

Ovisnost procjene strukturnih elemenata o veličini primjernih ploha u brdskoj sastojini razvedene konfiguracije terena

Jaković, Arijana

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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:108:145506>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-07**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK

PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ ŠUMARSTVO

ARIJANA JAKOVIĆ


OVISNOST PROCJENE STRUKTURNIH ELEMENATA O VELIČINI
PRIMJERNIH PLOHA U BRDSKOJ SASTOJINI RAZVEDENE
KONFIGURACIJE TERENA

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, RUJAN 2024.

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

Zavod:	Zavod za izmjeru, daljinska istraživanja i uređivanje šuma
Predmet:	Dendrometrije
Mentor:	izv. prof. dr. sc. Mislav Vedriš
Student:	Arijana Jaković
JMBAG:	0068238365
Akad. godina:	2023./2024.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 13.09.2024.
Sadržaj rada:	Stranica: 33
	Slika: 14
	Tablica: 10
	Navodi literature: 7
Sažetak:	Izmjera stabala na primjernim plohama osnovni je izvor podataka o strukturi šumskih sastojina iskazanoj pomoću broja stabala (N), temeljnice (G) i volumena (V). Na temelju podataka izmjere na uzorku primjernih ploha u brdskoj kitnjakovo - bukovoj sastojini razvedenog reljefa izračunate su prosječne vrijednosti strukturnih elemenata, njihova varijabilnost i preciznost procjene. Računski su iz podataka stabala na plohama radijusa 20 m obračunati pokazatelji za više različitih veličina ploha. Dobiveni rezultati su uspoređeni i analizirani te je dokazano kako promjena veličine primjerenih ploha utječe na procjenu strukturnih elemenata za razinu jedne sastojine u uvjetima razvedenog reljefa.
Ključne riječi:	izmjera šuma, primjerne plohe, brdska kitnjakovo-bukova sastojina

	IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI	OB FŠDT 05 07
		Revizija: 2
		Datum: 29.04.2021.

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

U Zagrebu, 13.09.2024. godine

vlastoručni potpis

Arijana Jaković

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. CILJ ISTRAŽIVANJA	1
2. MATERIJAL I METODE.....	2
2.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	2
2.2. TERENSKA IZMJERA	3
2.3. OBRAČUN PODATAKA.....	4
2.3.1. OBRAČUN OSNOVNIH STRUKTURNIH ELEMENATA	5
2.3.2. STATISTIČKA OBRADA.....	6
2.3.3. DISTRIBUCIJA BROJA STABALA	7
3. REZULTATI.....	8
3.1. REZULTATI OBRAČUNA STRUKTURNIH ELEMENATA.....	8
3.2. VARIJABILNOST I PRECIZNOST STRUKTURNIH ELEMENATA.....	18
3.2.1. BROJ STABALA (N/ha).....	23
3.2.2. TEMELJNICA (G/ha)	25
3.2.3. VOLUMEN (DRVNA ZALIHA) V/ha	27
3.3. DISTRIBUCIJE BROJA STABALA.....	29
4. RASPRAVA.....	30
5. ZAKLJUČAK.....	32
6. LITERATURA	33

1. UVOD

U Republici Hrvatskoj se osnovnim dokumentom za gospodarenje i korištenje šuma i šumskog zemljišta uzima Šumskogospodarski plan (Zakon o šumama, NN 68/18). Na temelju njega vrši se planiranje zahvata u šumi i šumskom zemljištu za prvo gospodarsko polurazdoblje, planiranje potrajnosti prihoda etata za sljedećih deset godina te idućih dvadeset.

Jednom od glavnih pretpostavki za provedbu uspješnog planiranja potrajnog gospodarenja šumama smatra se izmjera šuma (Pranjić i Lukić 1997). Šumom podrazumijevamo zemljište površine 0,1 hektara i više na kojem rastu šumsko drveće, grmlje te prizemno rašće (Zakon o šumama, NN 68/18). Zbog kompleksnosti te radi lakšeg upravljanja i gospodarenja šumom, šuma se dijeli na manje dijelove sastojine u kojima se vrši izmjera. Kako je nemoguće na cijeloj površini obuhvatiti sva stabla, podatke o stanju sastojine prikupljamo na postavljenim uzrocima primjernih ploha.

Primjerne plohe koje čine uzorak moraju biti dobro uklopljene u prostor i imati odgovarajući oblik i veličinu kako bi što vjerodostojnije prikazivale sastojinu. Najčešće korištene plohe u izmjeri su kružnog oblika jer ih se jednostavno postavlja i imaju najmanje rubnih stabala, odnosno najmanje pogreške pri izmjeri. Na temelju podataka prikupljenih na plohama dobiva se uvid u strukturu sastojine. Glavni elementi strukture sastojine su broj stabala, temeljnica i volumen (drvena zaliha).

Ovaj će se rad baviti problematikom ovisnosti procjene strukturnih elemenata o veličini primjernih ploha brdsko kitnjakovo-bukove sastojine u razvedenom reljefu.

1.1. CILJ ISTRAŽIVANJA

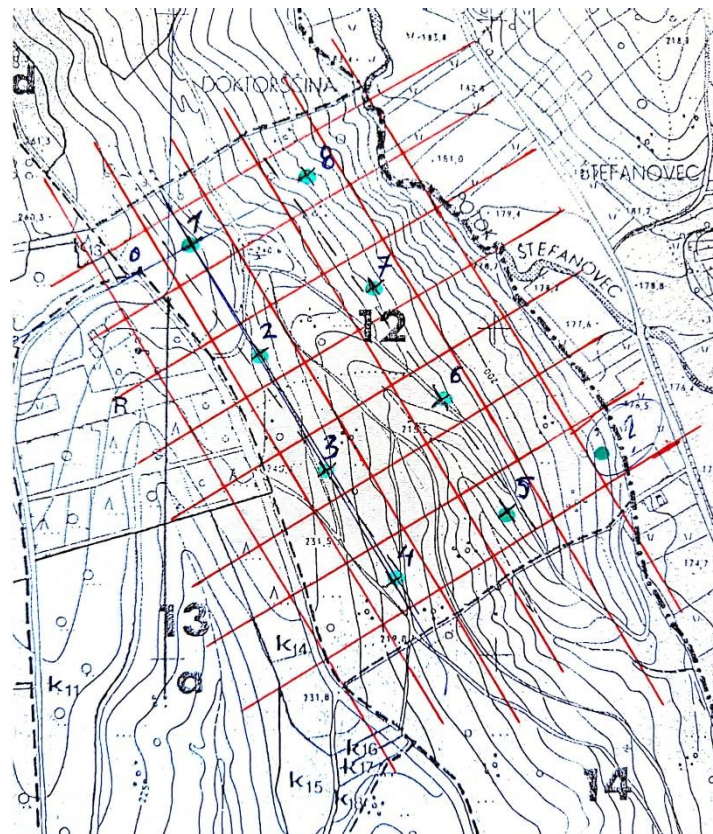
Osnovni je cilj rada dokazati kako promjena veličine ploha utječe na procjenu strukturnih elemenata za brdsko kitnjakovo-bukovu sastojinu u razvedenom reljefu. Za postizanje glavnog cilja potrebno je:

- obaviti izmjeru brdsko kitnjakovo-bukove sastojine na uzorku primjernih ploha
- unijeti podatke u računalni program Microsoft Excel
- izvršiti obračun osnovnih strukturnih elemenata (N, G, V) i preciznost procjene za različite metode (primjerne plohe):
 - jednostruke plohe različitih veličina
 - koncentrične krugove
 - Bitterlichovu metodu kutnog brojanja
- analizirati i usporediti dobivene prosječne vrijednosti, preciznost procjene i distribuciju prsnih promjera.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Izmjери podataka za obračun pristupilo se u ljeto 2023. godine. Za područje izmjere odabran je odsjek 12a gospodarske jedinice Dotršćina koji je dio Nastavno-pokusnog šumskog objekta Zagreb Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije. Odsjek čini mješovita sastojina hrasta kitnjaka s bukvom i običnim grabom starosti 77 godina te dobrom produkcijskom sposobnosti (II. bonitet). Sastojina je smještena u brdskom području što uzrokuje njenu specifičnu konfiguraciju terena. Od početka odjela pa do njegova kraja mogu se uočiti promjene u nagibu i razvedenosti terena.



Slika 1. Karta odsjeka 12a s ucrtanom mrežom ploha

Prije odlaska na teren, u uredu se na karti odjela ucrtala mreža kružnih ploha s razmakom između ploha 100*100 metara. Ukupno je određeno 8 ploha na karti koje će se mjeriti na terenu. Također su u uredu osmišljeni i terenski obrasci u koje će se upisivati podaci tijekom trajanja izmjere. Svaki terenski obrazac sadržavao je prostor za upis mjesta izmjere, datuma izmjere, broja plohe, radijusa plohe, rednog broja stabla, udaljenosti od središta do stabla, nagiba do stabla, azimuta stabla, vrstu drveća te za upis prsnog promjera kojemu su pri izmjeri krakovi promjerke bili okrenuti prema središtu plohe. Razlog takvog načina mjerenja promjera bio je radi kasnijeg preračuna i mogućnosti usporedbe promjera za sve metode.

2.2. TERENSKA IZMJERA

Za ovo su istraživanje odabrane kružne plohe radijusa 20 m, odnosno površine 1256,64 m². Tijekom izmjere se u obzir uzimala taksacijska granica 10 cm, što znači da su se na plohi mjerila sva stabla deblja od 10 cm u prsnoj visini. Za obavljanje izmjere bila je potrebna mjerna grupa od 3 člana. Jedan je član stajao u središtu kružnih ploha i mjerio udaljenost stabala od središta i položaj stabla na plohi, drugi je član mjerio prsni promjer stablima koja su upala u plohu te je treći član zapisivao podatke izmjere u terenske obrasce. Instrumenti koji su korišteni u izmjeri su: busola, mjerna vrpca, dvije trasirke, promjerka Haglof (Mantax) s milimetarskom podjelom i digitalni ultrazvučni visinomjer Vertex IV s transponderom.

Pronalazak ploha na terenu vršio se pomoću karte s ucrtanom mrežom, busole koja je služila za orijentaciju u prostoru i Vertexa za određivanje udaljenosti između ploha. U središte svake plohe bila je postavljena trasirka na koju se pričvrstila busola kako bi se odredio azimut i nagib svakom stablu plohe. Udaljenost do pojedinog stabla od središta plohe određivala se pomoću Vertexa i transpondera. Osoba s Vertexom stajala je kraj trasirke u središtu plohe, a osoba s transponderom je postavila transponder na stablo kojemu je bilo potrebno izmjeriti udaljenost. Ako se ploha nalazila na nagnutom terenu, bilo je potrebno vršiti korekciju duljina pomoću Vertexa odabirom funkcije ANGLE u postavkama instrumenta. Stablima koja su upadala na plohu mjerio se promjer pomoću promjerke. Promjer se mjerio na prsnoj visini od 1,30 m, tako da su krakovi promjerke bili okrenuti prema središtu plohe. Kraj upisanih podataka za stablo, u posljednji stupac terenskog obrasca upisala se kratica imena vrste drveća. Slovo H koristilo se za hrast kitnjak, a slovo B za bukvu.

2.3. OBRAČUN PODATAKA

Nakon odrađene izmjere, prikupljeni su se podaci s terenskih obrazaca pretipkali u računalni program Microsoft Excel. Za obračun podataka osmišljeni su algoritmi u Microsoft Excelu. Obračun osnovnih strukturnih elemenata (N, G i V) i distribucija prsnih promjera napravljeni su na razini svake plohe te za razinu odjela. Obračun se radio na temelju podataka dobivenih primjenom metode jednostruke kružne plohe radijusa 20 m na terenu, a u Excelu su se uz pomoć tih podataka izračunali podaci za još 10 metoda. Pretpostavka je da nam podaci metode R20 mogu poslužiti kao referentni zbog najveće površine uzorka i broja mjerenih stabala (Vedriš 2010). Podaci su izračunati za sljedeće metode:

- R8,92jednostruke kružne plohe radijusa 8,92 m ($P = 250 \text{ m}^2$)
- R12,62jednostruke kružne plohe radijusa 12,62 m ($P = 500 \text{ m}^2$)
- R15,45jednostruke kružne plohe radijusa 15,45 m ($P = 750 \text{ m}^2$)
- R17,84jednostruke kružne plohe radijusa 17,84 m ($P = 1000 \text{ m}^2$)
- R5-12dvostruke kružne plohe radijusa 5 m i 12 m ($P = 78,54-452,39 \text{ m}^2$)
- R9-14dvostruke kružne plohe radijusa 9 m i 14 m ($P = 254,47-615,75 \text{ m}^2$)
- R7-13-20trostruke kružne plohe radijusa 7 m, 13 m i 20 m
($P = 153,94-530,93-1256,64 \text{ m}^2$)
- F2Bitterlichovu metodu faktora temeljnice 2
- F2,5Bitterlichovu metodu faktora temeljnice 2,5
- F3Bitterlichovu metodu faktora temeljnice 3

2.3.1. OBRAČUN OSNOVNIH STRUKTURNIH ELEMENATA

Iz terenskih obrazaca u obračunski obrazac prekopirali smo podatke o vrsti drveća, prsni promjer, udaljenost stabla od središta te azimut. Svakom stablu s obzirom na vrstu pridodana je šifra 1 ili 2. Šifra 1 pridodavala se hrastu kitnjaku, a šifra 2 bukvi. Na temelju podataka o stablima programiran je izračun osnovnih strukturnih elemenata za svaku pojedinu metodu (veličinu i vrstu plohe).

vol.		a	b	c	f	Vis.kr.		Hrast		bukva		za r=20					
hrast	4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	b0	31.01995	13.53872	30.61473								
Bukva	3.33E-05	2.024425	1.032212	1.004958	31.01995	b1	13.53872	12.23593									
Vrsta drveća		Šifra VD	a	b	c	f	b0	b1	d	h	v	Živa stabla					
												n/ha	g/ha	v/ha	N/ha	G/ha	V/ha
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	32,5	21,75	0,97	7,96	0,660	7,70	374,01	31,05	371,57
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	35,3	22,44	1,18	7,96	0,779	9,39	100,0%	100,0%	100,0%
B	2		3.33E-05	2.024425	1.032212	1.004958	30.61473	12.23593	16,1	15,62	0,16	7,96	0,162	1,26	hrast		
B	2		3.33E-05	2.024425	1.032212	1.004958	30.61473	12.23593	16,2	15,68	0,16	7,96	0,164	1,28	246,69	26,25	324,13
B	2		3.33E-05	2.024425	1.032212	1.004958	30.61473	12.23593	10	10,31	0,04	7,96	0,063	0,31	66,0%	84,5%	87,2%
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	27,2	20,16	0,63	7,96	0,462	4,98	bukva		
B	2		3.33E-05	2.024425	1.032212	1.004958	30.61473	12.23593	21	18,40	0,32	7,96	0,276	2,56	127,32	4,80	47,45
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	50	24,96	2,66	7,96	1,563	21,14	34,0%	15,5%	12,8%
B	2		3.33E-05	2.024425	1.032212	1.004958	30.61473	12.23593	28,2	21,14	0,67	7,96	0,497	5,36			
B	2		3.33E-05	2.024425	1.032212	1.004958	30.61473	12.23593	10	10,31	0,04	7,96	0,063	0,31			
B	2		3.33E-05	2.024425	1.032212	1.004958	30.61473	12.23593	25,2	20,14	0,51	7,96	0,397	4,06			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	35,2	22,42	1,17	7,96	0,774	9,32			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	37	22,81	1,32	7,96	0,856	10,50			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	37,9	23,00	1,40	7,96	0,898	11,11			
B	2		3.33E-05	2.024425	1.032212	1.004958	30.61473	12.23593	13,5	13,67	0,10	7,96	0,114	0,77			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	34,5	22,25	1,12	7,96	0,744	8,89			
B	2		3.33E-05	2.024425	1.032212	1.004958	30.61473	12.23593	28,2	21,14	0,67	7,96	0,497	5,36			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	41	23,60	1,68	7,96	1,051	13,36			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	32,9	21,86	1,00	7,96	0,677	7,93			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	41	23,60	1,68	7,96	1,051	13,36			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	42,1	23,79	1,79	7,96	1,108	14,22			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	37,1	22,84	1,33	7,96	0,860	10,56			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	32,3	21,70	0,95	7,96	0,652	7,58			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	36,9	22,79	1,31	7,96	0,851	10,43			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	36,5	22,71	1,28	7,96	0,833	10,16			
B	2		3.33E-05	2.024425	1.032212	1.004958	30.61473	12.23593	24,2	19,76	0,46	7,96	0,366	3,67			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	26,3	19,84	0,58	7,96	0,432	4,58			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	37	22,81	1,32	7,96	0,856	10,50			
H	1		4.22E-05	2.04194	0.949714	1.005597	31.01995	13.53872	28	20,43	0,67	7,96	0,490	5,35			
B	2		3.33E-05	2.024425	1.032212	1.004958	30.61473	12.23593	26,2	20,49	0,56	7,96	0,429	4,47			

Slika 2. Primjer obračunskog obrasca jedne plohe u računalnom programu Microsoft Excel

Temeljnica iskazuje površinu poprečnog presjeka stabla koja se nalazi na 1,30 m od tla. Utvrđeno je da se ta površina debla može poistovjetiti s površinom kruga, stoga se temeljnica računa prema sljedećoj formuli:

$$g = \frac{d_{1,30}^2 * \pi}{40000}$$

gdje je:

g.....temeljnica (m²)

d_{1,30}.....prsni promjer stabala na visini 1,30 m od tla (cm)

π.....matematička konstanta pi (3.14159265359...)

Za svako mjereno stablo izračunata je temeljnica te su se nakraju sve vrijednosti sumirale kako bi se dobila temeljnica za pojedinu plohu i preračunala se u temeljnicu po hektaru.

Volumen mjerenih stabala računat je prema Schumacher – Hallovoj jednadžbi iz podataka o prsnom promjeru i visini:

$$v = a * d^b * h^c * F$$

gdje je:

v.....volumen stabla (m³)

a,b,c.....parametri za odgovarajuću vrstu drveća

d.....prсни promjer stabla (cm)

h.....visina stabla izjednačena Mihajlovljevom jednadžbom (m)

F.....Meyerov korekcijski faktor

Visine stabala izračunate su prema Mihajlovljevoj jednadžbi koja je u hrvatskoj stručnoj i znanstvenoj šumarskoj praksi najviše korištena (Pranjić i Lukić, 1997):

$$h = b_0 * e^{\frac{b_1}{d_{1,30}}} + 1,3$$

gdje su:

h.....visina stabla izjednačena Mihajlovljevom jednadžbom (m)

b₀, b₁.....parametri jednadžbe

e.....baza prirodnog logaritma (2,718281828...)

d_{1,30}.....prsní promjer stabla (cm)

Parametri visinske krivulje dobiveni su na temelju izmjerenih prsnih promjera i visina u istoj sastojini (Đurić, 2024).

Dobivene vrijednosti volumena za svako mjereno stablo potom su sumirane i dobiven je volumen na razini plohe i preračunat u volumen po hektaru.

2.3.2. STATISTIČKA OBRADA

Dobivene vrijednosti osnovnih strukturnih elemenata (N, G i V) po hektaru za određenu metodu upisane su u novu Excel datoteku radi izračuna prosjeka, varijabilnosti i intervalne procjene. Za svaku metodu računao se prosjek podataka s 8 ploha, standardna devijacija, standardna pogreška i intervalna procjena s 95% pouzdanosti procjene. Dobivene prosječne vrijednosti svih triju varijabli za pojedinu metodu uspoređene su analizom varijance ponovljenih mjerenja (RM ANOVA) u programu Statistica (TIBCO Software Inc., 2020) s razinom značajnosti (alfa) 0,05. U slučaju statistički značajne razlike (u ANOVI) napravljen je post-hoc Dunnettov test radi utvrđivanja razlika pojedinih metoda u odnosu na metodu R20.

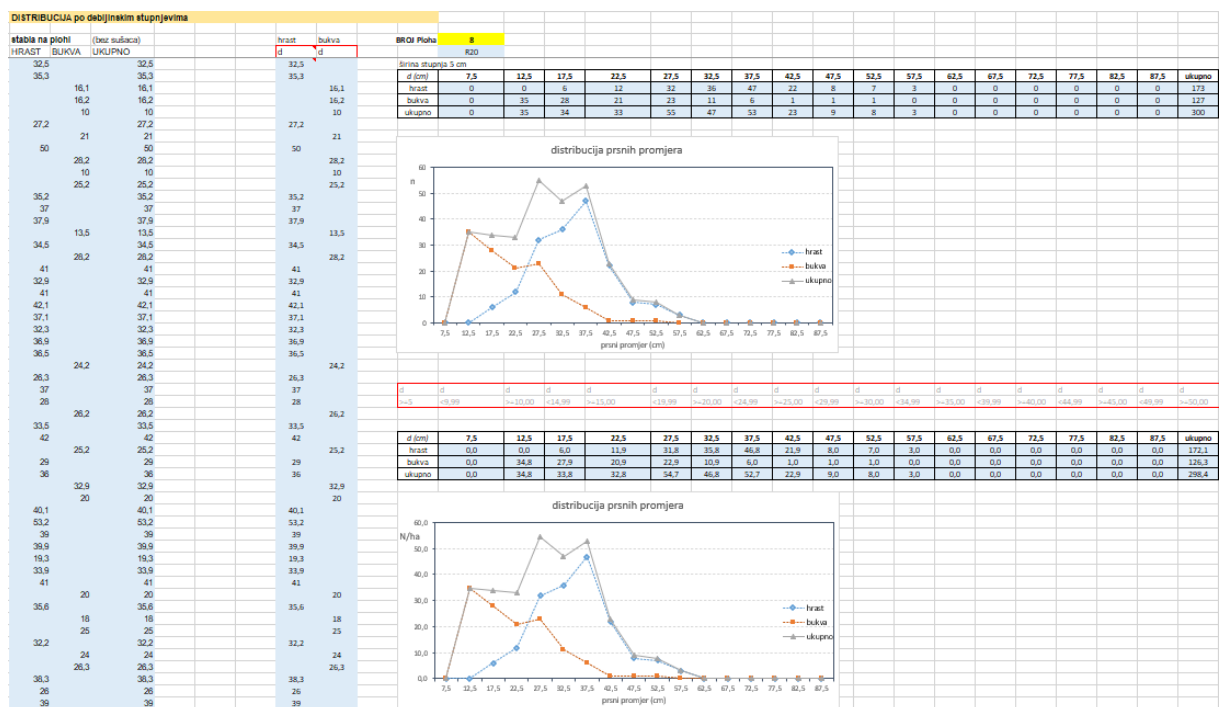
R20	hrast			bukva			ukupno		
	ploha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha
1	246,69	26,25	324,13	127,32	4,80	47,45	374,01	31,05	371,57
2	230,77	27,14	341,37	63,66	2,22	21,44	294,44	29,37	362,81
3	238,73	25,63	317,96	39,79	1,23	11,96	278,52	26,85	329,92
4	103,45	10,17	123,23	206,90	9,33	95,83	310,35	19,50	219,06
5	79,58	11,58	150,92	111,41	6,69	75,70	190,99	18,28	226,62
6	111,41	12,46	156,29	87,54	3,92	41,07	198,94	16,39	197,36
7	238,73	17,59	201,90	111,41	3,38	32,76	350,14	20,96	234,67
8	127,32	6,04	63,53	262,61	10,76	112,40	389,93	16,81	175,93
broj ploha	8								
prosjeak	172,086	17,108	209,916	126,329	5,292	54,826	298,416	22,401	264,742
st.dev	72,553	8,278	105,125	74,095	3,379	36,082	74,408	5,832	77,598
st.pog	25,651	2,927	37,167	26,197	1,195	12,757	26,307	2,062	27,435
IP 95%									
min	111,430	10,188	122,030	64,384	2,467	24,661	236,209	17,525	199,868
max	232,742	24,029	297,803	188,274	8,117	84,991	360,622	27,276	329,616

Slika 3. Primjer obračunskog obrasca metode R20 za izračun varijabilnosti podataka

2.3.3. DISTRIBUCIJA BROJA STABALA

Jedan od bitnih pokazatelja strukture sastojine je distribucija broja stabala po debljinskim stupnjevima, to jest kolika je brojnost stabala određenog promjera u sastojini.

Datoteka u Excelu napravljena je kao i za obračun podataka osnovnih strukturnih elemenata, samo su podaci sa svih osam ploha upisani u jednu datoteku, pri čemu je ona sadržavala zasebne listove za svaku metodu (veličinu plohe) koji su vukli podatke iz metode R20. Upisani promjeri mjerenih stabala s terenskih obrazaca razvrstani su u debljinske stupnjeve širine 5 cm (12.5, 17.5, 22.5,...). Distribucija je napravljena za stabla koja su mjerena na plohi i s obzirom na njih napravljena je distribucija na plohi i po hektaru.



Slika 4. Primjer obračunskog obrasca za distribuciju broja stabla u odsjeku 12a

3. REZULTATI

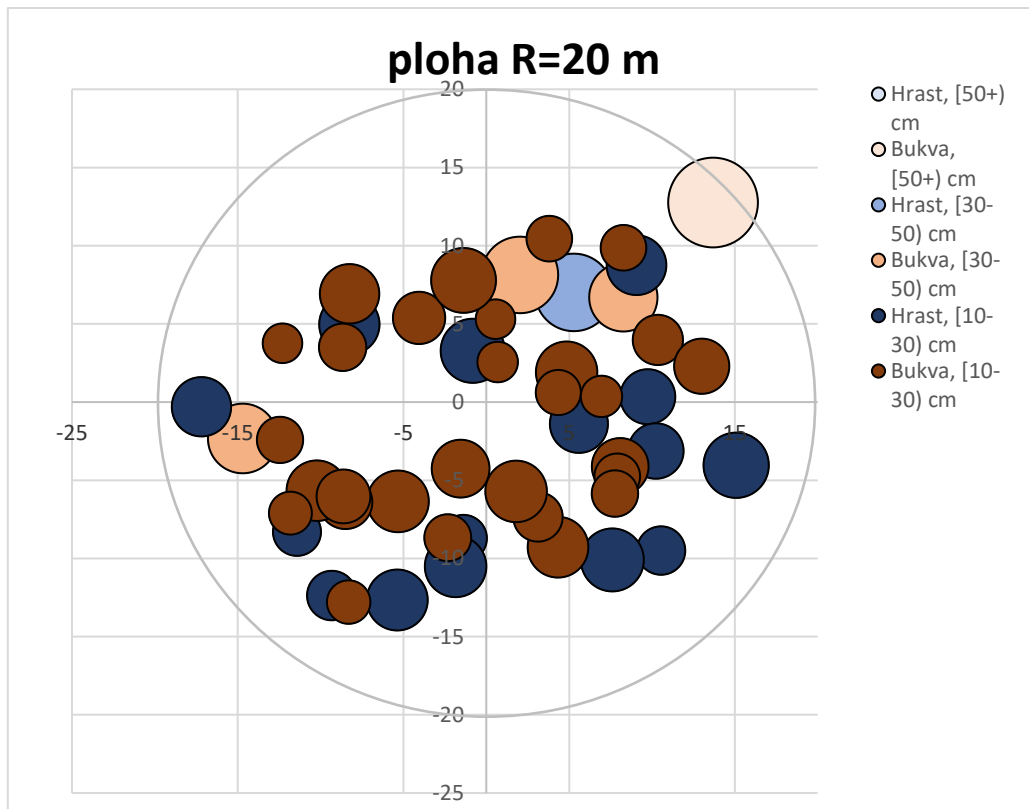
U ovom poglavlju istraživanja dani su tablični i grafički prikazi broja stabala, temeljnice i volumena ukupno za sve plohe po pojedini metodama (veličinama ploha). Uz prikaz osnovnih strukturnih elemenata, prikazana je i distribucija broja stabala.

3.1. REZULTATI OBRAČUNA STRUKTRUNIH ELEMENATA

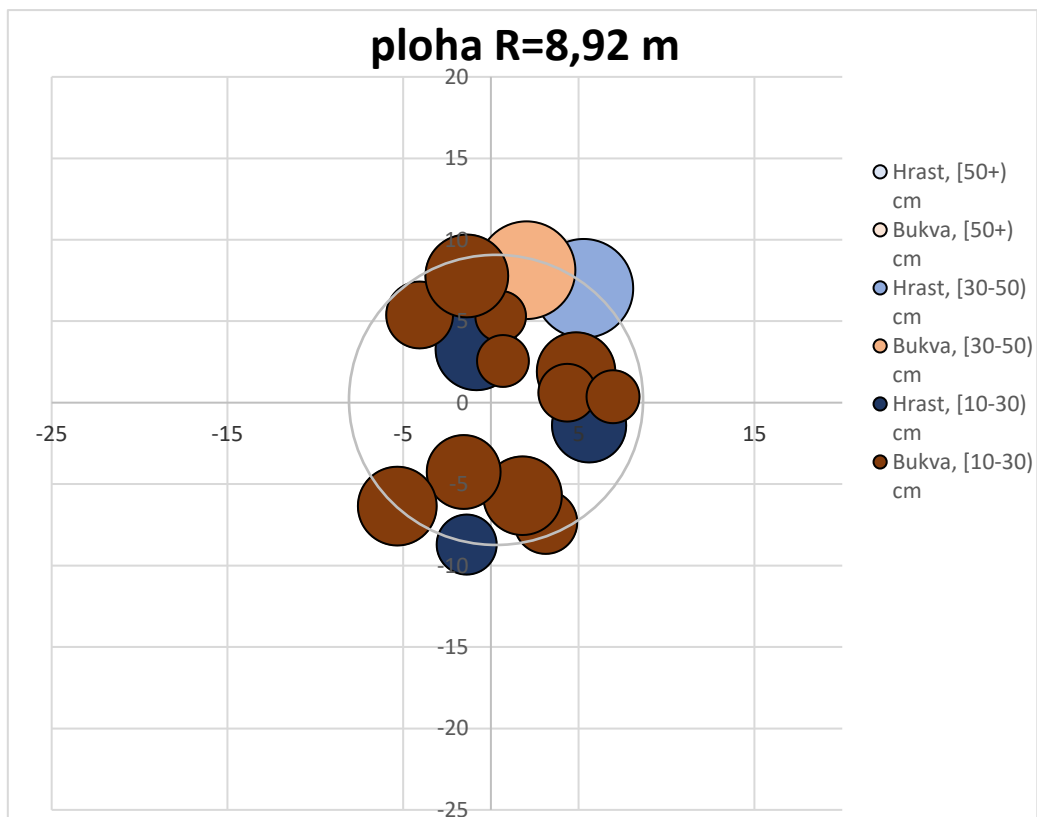
Tablica 1. Rezultati obračuna osnovnih strukturnih elemenata (N, G i V) za jednostruke kružne plohe

JEDNOSTRUKI KRUŽNE PLOHE									
R20	hrast			bukva			ukupno		
ploha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
1	246,69	26,25	324,13	127,32	4,80	47,45	374,01	31,05	371,57
2	230,77	27,14	341,37	63,66	2,22	21,44	294,44	29,37	362,81
3	238,73	25,63	317,96	39,79	1,23	11,96	278,52	26,85	329,92
4	103,45	10,17	123,23	206,90	9,33	95,83	310,35	19,50	219,06
5	79,58	11,58	150,92	111,41	6,69	75,70	190,99	18,28	226,62
6	111,41	12,46	156,29	87,54	3,92	41,07	198,94	16,39	197,36
7	238,73	17,59	201,90	111,41	3,38	32,76	350,14	20,96	234,67
8	127,32	6,04	63,53	262,61	10,76	112,40	389,93	16,81	175,93
R17,84	hrast			bukva			ukupno		
ploha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
1	260,00	28,32	350,75	150,00	5,54	54,52	410,00	33,85	405,27
2	260,00	28,88	359,19	60,00	1,99	19,14	320,00	30,87	378,33
3	240,00	26,19	326,38	50,00	1,54	15,03	290,00	27,73	341,41
4	110,00	10,88	132,00	220,00	9,18	92,41	330,00	20,05	224,40
5	100,00	14,56	189,66	140,00	8,41	95,12	240,00	22,97	284,78
6	110,00	13,07	165,71	110,00	4,93	51,61	220,00	18,01	217,32
7	280,00	20,73	238,36	140,00	4,24	41,17	420,00	24,97	279,53
8	160,00	7,59	79,84	320,00	11,19	109,90	480,00	18,79	189,74
R15,45	hrast			bukva			ukupno		
ploha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
1	226,67	25,35	315,10	173,33	5,88	56,92	400,00	31,23	372,02
2	226,67	26,94	338,83	66,67	2,39	23,45	293,33	29,32	362,27
3	253,33	26,31	325,24	66,67	2,05	20,04	320,00	28,36	345,28
4	93,33	10,03	123,48	186,67	8,30	84,90	280,00	18,33	208,37
5	93,33	14,20	186,48	146,67	8,05	89,55	240,00	22,25	276,03
6	120,00	15,40	197,30	106,67	5,88	63,76	226,67	21,28	261,06
7	320,00	23,91	275,15	186,67	5,66	54,89	506,67	29,56	330,04
8	173,33	8,31	87,83	426,67	14,92	146,54	600,00	23,24	234,37
R12,62	hrast			bukva			ukupno		
ploha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
1	240,00	26,44	328,24	200,00	6,47	62,27	440,00	32,91	390,51
2	240,00	28,52	359,14	40,00	1,31	12,71	280,00	29,84	371,85
3	240,00	25,51	317,18	80,00	2,44	24,25	320,00	27,95	341,43
4	120,00	12,88	158,49	180,00	8,24	85,64	300,00	21,12	244,14
5	80,00	12,42	163,72	180,00	10,83	123,00	260,00	23,24	286,72
6	100,00	15,32	200,88	100,00	6,77	76,62	200,00	22,09	277,50
7	380,00	28,30	325,59	220,00	5,68	51,73	600,00	33,98	377,32
8	180,00	9,47	102,19	500,00	18,57	184,07	680,00	28,04	286,26
R8,92	hrast			bukva			ukupno		
ploha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
1	280,00	30,78	379,61	280,00	9,53	93,21	560,00	40,31	472,82
2	200,00	24,00	301,67	80,00	2,63	25,43	280,00	26,63	327,09
3	280,00	33,72	429,85	0,00	0,00	0,00	280,00	33,72	429,85
4	120,00	12,32	150,82	160,00	8,25	87,08	280,00	20,57	237,90
5	120,00	21,37	286,71	160,00	5,34	52,09	280,00	26,71	338,80
6	120,00	15,54	197,48	120,00	8,44	95,79	240,00	23,98	293,27
7	240,00	19,87	231,99	240,00	8,31	81,23	480,00	28,18	313,22
8	160,00	10,18	116,42	480,00	19,54	200,97	640,00	29,72	317,39

Tablica 1. prikazuje broj stabala, temeljnicu i volumen po hektaru po pojedinoj plohi za jednostruke kružne plohe prema vrstama drveća (hrastu i bukvi) te ukupno za sva stabla. Kretanje ukupnog broja stabala za istu plohu, ali drugu metodu pokazuje povećanja broja stabala po hektaru sa smanjenjem veličine plohe. Najveće odstupanje u rezultatima je vrijednost broja stabala bukve na plohi 3 za metodu R8,92 koja je jednaka nuli. Za plohu 8 metode R17,84; R15,45; R12,62 te R8,92 u odnosu na metodu R20 daju 40-60 stabala hrasta kitnjaka više na plohi. Metoda R8,92 za plohu 5 za hrast kitnjak ima znatno veću vrijednost temeljnice (21,37 m²/ha) od ostalih metoda (11,58 m²/ha; 14,56 m²/ha; 14,20 m²/ha; 12,42 m²/ha). Također, ova metoda za plohu 8 za bukvu ima dosta veću vrijednost temeljnice (19,54 m²/ha) u odnosu na referentnu metodu R20 (10,76 m²/ha). Za plohu 6 metode R12,62 (6,77 m²/ha) i R8,92 (8,44 m²/ha) imaju veće vrijednosti temeljnice bukve za razliku od ostalih metoda (3,92 m²/ha; 4,93 m²/ha; 5,88 m²/ha). Na slikama 5 i 6 vidi se kako su razmještena stabla u prostoru na plohi 8 metodama R20 i R8,92 koje se u odnosu na ostatak rezultata, vidljivih u tablici 1, za ukupno sva stabla na plohi podosta razlikuju u broju stabala, temeljnici i volumenu. Na slici 5 prikazan je razmještaj stabala metodom R20 (korištenom na terenu) i vidljivo je da na njoj ima dosta tankih stabala koja su većinom smještena oko središta i 4 deblja stabla od kojih su 2 smještena na krajevima plohe. Na slici 6 prikazan je razmještaj stabala metodom R8,92 gdje imamo tankih stabala bukve i hrasta te 2 deblja stabla. Kada se usporede slike, vidljivo je da kada smo smanjili površinu kruga, imamo manje stabala, no prilikom preračuna u stabla po hektaru dobivamo obrnutu situaciju. Metoda R8,92 daje više stabala po hektaru od metode R20, posljedično i veću temeljnicu i volumen, a to sve zajedno utječe na vrijednosti prosjeka, varijabilnost i preciznost procjene.



Slika 5. Prikaz prostornog rasporeda stabala na plohi 8 za metodu R20



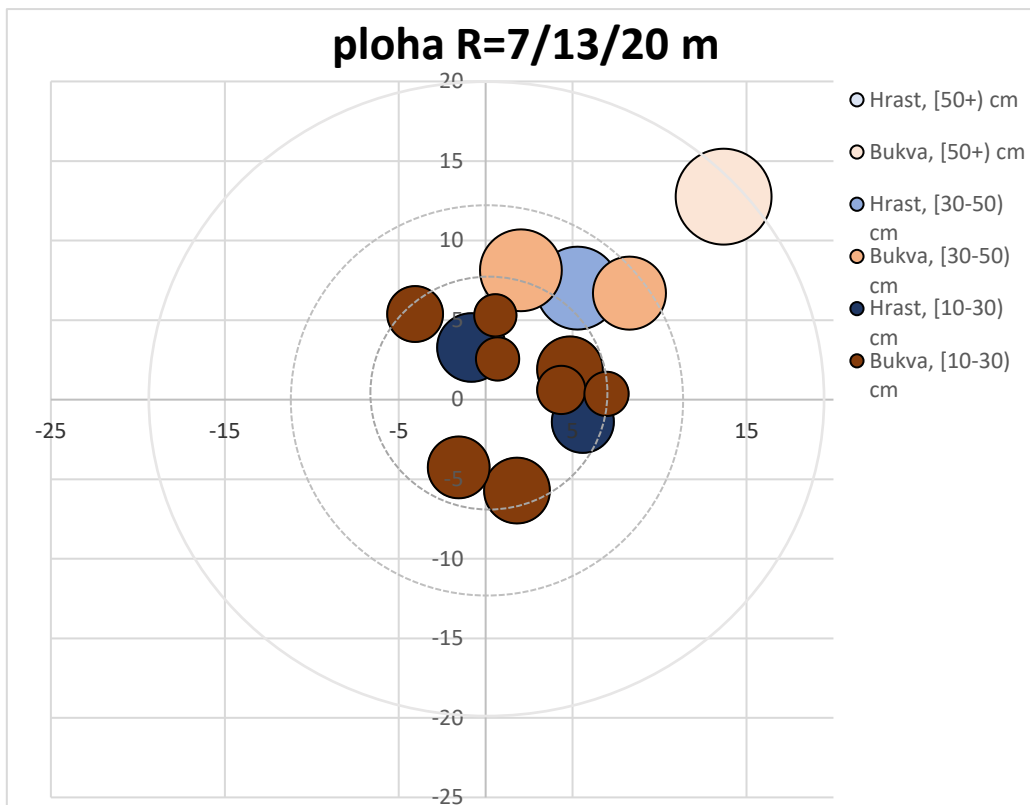
Slika 6. Prikaz prostornog rasporeda stabala na plohi 8 za metodu R8,92

Tablica 2. Rezultati obračuna osnovnih strukturnih elemenata (N, G i V) za koncentrične kružne plohe

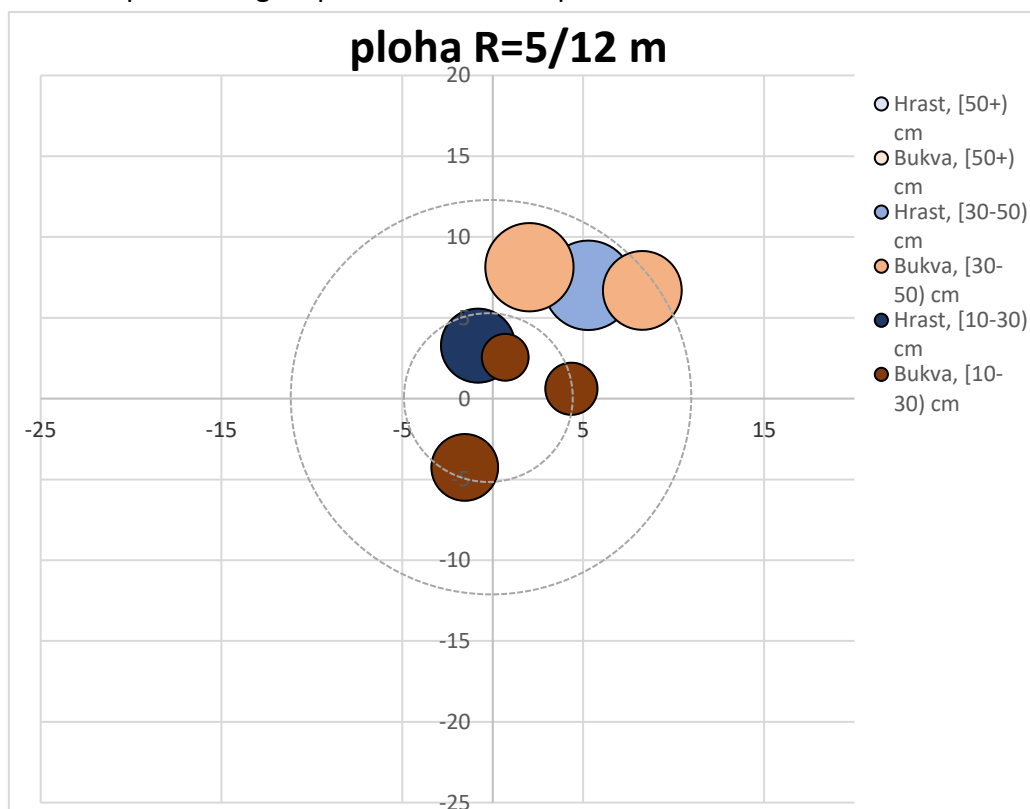
KONCENTRIČNE KRUŽNE PLOHE									
R7-13-20	hrast			bukva			ukupno		
ploha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
1	204,26	23,99	300,19	213,72	6,22	56,97	417,98	30,22	357,16
2	204,26	25,28	320,34	0,00	0,00	0,00	204,26	25,28	320,34
3	231,56	24,45	303,35	18,83	1,61	18,53	250,39	26,06	321,89
4	159,14	15,15	182,78	186,43	9,11	95,58	345,56	24,26	278,36
5	80,38	11,43	148,31	297,51	14,46	158,28	377,89	25,89	306,59
6	83,30	11,75	151,79	102,63	8,28	94,82	185,93	20,03	246,61
7	207,18	19,24	230,04	148,76	6,37	65,02	355,94	25,61	295,07
8	148,76	9,28	103,11	565,32	20,17	203,51	714,07	29,44	306,62
R9-14	hrast			bukva			ukupno		
ploha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
1	178,64	21,43	269,31	252,03	7,41	69,05	430,67	28,83	338,36
2	227,36	28,58	362,69	78,60	2,58	24,98	305,96	31,16	387,67
3	224,76	23,59	293,15	16,24	1,39	15,98	241,00	24,98	309,13
4	120,50	11,97	145,46	166,61	8,59	90,45	287,11	20,56	235,91
5	113,68	17,30	227,14	189,67	10,24	114,71	303,35	27,54	341,85
6	97,44	14,14	183,86	111,08	7,17	79,75	208,52	21,31	263,61
7	217,94	19,20	227,40	268,27	8,56	83,40	486,21	27,76	310,80
8	134,13	6,97	75,88	504,05	18,34	182,11	638,18	25,31	257,99
R5-12	hrast			bukva			ukupno		
ploha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
1	221,05	26,40	331,72	276,75	7,70	69,92	497,80	34,10	401,65
2	221,05	27,67	351,32	0,00	0,00	0,00	221,05	27,67	351,32
3	304,16	29,31	359,64	22,10	1,89	21,75	326,27	31,20	381,39
4	88,42	9,84	121,56	171,53	10,64	114,76	259,95	20,48	236,32
5	66,31	11,81	158,44	404,08	14,21	145,37	470,39	26,02	303,81
6	110,52	16,93	222,02	44,21	5,02	60,83	154,73	21,96	282,85
7	198,94	18,41	220,08	149,43	3,79	34,09	348,37	22,20	254,17
8	149,43	10,86	124,01	426,18	13,16	127,57	575,61	24,02	251,59

Tablica 2. prikazuje broj stabala, temeljnicu i volumen po hektaru po pojedinoj plohi za koncentrične kružne plohe (jednu trostruku i dvije dvostruke) prema vrstama drveća (hrastu i bukvi) te ukupno za sva stabla. Vrijednosti temeljnica i volumena za ukupan broj stabala, ali i posebno za hrast kitnjak i bukvu na plohama za pojedinu metodu približnih su vrijednosti, bez velikih odstupanja. Vrijednosti ukupnog broja stabala, posebno i za hrast kitnjak i bukvu, imaju odstupanja kod različitih metoda. Metode R7-13-20 i R5-12 na plohi 2 nemaju stabla bukve. Na plohi 5 metoda R5-12 ima dvostruko više stabala bukve po hektaru od metoda R7-13-20 i R9-14, ali znatno manje stabala hrasta kitnjaka od njih. Shodno tome, metoda R5-12 za plohu 5 ima ukupno više stabala po hektaru, no manju temeljnicu i volumen od metode R9-14. Na plohi 6 metoda R5-12 ima znatno manje stabala bukve (44,21) u odnosu na metode R9-14 (208,52) i R7-13-20 (102,63). Na slikama 7 i 8 prikazani su razmještaji stabala na plohi 8

metodama R7-13-20 i R5-12. Kada se slike međusobno usporede, može se reći da trostruki krugovi obuhvaćaju više stabala. Zbog većeg prvog kruga imaju više tanjih stabala, a zbog dodatnog trećeg kruga imaju jedno deblje stablo više. Ako slike 7 i 8 usporedimo sa slikama 5 i 6, može se zaključiti da različita veličina plohe utječe na iznos po hektaru. Na plohi 8 metoda R7-13-20 ima veći iznos broja stabala, temeljnica i volumena po hektaru u odnosu na metodu R5-12, dok je kod jednostrukih ploha na manjoj plohi veći broj stabala, temeljnica i volumen po hektaru (slike 5 i 6). Iz ovoga je zanimljivo vidjeti kako tip plohe zajedno s veličinom plohe daje različite rezultate za pluhu.



Slika 7. Prikaz prostornog rasporeda stabala na plohi 8 za metodu R7-13-20



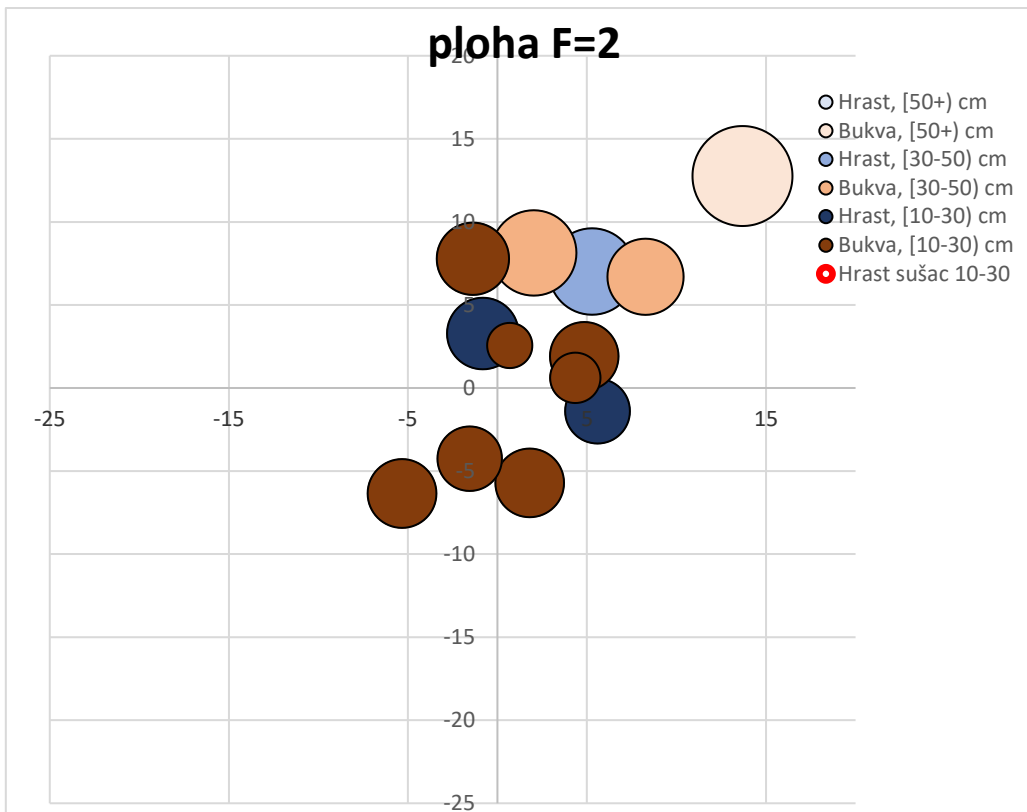
Slika 8. Prikaz prostornog rasporeda stabala na plohi 8 za metodu R5-12

Tablica 3. Rezultati obračuna osnovnih strukturnih elemenata (N, G i V) za Bitterlichovu metodu kutnog brojanja

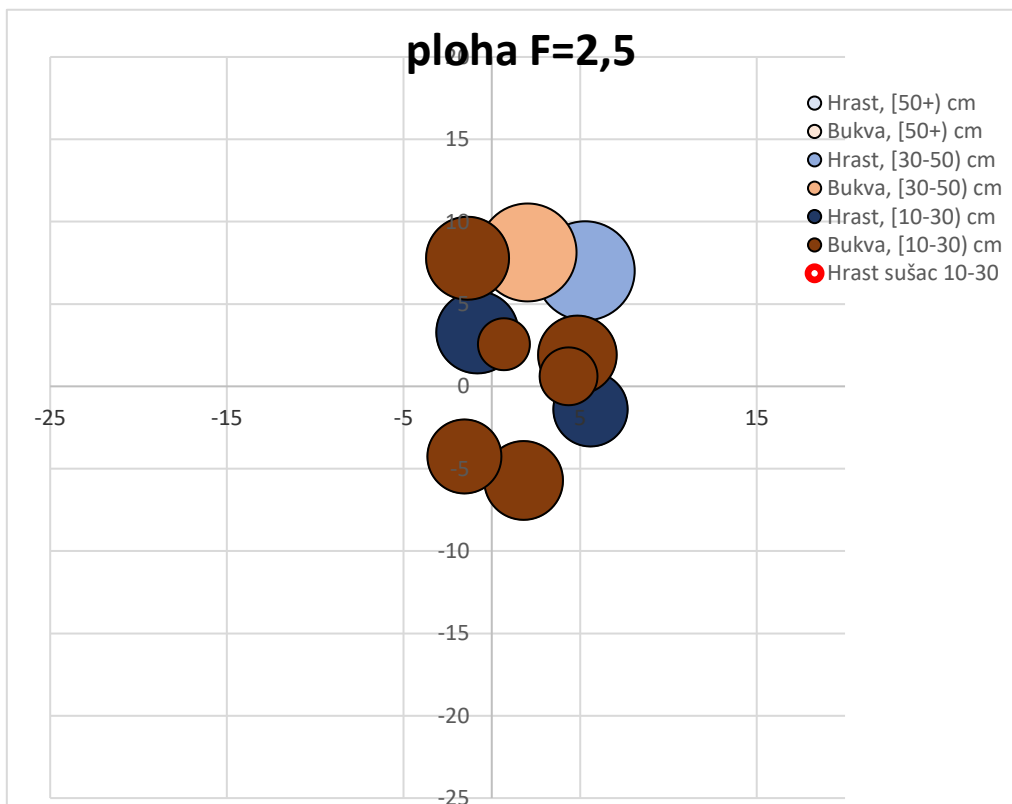
BITTERLICHOVA METODA KUTNOG BROJANJA									
F2	hrast			bukva			ukupno		
ploha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
1	204,75	24,00	300,34	264,01	8,00	75,34	468,76	32,00	375,68
2	233,14	28,00	353,04	36,82	2,00	20,88	269,96	30,00	373,92
3	253,24	26,00	321,11	23,38	2,00	23,01	276,63	28,00	344,12
4	118,63	12,00	146,19	127,51	8,00	86,60	246,13	20,00	232,80
5	61,19	10,00	132,38	252,25	10,00	105,48	313,44	20,00	237,86
6	83,44	12,00	155,50	67,92	6,00	69,90	151,35	18,00	225,40
7	231,73	20,00	235,80	180,95	6,00	58,16	412,67	26,00	293,96
8	94,56	6,00	67,15	560,28	20,00	203,47	654,84	26,00	270,62
F2,5	hrast			bukva			ukupno		
ploha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
1	223,21	25,00	310,09	283,64	7,50	68,12	506,85	32,50	378,21
2	205,75	25,00	315,69	0,00	0,00	0,00	205,75	25,00	315,69
3	251,36	25,00	306,65	29,23	2,50	28,76	280,59	27,50	335,41
4	148,28	15,00	182,74	74,12	5,00	54,97	222,41	20,00	237,71
5	76,48	12,50	165,47	315,32	12,50	131,86	391,80	25,00	297,33
6	104,30	15,00	194,38	84,89	7,50	87,37	189,19	22,50	281,75
7	289,66	25,00	294,75	226,19	7,50	72,70	515,84	32,50	367,45
8	118,19	7,50	83,94	611,63	17,50	166,36	729,82	25,00	250,30
F3	hrast			bukva			ukupno		
ploha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
1	267,85	30,00	372,11	340,37	9,00	81,75	608,22	39,00	453,86
2	207,67	27,00	344,45	0,00	0,00	0,00	207,67	27,00	344,45
3	282,25	27,00	328,81	0,00	0,00	0,00	282,25	27,00	328,81
4	125,97	12,00	144,64	88,95	6,00	65,96	214,92	18,00	210,60
5	71,12	12,00	159,80	378,38	15,00	158,23	449,50	27,00	318,02
6	107,18	15,00	193,63	73,20	6,00	69,03	180,38	21,00	262,65
7	275,56	24,00	283,64	89,75	6,00	65,73	365,30	30,00	349,37
8	141,83	9,00	100,72	544,52	18,00	178,49	686,36	27,00	279,22

Tablica 3. prikazuje broj stabala, temeljnicu i volumen po hektaru po pojedinoj plohi za Bitterlichove metode prema vrstama drveća (hrastu i bukvi) te ukupno za sva stabla. U tablici se vidi da dobivene vrijednosti temeljnica te volumena za sva stabla na plohama za određenu metodu nemaju međusobno velika odstupanja, dok broj stabala na nekim plohama ima velika odstupanja. Jedan takav primjer je ploha 1 gdje metoda F2 (264,01) ima znatno manji broj stabala od metode F3 (608,22) i F2,5 (506,85), dok su vrijednosti temeljnica i volumena približno jednake. Manji ukupan broj stabala, a shodno tome i vrijednost temeljnica i volumena, na plohi 1 za metodu F2 posljedica je manjeg broja stabala bukve. Na plohi 2 kod Bitterlichovih metoda s faktorom temeljnica 2,5 i 3 uopće nema stabala bukve, a isto tako na plohi 3 nema stabala bukve kod metode F3. Na plohi 7 metoda F3 ima najmanje bukve (89,75), a F2,5 najviše stabala bukve od triju metoda (226,19). Također, metoda F3 za tu plohu ima manji ukupan broj stabala u odnosu na metode F2 i F2,5, a vrijednosti temeljnica i volumena su približno jednake. Na plohi 8 za hrast kitnjak metoda F3 ima više stabala od ostalih metoda pa ima i veći volumen hrasta kitnjaka. Dobivene temeljnice za pojedinu vrstu drveća za

određenu metodu nemaju međusobno velika odstupanja. Slike 9 i 10 prikazuju razmještaj stabala na plohi 8 metodama F2 i F2,5. Za razliku od koncentričnih ploha gdje veća ploha ima veći iznos broja stabala, temeljnica i volumena po hektaru, a manja ploha manje, Bitterlichove metode za plohu 8 pokazuju da manji faktor temeljnica daje manji broj stabala po hektaru, temeljnicu i volumen, ali kod većih faktora dolazi do razlike u iznosima strukturnih elemenata. Faktor 2,5 daje veći iznos broja stabala po hektaru, ali manju temeljnicu i volumen, dok faktor 3 daje manji iznos broja stabala po hektaru, ali veću temeljnicu i volumen.



Slika 9. Prikaz prostornog razmještaja stabala na plohi 8 za metodu F2



Slika 10. Prikaz prostornog razmještaja stabala na plohi 8 za metodu F2,5

Tablica 4. Ukupan broj stabala na pojedinim ploham s obzirom na veličinu plohe

PLOHA	R8,92	R12,62	R15,45	R17,84	R20	R5-12	R9-14	R7-13-20	F2	F2,5	F3
1	14	22	30	41	47	13	18	16	16	13	13
2	7	14	22	32	37	10	16	12	15	10	9
3	7	16	24	29	35	10	12	12	14	11	9
4	7	15	21	33	39	7	12	11	10	8	6
5	7	13	18	24	24	7	13	12	10	10	9
6	6	10	17	22	25	7	10	8	9	9	7
7	12	30	38	42	44	11	20	14	13	13	10
8	16	34	45	48	49	7	18	14	13	10	9
PROSJEK	9,5	19,3	26,9	33,9	37,5	9,0	14,9	12,4	12,5	10,5	9,0

Tablica 4. prikazuje broj stabala na pojedinoj plohi te prosječan broj stabala po plohi za svaku metodu. Na jednostrukim ploham vrijedi zakonitost što je manja površina plohe, na njoj ima manje stabala. Kod koncentričnih ploha je očekivano da metoda R5-12 koja ima najmanje radijuse u odnosu na metode R9-14 i R7-13-20, ima manje stabala na ploham. Kod Bitterlichovih metoda očekivano je da veći faktor temeljnice ima manje stabala.

3.2. VARIJABILNOST I PRECIZNOST STRUKTURNIH ELEMENATA

Tablica 5. Varijabilnost i preciznost strukturalnih elemenata (N, G i V) na jednostrukim kružnim ploham

JEDNOSTRUKI KRUŽNE PLOHE									
R20	hrast			bukva			ukupno		
	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
prosjeak	172,09	17,11	209,92	126,33	5,29	54,83	298,42	22,40	264,74
st.dev	72,55	8,28	105,12	74,10	3,38	36,08	74,41	5,83	77,60
st.pog	25,65	2,93	37,17	26,20	1,19	12,76	26,31	2,06	27,44
IP 95%									
min	111,43	10,19	122,03	64,38	2,47	24,66	236,21	17,52	199,87
max	232,74	24,03	297,80	188,27	8,12	84,99	360,62	27,28	329,62
R17,84	hrast			bukva			ukupno		
	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
prosjeak	190,00	18,78	230,23	148,75	5,88	59,86	338,75	24,66	290,10
st.dev	77,64	8,37	105,93	87,58	3,45	35,70	91,25	5,80	78,84
st.pog	27,45	2,96	37,45	30,96	1,22	12,62	32,26	2,05	27,87
IP 95%									
min	125,09	11,78	141,68	75,53	3,00	30,02	262,46	19,81	224,19
max	254,91	25,77	318,79	221,97	8,76	89,71	415,04	29,51	356,01
R15,45	hrast			bukva			ukupno		
	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
prosjeak	188,33	18,81	231,18	170,00	6,64	67,51	358,33	25,45	298,68
st.dev	82,33	7,66	96,14	114,86	4,05	40,56	133,80	4,74	61,87
st.pog	29,11	2,71	33,99	40,61	1,43	14,34	47,30	1,67	21,88
IP 95%									
min	119,51	12,40	150,80	73,97	3,26	33,60	246,48	21,49	246,96
max	257,16	25,21	311,55	266,03	10,02	101,41	470,19	29,41	350,41
R12,62	hrast			bukva			ukupno		
	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
prosjeak	197,50	19,86	244,43	187,50	7,54	77,54	385,00	27,40	321,96
st.dev	98,81	8,06	98,63	141,40	5,38	55,32	172,63	4,86	55,01
st.pog	34,94	2,85	34,87	49,99	1,90	19,56	61,03	1,72	19,45
IP 95%									
min	114,89	13,12	161,97	69,29	3,04	31,29	240,68	23,34	275,98
max	280,11	26,59	326,88	305,71	12,04	123,79	529,32	31,46	367,95
R8,92	hrast			bukva			ukupno		
	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
prosjeak	190,00	20,97	261,82	190,00	7,75	79,48	380,00	28,73	341,29
st.dev	70,10	8,37	108,76	146,19	5,80	60,08	155,66	6,07	75,31
st.pog	24,78	2,96	38,45	51,69	2,05	21,24	55,03	2,15	26,63
IP 95%									
min	131,39	13,98	170,89	67,78	2,91	29,25	249,87	23,65	278,33
max	248,61	27,97	352,74	312,22	12,60	129,70	510,13	33,80	404,26

Tablica 5. prikazuje rezultate za pojedini strukturni element s obzirom na vrstu drveća i ukupno za sva drveća za određenu veličinu jednostruke plohe. Za strukturne elemente izračunat je prosjek, standardna devijacija, standardna pogreška te je napravljena intervalna procjena s 95% pouzdanosti.

Prosječne vrijednosti broja stabala, temeljnice i volumena u dane u tablici 5 pokazuju da metoda R20 daje najmanje vrijednosti od ostalih jednostrukih ploha. Zanimljivo je kako je dobiveno da sa smanjenjem plohe prosječna vrijednost temeljnice i volumena raste za bukvu i ukupno za sva stabla na plohi, dok za hrast kitnjak metoda R15,45 naprotiv daje manje vrijednosti od prethodno veće metode R17,84. Metoda R8,92 daje najveće standardne devijacije i standardne pogreške temeljnice i volumena za hrast, bukvu i ukupno za sva stabla, ali najmanje za broj stabala hrasta kitnjaka u odnosu na ostale metode u tablici 5. Metoda R20 polučila je najmanju standardnu devijaciju i pogrešku za broj stabala i temeljnicu za bukvu, dok je za volumen to polučila metoda R17,84. Za ukupno sva stabla, metoda R20 ima najmanju standardnu devijaciju i standardnu pogrešku za broj stabala, a metoda R12,62 ima najveću za broj stabala te neočekivano najmanju za temeljnicu i volumen. Metoda R8,92 pokazala je najveću standardnu devijaciju i pogrešku u odnosu na druge metode za temeljnicu i volumen. Intervali procjene pokazali su da metoda R8,92 ima najveće intervale za procjenu temeljnice i volumena za hrast kitnjak, bukvu i ukupno za sva stabla od svih metoda u tablici 5. Metoda R12,62 dala je najveće intervale za procjenu broja stabala hrasta kitnjaka te ukupno za sva stabla, no opet dala je optimalne intervale procjene za volumen hrasta kitnjaka, broj stabala bukve te temeljnice i volumena ukupno za sva stabla.

Tablica 6. Varijabilnost i preciznost strukturnih elemenata (N,G i V) na koncentričnim kružnim ploham

KONCENTRIČNE KRUŽNE PLOHE									
R7-13-20	hrast			bukva			ukupno		
	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
prosjeak	164,85	17,57	217,49	191,65	8,28	86,59	356,50	25,85	304,08
st.dev	57,85	6,52	83,10	180,36	6,56	68,07	167,22	3,14	32,64
st.pog	20,45	2,30	29,38	63,77	2,32	24,07	59,12	1,11	11,54
IP 95%									
min	116,49	12,13	148,02	40,87	2,79	29,69	216,70	23,23	276,79
max	213,22	23,02	286,96	342,43	13,76	143,50	496,31	28,47	331,37
R9-14	hrast			bukva			ukupno		
	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
prosjeak	164,31	17,90	223,11	198,32	8,03	82,56	362,62	25,93	305,67
st.dev	54,22	6,86	89,29	149,97	5,16	52,03	144,82	3,65	50,78
st.pog	19,17	2,43	31,57	53,02	1,83	18,39	51,20	1,29	17,95
IP 95%									
min	118,98	12,16	148,46	72,94	3,72	39,06	241,55	22,88	263,21
max	209,63	23,63	297,76	323,69	12,35	126,05	483,69	28,98	348,12
R5-12	hrast			bukva			ukupno		
	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
prosjeak	169,99	18,90	236,10	186,79	7,05	71,79	356,77	25,96	307,89
st.dev	80,55	7,95	99,89	167,58	5,25	52,88	146,53	4,79	63,13
st.pog	28,48	2,81	35,32	59,25	1,86	18,70	51,81	1,69	22,32
IP 95%									
min	102,65	12,25	152,59	46,68	2,66	27,58	234,27	21,95	255,11
max	237,33	25,55	319,61	326,89	11,44	116,00	479,28	29,96	360,67

Tablica 6. prikazuje rezultate za pojedini strukturni element s obzirom na vrstu drveća i ukupno za sva drveća za određenu veličinu plohe. Za strukturne elemente izračunat je prosjek, standardna devijacija, standardna pogreška te je napravljena intervalna procjena s 95% pouzdanosti.

Prosječne vrijednosti strukturnih elemenata N, G i V nemaju velikih razlika između metoda kako za pojedinu vrstu, tako i za ukupan broj stabala na ploham. Metoda R5-12 u odnosu na metode R9-14 i R7-13-20 ima veliku standardnu devijaciju (80,55) i standardnu pogrešku (28,48) za hrast kitnjak. S druge strane, metoda R7-13-20 ima veliku standardnu devijaciju za bukvu (180,36). Velika razlika vidljiva je u standardnoj devijaciji volumena ukupnog broja stabala. Metoda R7-13-20 ima dvostruko manju standardnu devijaciju (32,64) od metode R5-12. Sukladno prethodnoj tvrdnji, metode imaju takvu razliku i u standardnoj pogrešci, čime se može reći da je R7-13-20 preciznija u odnosu na metodu R5-12 kod dobivanja vrijednosti volumena. Intervali procjene za pojedinu metodu se razlikuju. Metoda R5-12 ima najveći interval procjene vrijednosti volumena za hrast kitnjak, bukvu i ukupno za sva stabla kada se uspoređi s intervalima metoda R7-13-20 i R9-14 te najveće intervale procjene vrijednosti broja stabala po hektaru za hrast kitnjak i vrijednosti temeljnice za hrast kitnjak i

ukupno za sva stabla. Metoda R7-13-20 ima najveće intervale procjene za broj stabala po hektaru za bukvu i ukupno za sva stabla te za vrijednosti temeljnice bukve.

Tablica 7. Varijabilnost i preciznost strukturnih elemenata (N, G i V) dobivenih Bitterlichovom metodom kutnog brojanja

BITTERLICOVA METODA KUTNOG BROJANJA									
F2	hrast			bukva			ukupno		
	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
prosjek	160,083	17,250	213,938	189,139	7,750	80,356	349,222	25,000	294,294
st.dev	78,204	8,276	103,497	175,896	5,701	57,670	157,810	5,127	62,928
st.pog	27,649	2,926	36,592	62,189	2,016	20,389	55,794	1,813	22,249
IP 95%									
min	94,703	10,331	127,413	42,087	2,984	32,143	217,289	20,714	241,685
max	225,463	24,169	300,464	336,192	12,516	128,569	481,155	29,286	346,904
F2,5	hrast			bukva			ukupno		
	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
prosjek	177,15	18,75	231,71	203,13	7,50	76,27	380,28	26,25	307,98
st.dev	76,40	7,07	86,85	203,05	5,51	53,37	192,19	4,43	51,20
st.pog	27,01	2,50	30,71	71,79	1,95	18,87	67,95	1,57	18,10
IP 95%									
min	113,29	12,84	159,10	33,38	2,89	31,65	219,61	22,54	265,18
max	241,02	24,66	304,32	372,88	12,11	120,88	540,95	29,96	350,78
F3	hrast			bukva			ukupno		
	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
prosjek	184,93	19,50	240,97	189,40	7,50	77,40	374,32	27,00	318,37
st.dev	84,01	8,33	103,66	203,50	6,41	64,46	191,64	6,21	72,07
st.pog	29,70	2,95	36,65	71,95	2,27	22,79	67,75	2,20	25,48
IP 95%									
min	114,69	12,53	154,31	19,27	2,14	23,50	214,11	21,81	258,12
max	255,17	26,47	327,64	359,53	12,86	131,29	534,54	32,19	378,62

Tablica 7. prikazuje rezultate za pojedini strukturni element s obzirom na vrstu drveća i ukupno za sva drveća za određeni faktor temeljnice. Za strukturne elemente izračunat je prosjek, standardna devijacija, standardna pogreška te je napravljena intervalna procjena s 95% pouzdanosti.

Prosječne vrijednosti strukturnih elemenata N, G i V kod Bitterlichovih metoda većinom su približnih vrijednosti, bez velikih odstupanja. Prosječna vrijednost broja stabala hrasta kitnjaka povećava se s povećanjem faktora temeljnice pa tako metoda F2 ima najmanju vrijednost, a F3 najveću vrijednost. Prosječne vrijednosti temeljnice za pojedinu vrstu i ukupno za sva stabla gotovo su istih vrijednosti. Metoda F2 za hrast kitnjak ima manju prosječnu vrijednost volumena (223,36 m³/ha) od metode F2,5 (231,71 m³/ha) i F3 (240,97 m³/ha). Ujedno to rezultira i manjoj vrijednost volumena ukupno za sva stabala. Metoda F2,5 ima malu standardnu devijaciju temeljnice i volumena za hrast kitnjak, bukvu i ukupno za sva stabla te broja stabala za bukvu na plohama u usporedbi sa standardnim devijacijama metoda F3 i F2.

isto tako, standardne pogreške dobivene za broj stabala, temeljnicu i volumen pojedine vrste i ukupno za sva stabla na plohamu metode F2,5 male su u usporedbi sa standardnim pogreškama metoda F2 i F3. Intervali procjene broja stabala, temeljnice i volumena pokazali su da je metoda 2,5 preciznija od metoda F2 i F3 za hrast kitnjak, bukvu i ukupno za sva stabla, osim u slučaju intervala procjene broja stabala hrasta kitnjaka i bukve gdje je preciznijom dobivena metoda F2.

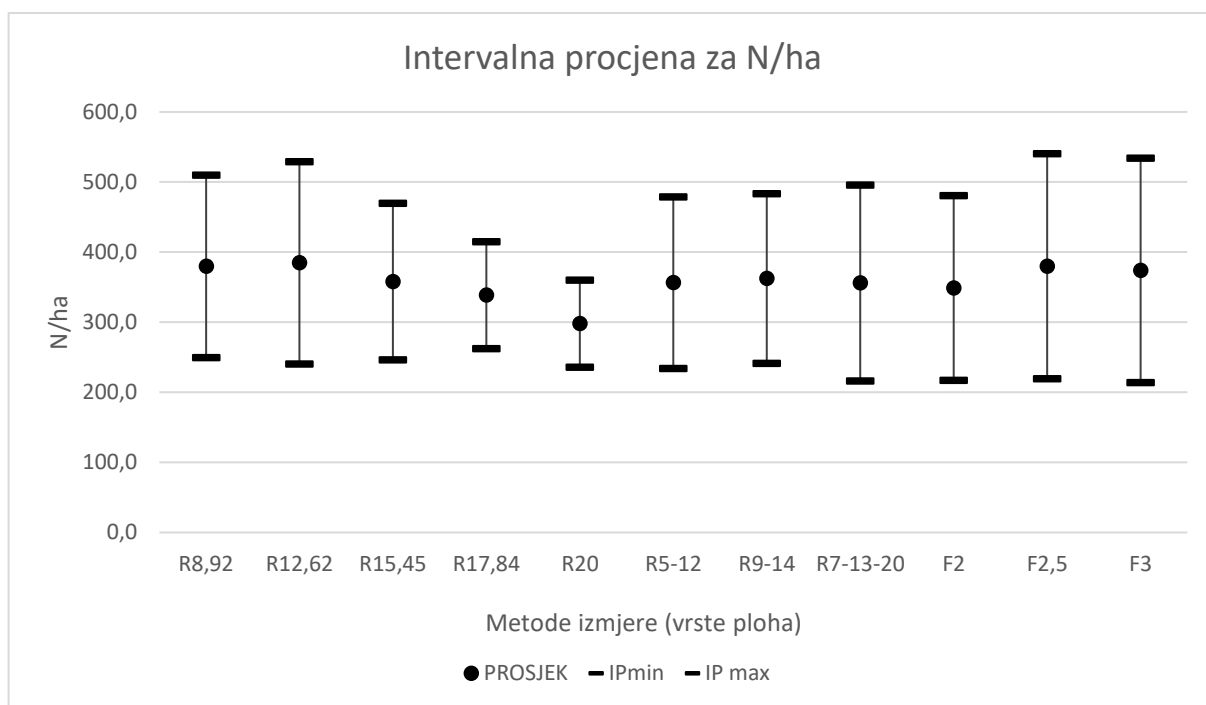
3.2.1. BROJ STABALA (N/ha)

Tablica 8. Varijabilnost i preciznost broja stabala s obzirom na veličinu plohe

RADIJUS PLOHE	PROSJEK	ST. DEV.	ST.POG.	IP min	IP max
R8,92	380,0	155,66	55,03	249,87	510,13
R12,62	385,0	172,63	61,03	240,68	529,32
R15,45	358,3	133,80	47,30	246,48	470,19
R17,84	338,8	91,25	32,26	262,46	415,04
R20	298,4	74,41	26,31	236,21	360,62
R5-12	356,8	146,53	51,81	234,27	479,28
R9-14	362,6	144,82	51,20	241,55	483,69
R7-13-20	356,5	167,22	59,12	216,70	496,31
F2	349,2	152,16	55,79	217,29	481,16
F2,5	380,3	192,19	67,95	219,61	540,95
F3	374,3	191,64	67,75	214,11	534,54

U tablici 8. prikazana je varijabilnost i preciznost ukupnog broja stabala po hektaru jednostrukih i koncentričnih kružnih ploha te Bitterlichovih metoda kutnog brojanja. Na temelju dobivenih podataka izrađen je prikaz na slici 11.

Prosječan broj stabala u odsjeku s obzirom na veličinu plohe kreće se u rasponu od 298,4 do 385,0 komada po hektaru. Iz tablice je vidljivo kako je metoda izmjere korištena na terenu (R20) dala najmanju prosječnu vrijednost od samo 298,4 broja stabala po hektar, dok su ostale metode dale veće prosječne vrijednosti. Najveći prosjek od 385,0 stabala po hektaru dala je metoda radijusa 12,62 m koja se danas koristi u uređajnoj inventuri. Jednostruke plohe pokazale su kako manje plohe imaju veće prosječne vrijednosti od ploha većih površina što je povezano s prostornim razmještajem stabala koji se vidi na slikama 5 i 6. Bitterlichove metode kutnog brojanja sa zadanim faktorima temeljnice koji služe za odabir stabala koja upadaju u plohu, polučile su dosta visoke prosječne vrijednosti. Metoda s faktorom temeljnice 2,5 dala je u odnosu na druge Bitterlichove metode najveći prosječan broj stabala po hektaru (380,3) koji je i u odnosu na ostale veličine ploha velik. Koncentrične plohe dale su međusobno približno jednake prosječne vrijednosti. Analizom varijance ponovljenih (RM ANOVA) mjerenja ustanovljeno je da razlike između metoda nisu statistički značajne ($F(10,70)=1,0702$, $p=0,39664$).



Slika 11. Intervalna procjena broja stabala s 95% pouzdanosti. Točke su prosječni brojevi stabala za pojedinu metodu, okomite crte označavaju krakove intervala, a vodoravne crte minimalne i maksimalne vrijednosti procjene.

Sa slike 11. uočljivo je da smanjenjem veličine plohe kod jednostrukih ploha, povećava se interval procjene, odnosno preciznost izmjere opada. Također, kod koncentričnih ploha i Bitterlichovih metoda vidljivo je kako su intervali veliki, a s time i preciznost procjene manja. Metoda R20 koja je korištena na terenu polučila je najmanji interval što je i za pretpostaviti pošto je najveća ploha u izmjeri. Metoda R12,62 koja je imala najveću prosječnu vrijednosti broja stabala po hektaru, ima velika odstupanja od prosjeka, a s time i veliki interval procjene (240,68 – 529,32). Najlošiju procjenu u odnosu na referentnu metodu R20 ima Bitterlichova metoda s faktorom temeljnice 2,5 .

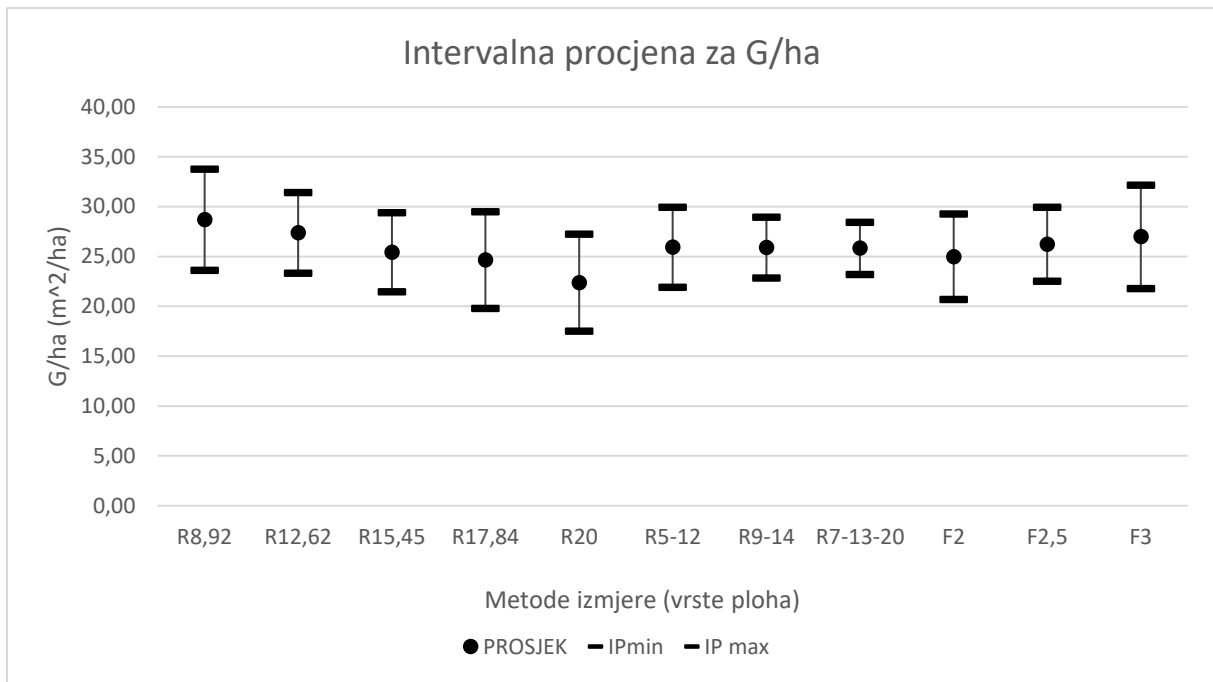
3.2.2. TEMELJNICA (G/ha)

Tablica 9. Varijabilnost i preciznost temeljnica s obzirom na veličinu plohe

RADIJUS PLOHE	PROSJEK	ST. DEV.	ST.POG.	IP min	IP max
R8,92	28,73	6,07	2,15	23,65	33,80
R12,62	27,40	4,86	1,72	23,34	31,46
R15,45	25,45	4,74	1,67	21,49	29,41
R17,84	24,66	5,80	2,05	19,81	29,51
R20	22,40	5,83	2,06	17,52	27,28
R5-12	25,96	4,79	1,69	21,95	29,96
R9-14	25,93	3,65	1,29	22,88	28,98
R7-13-20	25,85	3,14	1,11	23,23	28,47
F2	25,00	5,13	1,81	20,71	29,29
F2,5	26,25	4,43	1,57	22,54	29,96
F3	27,00	6,21	2,20	21,81	32,19

U tablici 9. prikazana je varijabilnost temeljnica po hektaru jednostrukih i koncentričnih kružnih ploha te Bitterlichovih metoda kutnog brojanja. Na temelju istih rezultata izrađen je prikaz na slici 12.

Prosječne vrijednosti temeljnica kreću se u rasponu od 22,40 m² do 28,3 m² po hektaru. Iz tablice 8. vidljivo je kako vrijednosti s obzirom na različite veličine ploha nemaju velika odstupanja. Metoda R20 pokazala je najmanju prosječnu vrijednost temeljnica za odsjek (22,40 m²/ha). Metoda R8,92 pokazala je najveću vrijednost temeljnica za odsjek (28,73 m²/ha). Prosječne vrijednosti temeljnica dobivene na koncentričnim krugovima gotovo su jednake. Od Bitterlichovih metoda, metoda s faktorom temeljnica 3 postiže najveću vrijednost. Kada se uspoređuju standardne devijacije pojedinih metoda, metode s najvećim prosječnim vrijednostima imaju veću standardnu devijaciju i manju preciznost procjene (R8,92; F3), dok kod koncentričnih ploha, posebno R7-13-20, imamo malu standardnu devijaciju i bolju preciznost procjene. Analizom varijance ponovljenih mjerenja (RM ANOVA) ustanovljeno je da razlike između metoda jesu statistički značajne ($F(10,70)=2,8707$, $p=0,00468$) te je post-hoc Dunnettovim testom utvrđeno koje se metode statistički značajno razlikuju od R20. Test je pokazao da su to metode R8,92, R12,62, F2,5 i F3.



Slika 12. Intervalna procjena temeljnice s 95% pouzdanosti. Točke su prosječne vrijednosti temeljnice za pojedinu metodu, okomite crte označavaju krakove intervala, a vodoravne crte minimalne i maksimalne vrijednosti procjene.

Na slici 12. dana je intervalna procjena temeljnice po hektaru za pojedinu veličinu plohe s 95% pouzdanosti. Sa slike i tablice 9 uočljivo je da se sa smanjenjem veličine plohe povećava interval što je u korelaciji da na manjim površinama imamo veću pogrešku procjene zbog manjeg broja stabala. Koncentrična ploha s tri kruga ima najmanji interval procjene u odnosu na sve metode, dok je kod Bitterlichove metode s faktorom temeljnice 3 dobiven najveći interval procjene.

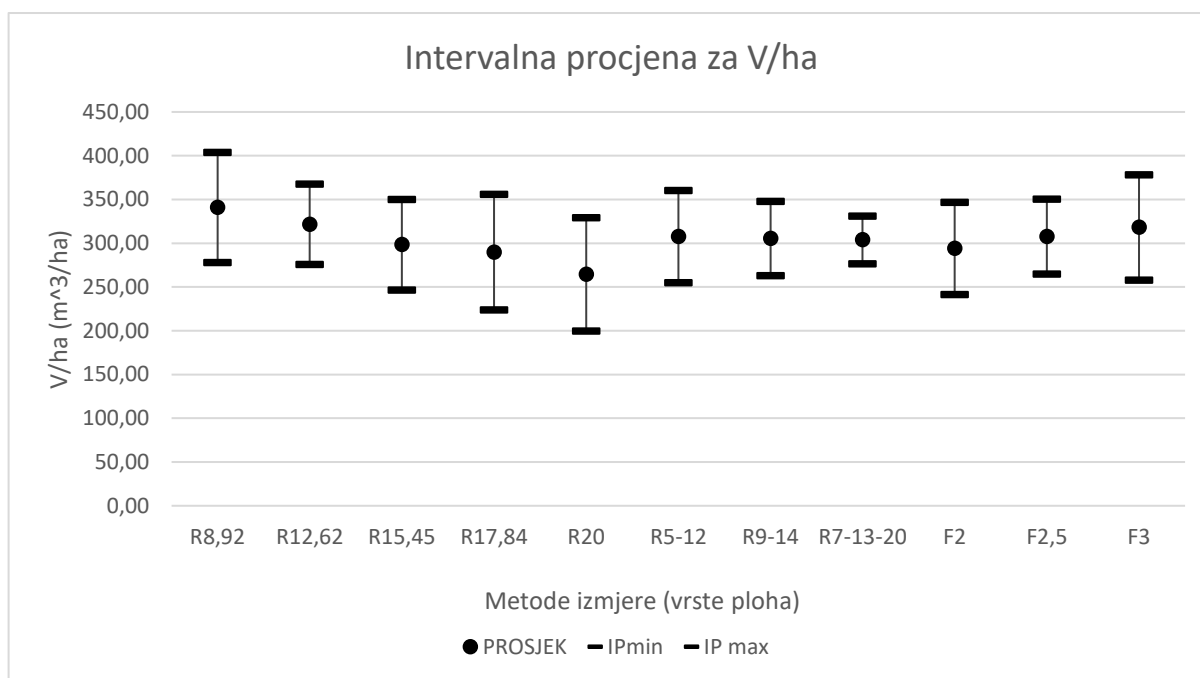
3.2.3. VOLUMEN (DRVNA ZALIHA) V/ha

Tablica 10. Varijabilnost i preciznost volumena stabala s obzirom na veličinu plohe

RADIJUS PLOHE	PROSJEK	ST. DEV.	ST. POG.	IP min	IP max
R8,92	341,29	75,31	26,63	278,33	404,26
R12,62	321,96	55,01	19,45	275,98	367,95
R15,45	298,68	61,87	21,88	246,96	350,41
R17,84	290,10	78,84	27,87	224,19	356,01
R20	264,74	77,60	27,44	199,87	329,62
R5-12	307,89	63,13	22,32	255,11	360,67
R9-14	305,67	50,78	17,95	263,21	348,12
R7-13-20	304,08	32,64	11,54	276,79	331,37
F2	294,29	62,93	22,25	241,68	346,90
F2,5	307,98	51,20	18,10	265,18	350,78
F3	318,37	72,07	25,48	258,12	378,62

U tablici 10. prikazana je varijabilnost i preciznost volumena (drvene zalihe) po hektaru jednostrukih i koncentričnih kružnih ploha te Bitterlichovih metoda kutnog brojanja. Na temelju dobivenih podataka izrađen je prikaz na slici 13.

Prosječne vrijednosti volumena kreću se od 264,74 do 341,29 m³ po hektaru za odsjek. Preračunati podaci za jednostruke plohe, koncentrične plohe i Bitterlichove metode daju veće vrijednosti drvene zalihe od metode R20 na kojoj su prikupljeni podaci na terenu. Najmanja veličina plohe R8,92 daje najveću prosječnu vrijednost drvene zalihe od 341,29 m³/ha, a veličina plohe R20 daje najmanju prosječnu vrijednost od 264,74 m³/ha. Kod jednostrukih ploha prema podacima iz tablice 9. može se reći da se smanjenjem površine plohe povećava drvena zaliha, a kod koncentričnih ploha su međusobno približne prosječne vrijednosti drvene zalihe. Od Bitterlichovih metoda, najveću prosječnu vrijednost drvene zalihe daje metoda s faktorom temeljnica 3. Analizom varijance ponovljenih mjerenja (RM ANOVA) ustanovljeno je da razlike između metoda jesu statistički značajne ($F(10,70)=3,1258$, $p=0,00237$) te je post-hoc Dunnettovim testom utvrđeno da se metode R8,92, R12,62 i F3 statistički značajno razlikuju od metode R20, što se moglo pretpostaviti jer su obično temeljnica i volumen povezani te sličnih rezultata.

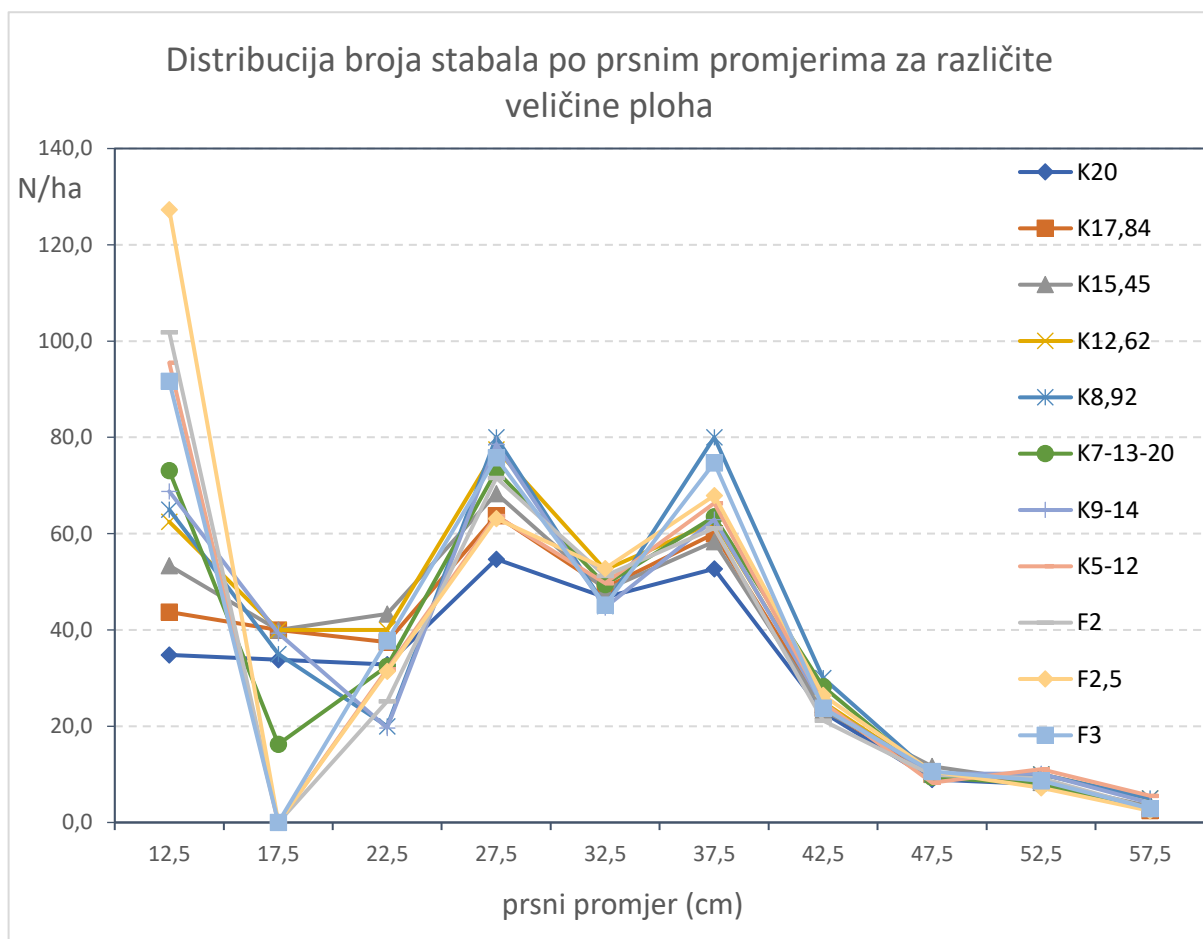


Slika 13. Intervalna procjena volumena s 95% pouzdanosti. Točke su prosječne vrijednosti volumena za pojedinu metodu, okomite crte označavaju krakove intervala, a vodoravne crte minimalne i maksimalne vrijednosti procjene.

Na slici 13. dana je intervalna procjena volumena po hektaru za pojedinu veličinu plohe s 95% pouzdanosti. Sa slike i iz tablice 10 uočljivo je da metoda R7-13-20 ima najmanji interval procjene u odnosu na ostale metode, a metoda R8,92 ima najveći interval s najvećom standardnom pogreškom i time manjom preciznosti. Pri jednostrukim plohama intervali procjene su približno jednaki, no ipak metoda 12,62 ima najbolji interval od njih. Od Bitterlichovih metoda, metoda s faktorom temeljnice 3 ima najveći interval procjene, a s time i najveću standardnu pogrešku.

3.3. DISTRIBUCIJE BROJA STABALA

Slika 14. zorno prikazuje kako su stabla raspoređena u debljinske stupnjeve širine 5 cm s obzirom na veličinu plohe. Podaci su za svaku metodu (veličinu plohe) obojeni drugom bojom. Sa slike je vidljivo kako različite veličine ploha približno jednako prikazuju distribuciju prsnih promjera, no kod manjih prsnih promjera vidljiva su odstupanja. Metoda F2,5 odskaka od ostalih metoda pri manjim promjerima zbog velikog faktora temeljnice kojim množimo tanja stabla, slijede ju Bitterlichove metode F2 i F3 te metoda R5-12. Gledano na prikazu sve metode pretpostavljaju veći broj stabala manjih prsnih promjera od referentne metode što je povezano s prostornim rasporedom stabala na plohama koji su prikazani na slikama 5, 8, 9 i 10.. Tanja stabla su većinom smještena oko samog središta ploha pa tako i kada se promjeni metoda izmjere ona upadaju u izmjeru plohe. Metode R12,62, R5-12, F3 i F2 u debljinskom stupnju 17,5 nemaju stabala, što upućuje na to da te metode ne prikazuju kompletnu strukturu sastojine kao ostale metode koje su uhvatile na plohama stabla takvih prsnih promjera. Iz prikaza distribucije može se reći kako sve metode u debljinskim stupnjevima 27,5 cm i 37,5 cm imaju podjednak broj stabala, a s povećanjem promjera dolazi do postupnog izjednačenja.



Slika 14. Prikaz raspodjele broja stabala po prsnim promjerima za određene metode (veličine ploha)

4. RASPRAVA

U istraživanju je uspoređeno kako veličina plohe utječe na preciznost procjene osnovnih strukturnih elemenata u brdskoj kitnjakovo-bukovoj sastojini razvedene konfiguracije terena, pri čemu je metoda R20 uzeta za izračun preostalih metoda i kao referentna metoda u nedostatku totalne klupaže. Budući da nema potpunih podataka o strukturnim elementima za ovaj odjel, podaci metode R20 se smatraju najreprezentativnijima.

Kako je veličina uzorka (broj ploha) na svim metodama (veličinama ploha) jednaka (8 ploha), razlike u procjeni strukturnih elemenata ovisile su ponajviše o prostornom razmještaju stabala na plohama i standardnoj devijaciji između ploha. Razlike u broju stabala po plohama za svaku metodu vidljive su iz tablice 4. Rezultati su pokazali da manje plohe imaju manje stabala, a manji faktor temeljnice više stabala. Veći broj stabala po plohi kod metoda je dao ujednačeniju procjenu broja stabala po hektaru između ploha, time manju standardnu devijaciju i interval procjene, dok je veći broj stabala po plohi rezultirao većom varijabilnošću i intervalom procjene za temeljnicu i volumen (tablica 4, 8, 9, 10). Može se reći da su ovakvi rezultati posljedica velike prostorne varijabilnosti stabala koja se može vidjeti na slikama 5, 6, 7, 8, 9 i 10. Samo na plohi 8 dolazi do velikih razlika u broju stabala po hektaru jer su tanja stabla smještena oko središta, a deblja stabla na krajevima većih ploha.

Kod manjih jednostrukih ploha (R8,92; R12,62; R15,45) pokazalo se da su prosječne vrijednosti broja stabala, temeljnice te volumena veće u odnosu na jednostruke plohe većih površina (R20; R17,84). S druge strane, upravo manje plohe pokazuju veću standardnu pogrešku procjene tih elemenata i zato su lošije za procjenu. Zanimljivo je kako su sve jednostruke plohe pokazale veće prosječne vrijednosti strukturnih elemenata, manje intervale procjene temeljnice i volumena uz veću preciznost od metode R20. Upravo je metoda R12,62 polučila najmanje standardne pogreške pri procjeni temeljnice i volumena, no kada se provela usporedba analizom varijance ponovljenih mjerenja, pokazalo se kako je razlika statistički značajna i tako rezultati dobiveni ovom metodom upitni za izmjeru ove kitnjakovo-brdske sastojine te prikaz njene strukture. Osim metode R12,62, analizom je dobiveno da je i metoda R8,92 neprikladna za ovu sastojinu, što se vidi iz rezultata u tablici 5. kao lošija preciznost procjene za broj stabala, temeljnicu i volumen u odnosu na ostale metode.

Kod koncentričnih krugova, prosječne su vrijednosti broja stabala, temeljnice i volumena po hektaru veće u odnosu na metodu R20. Kad se usporede te prosječne vrijednosti s referentnom metodom R20, metoda R7-13-20 imala je najbliže rezultate prosječnih vrijednosti strukturnih elemenata referentnoj metodi. Prilikom intervalne procjene dobiveni su rezultati koji prikazuju da su za procjenu temeljnice i volumena najbolji upravo koncentrični krugovi i to metoda R7-13-20. Metoda je pokazala najmanja odstupanja i pogreške procjene, čime je pokazala da dodavanjem krugova smanjujemo broj stabala za mjerenje, ali ne umanjujemo preciznost procjene drvne zalihe. Ako bismo gledali da su tri kruga vremenski i prostorno zahtjevnija za izmjeru, metoda R9-14 pružala bi dovoljno dobre rezultate, kao i metoda R7-13-20, u procjeni temeljnice i volumena.

Kod Bitterlichovih metoda, najboljom se za procjenu broja stabala pokazala metoda s faktorom temeljnica 2, a za procjenu temeljnica i volumena najbolja je metoda s faktorom temeljnica 2,5. Rezultatima se pokazalo kako je faktor temeljnica 3 preveliki faktor za dobivanje dobrih rezultata procjene strukturnih elemenata u ovoj sastojini.

Dobivanjem rezultata intervalne procjene pokazano je da je za procjenu broja stabala po hektaru za sastojinu najprikladnija metoda R20. Ona je dobra isključivo zbog svoje površine jer može uhvatiti veliki broj stabala, no za primjenu u praksi je nespretna jer zbog velikog opsega zahtjeva više provjera rubnih stabala što uz veliki broj mjerenih stabala (tablica 4) zahtjeva dulje vrijeme izmjere. Uz nju je za procjenu broja stabala prihvatljiva metoda R17,84. Tom metodom se umanjila površina izmjere, ali je malim intervalom procjene i standardnom pogreškom pokazala da bi prikazala broj stabala u sastojini dovoljno dobro kao i referentna metoda. Za procjenu temeljnica i volumena kao prikladna metoda dobivena je trostruka koncentrična metoda R7-13-20. Koncentričnim krugovima smanjujemo broj stabala za mjerenje (tablica 4) zbog određenog raspona prsnih promjera koji se mjere na određenom radijusu (Vedriš, M., Jazbec, A., Frntić, M., Božić, M., Goršić, E., 2009), zato je ta metoda polučila pogodnije rezultate od ostalih metoda. Kao zamjena za trostruku koncentričnu plohu, dobrom se pokazala dvostruko koncentrična ploha radijusa 9 i 14 m jer ima gotovo jednake vrijednosti stabala po plohi i veći prosječni broj stabala po plohi (tablica 4) te prosječne vrijednosti i intervale procjene. Također, kada se sagleda stajalište da je sastojina smještena u uvjetima razvedene konfiguracije terena gdje se neka ploha može nalaziti na strmoj padini, dvostruka koncentrična ploha bila bi zbog manjeg radijusa efikasnija u izmjeri, a dali bi slične rezultate metodi R7-13-20.

Vedriš 2010 (prema Lukić, 1984; Vedriš et al., 2009, str. 375) navodi kako se niti teoretski niti prema prijašnjim ispitivanjima između prosječnih vrijednosti za sastojinu ne očekuje statistički značajna razlika, no u ovom istraživanju pokazalo se kako se između prosječnih vrijednosti temeljnica i volumena utvrdila statistički značajna razlika. Ovisno o veličini i tipu plohe naglašena je razlika u strukturi unutar ploha. Na takvu je razliku mogao imati utjecaj i reljef, ali i način odabira stabala za sječu te prirodne nepogode poput vjetrolova koji se dogodio u ljeto 2023.

5. ZAKLJUČAK

Usporedbom i analizom dobivenih rezultata strukturnih elemenata (N, G i V) na razini pojedine metode, odnosno veličine primjerne plohe, utvrđeno je da doista veličina plohe utječe na procjenu broja stabala, temeljnice i volumena (drvne zalihe) te distribuciju broja stabala koja je također dobar pokazatelj stanja sastojine.

U uvjetima razvedene konfiguracije terena brdske kitnjakovo-bukove sastojine za procjenu broja stabala najprikladnije su plohe većih površina, dok su plohe manjih površina, koncentrične plohe i Bitterlichove metode kutnog brojanja neprikladne. Za procjenu temeljnice i volumena prikladnije su koncentrične plohe. Analizom varijance ponovljenih mjerenja dobivene su statistički značajne razlike u prosječnim vrijednostima temeljnice i volumena čime je metoda R12,62, koja se primjenjuje u uređajnoj inventuri i u Republici Hrvatskoj, nepouzdana za izmjeru u ovakvim sastojinskim uvjetima, kao i metode R8,92, F2,5 i F3. Kada se uzmu u obzir rezultati procjene, preciznost, analiza varijance ponovljenih mjerenja zajedno te broj stabala na plohama u tablici 4, metoda R9-14 pokazala se najprikladnijim odabirom za prikaz strukture ove sastojine.

Istraživanjem je utvrđeno da je razlika između metoda veća od razlike između ploha, što se nije očekivalo. Sukladno tome, dobivene su veće varijabilnosti strukturnih elemenata između metoda što je nakraju uvjetovalo statističke razlike u temeljnici i volumenu. To sve upućuje na veliku raznovrsnu prostornu varijabilnost sastojine koja je uvjetovana razvedenošću terena.

Dobiveni rezultati istraživanja moći će se koristiti u daljnjim istraživanjima za analizu i usporedbu procjene strukturnih elemenata u sastojinama slične strukture ili kao podloga za usporedbu rezultata ponovne izmjere u sastojini.

6. LITERATURA

Đurić, J., 2024.: Utjecaj intenziteta uzorkovanja na varijabilnost podataka o strukturi sastojine razvedene konfiguracije, završni rad, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 26 str.

Lukić, N., 1984, Izmjera jednodobnih sastojina primjenom uzoraka promjenjive vjerojatnosti selekcije. Glasnik za šumske pokuse 22

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

TIBCO Software Inc. (2020). Data Science Workbench, version 14. <http://tibco.com>

Vedriš, M., 2010.: Utjecaj različitih metoda uzorkovanja na izmjeru i procjenu strukturnih elemenata bukovo-jelovih sastojina, doktorski rad, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 191 str.

Vedriš, M., Jazbec, A., Frntić, M., Božić, M., Goršić, E., 2009.: Preciznost procjene strukturnih elemenata bukovo-jelove sastojine ovisno o veličini kružnih primjernih ploha. Šumarski list, CXXXIII (2009) (br. 7–8): 369-379

Zakon o šumama. 2018. Narodne novine. 68/18