4)	293,6755	221,9928	1,32517	14	0,206336	8	8	97,7352	117,7135	1,450608	0,635805
K V (2) vs. K V (5)	293,6755	258,3895	0,63654	14	0,534695	8	8	97,7352	122,6028	1,573615	0,564326
K V (3) vs. K V (2)	243,3008	293,6755	-0,79551	14	0,439595	8	8	150,0894	97,7352	2,358294	0,280261
K V (3) vs. K V (3)	243,3008	243,3008	0,00000	14	1,000000	8	8	150,0894	150,0894	1,000000	1,000000
K V (3) vs. K V (4)	243,3008	221,9928	0,31596	14	0,756692	8	8	150,0894	117,7135	1,625727	0,536918
K V (3) vs. K V (5)	243,3008	258,3895	-0,22021	14	0,828883	8	8	150,0894	122,6028	1,498647	0,606698
K V (4) vs. K V (2)	221,9928	293,6755	-1,32517	14	0,206336	8	8	117,7135	97,7352	1,450608	0,635805
K V (4) vs. K V (3)	221,9928	243,3008	-0,31596	14	0,756692	8	8	117,7135	150,0894	1,625727	0,536918
K V (4) vs. K V (4)	221,9928	221,9928	0,00000	14	1,000000	8	8	117,7135	117,7135	1,000000	1,000000
K V (4) vs. K V (5)	221,9928	258,3895	-0,60569	14	0,554414	8	8	117,7135	122,6028	1,084796	0,917254
K V (5) vs. K V (2)	258,3895	293,6755	-0,63654	14	0,534695	8	8	122,6028	97,7352	1,573615	0,564326
K V (5) vs. K V (3)	258,3895	243,3008	0,22021	14	0,828883	8	8	122,6028	150,0894	1,498647	0,606698
K V (5) vs. K V (4)	258,3895	221,9928	0,60569	14	0,554414	8	8	122,6028	117,7135	1,084796	0,917254
K V (5) vs. K V (5)	258,3895	258,3895	0,00000	14	1,000000	8	8	122,6028	122,6028	1,000000	1,000000

Tablica 19. prikazuje usporedbu drvene zalihe po hektaru za hrast kitnjak za mrežu sistematskog uzorka 100\*100 metara, odnosno uzorke 2, 3, 4, 5. Statističkom analizom podataka t- testom nezavisnih uzoraka vidljivo je da nema statistički značajne razlike između uzoraka.

**Tablica 20.** Usporedba drvene zalihe po hektaru hrasta kitnjaka primjenom t-testa za sistematske uzorke (6-9)

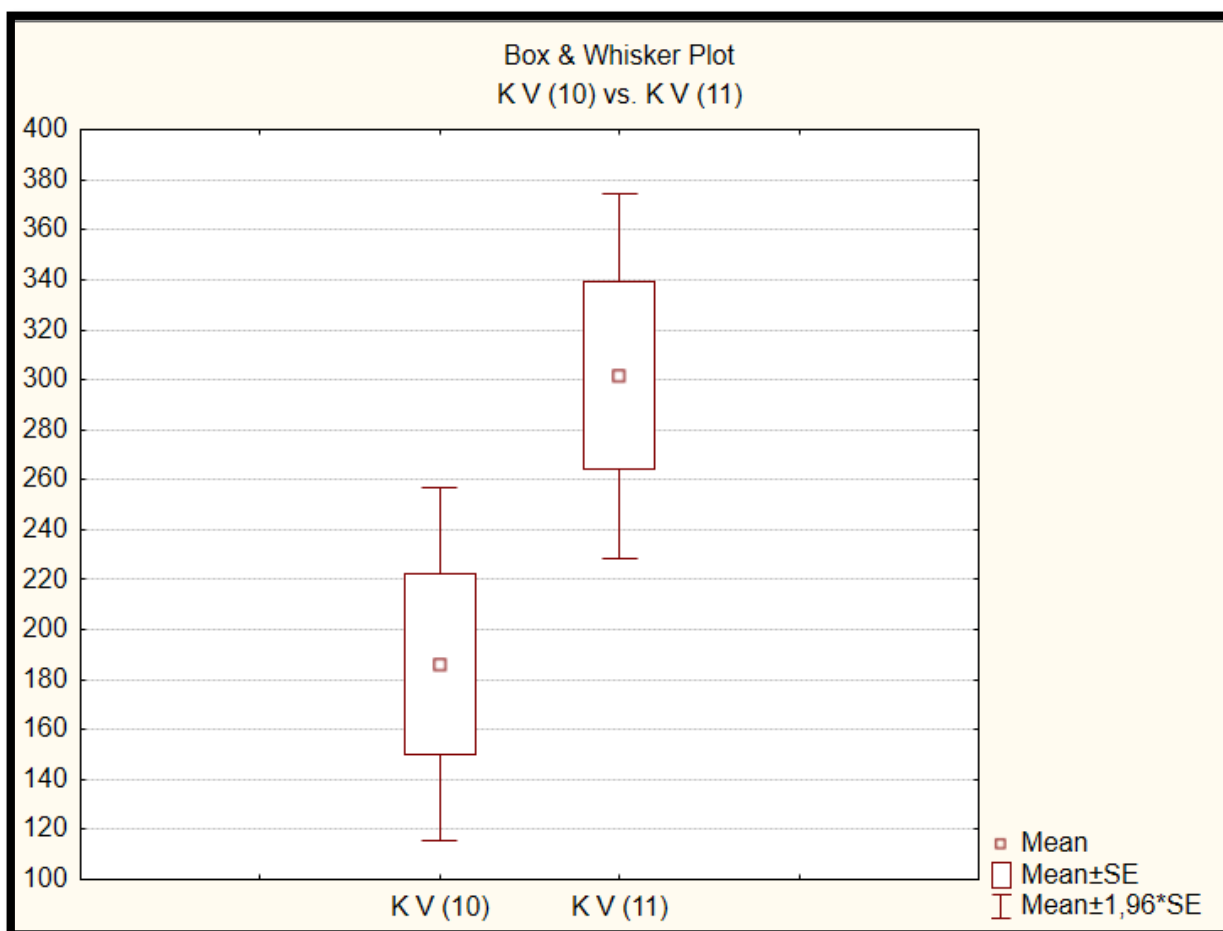
T-test for Independent Samples (Volumen.sta)											
Note: Variables were treated as independent samples											
Group 1 vs. Group 2	Mean Group 1	Mean Group 2	t-value	df	p	Valid N Group 1	Valid N Group 2	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2	F-ratio Variances	p Variances
<b>K V (6) vs. K V (6)</b>	238,3855	238,3855	0,000000	14	1,000000	8	8	124,0173	124,0173	1,000000	1,000000
K V (6) vs. K V (7)	238,3855	257,5263	-0,266158	14	0,793997	8	8	124,0173	161,2263	1,690081	0,50522
K V (6) vs. K V (8)	238,3855	277,2828	-0,689226	14	0,501945	8	8	124,0173	100,4989	1,522796	0,59265
K V (6) vs. K V (9)	238,3855	244,1640	-0,099517	14	0,922139	8	8	124,0173	107,6681	1,326754	0,71857
K V (7) vs. K V (6)	257,5263	238,3855	0,266158	14	0,793997	8	8	161,2263	124,0173	1,690081	0,50522
K V (7) vs. K V (7)	257,5263	257,5263	0,000000	14	1,000000	8	8	161,2263	161,2263	1,000000	1,000000
K V (7) vs. K V (8)	257,5263	277,2828	-0,294129	14	0,772975	8	8	161,2263	100,4989	2,573649	0,23553
K V (7) vs. K V (9)	257,5263	244,1640	0,194944	14	0,848238	8	8	161,2263	107,6681	2,242322	0,30873
K V (8) vs. K V (6)	277,2828	238,3855	0,689226	14	0,501945	8	8	100,4989	124,0173	1,522796	0,59265
K V (8) vs. K V (7)	277,2828	257,5263	0,294129	14	0,772975	8	8	100,4989	161,2263	2,573649	0,23553
K V (8) vs. K V (8)	277,2828	277,2828	0,000000	14	1,000000	8	8	100,4989	100,4989	1,000000	1,000000
K V (8) vs. K V (9)	277,2828	244,1640	0,636011	14	0,535029	8	8	100,4989	107,6681	1,147761	0,86039
K V (9) vs. K V (6)	244,1640	238,3855	0,099517	14	0,922139	8	8	107,6681	124,0173	1,326754	0,71857
K V (9) vs. K V (7)	244,1640	257,5263	-0,194944	14	0,848238	8	8	107,6681	161,2263	2,242322	0,30873
K V (9) vs. K V (8)	244,1640	277,2828	-0,636011	14	0,535029	8	8	107,6681	100,4989	1,147761	0,86039
K V (9) vs. K V (9)	244,1640	244,1640	0,000000	14	1,000000	8	8	107,6681	107,6681	1,000000	1,000000

Tablica 20. prikazuje usporedbu drvene zalihe po hektaru za hrast kitnjak za sve uzorke u mreži sistematskog uzorka 50\*200 metara, odnosno uzorke 6, 7, 8, 9. Statističkom analizom t-testom nezavisnih varijabli vidljivo je da nema statistički značajne razlike u drvanoj zalihi po hektaru između uspoređivanih uzoraka.

**Tablica 21.** Usporedba drvene zalihe po hektaru između slučajnih uzoraka (10 i 11) hrasta kitnjaka primjenom t-testa

T-test for Independent Samples (Volumen.sta)											
Note: Variables were treated as independent samples											
Group 1 vs. Group 2	Mean Group 1	Mean Group 2	t-value	df	p	Valid N Group 1	Valid N Group 2	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2	F-ratio Variances	p Variances
<b>K V (10) vs. K V (11)</b>	186,0013	301,6103	-2,22742	14	0,042837	8	8	102,1175	105,4657	1,066649	0,934358

U tablici 21. prikazana je statistička usporedba drvene zalihe hrasta kitnjaka po hektaru za slučajni uzorak 10 i 11, te je t- testom dobivena statistički značajna razlika. Osim uzoraka 10 i 11 statistički značajna razlika pokazala se i između uzoraka 11 i 14, ali ovdje nije prikazana jer se jedna ploha na uzorcima preklapa pa ne predstavlja potpuno nezavisan uzorak.



**Slika 12.** Box plot prikaz razlike slučajnih uzorka 10 i 11 za volumen po hektaru hrasta kitnjaka.

Na slici 12 prikazan je primjer dva slučajna uzorka gdje je vidljiva značajna razlika u prosječnoj drvnjoj zalihi hrasta kitnjaka. Vidljivo je da uzorak 11 ima puno više drvene zalihe po hektaru u odnosu na uzorak 10.

**Tablica 22.** usporedba drvene zalihe bukve po hektaru za sistematske uzorke (2-5) primjenom t-testa

Group 1 vs. Group 2	T-test for Independent Samples (Volumen.sta) Note: Variables were treated as independent samples										
	Mean Group 1	Mean Group 2	t-value	df	p	Valid N Group 1	Valid N Group 2	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2	F-ratio Variances	p Variances
B V (2) vs. B V (2)	84,3730	84,3730	0,000000	14	1,000000	8	8	43,98991	43,98991	1,000000	1,000000
B V (2) vs. B V (3)	84,3730	93,3263	-0,301127	14	0,767744	8	8	43,98991	71,67333	2,654661	0,221042
B V (2) vs. B V (4)	84,3730	109,8160	-0,878278	14	0,394617	8	8	43,98991	69,12741	2,469417	0,255976
B V (2) vs. B V (5)	84,3730	85,3185	-0,053475	14	0,958109	8	8	43,98991	23,78757	3,419842	0,127060
B V (3) vs. B V (2)	93,3263	84,3730	0,301127	14	0,767744	8	8	71,67333	43,98991	2,654661	0,221042
B V (3) vs. B V (3)	93,3263	93,3263	0,000000	14	1,000000	8	8	71,67333	71,67333	1,000000	1,000000
B V (3) vs. B V (4)	93,3263	109,8160	-0,468380	14	0,646722	8	8	71,67333	69,12741	1,075015	0,926432
B V (3) vs. B V (5)	93,3263	85,3185	0,299921	14	0,768644	8	8	71,67333	23,78757	9,078519	0,009383
B V (4) vs. B V (2)	109,8160	84,3730	0,878278	14	0,394617	8	8	69,12741	43,98991	2,469417	0,255976
B V (4) vs. B V (3)	109,8160	93,3263	0,468380	14	0,646722	8	8	69,12741	71,67333	1,075015	0,926432
B V (4) vs. B V (4)	109,8160	109,8160	0,000000	14	1,000000	8	8	69,12741	69,12741	1,000000	1,000000
B V (4) vs. B V (5)	109,8160	85,3185	0,947797	14	0,359307	8	8	69,12741	23,78757	8,445013	0,011614
B V (5) vs. B V (2)	85,3185	84,3730	0,053475	14	0,958109	8	8	23,78757	43,98991	3,419842	0,127060
B V (5) vs. B V (3)	85,3185	93,3263	-0,299921	14	0,768644	8	8	23,78757	71,67333	9,078519	0,009383
B V (5) vs. B V (4)	85,3185	109,8160	-0,947797	14	0,359307	8	8	23,78757	69,12741	8,445013	0,011614
B V (5) vs. B V (5)	85,3185	85,3185	0,000000	14	1,000000	8	8	23,78757	23,78757	1,000000	1,000000



Tablica 22. prikazuje usporedbu drvene zalihe po hektaru za bukvu za mrežu sistematskog uzorka 100\*100 metara, odnosno uzorke 2, 3, 4, 5. Statističkom analizom podataka t- testom nezavisnih uzoraka vidljivo je da nema statistički značajne razlike između uzoraka

**Tablica 23.** Usporedba drvene zalihe bukve po hektaru primjenom t-testa za sistematske uzorke (6-9)

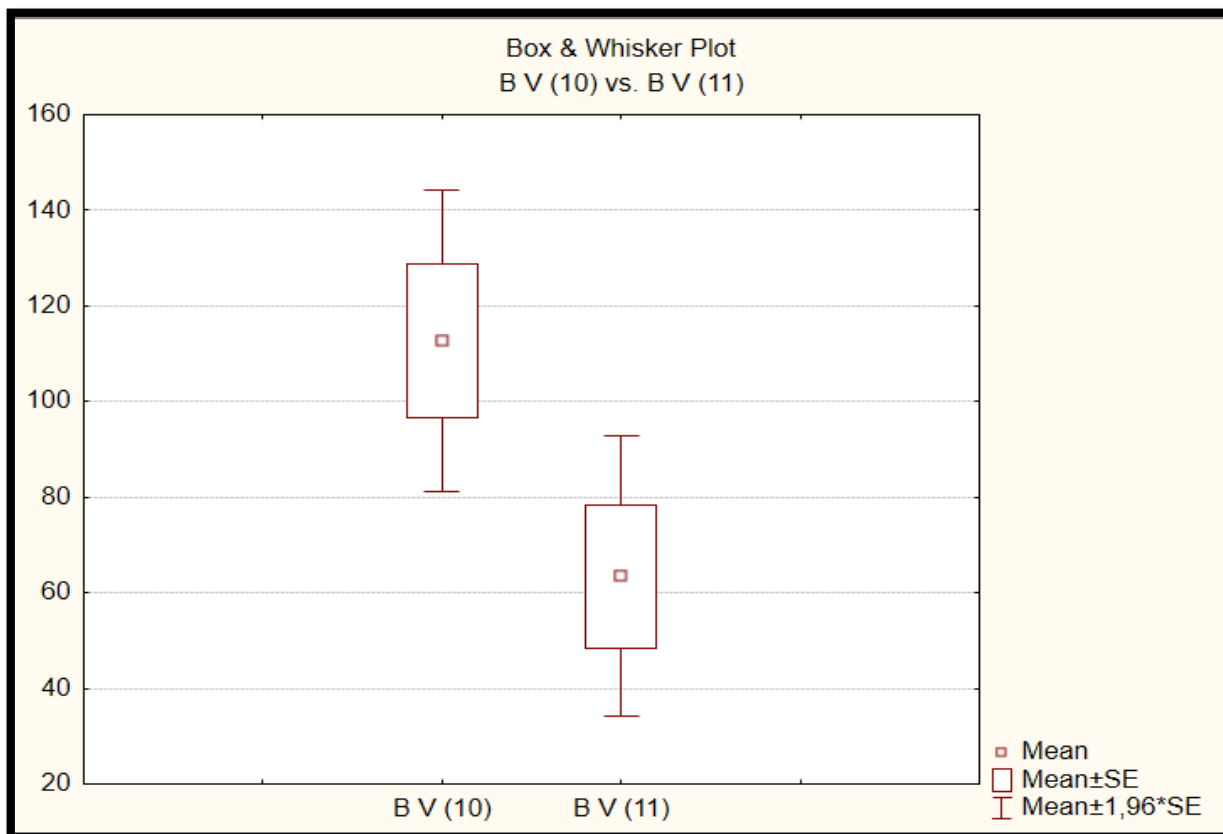
Group 1 vs. Group 2	t-test for Independent Samples (Volumen.sta)										
	Note: Variables were treated as independent samples										
	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N	Valid N	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
	Group 1	Group 2				Group 1	Group 2	Group 1	Group 2	Variances	Variances
<b>B V (6) vs. B V (6)</b>	109,0350	109,0350	0,00000	14	1,000000	8	8	58,10683	58,10683	1,000000	1,000000
B V (6) vs. B V (7)	109,0350	79,8880	1,23340	14	0,237733	8	8	58,10683	33,03226	3,094410	0,159249
B V (6) vs. B V (8)	109,0350	85,1540	0,82167	14	0,425038	8	8	58,10683	58,14922	1,001460	0,998514
B V (6) vs. B V (9)	109,0350	98,7568	0,32872	14	0,747235	8	8	58,10683	66,67070	1,316484	0,725968
B V (7) vs. B V (6)	79,8880	109,0350	-1,23340	14	0,237733	8	8	33,03226	58,10683	3,094410	0,159249
B V (7) vs. B V (7)	79,8880	79,8880	0,00000	14	1,000000	8	8	33,03226	33,03226	1,000000	1,000000
B V (7) vs. B V (8)	79,8880	85,1540	-0,22272	14	0,826973	8	8	33,03226	58,14922	3,098927	0,158736
B V (7) vs. B V (9)	79,8880	98,7568	-0,71728	14	0,485001	8	8	33,03226	66,67070	4,073742	0,083795
B V (8) vs. B V (6)	85,1540	109,0350	-0,82167	14	0,425038	8	8	58,14922	58,10683	1,001460	0,998514
B V (8) vs. B V (7)	85,1540	79,8880	0,22272	14	0,826973	8	8	58,14922	33,03226	3,098927	0,158736
B V (8) vs. B V (8)	85,1540	85,1540	0,00000	14	1,000000	8	8	58,14922	58,14922	1,000000	1,000000
B V (8) vs. B V (9)	85,1540	98,7568	-0,43490	14	0,670261	8	8	58,14922	66,67070	1,314565	0,727359
B V (9) vs. B V (6)	98,7568	109,0350	-0,32872	14	0,747235	8	8	66,67070	58,10683	1,316484	0,725968
B V (9) vs. B V (7)	98,7568	79,8880	0,71728	14	0,485001	8	8	66,67070	33,03226	4,073742	0,083795
B V (9) vs. B V (8)	98,7568	85,1540	0,43490	14	0,670261	8	8	66,67070	58,14922	1,314565	0,727359
B V (9) vs. B V (9)	98,7568	98,7568	0,00000	14	1,000000	8	8	66,67070	66,67070	1,000000	1,000000

Tablica 23. prikazuje usporedbu drvene zalihe po hektaru za bukvu za sve uzorke u mreži sistematskog uzorka 50\*200 metara, odnosno uzorke 6, 7, 8, 9. Statističkom analizom t- testom nezavisnih varijabli vidljivo je da nema statistički značajne razlike u drvnj zalihi po hektaru između uspoređivanih uzoraka.

**Tablica 24.** Usporedba drvene zalihe po hektaru primjenom t-testa za bukvu na uzorcima 10 i 11.

Group 1 vs. Group 2	t-test for Independent Samples (Volumen.sta)										
	Note: Variables were treated as independent samples										
	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N	Valid N	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
	Group 1	Group 2				Group 1	Group 2	Group 1	Group 2	Variances	Variances
<b>B V (10) vs. B V (11)</b>	112,6105	63,41950	2,238717	14	0,041936	8	8	45,52776	42,30455	1,158186	0,851350

U tablici 24. prikazana je statistička usporedba drvene zalihe bukve po hektaru za slučajni uzorak 10 i 11, te je t- testom dobivena statistički značajna razlika. Osim uzoraka 10 i 11 statistički značajna razlika pokazala se i između uzoraka 10 i 12, 11 i 14, 12 i 14, ali ovdje nije prikazana jer se pojedine plohe na uzorcima preklapaju pa ne predstavljaju potpuno nezavisni uzorak.



**Slika 13.** Box plot prikaz razlike slučajnih uzorka 10 i 11 za volumen po hektaru za bukvu

Na slici 13 prikazan je primjer dva slučajna uzorka gdje je vidljiva značajna razlika u prosječnoj drvnjoj zalihi bukve. Vidljivo je kako uzorak 10 u prosjeku ima značajno više drvene zalihe bukve u odnosu na uzorak 11.

**Tablica 25.** Usporedba ukupne drvne zalihe po hektaru primjenom t-testa za sistematske uzorke (2-5)

		T-test for Independent Samples (Volumen.sta)									
		Note: Variables were treated as independent samples									
Group 1 vs. Group 2	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N	Valid N	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
	Group 1	Group 2									
<b>U V (2) vs. U V (2)</b>	378,2217	378,2217	0,000000	14	1,000000	8	8	103,7965	103,7965	1,000000	1,000000
U V (2) vs. U V (3)	378,2217	344,1690	0,617874	14	0,546579	8	8	103,7965	116,2991	1,255414	0,771750
U V (2) vs. U V (4)	378,2217	345,5366	0,750519	14	0,465370	8	8	103,7965	66,3253	2,449105	0,260213
U V (2) vs. U V (5)	378,2217	345,1026	0,643442	14	0,530337	8	8	103,7965	102,0830	1,033853	0,966100
U V (3) vs. U V (2)	344,1690	378,2217	-0,617874	14	0,546579	8	8	116,2991	103,7965	1,255414	0,771750
U V (3) vs. U V (3)	344,1690	344,1690	0,000000	14	1,000000	8	8	116,2991	116,2991	1,000000	1,000000
U V (3) vs. U V (4)	344,1690	345,5366	-0,028892	14	0,977359	8	8	116,2991	66,3253	3,074641	0,161520
U V (3) vs. U V (5)	344,1690	345,1026	-0,017064	14	0,986626	8	8	116,2991	102,0830	1,297914	0,739560
U V (4) vs. U V (2)	345,5366	378,2217	-0,750519	14	0,465370	8	8	66,3253	103,7965	2,449105	0,260213
U V (4) vs. U V (3)	345,5366	344,1690	0,028892	14	0,977359	8	8	66,3253	116,2991	3,074641	0,161520
U V (4) vs. U V (4)	345,5366	345,5366	0,000000	14	1,000000	8	8	66,3253	66,3253	1,000000	1,000000
U V (4) vs. U V (5)	345,5366	345,1026	0,010083	14	0,992098	8	8	66,3253	102,0830	2,368911	0,277821
U V (5) vs. U V (2)	345,1026	378,2217	-0,643442	14	0,530337	8	8	102,0830	103,7965	1,033853	0,966100
U V (5) vs. U V (3)	345,1026	344,1690	0,017064	14	0,986626	8	8	102,0830	116,2991	1,297914	0,739560
U V (5) vs. U V (4)	345,1026	345,5366	-0,010083	14	0,992098	8	8	102,0830	66,3253	2,368911	0,277821
U V (5) vs. U V (5)	345,1026	345,1026	0,000000	14	1,000000	8	8	102,0830	102,0830	1,000000	1,000000

Tablica 25., prikazuje usporedbu ukupne drvne zalihe po hektaru za mrežu sistematskog uzorka 100\*100 metara, odnosno uzorke 2, 3, 4, 5. Statističkom analizom podataka t- testom nezavisnih uzoraka vidljivo je da nema statistički značajne razlike između uzoraka.

**Tablica 26.** Usporedba ukupne drvne zalihe po hektaru primjenom t-testa za slučajne uzorke (6-9)

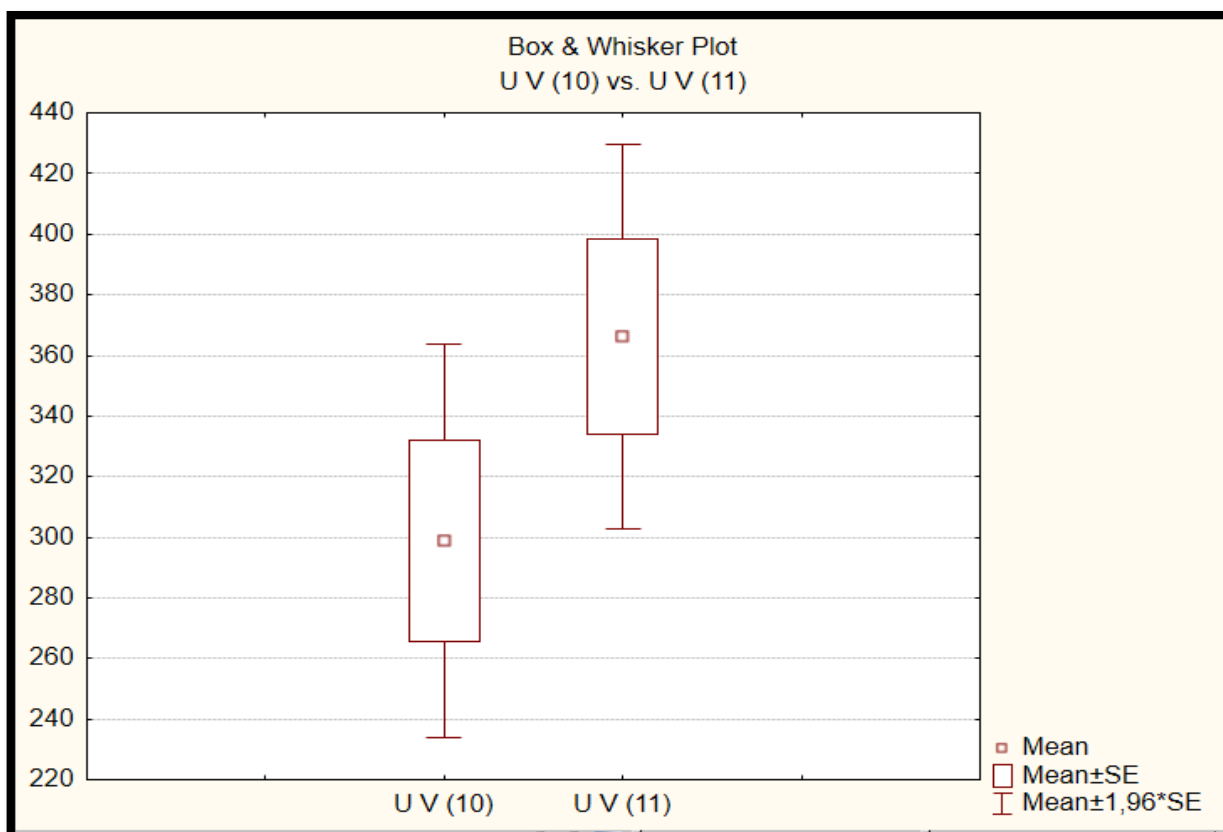
		T-test for Independent Samples (Volumen.sta)									
		Note: Variables were treated as independent samples									
Group 1 vs. Group 2	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N	Valid N	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
	Group 1	Group 2									
<b>U V (6) vs. U V (6)</b>	361,1484	361,1484	0,000000	14	1,000000	8	8	90,8442	90,8442	1,000000	1,000000
U V (6) vs. U V (7)	361,1484	339,0769	0,377427	14	0,711516	8	8	90,8442	138,2226	2,315068	0,290478
U V (6) vs. U V (8)	361,1484	362,6099	-0,032906	14	0,974214	8	8	90,8442	86,7717	1,096068	0,906794
U V (6) vs. U V (9)	361,1484	350,1948	0,271479	14	0,789984	8	8	90,8442	69,0710	1,729828	0,486760
U V (7) vs. U V (6)	339,0769	361,1484	-0,377427	14	0,711516	8	8	138,2226	90,8442	2,315068	0,290478
U V (7) vs. U V (7)	339,0769	339,0769	0,000000	14	1,000000	8	8	138,2226	138,2226	1,000000	1,000000
U V (7) vs. U V (8)	339,0769	362,6099	-0,407848	14	0,689554	8	8	138,2226	86,7717	2,537472	0,242391
U V (7) vs. U V (9)	339,0769	350,1948	-0,203510	14	0,841665	8	8	138,2226	69,0710	4,004669	0,087374
U V (8) vs. U V (6)	362,6099	361,1484	0,032906	14	0,974214	8	8	86,7717	90,8442	1,096068	0,906794
U V (8) vs. U V (7)	362,6099	339,0769	0,407848	14	0,689554	8	8	86,7717	138,2226	2,537472	0,242391
U V (8) vs. U V (8)	362,6099	362,6099	0,000000	14	1,000000	8	8	86,7717	86,7717	1,000000	1,000000
U V (8) vs. U V (9)	362,6099	350,1948	0,316622	14	0,756203	8	8	86,7717	69,0710	1,578212	0,561842
U V (9) vs. U V (6)	350,1948	361,1484	-0,271479	14	0,789984	8	8	69,0710	90,8442	1,729828	0,486760
U V (9) vs. U V (7)	350,1948	339,0769	0,203510	14	0,841665	8	8	69,0710	138,2226	4,004669	0,087374
U V (9) vs. U V (8)	350,1948	362,6099	-0,316622	14	0,756203	8	8	69,0710	86,7717	1,578212	0,561842
U V (9) vs. U V (9)	350,1948	350,1948	0,000000	14	1,000000	8	8	69,0710	69,0710	1,000000	1,000000

Tablica 26., prikazuje usporedbu ukupne drvne zalihe po hektaru za sve uzorke u mreži sistematskog uzorka 50\*200 metara, odnosno uzorke 6, 7, 8, 9. Statističkom analizom t- testom nezavisnih varijabli vidljivo je da nema statistički značajne razlike u drvnj zalihi po hektaru između uspoređivanih uzoraka.

**Tablica 27.** Usporedba drvene drvene zalihe po hektaru primjenom t-testa za uzorke 10 i 11.

		T-test for Independent Samples (Volumen.sta)									
		Note: Variables were treated as independent samples									
Group 1 vs. Group 2	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N	Valid N	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
	Group 1	Group 2				Group 1	Group 2	Group 1	Group 2	Variances	Variances
U V (10) vs. U V (11)	298,7849	366,2512	-1,45677	14	0,167240	8	8	93,91681	91,31338	1,057835	0,942783

Tablica 27. prikazuje usporedbu ukupnog volumena drvene zalihe po hektaru za uzorke 10 i 11. Statističkom analizom t- testom nezavisnih varijabli vidljivo je da nema statistički značajne razlike u ukupnoj drvnoj zalihi po hektaru između uspoređivanih uzoraka.



**Slika 14.** Box plot prikaz razlike ukupnog volumena po hektaru za uzorke 10 i 11

Na slici 14., vidljiva je zamjetna razlika u ukupnoj drvnoj zalihi po hektaru između uzoraka 10 i 11.

## 5. RASPRAVA

Prilikom izmjere na terenu utvrđeno je da pozicija referentne mreže na karti ne odgovara u potpunosti stanju na terenu jer je u stvarnosti odjel nešto uži. Također, prilikom izmjere na plohama zamijećeno je da je na pojedinim dijelovima odjela distribucija stabala bila značajno različita ne samo po vrstama već i po dimenzijama.

Ako promatramo pojedinačne uzorke (2-19), tablica 10., vidljivo je da se srednje vrijednosti volumena nalaze u rasponu od 298,9 do 390,6 m<sup>3</sup>/ha. Podaci drvene zalihe po plohama pokazuju da se pojedine plohe razlikuju u drvnoj zalihi po vrstama i ukupno (tablica 2). Deskriptivnom analizom pokazano je da se i pojedini uzorci također razlikuju (tablica 15, 16, 17), no statističkom usporedbom t-testom nije utvrđena značajna razlika između sistematskih uzoraka te između slučajnih uzoraka u ukupnoj drvnoj zalihi. Statistički značajna razlika u drvnoj zalihi po hektaru pojavljuje se jedino između slučajnih uzoraka 10 i 11, te uzoraka 11 i 14 za kitnjak te uzoraka 10 i 11, 10 i 12 te 11 i 14 za bukvu. S obzirom da samo uzorci 10 i 11 predstavljaju stvarne nezavisne uzorke komentar će se bazirati na njihovu usporedbu. Glavna razlika između uzoraka 10 i 11 jest to što je u uzorku 11 jedna od linija na kojima su mjerene plohe u potpunosti izostala što je vidljivo u tablicama 5 i 6. Pozitivna razlika u prosječnoj drvnoj zalihi iznosi 115,61 m<sup>3</sup> za hrast kitnjak na uzorku 11 te 49,19 m<sup>3</sup> za bukvu na uzorku 10 što bi u stvarnosti moglo biti značajno. Bitno je napomenuti zašto je do te značajne razlike u volumenu došlo. Naime linija s plohama 21-28 koja je izostala na uzorku 11 je zastupljena s relativno malom drvnom zalihom hrasta kitnjaka dok je zaliha kitnjaka na liniji s plohama 13-20 relativno velika. Razlog tome jest da kitnjak više pridolazi na hrptovima unutar odjela. S druge strane drvena zaliha bukve na liniji s plohama 21-28, a posebno na točkama koje su zastupljene u uzorku je značajna.

Iako je statistička analiza pokazala da se drvena zaliha među uzorcima nije statistički značajno različita deskriptivna analiza sugerira da ta razlika u apsolutnim iznosima predstavlja zamjetnu razliku. U tablici 19., vidljiva je razlika od 71,68 m<sup>3</sup>/ha drvene mase hrasta kitnjaka između sistematskih uzoraka 2 i 4. Također, u tablici 27., vidljivo je da se ukupna drvena zaliha bukve na slučajnim uzorcima (10 i 11) ne razlikuje, međutim razlika između dva uzorka iznosi 67,47 m<sup>3</sup> što nije neznačajna. Prikazani rezultati govore da nema statistički značajne razlike, ali ta razlika nama nije neznačajna. Stoga treba razlučiti statističku značajnost od one značajne u praksi.

## 6. ZAKLJUČAK

Analizom podataka izmjere u ovom radu utvrđeno je da su najtočniji podaci drvene zalihe po hektaru dobiveni na temelju sistematskog uzorka ploha bilo da se rezultati promatraju na razini pojedine vrste ili ukupno. Nasuprot tome, nasumični uzorak ukazuje na moguće značajne razlike u procjeni drvene zalihe na razini pojedine vrste. Stoga je na temelju dobivenih rezultata preporuka da se prilikom izmjere strukture u sastojinama razvedene konfiguracije terena izmjera provodi na sistematskim uzorcima. Iako je referentni uzorak od 32 plohe pokazao najveću preciznost intervalne procjene volumena po hektaru što je i očekivano postavlja se pitanje troška same izmjere.

## 7. LITERATURA

Bazijanec, I., 2018: Utjecaj mjeritelja, položaja pri izmjeri te vrste drveća na izmjeru visina stabala

Lukić, N., Božić, M., Čavlović, J., Teslak, K., Novosel, D., 2005: Istraživanje primjenjivosti ultrazvučnog visinomjera/daljinomjera „Vertex III“ u odnosu na najčešće korištene visinomjere u šumarstvu Hrvatske. Šumarski list broj 9-10, str. 481-488

Pranjić, A., Lukić, N., 1997: Izmjera šuma. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb

Vučković, I., 2018: Terenska procjena i izmjera pri operativnom uređivanju šuma – analiza utroška vremena na primjeru šume hrasta lužnjaka

Vukelić, A., 2020: Utjecaj pogrešaka pri izmjeri prsnog promjera stabala na volumen stabala i uzorka