

Utjecaj mjeritelja te pogrešaka pri izmjeri na izmjereni promjer stabla

Đureta, Filip

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:963648>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

ŠUMARSKI FAKULTET

ŠUMARSKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ

PREDDIPLOMSKI STUDIJ ŠUMARSTVO

Filip Đureta

Utjecaj mjeritelja te pogrešaka pri izmjeri na izmjereni promjer stabla

Influence of a measurer and measurement errors on a measurement of tree
diameter

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, RUJAN, 2018.

Zavod:	Zavod za izmjeru i uređivanje šuma
Predmet:	Dendrometrija
Mentor:	prof. dr. sc. Mario Božić
Asistent – znanstveni novak:	doc. dr. sc. Mislav Vedriš, doc. dr. sc. Ernest Goršić
Student:	Filip Đureta
JMBAG:	0068226518
Akad. godina:	2017./2018.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 21.09.2018
Sadržaj rada:	Slika:90 Tablica:1 Navoda literature: 3
Sažetak:	Prsni promjer stabla jedna je od osnovnih varijabli pri izmjeri šuma. Prsni se promjer koristi pri određivanju volumena pojedinačnih stabala, za dobivanje raspodjela (po vrstama drveća) broja stabala po debljinskim stupnjevima koja je osnova za određivanje volumena sastojine. Cilj ovoga rada je ispitati utjecaj mjeritelja te najčešćih grešaka na promjer pojedinačnih stabala te raspodjelu broja stabala po debljinski stupnjevima. Izmjera će se provesti s tri mjeritelja na četiri vrste drveća (Hrast lužnjak, Obični grab, Obična jela i Obična bukva). Za svaku vrstu će se izmjeriti promjeri 70-ak stabala, pri čemu će svi mjeritelji mjeriti dva unakrsna promjera najprije bez obilježbe mjesta izmjere, a potom s obilježbom. U radu će se istražiti i utjecaj postavljanja promjerke niže ili više od prsne visine, utjecaj postavljenja promjerke tako da ravnalo ne dotiče stablo te utjecaj nagnutosti promjerke prema mjeritelju.

Sadržaj

UVOD	1
CILJ RADA	3
MATERIJALI I METODE	4
Gdje i na čemu se mjerilo?	4
Tko je i što mjerio?	5
Način mjerenja	6
OBRADA PODATAKA	8
REZULTATI I RASPRAVA	8
Hrast lužnjak, <i>Quercus robur</i>	9
Obični grab, <i>Carpinus betulus</i>	17
Obična jela, <i>Abies alba</i>	24
Obična bukva, <i>Fagus sylvatica</i>	31
ZAKLJUČAK	37
LITERATURA	41

UVOD

Promjer je jedna od osnovnih varijabli u području dendrometrije koja zadire i u druga područja šumarske struke kao što su rast i prirast, uzgajanje, uređivanje, isorištavanje i šumska ekonomika kojima daje kvantitativne podatke. Zajedno sa visinom stabla, promjer se mjeri za potrebe izračuna volumena pojedinačnih stabala, drvene zalihe šumske sastojine i temeljnice sastojine. Zadnje dvije vrijednosti također se koriste i za određivanje obrasta sastojine—usporedba sa prirasno prihodnim tablicama (PPT) ili normalama (temeljnica za jednodobne, volumen za preborne). Radi standardizacije, mjesto na stablu na kojem se mjeri promjer nalazi se na 1,30 m iznad tla (na strmom terenu s gornje strane) što odgovara prsnoj visini prosječnog čovjeka, odakle i dolazi naziv prsni promjer (eng.: *DBH-diameter at breast height*). On je odabran radi izjegavanja proširenja u području panja, lakoće izmjere i blisko je povezan sa volumenom stabla. Prsni se promjer najčešće mjeri promjerkom, mjernim instrumentom koji se sastoji od ravnala, nepomičnog i pomičnog kraka okomitih na ravnalo. Za izmjeru se promjera koriste još i mjerna vrpca (π -vrpca), za izmjeru većih prsnih promjera i dendrometri, optički instrumenti za izmjeru nedohvatnih promjera (Bitterlichov zrcalni relaskop s običnom ili CP skalom i telerelaskop) i oni su puno skuplji i složeniji za upotrebu od konvencionalnih instrumenata.

Pouzdani podaci izmjere neophodni su za kvalitetno gospodarenje šumom, ali kao i kod bilo kojih drugih mjerenja javljaju se pogreške. One se često ne prepoznaju ili se ignoriraju smatrajući da neće imati prevelik utjecaj na mjerni rezultat. Pogreške mjerenja se općenito svrstavaju u tri grupe: sistematske ili sustavne, methodske ili grube i slučajne.

Grube se događaju zbog nepažnje mjeritelja ili zbog toga što on smatra da zna proces izmjere i neuočava uzrok greške, može zabilježiti krivu vrijednost, krivo očitati sa skale, zaboraviti znamenku prilikom očitavanja i sl. Rezultati mjerenja vidljivo odskakuju od ostalih i oni bi se u pravilu trebali isključiti iz analize.

Slučajne se greške javljaju u svim mjerenjima i manje su značajne, mogu se smanjiti, ali ne i ukloniti. Boljom izolacijom od okoline i savršenijim uređajem mogu se smanjivati do granica tehnoloških mogućnosti. One se javljaju zbog neizbježne nesavršenosti uređaja i mjeritelja. Pojavljuju se i negativne i pozitivne.

Za nas su najznačajnije sistematske jer se povećavaju s brojem mjerenja i javljaju se u istom smjeru, uvijek uzrokujući pristranost (eng. *BIAS*). Nastaju zbog neispravnih mjernih instrumenata, izbora pogrešne metode mjerenja ili njenog pogrešnog izvođenja, i sl. Mogu

se smanjiti i ukloniti provjerom i poboljšanjem aparature, korištenjem pravilne metode mjerenja i sl. Dije se prema uzroku nastanka: greške instrumenta, mjeritelja i okoline.

Postoje tekođer i razlike u izmjeri između mjeritelja na koje utječu iskustvo, procjena prsne visine, mogućnost očitavanja promjera zbog visine mjeritelja i kvalitete vida i sl.

Preciznost, točnost i pristranost su pojmovi koji objašnjavaju odnos mjernih rezultata prema stvarnoj vrijednost. Preciznost označava bliskost sredini uzorka mjerenja, a dijeli se na preciznost instrumenta (određena podjelom skale na instrumentu) i preciznost mjerenja (govori o rasipanju rezultata koji su uvjetovani okolinom). Točnost opisuje odstupanje mjernih rezultata od stvarne vrijednosti, a pristranost, kako je već spomenuto je uzrok sistematske pogreške.

CILJ RADA

Kod izmjere prsnog promjera mjerne greške su rezultat: pogreške pri snimanju (očitanju), razlike u položaju promjerke ili mjerne vrpce (ravnalo nije u ravnini okomitoj na uzdužnu os stabla), određivanja prsne visine i razlike u stisnutosti krakova promjerke ili napetosti vrpce. Posljedice pogrešaka izmjere prsnog promjera stabala mogu biti značajne za drvenu zalihu sastojine. U ovom istraživanju ispitati će se utjecaj mjerenja promjera 10 cm ispod i 10 cm iznad prsnog promjera, utjecaj kada ravnalo ne dotiče stablo tako da jedna izmjera podrazumijeva normalno pritisnute krakove o stablo, a druga jače pritisnute. Ispitati će se i utjecaj kada promjerka nije u ravnini okomitoj na središnju os stabla, tj. zakrenuta je oko osi ravnala (vrhovi krakova zakrenuti prema gore) što je čest slučaj pri izmjeri radi lakšeg očitavanja na skali ravnala promjerke..

Svaki od mjeritelja snimio je dva unakrsna promjera, prvo na neobilježenom mjestu (samoodređivanje prsne visine), a zatim na, pomoću mjerne vrpce određenom i obilježenom mjestu. Cilj ovog rada je istražiti koliko utjecaja ima mjeritelj kod izmjere prsnog promjera, te kolike su razlike između pojedinih mjeritelja. Nadalje svaki mjeritelj je mjerio je na jedan od gore navedenih načina.

Logično je da, ako je pretpostavka da je stabljika konusnog oblika (najšira u donjem dijelu), bi promjer izmjeren iznad prsne visine uvijek trebao biti manji što će dati negativnu grešku, dok bi promjer izmjeren ispod prsne visine trebao uvijek biti veći i dati pozitivnu grešku. Za slučaj kada ravnalo ne dotiče stablo, a krakovi su normalno pritisnuti trebala bi se dobiti približna vrijednost pravoj ili s malim odstupanjem jer vjerojatno ni tada pomični krak promjerke nije sasvim okomit na ravnalo, a odstupanje može biti u pozitivnom i negativnom smjeru što znači da se dobiva manji ili veći promjer od stvarnog. S jače pritisnutim krakovima, kad pomični krak sigurno nije okomit na ravnalo trebala bi se dobiti negativna pogreška kod svih izmjera jer se uvijek mjeri manji promjer od stvarnog. Tu postoji i problem debljine stabla. Naime, krakovi trebaju dodirivati dvije suprotne točke na poprečnom presjeku za izmjeru promjera pa ako je stablo tanje ravnalo će moći biti udaljenije od stabla i više će biti prostora za pritiskanje pomičnog kraka, a s druge strane ako je stablo deblje biti će manje prostora, te bi greška trebala biti manja. Kada promjerka nije u ravnini, tj. kada je ravnalo zakrenuto oko svoje osi, a stavljeno je na prsnu visinu mjeri se promjer nešto iznad što daje krivi podatak o prsnom promjeru.

Važno pitanje, koje je također cilj rada, je da li se razlike unakrsnih promjera, razlike

između mjeritelja, razlike samoodređene i odmjerene prsne visine, te greške mjerenja promjera povećavaju s porastom debljine stabla.

MATERIJALI I METODE

Gdje i na čemu se mjerilo?

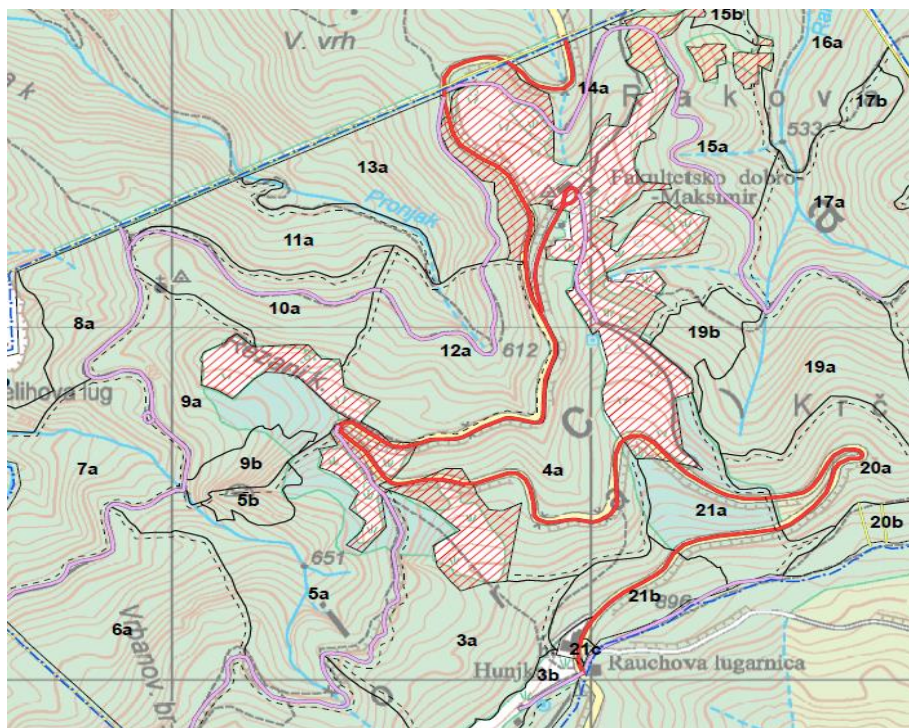
Prikupljanje podataka za rad izvršeno je na dva lokaliteta i na četiri najbrojnije vrste drveća u Hrvatskoj. Prvi lokalitet se nalazi sjeveroistočno od Sesveta, pokraj sela Šašinovec. To je tipična, jednodobna, mješovita, nizinska šuma Hrasta lužnjaka i Običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris*, Rauš 1969.) i jedna je od sastavnica nastavno-pokusnog šumskog objekta Zagreb, a veličine je 92 ha. Na njemu su mjereni promjeri na vrstama Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) i Obični grab (*Carpinus betulus* L.). Snimanje je izvršeno u odsjecima 16b i 17b, a obavljeno je 18. rujna 2015.



Slika 1 Šašinovečki lug-plava, točka-crta linija

Drugi lokalitet je gospodarska jedinica „Sljeme“ koja se nalazi na sjevernoj padini Medvednice odnosno sjeverno od glavne vododjelnice Puntijarka-Rauhova lugarnica-Stol. Površina šume iznosi 386 ha. Najniža točka terena je 460 m, a najviša 999 m (Puntijarka). Dominantnu šumsku zajednicu u ovoj šumi tvori šuma bukve i jele panonskog dijela Hrvatske (*Abieti-Fagetum panonicum* Rauš 1969.). Zajednica je neutrofilnog i slabo kiselog karaktera. Nalazi se u svom ekološkom optimumu. Tamo su mjereni promjeri na Običnoj

jeli (*Abies alba* Mill.) i Običnoj bukvi (*Fagus sylvatica* L.) Obična bukva i obična jela postižu zavidne dimenzije. Prirodno pomlađivanje u tim šumama je trajan proces koji pridonosi sve većoj stabilnosti tih sastojina, također dio nastavno-pokusnog šumskog objekta Zagreb. Snimanje izvršeno u odsjeku 4a, a obavljeno je 18. svibnja 2016.



Slika 2 Sljeme, Medvednica

Tko je i što mjerio?

Izmjera promjera stabala izvršena je od strane 3 mjeritelja. Sva trojica su iskusni u ovom području sa više godina iskustva. Stabla su prvo obročana, a obilježeno je 74 stabala Hrast lužnjaka, 56 stabala Običnog graba, 76 Obične jele i 76 Obične bukve. Svaki mjeritelj je mjerio na svim stablima. Zajedno sa 9 različitih izmjera po stablu to daje ukupno 4794 snimljena promjera.

Tablica 1 Mjerenja provedena od strane 3 mjeritelja

	Mjeritelj 1 Mislav Vedriš	Mjeritelj 2 Ernest Goršić	Mjeritelj 3 Mario Božić
1a	+	+	+
1b	+	+	+
2a	+	+	+
2b	+	+	+
3a	+		

3b	+		
4a		+	
4b		+	
5a			+

Legenda:

1a,1b-samoodređivanje prsne visine (a/b-unakrsni promjeri)

2a,2b-obilježena prsna visina (a/b-unakrsni promjeri)

3a-promjer 10 cm ispod prsne visine, **3b**-promjer 10 cm iznad prsne visine

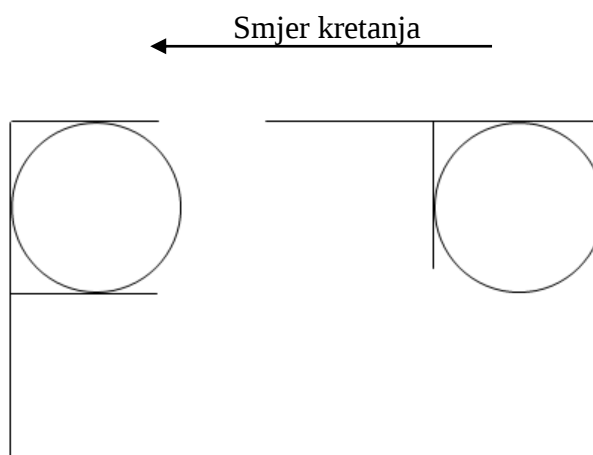
4a-ravnalo ne dotiče stablo-krakovi normalno stisnuti, **4b**-ravnalo ne dotiče stablo-krakovi jače stisnuti

5a-promjerka zakrenuta krakovima prema gore s ravnalom na prsnoj visini

Način mjerenja

Uzorak stabla za mjerenje, u nizinskoj šumi hrasta i graba, bila odabrana na način da su se mjeritelji kretali u jednom pravcu i mjerili promjere stablima koja su ležala na tom pravcu. To je zapravo način na koji se vrši izmjera stabala za kreiranje visinskih krivulja. I u ovom slučaju bilo je u cilju mjeriti stabla tako da obuhvaćaju cijeli raspon debljinskih stupnjeva za određeni razvojni stadij sastojine. Pravac kretanja bio je pod azimutom od 32°00'.

Na Sljemenu uzorak je uzet u slojnici. Pošto je to teren sa nagibom mjerilo se s pribrežne strane stabla.



Slika 3 Način stavljanja promjerke u odnosu na smjer kretanja-desno za 1a, 2a, 3a, 3b, 4a, 4b i 5a, lijevo za 1b i 2b

Mjerna grupa se sastojala od 2 mjeritelja od kojih je jedan mjerio, dok je drugi bilježio podatke u terenske obrasce, sa promjenom za pojedine vrste. Mjerenje je izvršeno u

centimetrima sa milimetarskom preciznošću, a rezultati bilježeni na 1 decimalu. Prvo snimanje (*1a,1b*) obavljeno je tako da je svaki mjeritelj pomoću svoje visine određivao prsnu visinu kao što je to i uobičajeno u praksi. *1a* promjer snimljen je na način da je ravnalo ležalo u pravcu kretanja, a *1b* je okomit na njega, dobiven zakretanjem promjeke u ravnini snimanja tako da je mjeritelj imao pogled u smjeru kretanja.

Nakon toga, a neposredno prije drugog snimanja na istim stablima izmjerena je prsna visina pomoću metalne mjerne vrpce i zabilježena sprejem u obliku jedne točke (sprej za doznaku stabala za sjeću). Drugo snimanje (*2a,2b*) obavljeno je na isti način kao i prvo, ali uz primjenu stvarne prsne visine koja je bila odmjerena pomoću metalne mjerne vrpce.

Snimanje unakrsnih promjera, za oba načina (*1* i *2*), obavljena su prvo na jednom stablu, te se zatim se kretalo na sljedeće, a ne da se prvo snimio *a* promjer na svim stablima. To bi inače predstavljalo problem zbog ponovnog određivanja prsne visine, za *b* promjer, koja bi bila drugačija od prve i podaci se ne bi mogli uspoređivati vezanu uz ekscentričnost stabla

Za treći način snimanja (*3a,3b*), koju je obavio samo Mjeritelj 1, promjerka je okvirno postavljena 10 cm ispod i iznad od stvarne prsne visine, te su na tim mjestima izmjereni promjeri stabala, ali samo na način kao kod *1a* i *2a*, tj. u smjeru kretanja.

Četvrti način snimanja (*4a,4b*) koju je izveo Mjeritelj 2, obavljena je tako da je ravnalo bilo odmaknuto od stabla te su krakovi prvo bili normalno stisnuti (*4a*), a zatim jaće (*4b*). Također na odmjerenoj prsnoj visini i s ravnalom u smjeru kretanja. Zbog ograničene duljine krakova kod većih promjera ravnalo je ipak moralo dodirivati stablo što je objašnjeno u cilju rada.

Zadnji način mjerenja (*5a*), od strane Mjeritelja 3, izvedeno je stavljanjem ravnala na prsnu visinu i podizanjem vrhova krakova, odnosno zakretanjem ravnala radi lakšeg očitavanja.

OBRADA PODATAKA

Statistička analiza provedena je t -testovima zavisnih varijabli sa razinom pouzdanosti od 0,05. Zavisnih varijabli zato što su sva mjerenja obavljena na istim stablima, tj. na jednom uzorku, te taj način postavlja veće zahtjeve za sličnost dvaju uzoraka. Podaci su uspoređeni unutar svake vrste drveća.

Prvi dio analize sastojao se u određivanju razlike za svakog mjeritelja između unakrsnih promjera u apsolutnom obliku. Analiza je provedena i za samoodređivanje prsne visine i za snimanje promjera na odmjerenoj prsnoj visini. Nakon toga su provedeni t -testovi. Između promjera a i b t -testom dobije se uvid u oblik poprečnog presjeka debla, to jest da li je izražena eliptičnost (postoji statistički značajna razlika, tj. vjerojatnost je da će uvijek jedan promjer biti veći) ili nije (ne postoji statistički značajna razlika). U praksi, utjecaj se eliptičnosti (koja je u sastojinskim okolnostima posljedica nagnutosti stabla ili jednostrane krošnje ili nekih drugih razloga) na raspodjelu broja stabala po debljinskim stupnjevima po principu izmjere jedno stablo – jedno mjerenje, eliminira tako da se ravnalo stavi pod kutem od 45° , na jednoj polovici na jednu stranu, a na drugoj polovici na suprotnu stranu, u odnosu na središnju liniju (smjer kretanja) kod primjene primjernih pruga, odnosno okretanjem ravnala u pravcu centra kod kružnih ploha. Razlike unakrsnih promjera prikazane su grafički.

Drugi dio analize obuhvaća usporedbu promjera koje su svi mjerili, 1 i 2. Tako su $1a$, $1b$, $2a$ i $2b$ uspoređeni između mjeritelja. Također su razlike, dobivene oduzimanjem promjera jednog od drugog mjeritelja prikazane grafički gdje se vide rasponi razlika 50 i 80 % podataka. Naime, razlika bi istovjetnog promjera između mjeritelja trebala biti minimalna, u idealnim slučajevima nula. Ovdje će se točnost izražavati kao najmanja moguća varijabilnost razlika dvaju mjeritelja.

U trećem dijelu analize uspoređivao se promjer snimljen na neobilježenom mjestu s promjerom na obilježenom mjestu. To je utvrdilo točnost samoodređivanja prsne visine. Greška koja se dobije može biti pozitivna i negativna što znači da su se promjeri na neobilježenom mjestu mjerili ispod ili iznad prsne visine.

Zadnji dio analize prikazuje odnos ostalih načina mjerenja ($3a$, $3b$, $4a$, $4b$, $5a$) sa jednim prsnim promjerom. Stvaran prsni promjer koji je uzet za usporedbu je $2a$ od svakog mjeritelja za njegov slučaj, iz razloga što su se oni uzimali tako da je ravnalo postavljeno u smjeru kretanja, tj. kao kod $2a$, te je on na točnoj prsnoj visini.

Da bi se dobio odgovor na pitanje povećava li se razlika s porastom promjera, čitav oblak razlika prikazan je grafički u ovisnosti o jednom referentnom promjeru.

REZULTATI I RASPRAVA

Hrast lužnjak, *Quercus robur*

Uz razinu pouzdanosti od 0,05, dokazano je da ne postoji statistički značajna razlika između unakrsnih promjera za sve mjeritelje, te se prihvaćaju nulte hipoteze, što bi uvjetovalo da nema razlike o postavljanju promjerke oko debla na konačan rezultat. Pozornost je više obraćena na promjere 2a i 2b. Na slici 5 može se vidjeti da gotovo u svim

Mjeritelj 1	$H_0: d_{1a} = d_{1b}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{1b}$
	$H_0: d_{2a} = d_{2b}$	$H_a: d_{2a} \neq d_{2b}$
Mjeritelj 2	$H_0: d_{1a} = d_{1b}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{1b}$
	$H_0: d_{2a} = d_{2b}$	$H_a: d_{2a} \neq d_{2b}$
Mjeritelj 3	$H_0: d_{1a} = d_{1b}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{1b}$
	$H_0: d_{2a} = d_{2b}$	$H_a: d_{2a} \neq d_{2b}$

T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at $p < ,05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MV	60,80811	16,09937						
1b MV	60,47568	15,81922	74	0,332432	3,104663	0,921096	73	0,360035

T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at $p < ,05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a EG	60,87162	16,10946						
1b EG	60,61892	16,09734	74	0,252703	3,432489	0,633310	73	0,528510

T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at $p < ,05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MB	61,03919	16,34919						
1b MB	60,85946	16,03294	74	0,179730	3,403905	0,454212	73	0,651024

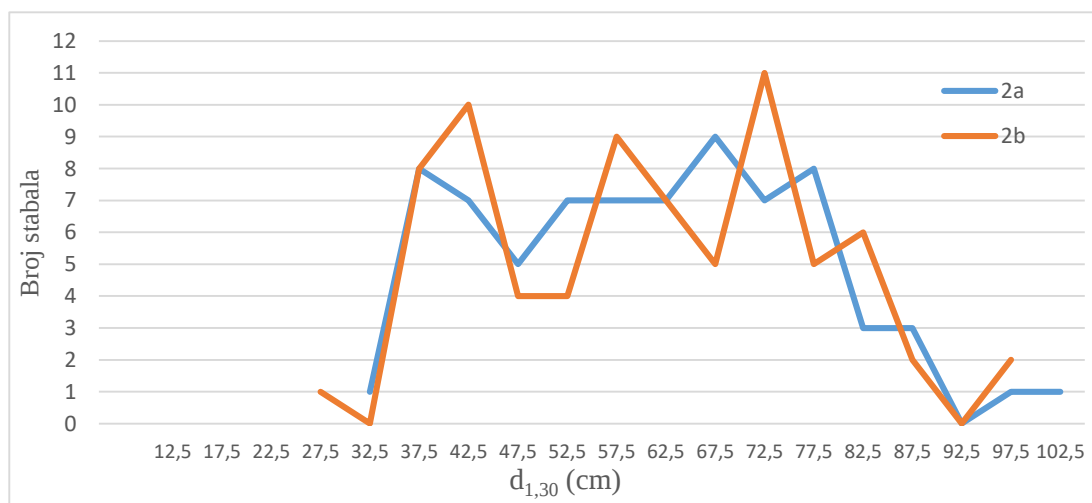
T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at $p < ,05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a MB	61,40541	16,35131						
2b MB	60,69324	16,01973	74	0,712162	3,532896	1,734059	73	0,087129

T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at $p < ,05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a EG	61,02973	16,16321						
2b EG	60,70270	16,09040	74	0,327027	3,290888	0,854843	73	0,395435

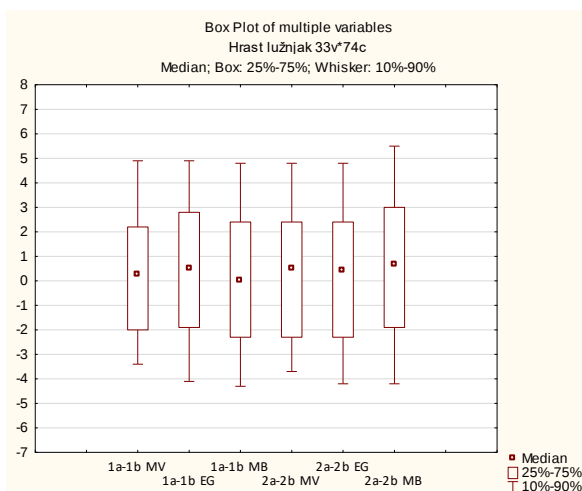
T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at $p < ,05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a EG	60,97973	16,08680						
2b EG	60,69459	16,27943	74	0,285135	3,348100	0,732602	73	0,466147

Slika 4 T-testovi između unakrsnih promjer

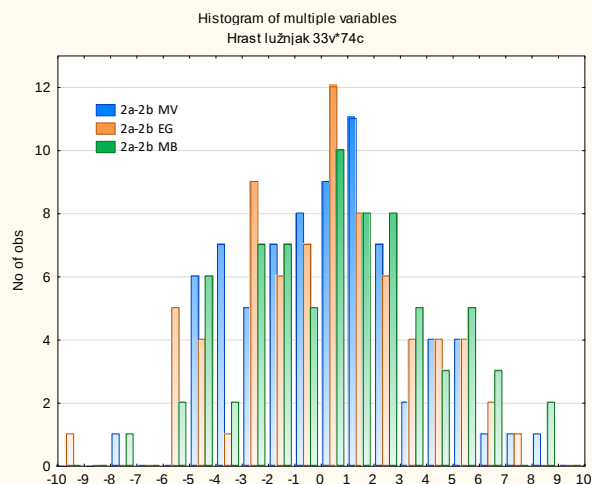
debljinskim stupnjevima postoji razlika u broju stabala. Naime, kod debljih stabala malom promjenom promjera može se dobiti puno veća ili manja temeljnica. Jedan smjer postavljanja promjerke bi prema tome mogao uzrokovati veći rezultat kod obračuna temeljnice i drvene zalihe. Ovo se zapažanje primjenjuje i za ostale mjeritelje. Ovdje se vidi i raspon debljinskih stupnjeva koji se pojavljuju u uzorku. Razlike se unakrsnih promjera



Slika 5 Usporedba distribucija unakrsnih promjera uzorka jednog mjeritelja na obilježenoj prsnoj visini

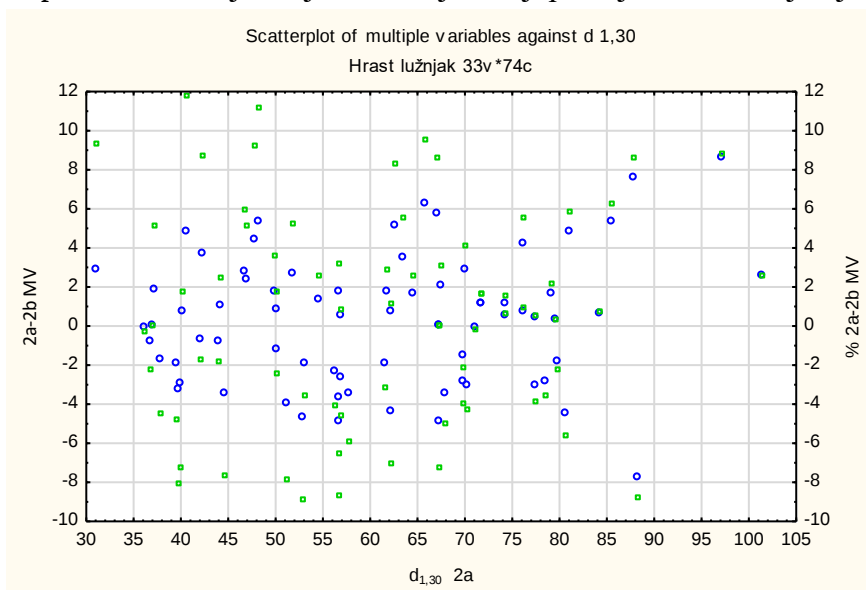


Slika 6 Raspon razlika unakrsnih promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini



Slika 7 Frekvencije i raspon razlika unakrsnih promjera na obilježenoj prsnoj visini

kreću u približno jednakim intervalima (za 1 i za 2 način mjerenja), slika 6. Na njoj se vidi da se 50 % razlika nalazi u intervalu veličine $4,7 \text{ cm} \pm$, a 80 % razlika $9,0 \text{ cm} \pm$. Kompletan raspon za sve mjeritelje na obilježenoj prsnoj visini, vidljiv je na slici 7 s najvećom



Slika 8 Rasipanje razlika unakrsnih promjera Mjeritelja 1 u apsolutnom i postotnom obliku

frekvencijom između 0 i 1 cm. Pojedine ekstremne razlike koje se pojavljuju, najvjerojatnije su posljedica velike eliptičnosti ili nepravilnosti poprečnog presjeka debala (jer na njima nisu zabilježene kvрге ili sl.). Razlike između razlika unakrsnih promjera među mjeriteljima razlog su zakretanja promjerke za 90° što je specifično za svakog mjeritelja, te jačine pritiska krakova i očitavanja. Povećanjem promjera stabala, razlike se dvaju promjera povećavaju do srednje debelih, a zatim stagniraju s izuzetkom nekoliko najdeblji stabala, slika 8.

Kod usporedbe promjera između mjeritelja, statistički značajna razlika postoji između Mjeritelja 1 i Mjeritelja 3 kod samoodređene prsne visine i između Mjeritelja 1 i Mjeritelja 3, te Mjeritelja 2 i Mjeritelja 3 za promjere na odmjerenoj prsnoj visini. Za ova četiri slučaja prihvaćaju se alternativne hipoteze. Kod obilježene prsne visine, pošto je

Nul-hipoteze		Alternativne hipoteze	
1a	$H_0: d_{MV} = d_{EG}$ $H_0: d_{MV} = d_{MB}$ $H_0: d_{EG} = d_{MB}$	1b	$H_0: d_{MV} = d_{EG}$ $H_0: d_{MV} = d_{MB}$ $H_0: d_{EG} = d_{MB}$
2a	$H_0: d_{MV} = d_{MB}$ $H_0: d_{MV} = d_{EG}$ $H_0: d_{EG} = d_{MB}$	2b	$H_0: d_{MV} = d_{EG}$ $H_0: d_{MV} = d_{MB}$ $H_0: d_{EG} = d_{MB}$
1a	$H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$ $H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$ $H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$	1b	$H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$ $H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$ $H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$
2a	$H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$ $H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$ $H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$	2b	$H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$ $H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$ $H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$

T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at p < .05000							
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df
1a MV	60,80811	16,09937	74	0,747297	7,138344	0,900558	73
1a EG	60,06081	16,62500					

T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at p < .05000							
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df
1a MV	60,80811	16,09937	74	-0,231081	0,833038	-2,38625	73
1a MB	61,03919	16,34919					

T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at p < .05000							
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df
1a EG	60,06081	16,62500	74	-0,978378	7,005404	-1,20141	73
1a MB	61,03919	16,34919					

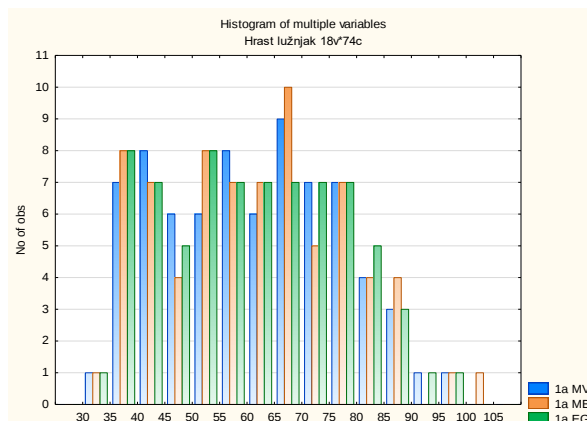
T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at p < .05000							
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df
2a MV	61,02973	16,16321	74	0,050000	0,520866	0,825771	73
2a EG	60,97973	16,08680					

T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at p < .05000							
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df
2a MV	61,02973	16,16321	74	-0,375676	0,522589	-6,18399	73
2a MB	61,40541	16,35131					

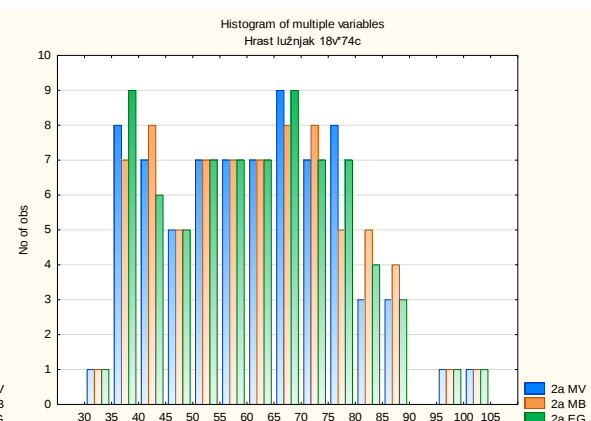
T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at p < .05000							
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df
2a EG	60,97973	16,08680	74	-0,425676	0,675006	-5,42484	73
2a MB	61,40541	16,35131					

Slika 9 T-testovi promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini među mjeriteljima

promjerka uvijek stavljana na istu poziciju, uzrok je statistički značajne razlike među mjeriteljima taj da su Mjeritelji 1 i 2 malo jače pritisnuli pomični krak, te time dobivali manje promjere. To se može primijeniti i na sve ostale usporedbe s Mjeriteljem 3 pošto je *t*-vrijednosti uvijek negativna, osim kod promjera 2b gdje je slučaj obrnut. Pošto su ovdje



Slika 10 Distribucija broja stabala uzorka po prsnim promjerima za promjer 1a

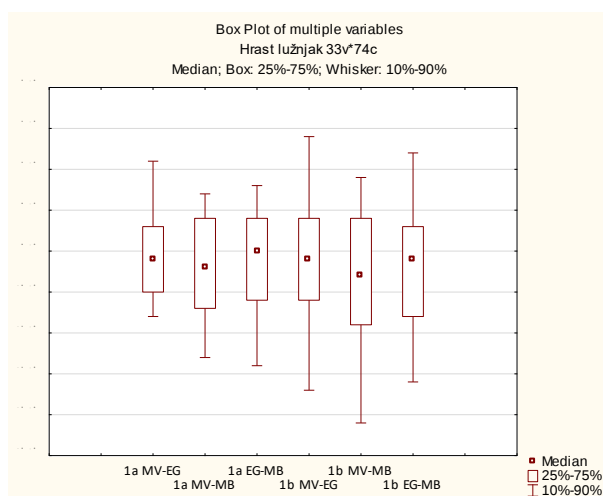


Slika 11 Distribucija broja stabala uzorka po prsnim promjerima za promjer 2a

razlike jako male, slika 13, i središnje vrijednosti jako blizu 0 cm, snimljeni promjeri su zapravo dosta slični, odnosno velika je preciznost. Kod samoodređivanja prsne visine razlog

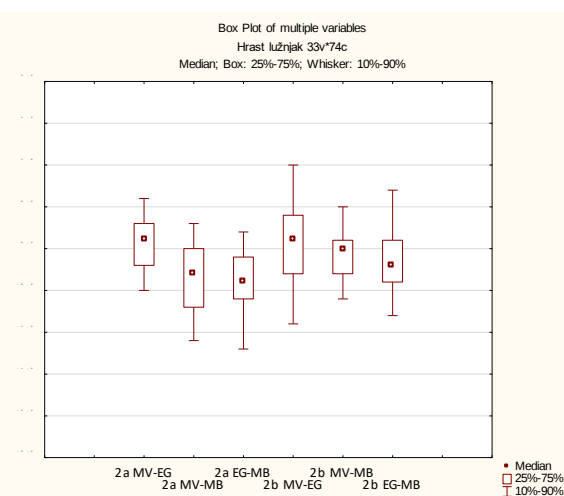
može biti da je Mjeritelj 3 postavljao promjerku nešto niže od prsne visine i time dobivao veće promjere. Njegova visina je veća od drugih mjeritelja te mu je time otežanije određivanje prsne visine. Kod usporedbe distribucija broja stabala po prsnim promjerima među mjeriteljima, vidljivo je da postoje razlike u broju stabala u većini debljinskih stupnjeva. Oblici distribucija jednaki su za oba promjera. Većina promjera koncentrirana je između stupnjeva 37,5 i 87,5 s time da se pojavljuju i stabla s manjim i većim promjerima, ali ona su rijetka.

Rasponi razlika, u usporedbi među mjeriteljima, na samoodređenoj prsnoj visini puno su veći od onih na obilježenoj prsnoj visini, slika 12 i 13. Između Mjeritelja 1 i 3 su najveći gledajući interval od 50 % oko središnje vrijednosti. Kod *b* promjera je također

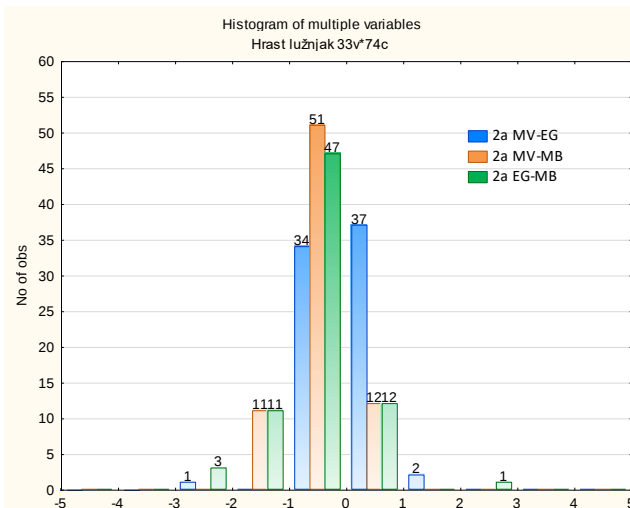


Slika 12 Raspon razlika promjera između mjeritelja za promjere 1a i 1b

vidljivo da su veće, a tu dolazi do izražaja činjenica da, zbog velike eliptičnosti stabala dokazane u prvom dijelu testiranja, mala razlika kuta kod zakretanja promjerke može dovesti do razlike u promjeru među mjeriteljima. Za promjere 1a i 1b 50 % razlika nalazi se u intervalima veličine od 0,8 do 1,3 cm, a kod promjera 2a i 2b od 0,4 do 0,7 cm. Potpuni raspon sa frekvencijom razlika u pojedinom

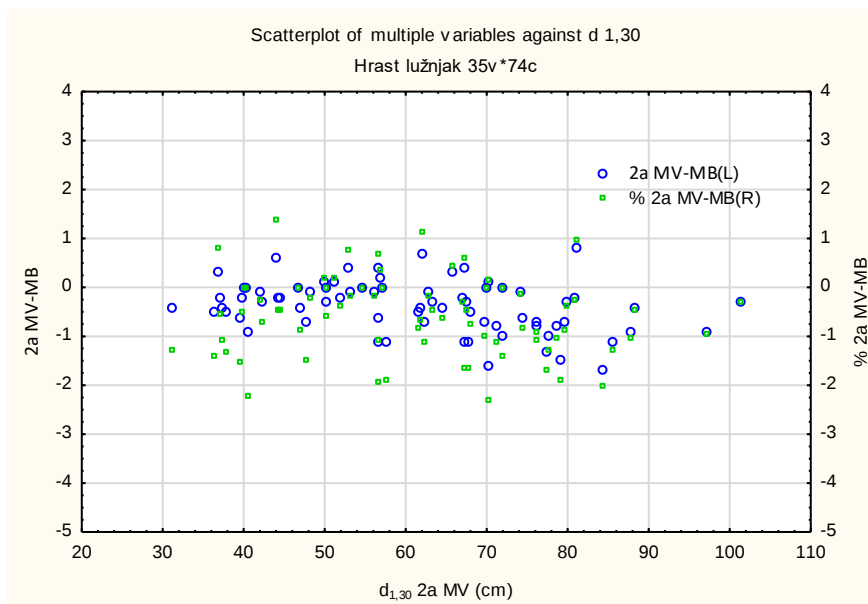


Slika 13 Raspon razlika promjera između mjeritelja za promjere 2a i 2b



Slika 14 Frekvencija i raspon razlika promjera između mjeritelja za promjer 2a

centimetru može se vidjeti na slici 14. Još jedno je dokazano da je razlika promjera, ovaj puta između mjeritelja, ovisna o veličini promjera. Na slici 15 to je prikazano između Mjeritelja 1 i Mjeritelja 3. Referentni promjer za usporedbu uzet je 2a Mjeritelja 1.



Slika 15 Rasipanje razlika promjera između 2 mjeritelja u apsolutnom i postotnom obliku

obilježene prsne visine dobiveni su sljedeći rezultati. S njima se prihvaćaju, za Mjeritelja 1, alternativne hipoteze, za Mjeritelja 2 nulte, a za Mjeritelja 3 nulta za b promjere i alternativna za a promjere. Kod svih usporedbi, osim $1b-2b$ MB, negativna je t -vrijednost, a to znači da je na većini stabala promjer na samoodređenoj prsnoj visini mjeren iznad promjera na obilježenoj. Razlike se promjera 50% stabala kreću u intervalima veličine slične ili gotovo identične onima između mjeritelja, slika 17. Pozornost je ovdje više obračena na

Povećanjem prsnog promjera stabla povećava se i razlika, tako je oblak podataka gušći kod tanjih, a širi kod debljih, ali naravno ne vrijedi ovo kod svih stabala.

Sa usporedbom promjera između samoodređene i

	Nul-hipoteze	Alternativne hipoteze
Mjeritelj 1	$H_0: d_{1a} = d_{2a}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{2a}$
	$H_0: d_{1b} = d_{2b}$	$H_a: d_{1b} \neq d_{2b}$
Mjeritelj 2	$H_0: d_{1a} = d_{2a}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{2a}$
	$H_0: d_{1b} = d_{2b}$	$H_a: d_{1b} \neq d_{2b}$
Mjeritelj 3	$H_0: d_{1a} = d_{2a}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{2a}$
	$H_0: d_{1b} = d_{2b}$	$H_a: d_{1b} \neq d_{2b}$

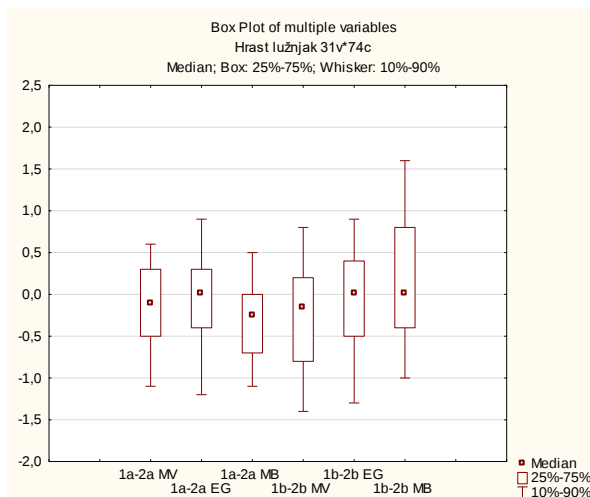
T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak)									T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak)								
Marked differences are significant at $p < .05000$									Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MV	60,80811	16,09937							1b MV	60,47568	15,81922						
2a MV	61,02973	16,16321	74	-0,221622	0,857085	-2,22436	73	0,029217	2b MV	60,70270	16,09040	74	-0,227027	0,943659	-2,06956	73	0,042033

T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak)									T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak)								
Marked differences are significant at $p < .05000$									Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MB	61,03919	16,34919							1b MB	60,85946	16,03294						
2a MB	61,40541	16,35131	74	-0,366216	0,847927	-3,71531	73	0,000395	2b MB	60,69324	16,01973	74	0,166216	1,266024	1,129399	73	0,262427

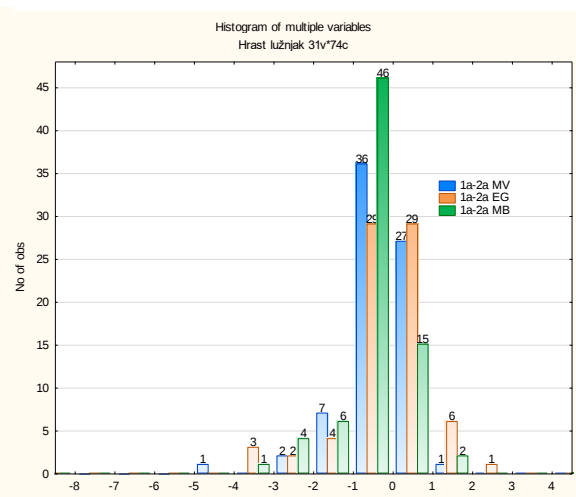
T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak)									T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak)								
Marked differences are significant at $p < .05000$									Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a EG	60,87162	16,10946							1b EG	60,61892	16,09734						
2a EG	60,97973	16,08680	74	-0,108108	1,068703	-0,870196	73	0,38704	2b EG	60,69459	16,27943	74	-0,075676	1,209983	-0,538013	73	0,5922

Slika 16 T-testovi između promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini

a promjere jer se za njih može pretpostaviti da je razlika posljedica samo postavljanja promjerke ispod ili iznad prsne visine, dok kod b uzrok može biti i naginjanje promjerke lijevo ili desno, te zakretanje ne točno za 90° . Iz ovoga proizlazi da je samoodređena prsna

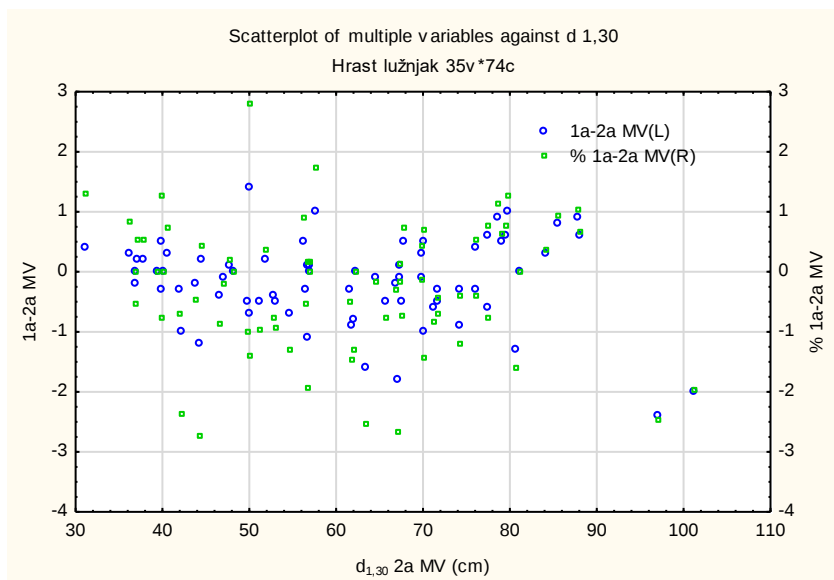


Slika 17 Raspon razlika promjera samoodređene i odmjerene prsne visine 1a-2a



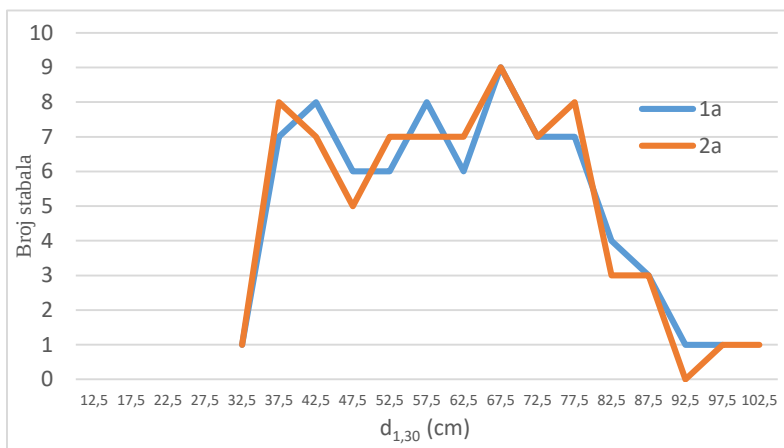
Slika 18 Frekvencija i raspon razlika promjera odmjerene prsne visine 1a-2a

visina preciznije određena kod *a* načina snimanja nego kod *b* načina, odnosno varijabilnost, koja se može vidjeti na slici 18, je manja kod njega. Najpreciznije ju je određivao Mjeritelj 3, pošto se najviše njegovih razlika nalazi u najmanjem intervalu,



Slika 19 Rasipanje razlika dvaju promjera Mjeritelja 1 u apsolutnom i postotnom obliku

slika 18. I u ovom dijelu testiranja porast-om promjera stabala razlika se povećava, slika 18. Kod najdebljih stabala razlike prelaze i 2 cm. Distribucije prate jedna drugu, ali u većini



Slika 20 Usporedba distribucija uzorka na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini za Mjeritelja 1

debljinskih stupnjeva se ne podudaraju, a to je većeg značaja kod većih debljinskih stupnjeva (kako je i ranije objašnjeno). U ovome slučaju one bi se čak mogle i kompenzirati. Razlika ni u jednom stupnju

nije veća za više od jednog stabla.

Kod snimanja promjera 10 cm ispod prsne visine (3a), kako je već pretpostavljeno, dobili se u prosjeku veći promjeri od stvarnih prsnih promjera što je uzrokovalo pozitivnu pristranost, tj. statistički značajnu razliku, dok su kod snimanja 10 cm iznad dobiven, u prosjeku, manji promjeri što je uzrokovalo negativnu pristranost, *slika 21*. Za ove vrste snimanja prihvaćaju se nulte hipoteze. Ovo je dokaz da je promjer ispod veći i iznad manji,

	Nul-hipoteze	Alternativne hipoteze
Mjeritelj 1	$H_0: d_{3a} > d_{2a}$ $H_0: d_{3b} < d_{2a}$	$H_a: d_{3a} \leq d_{2a}$ $H_a: d_{3b} \geq d_{2a}$
Mjeritelj 2	$H_0: d_{4a} \leq d_{2a}$ $H_0: d_{4b} < d_{2a}$	$H_a: d_{4a} \geq d_{2a}$ $H_a: d_{4b} > d_{2a}$
Mjeritelj 3	$H_0: d_{5a} \leq d_{2a}$	$H_a: d_{5a} > d_{2a}$

T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
3a MV	61,82703	16,47063						
2a MV	61,02973	16,16321	74	0,797297	0,793462	8,643908	73	0,000000

T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
3b MV	60,43243	15,88502						
2a MV	61,02973	16,16321	74	-0,597297	0,744840	-6,89832	73	0,000000

T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
4a EG	60,71486	15,96886						
2a EG	60,97973	16,08680	74	-0,264865	0,474105	-4,80579	73	0,000008

T-test for Dependent Samples (Hrast lužnjak) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
5a MB	60,61486	15,89946						
2a MB	61,40541	16,35131	74	-0,790541	0,775157	-8,77305	73	0,000000

Slika 21 T-testovi dobiveni usporedbom grešaka mjerenja promjera s promjerom 2a

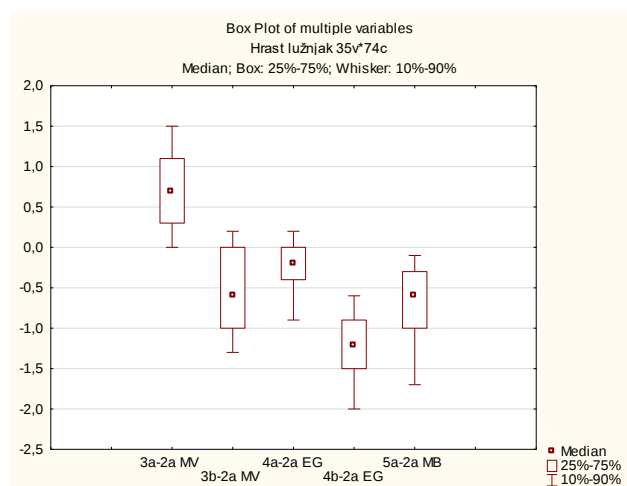
odnosno da je deblo Hrasta lužnjaka konusno. Kroz 20 cm u prosjeku se smanjuje za 1,4 cm.

Dakako postoje i stabla za koja ne vrijedi da je promjer iznad manji, odnosno ispod veći.

Uzroci takvih slučajeva su kvрге na nekim stablima, dok se za ostale vrijedi da je oblik debla jednostavno nepravilan. Varijabilnost

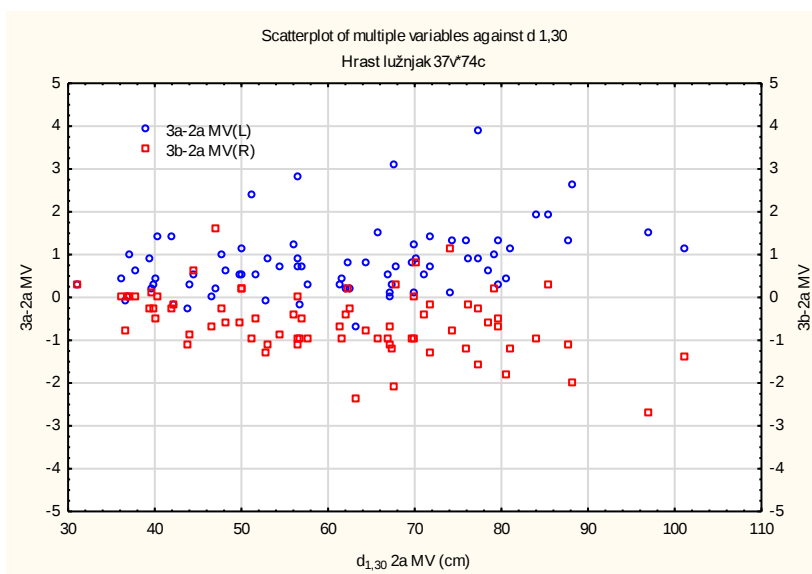
razlika je podjednaka u oba slućaja, 80 % ih se nalazi u intervalima velićine 1,5 cm.

Oblaci se razlika mogu jasno razlikovati, te je vidljivo da se porastom promjera stabala povećavaju (kod promjera 3b više nego kod 3a), *slika 23*. Kad ravnalo ne prilježe uz deblo, promjeri su gotovo uvijek manji od stvarnog. Razlike su kod njih također statistički znaćajne i prihvaćaju se nulte hipoteze. Kad su



Slika 22 Raspon razlika dobiven usporedbe grešaka mjerenja promjera s promjerom 2a

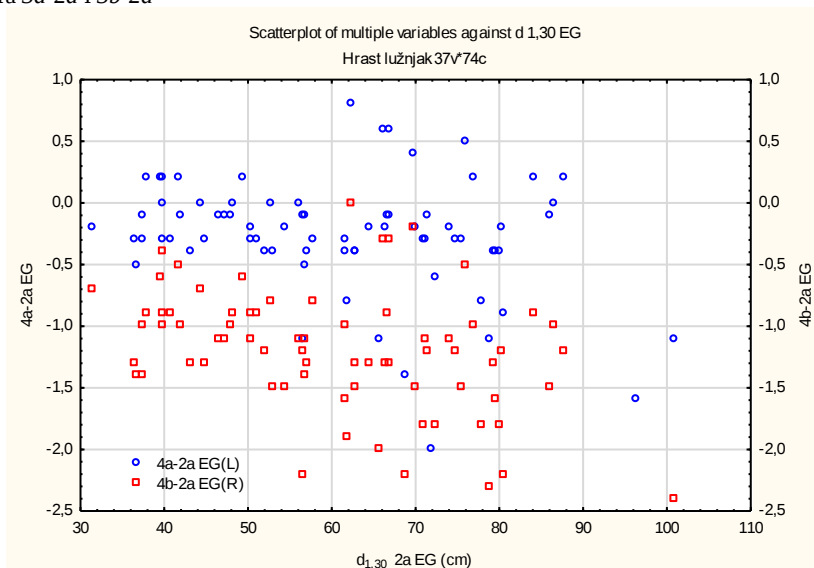
krakovi normalno stisnuti (4a) razlika je mala, većinom manja od 0,5 cm (varijabilnost je relativno mala). Kod jaće stisnutih (4b), najveći broj ih je između 1 i 2 cm i nema situacije da je dobiven veći promjer od stvarnog prsnog promjera (razlika je 0 ili manja). U cilju



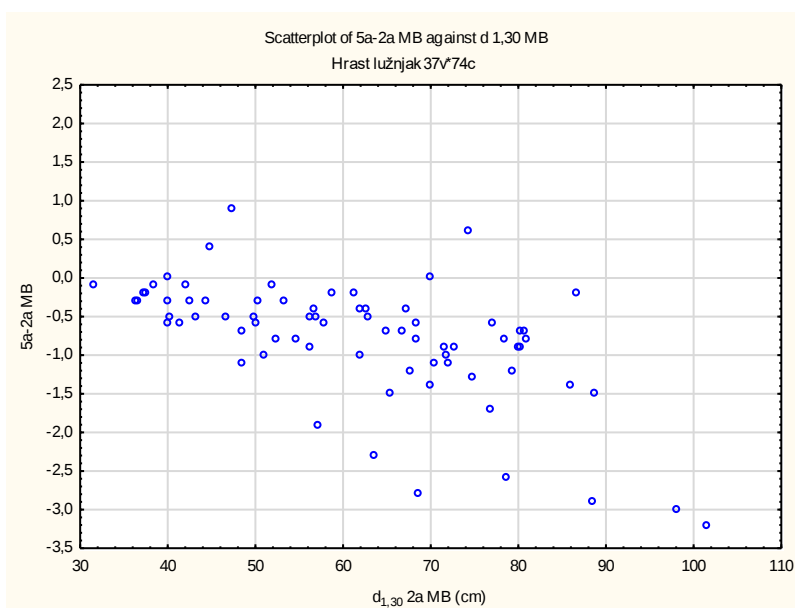
Slika 23 Rasipanje razlika promjera 3a-2a i 3b-2a

jače stisnuti, te uzrokuju velika odstupanja što se nadovezuje kao razlog za povećanjem razlika sa porastom promjera. U slučaju da su krakovi promjerke okrenuti prema gore, odnosno ravnalo prema mjeritelju radi bolje vizure na skalu,

dobivaju se manji



Slika 24 Rasipanje razlika promjera 4a-2a i 4b-2a



Slika 25 Rasipanje razlika promjera 5a-2a

rada objašnjeno je da bi kod debljih stabala razlike trebale biti manje, ovdje je dokazano da i nije baš tako. One se zapravo povećavaju. Kod 4a manje, dok kod 4b značajnije, slika 24. Kod promjera 4a također postoje slučajevi da su, iako sa pažnjom, krakovi

promjeri od stvarnih (preko 3 cm razlike u nekim slučajevima) i porastom promjera stabala razlika se povećava, slika 25. Ta promjena ovdje teče brže nego kod ostalih grešaka (3 i 4).

Obični grab, *Carpinus betulus*

U slučaju Običnog graba dobivaju se suprotni rezultati kod usporedbe unakrsnih promjera. Ovdje, u svim usporedbama postoji statistički značajna razlika i razinu pouzdanosti od 0.05, te se prihvataju alternativne hipoteze. To ukazuje da je potrebno voditi veću brigu o postavljanju promjerke. Na distribucijama, *slika 27*, vidi se da je u prvoj

	Nul-hipoteze	Alternativne hipoteze
Mjeritelj 1	$H_0: d_{1a} = d_{1b}$ $H_0: d_{2a} = d_{2b}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{1b}$ $H_a: d_{2a} \neq d_{2b}$
Mjeritelj 2	$H_0: d_{1a} = d_{1b}$ $H_0: d_{2a} = d_{2b}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{1b}$ $H_a: d_{2a} \neq d_{2b}$
Mjeritelj 3	$H_0: d_{1a} = d_{1b}$ $H_0: d_{2a} = d_{2b}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{1b}$ $H_a: d_{2a} \neq d_{2b}$

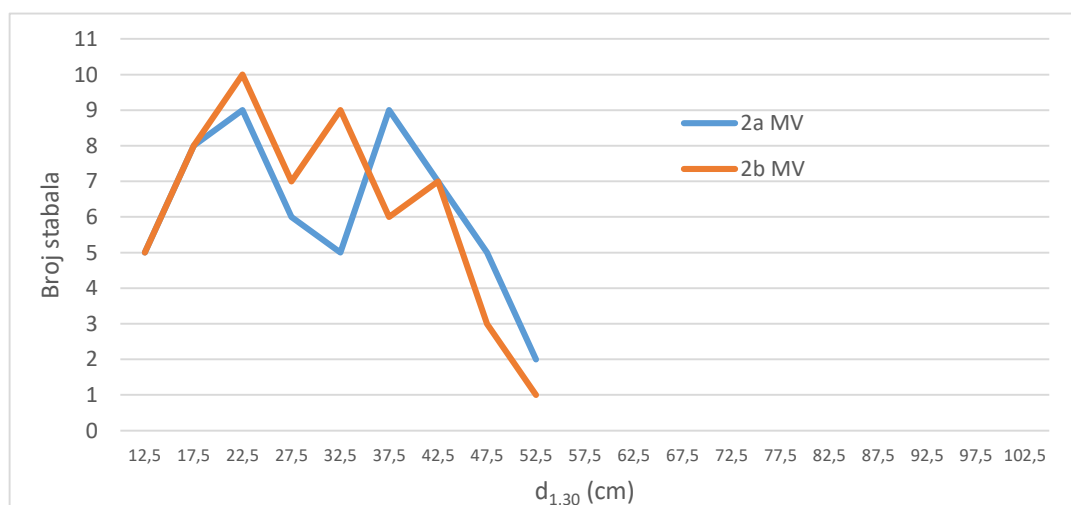
T-test for Dependent Samples (Obični grab) Marked differences are significant at $p < .05000$									T-test for Dependent Samples (Obični grab) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MV	30,21607	11,56159							1a EG	30,34821	11,61183						
1b MV	29,26964	10,80017	56	0,946429	2,964331	2,389214	55	0,020341	1b EG	29,25357	10,76616	56	1,094643	2,845438	2,878839	55	0,005675

T-test for Dependent Samples (Obični grab) Marked differences are significant at $p < .05000$									T-test for Dependent Samples (Obični grab) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MB	30,36429	11,55509							2a MV	30,41429	11,53454						
1b MB	29,37857	11,01808	56	0,985714	2,752546	2,679846	55	0,009698	2b MV	29,07143	10,71822	56	1,342857	2,884054	3,484340	55	0,000976

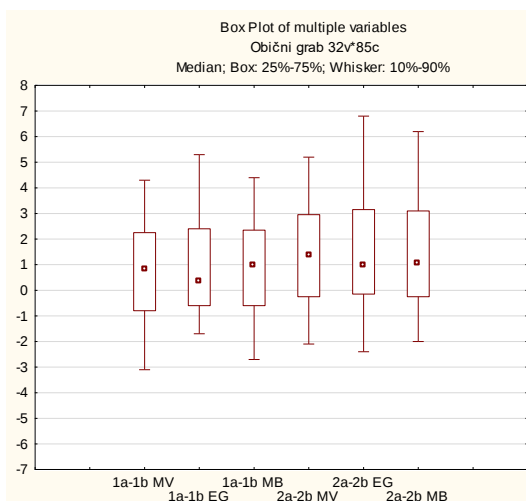
T-test for Dependent Samples (Obični grab) Marked differences are significant at $p < .05000$									T-test for Dependent Samples (Obični grab) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a EG	30,52679	11,73399							2a MB	30,54107	11,66838						
2b EG	28,97143	10,50445	56	1,555357	3,079783	3,779236	55	0,000389	2b MB	29,05357	10,61224	56	1,487500	2,894513	3,845701	55	0,000314

Slika 26 T-testovi između unakrsnih promjera

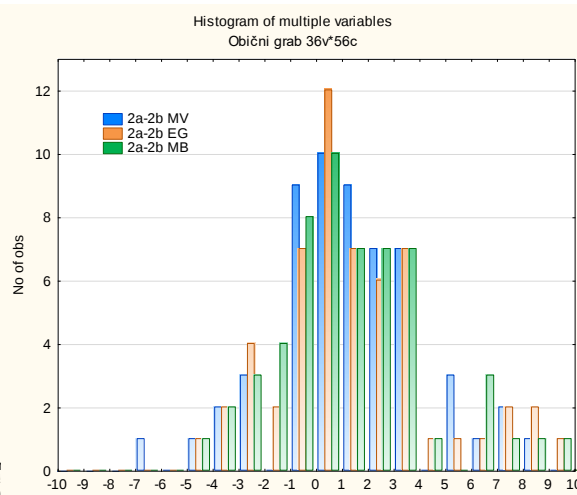
polovici u *b* smjeru snimanja dobiveno više stabala nego kod *a* smjera, dok je u drugom dijelu (iznad 35 cm) obrnuto. Iz toga bi se pomoću *a* promjera dobila veća temeljnica, pošto deblja stabala imaju veći utjecaj na temeljnicu od tanjih. U usporedbi s ostalim mjeriteljima distribucija *2b* se mijenja dok distribucija *2a* ostaje slična (s malim promjenama). Isto kao i kod Hrasta lužnjaka promjer *a* je u prosjeku veći od promjera *b* (većina razlika se nalazi s pozitivno od nule), *slika 28* i *29*. Na njima se vidi da je 50 % razlika u intervalima veličine



Slika 27 Usporedba distribucija unakrsnih promjera uzorka jednog mjeritelja na obilježenoj prsnoj visini

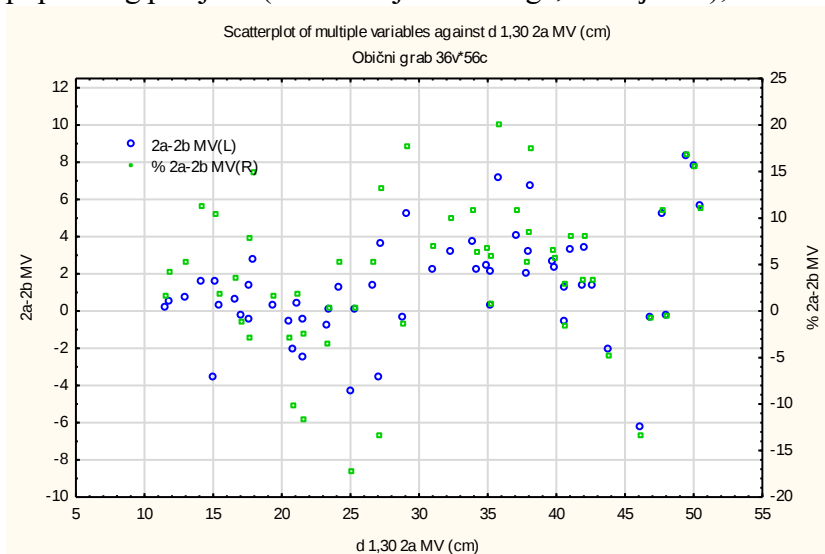


Slika 28 Raspon razlika unakrsnih promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini



Slika 29 Frekvencija i raspon razlika unakrsnih promjera na obilježenoj prsnoj visini

3,3 cm (za promjere 2a-2b) i 3 cm (za promjere 1a-1b). Ostalih 30 % više varira od ovih 50%. Kompletan raspon vidljiv je, za promjere na obilježenoj prsnoj visini, na slici 29 s najvećom frekvencijom između 0 i 1 cm. Jako velike razlike su posljedica nepravilnosti poprečnog presjeka (nisu zabilježene kvрге, osim jedne), a Obični grab ima dosta nepravilan



Slika 30 Rasipanje razlika unakrsnih promjera Mjeritelja 1 u apsolutnom i postotnom obliku

značajnu pristranost. To pokazuje kako pojedini slučajevi mogu drastično utjecati na konačan rezultat. Porastom promjera stabla razlike rastu, slika 30.

Za Obični grab, dokazano je da između mjeritelja ne postoji statistički značajna razlika ni za jedan slučaj usporedbe. Razlike aritmetičkih sredina su oko 1 mm ili manje. Pošto je u većini testova dobivena negativna t -vrijednost može se zaključiti da je (zbog redosljeda usporedbe) Mjeritelj 3 (razlog tome kao i kod hrasta) dobivao najveće promjere, a Mjeritelj 1 najmanje, tj. da su Mjeritelj 1 i 2 malo jače pritiskali pomični krak ili zbog male promjene položaja promjerke (velike nepravilnosti presjeka). Snimljena stabla se nalaze u

presjek zbog užljebljenosti kod žilišta. Ako se određena stabla uklone iz uzorka, broj stupnjeva slobode s time se također smanji, dobiva se manja t -vrijednost koja u jednom slučaju (1a-1b MV) prelazi ispod granične i mijenja rezultat u statistički ne

rasponu debljinskih stupnjeva od 12,5 cm do 52,5 cm. Distribucije broja stabala u uzorku razlikuju se najviše za 2 stabla, a većinom za 1 i to gotovo u svim debljinskim stupnjevima.

Nul-hipoteze									Alternativne hipoteze								
1a			1b			1a			1b			2a			2b		
$H_0: d_{MV} = d_{EG}$			$H_0: d_{MV} = d_{EG}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$		
$H_0: d_{MV} = d_{MB}$			$H_0: d_{MV} = d_{MB}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$		
$H_0: d_{EG} = d_{MB}$			$H_0: d_{EG} = d_{MB}$			$H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$			$H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$			$H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$			$H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$		
2a			2b			2a			2b			2a			2b		
$H_0: d_{MV} = d_{MB}$			$H_0: d_{MV} = d_{EG}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$		
$H_0: d_{MV} = d_{MB}$			$H_0: d_{MV} = d_{EG}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$			$H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$		
$H_0: d_{EG} = d_{MB}$			$H_0: d_{EG} = d_{MB}$			$H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$			$H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$			$H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$			$H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$		

T-test for Dependent Samples (Obični grab)									T-test for Dependent Samples (Obični grab)								
Marked differences are significant at p < .05000									Marked differences are significant at p < .05000								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MV	30,21607	11,56159							1b MV	29,26964	10,80017						
1a EG	30,34821	11,61183	56	-0,132143	0,754648	-1,31037	55	0,195517	1b EG	29,25357	10,76616	56	0,016071	1,007567	0,119364	55	0,905422

T-test for Dependent Samples (Obični grab)									T-test for Dependent Samples (Obični grab)								
Marked differences are significant at p < .05000									Marked differences are significant at p < .05000								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MV	30,21607	11,56159							1b MV	29,26964	10,80017						
1a MB	30,36429	11,55509	56	-0,148214	0,666876	-1,66318	55	0,101966	1b MB	29,37857	11,01808	56	-0,108929	1,073868	-0,759076	55	0,451048

T-test for Dependent Samples (Obični grab)									T-test for Dependent Samples (Obični grab)								
Marked differences are significant at p < .05000									Marked differences are significant at p < .05000								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a EG	30,34821	11,61183							1b EG	29,25357	10,76616						
1a MB	30,36429	11,55509	56	-0,016071	0,980682	-0,122637	55	0,902842	1b MB	29,37857	11,01808	56	-0,125000	1,278956	-0,731389	55	0,467646

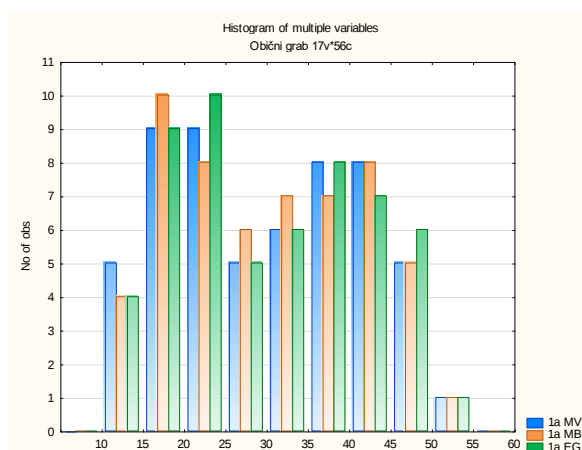
T-test for Dependent Samples (Obični grab)									T-test for Dependent Samples (Obični grab)								
Marked differences are significant at p < .05000									Marked differences are significant at p < .05000								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a MV	30,41429	11,53454							2b MV	29,07143	10,71822						
2a EG	30,52679	11,73395	56	-0,112500	0,671515	-1,25369	55	0,215257	2b EG	28,97143	10,50449	56	0,100000	0,831209	0,900292	55	0,371890

T-test for Dependent Samples (Obični grab)									T-test for Dependent Samples (Obični grab)								
Marked differences are significant at p < .05000									Marked differences are significant at p < .05000								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a MV	30,41429	11,53454							2b MV	29,07143	10,71822						
2a MB	30,54107	11,66838	56	-0,126786	0,598024	-1,58652	55	0,118355	2b MB	29,05357	10,61224	56	0,017857	0,672609	0,198675	55	0,843249

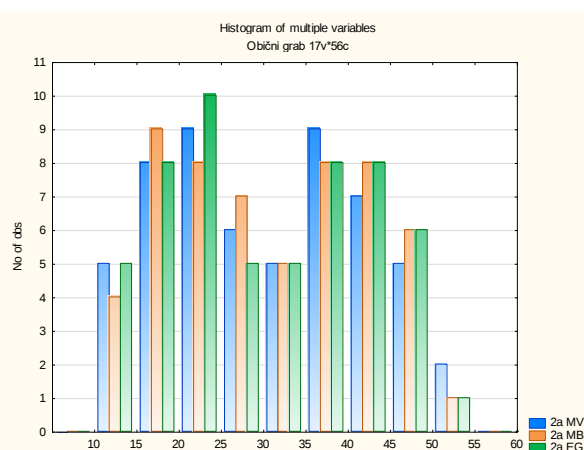
T-test for Dependent Samples (Obični grab)									T-test for Dependent Samples (Obični grab)								
Marked differences are significant at p < .05000									Marked differences are significant at p < .05000								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a EG	30,52679	11,73395							2b EG	28,97143	10,50449						
2a MB	30,54107	11,66838	56	-0,014286	0,324978	-0,328960	55	0,743436	2b MB	29,05357	10,61224	56	-0,082143	0,502759	-1,22266	55	0,226673

Slika 31 T-testovi promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini među mjeriteljima

Varijabilnost razlika, kako je bilo za očekivati, veća je kod promjera na samoodređenoj prsnoj visini. Ondje se 50 % razlika kreće u intervalima veličine od 0,4 do 1,1 cm, a ostatak dosta varira, slika 34. Na obilježenoj prsnoj visini gotovo 100 % razlika se nalazi u intervalu od 1 cm, slika 35. Kompletan raspon razlika za promjer 2a nalazi se na slici 36. Uzrok razlike

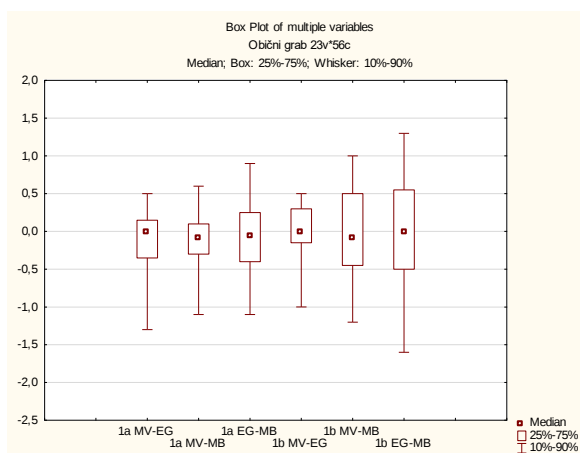


Slika 32 Distribucija broja stabala uzorka po prsnim promjerima za promjer 1a

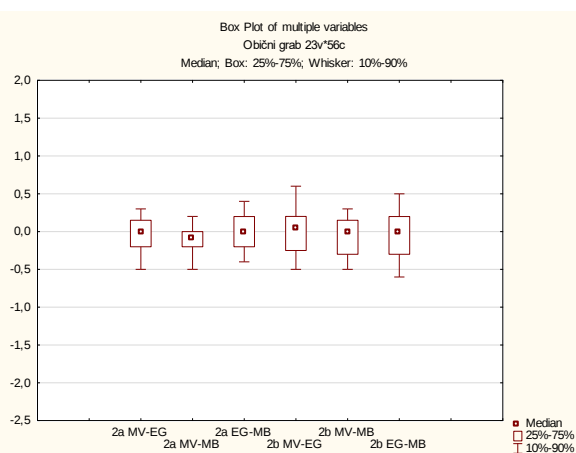


Slika 33 Distribucija broja stabala uzorka po prsnim promjerima za promjer 2a

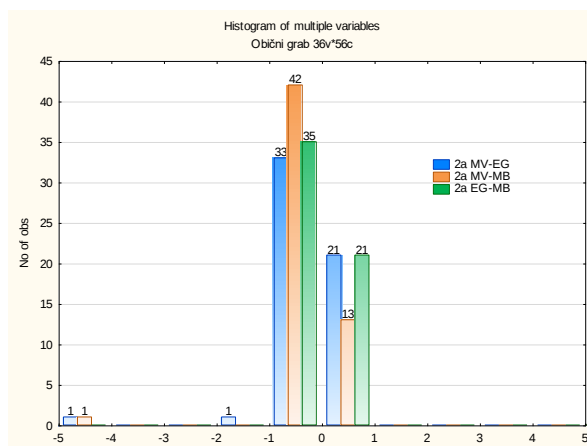
veće od 4 cm je stablo na kojem je Mjeritelj 1 snimio promjera na kvrgi, a ostali iznad nje. Snimanje promjera je kod graba, ali kod obilježene prsne visine je precizno ako se zanemari spomenuto stablo. Rasponi razlika jesu manji nego kod hrasta. Tome mogu biti razlog tanja



Slika 34 Raspon razlika promjera između mjeritelja za promjere 1a i 1b



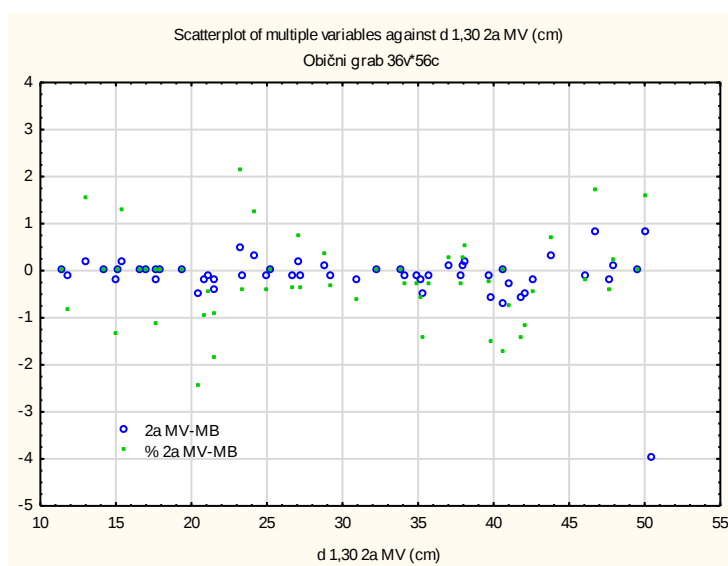
Slika 35 Raspon razlika promjera između mjeritelja za promjere 2a i 2b



Slika 36 Frekvencija i raspon razlika promjera između mjeritelja za promjer 2a

Između promjera na obilježenom mjestu i na samoodređenoj prsnoj visini ne postoje prevelike razlike, u prosjeku oko 2 mm. Statistički značajne razlike, postoje kod Mjeritelja 2 i Mjeritelja 3, obje za promjer *b*. Za njih se prihvaćaju alternativne, a za ostale testove nulte hipoteze. U slučaju promjera *a*, na samoodređenoj prsnoj visini on je manji,

stabla, kao i kod Hrasta lužnjaka na kojima je manja razlika. Isto se bolje vidi na slici 37. Naime, kod hrasta promjeri počinju od oko 40 cm, a ovdje se vidi da razlike počinju rasti kod 40 cm pa bi se moglo pretpostaviti da bi kod tanjih stabala Hrasta lužnjaka (i drugih vrsta) postojale manje razlike među mjeriteljima. Za sve usporedbe među mjeriteljima ista je situacija.



Slika 37 Rasipanje razlika promjera između 2 mjeritelja u apsolutnom i postotnom obliku

odnosno ona se nalazi nešto iznad stvarne prsne visine (negativan t), dok je u slučaju promjera b obrnuto. Razlog tome vjerojatno je naginjanje promjerke na lijevo ili desno.

	Nul-hipoteze							Alternativne hipoteze						
Mjeritelj 1	$H_0: d_{1a} = d_{2a}$							$H_a: d_{1a} \neq d_{2a}$						
	$H_0: d_{1b} = d_{2b}$							$H_a: d_{1b} \neq d_{2b}$						
Mjeritelj 2	$H_0: d_{1a} = d_{2a}$							$H_a: d_{1a} \neq d_{2a}$						
	$H_0: d_{1b} = d_{2b}$							$H_a: d_{1b} \neq d_{2b}$						
Mjeritelj 3	$H_0: d_{1a} = d_{2a}$							$H_a: d_{1a} \neq d_{2a}$						
	$H_0: d_{1b} = d_{2b}$							$H_a: d_{1b} \neq d_{2b}$						

T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Grab)									
Marked differences are significant at $p < .05000$									
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	
1a MV	30,21607	11,56159							
2a MV	30,41429	11,53454	56	-0,198214	1,362016	-1,08905	55	0,280882	

T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Grab)									
Marked differences are significant at $p < .05000$									
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	
1b MV	29,26964	10,80017							
2b MV	29,07143	10,71822	56	0,198214	1,022918	1,450068	55	0,152719	

T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Grab)									
Marked differences are significant at $p < .05000$									
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	
1a EG	30,34821	11,61183							
2a EG	30,52679	11,73395	56	-0,178571	1,055499	-1,26604	55	0,210834	

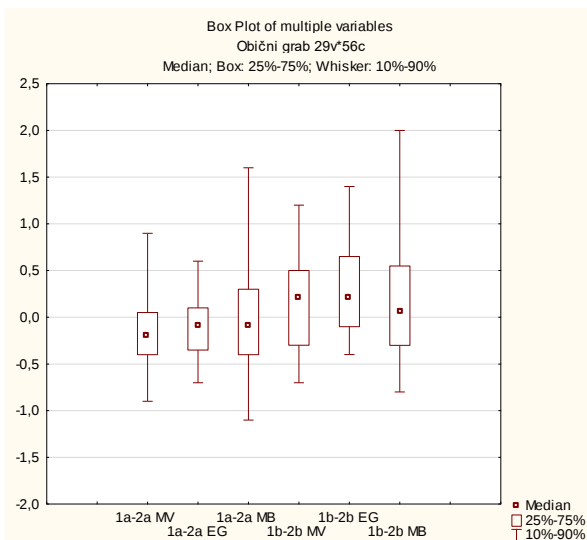
T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Grab)									
Marked differences are significant at $p < .05000$									
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	
1b EG	29,25357	10,76616							
2b EG	28,97143	10,50449	56	0,282143	0,790652	2,670410	55	0,009942	

T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Grab)									
Marked differences are significant at $p < .05000$									
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	
1a MB	30,36429	11,55505							
2a MB	30,54107	11,66835	56	-0,176786	1,317296	-1,00429	55	0,319639	

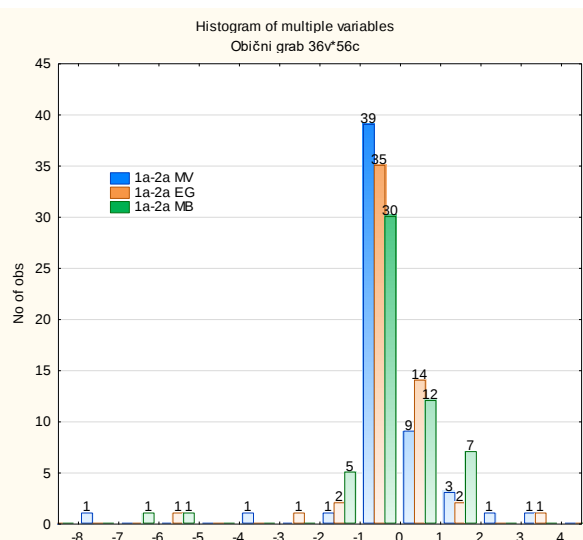
T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Grab)									
Marked differences are significant at $p < .05000$									
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	
1b MB	29,37857	11,01808							
2b MB	29,05357	10,61224	56	0,325000	1,206385	2,016005	55	0,048695	

Slika 38 T-testovi između promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini

Razlike se u više od 50 % slučajeva nalaze u intervalu od 1 cm, odnosno razlike su promjera manje od 0,4 cm *slika 39* i *40*. Opet, gledajući samo a promjere naj-preciznije je prsnu visinu određivao Mjeritelj 2 kao i kod Hrasta lužnjaka, a najnepreciznije ju je određivao Mjeritelj

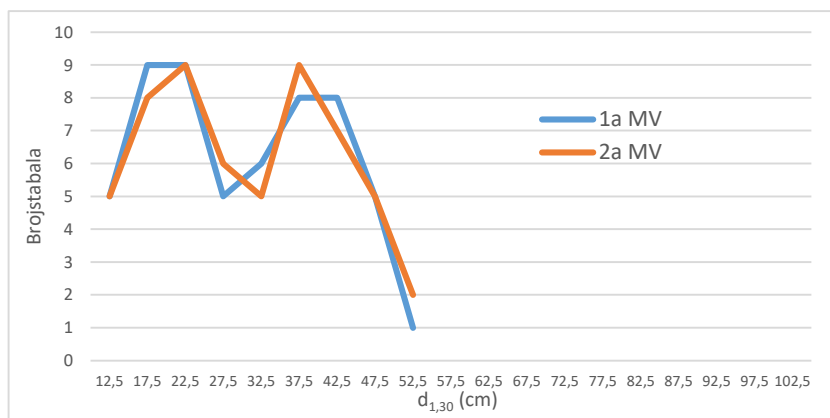


Slika 39 Raspon razlika promjera samoodređene i obilježene prsne visine



Slika 40 Frekvencija i raspon razlika promjera samoodređene i odmerene prsne visine 1a-2a

3 (u više slučajeva od drugih, dobio je promjere na samoodređenoj prsnoj visini više od 1 cm veće od stvarnih, tj. od $2a$). Oblak razlika sličan je onome između mjeritelja, *slika 37*, odnosno one se počinju povećavati od promjera 40 cm, a do njega ne odlaze daleko od nule. Ako se usporede distribucije uzorka vidljivo je da se frekvencije podudaraju u samo 3 debljinska stupnja. Razlike nisu veće od jednog stabla u niti jednom stupnju, ali radi



Slika 41 Usporedba distribucija uzorka na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini za Mjeritelja 1 stvarne.

Kod snimanja promjera 10 cm iznad i ispod prsne visine, postoji razlika između tolika da uvjetuje statistički značajnu razliku, ali ne u oba slučaja. Tako je promjer ispod statistički značajno veći, a promjer iznad nije statistički značajno manji. Ovime se potvrđuje da deblo Običnog graba ima oblik neiloida, tj. najšire je kod žilišta, pa dolazi nagli pad

Nul-hipoteze Alternativne hipoteze

Mjeritelj 1

$H_0: d_{3a} > d_{2a}$

$H_a: d_{3a} \leq d_{2a}$

Mjeritelj 2

$H_0: d_{3b} < d_{2a}$

$H_a: d_{3b} \geq d_{2a}$

Mjeritelj 3

$H_0: d_{4a} \leq d_{2a}$

$H_a: d_{4a} \geq d_{2a}$

$H_0: d_{4b} < d_{2a}$

$H_a: d_{4b} \geq d_{2a}$

$H_0: d_{5a} < d_{2a}$

$H_a: d_{5a} \geq d_{2a}$

T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Grab)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
3a MV	30,76071	11,75148						
2a MV	30,41429	11,53454	56	0,346429	1,073815	2,414229	55	0,019124

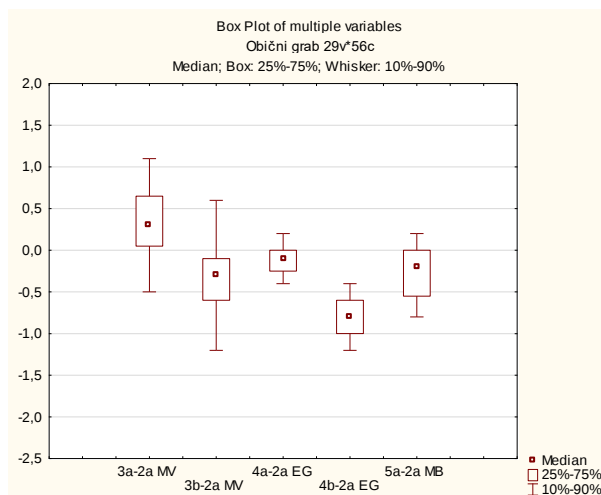
T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Grab)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
3b MV	30,20714	11,66533						
2a MV	30,41429	11,53454	56	-0,207143	0,878606	-1,76429	55	0,083236

T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Grab)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
4a EG	30,39821	11,62202						
2a EG	30,52679	11,73395	56	-0,128571	0,309085	-3,11286	55	0,002938

T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Grab)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
5a MB	30,30179	11,63677						
2a MB	30,54107	11,66838	56	-0,239286	0,559766	-3,19893	55	0,002290

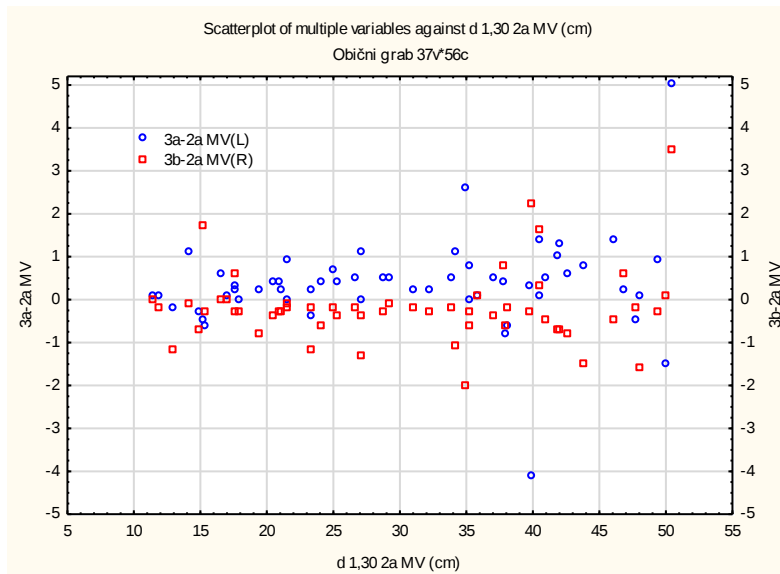
Slika 42 T-testovi dobiveni usporedbom grešaka mjerenja promjera s promjerom 2a

promjera, a dalje pad je sve manji. Varijabilnost je dosta velika, veća nego kod Hrasta lužnjaka. Postoji nekoliko slučajeva da je promjer iznad veći i da se ta stabla zamijene sa stablima sličnim ostalima u uzorku, u oba slučaja bilo bi statistički značajne razlike. Kad ravnalo ne dotiče stablo, odstupanje od stvarnog

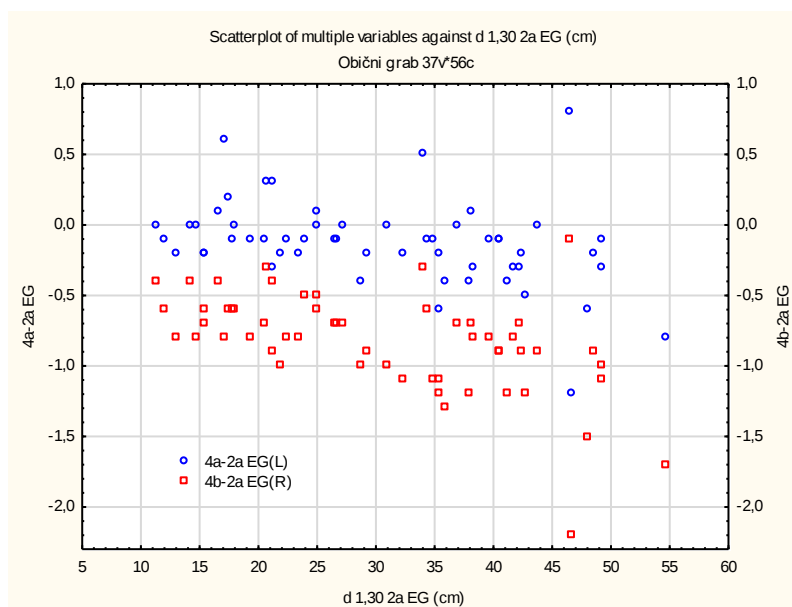


Slika 43 Raspon razlika uoči usporedbe grešaka mjerenja promjera s promjerom 2a

promjera je malo tako da gotovo 80% razlika (4a) ispod 0,5 cm, *slika 43 i 45*. Varijabilnosti su obje manje nego kod Hrasta lužnjaka. To se ne slaže sa onime da kod tanjih stabala postoji više prostora za pritiskanje pomičnog kraka. Tu može do izražaja doći činjenica da grab ima tanku i tvrdu koru



Slika 44 Rasipanje razlika promjera 3a-2a i 3b-2a

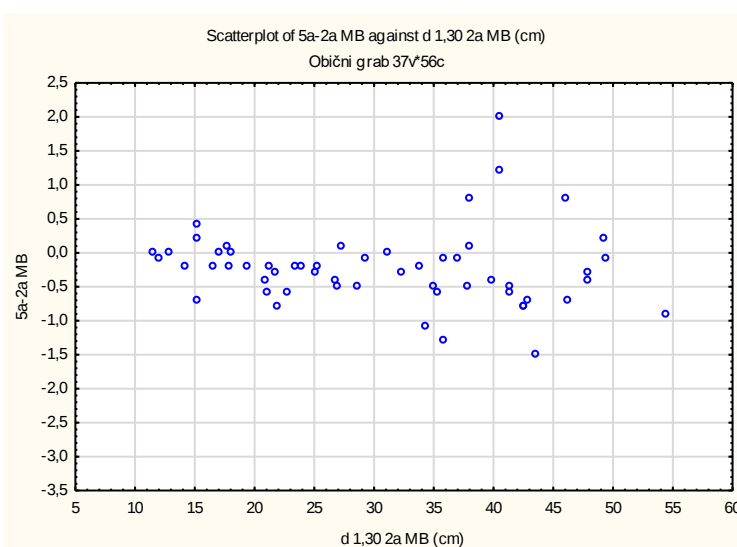


Slika 45 Rasipanje razlika promjera 4a-2a i 4b-2a

dosta živića i malih kvrga u području gdje se mjeri prsni promjer i ako se nalaze iznad njega samo rub je dovoljan da promjeni stvaran promjer. Također se prihvaća nulta hipoteza. Kod svih usporedbi razlika se povećava porastom promjera, te počinje nešto ranije, tj. oko 35-40 cm.

koja može biti uzrok ovakvih rezultata. Kad su krakovi jače stisnuti svaki snimljeni promjer manji je od stvarnog. Za oba slučaja prihvaćaju se nulte hipoteze. Kad je promjerka zakrenuta ravnalom prema mjeritelju dobiva se manji promjer, ali postoji dosta stabla kojima je on veći.

Stablo Običnog graba ima



Slika 46 Rasipanje razlika promjera 5a-2a

Obična jela, *Abies alba*

Kod Obične jele, uz razinu pouzdanosti od 0,05, dokazano je da ne postoji statistički značajna razlika između unakrsnih promjera. Isto kao i u slučaju Hrasta lužnjaka prihvaćaju se sve nul hipoteze. Pozornost je opet više osvrnuta na promjere 2a-2b. Promjer *a* je

	Nul-hipoteze	Alternativne hipoteze
Mjeritelj 1	$H_0: d_{1a} = d_{1b}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{1b}$
Mjeritelj 2	$H_0: d_{2a} = d_{2b}$	$H_a: d_{2a} \neq d_{2b}$
Mjeritelj 3	$H_0: d_{1a} = d_{1b}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{1b}$
	$H_0: d_{2a} = d_{2b}$	$H_a: d_{2a} \neq d_{2b}$

T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Jela)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MV	44,24737	21,13954						
1b MV	44,46447	21,00372	76	-0,217105	2,257278	-0,838479	75	0,404426

T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Jela)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a EG	44,76579	21,57550						
1b EG	44,81316	21,46391	76	-0,047361	2,460321	-0,167843	75	0,867111

T-test for Dependent Samples (Obična jela)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MB	45,06974	21,92165						
1b MB	45,14075	21,66861	76	-0,071055	2,614004	-0,236965	75	0,813333

T-test for Dependent Samples (Obična jela)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a MV	44,83421	21,77892						
2b MV	44,67632	21,18514	76	0,157895	2,840763	0,484551	75	0,629403

T-test for Dependent Samples (Obična jela)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a EG	44,76842	21,66701						
2b EG	44,66447	21,21736	76	0,103947	2,760649	0,328253	75	0,743635

T-test for Dependent Samples (Obična jela)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a MB	44,94079	21,84095						
2b MB	44,75263	21,38403	76	0,188158	2,800760	0,585670	75	0,559853

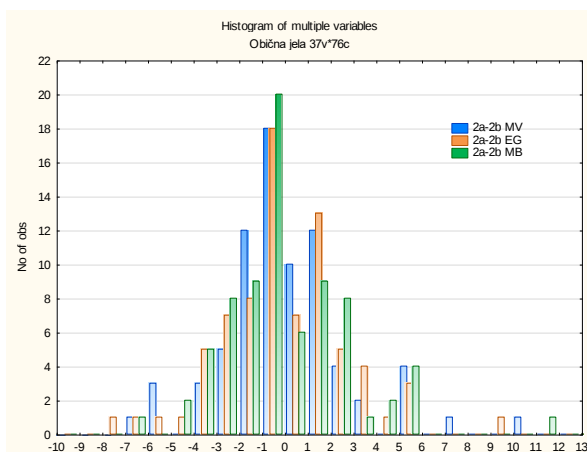
Slika 47 T-testovi između unakrsnih promjera

kod njih u prosjeku veći (pozitivan *t*) za sve mjeritelje. Distribucije se dosta loše podudaraju pa se to iz njih ne vidi, *slika 48*, ali pomoću tog promjera dobije se veća temeljnica. Ovakva usporedba distribucija među mjeriteljima pokazuje da se frekvencija broja stabala mijenja kod srednje debelih i najdebljih stabala. Promjer 2a s manjim promjenama kao i kod drugih vrsta. Varijabilnost razlika je najšira od dosad testiranih vrsta, *slika 49*. Intervali u kojima

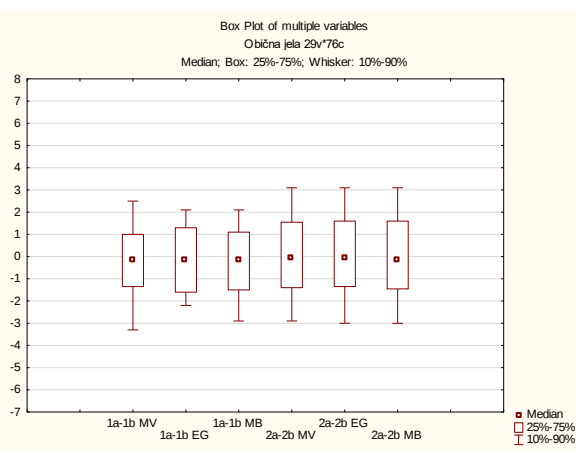


Slika 48 Usporedba distribucija unakrsnih promjera uzorka jednog mjeritelja na obilježenoj prsnoj visini

se nalaze razlike unakrsnih promjera identični su, te se njih 50 % razlikuje za do samo 1,5 cm, a njih 80% za do 3 cm, *slika 50*, a najviše je razlika između -1 i 0 cm, *slika 49*. Na samoodređenoj visini varijabilnost je jednaka, ali se većina podataka nalazi u manjim



Slika 49 Frekvencija i raspon razlika unakrsnih promjera na obilježenoj prsnoj visini



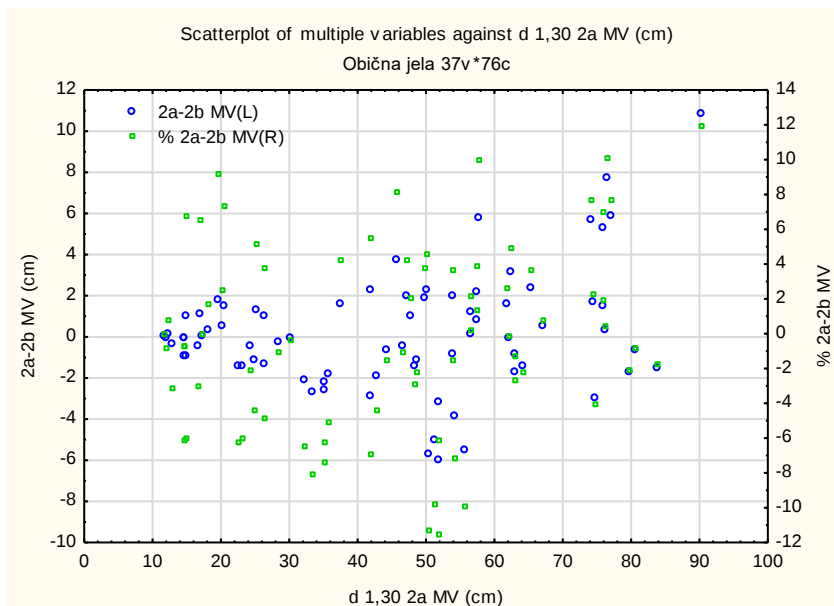
Slika 50 Raspon razlika unakrsnih promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini

intervalima. Na slici 51 vidljivo je da se porastom promjera stabala povećava i razlika unakrsnih promjera. One se značajnije počinju povećavati od stabala debljine 30 cm na dalje.

Usporedbom promjera među

mjeriteljima, za Običnu

jelu dobivaju se statistički značajne razlike u svim usporedbama za promjere na samoodređenoj prsnoj visini, te između Mjeritelja 2 i 3 za promjere 2a. Za njih se prihvaćaju alternativne hipoteze. Pošto je i ovdje u većini testova dobiven negativan t , tj. najveće promjere u prosjeku je dobivao Mjeritelj 3, a najmanje Mjeritelj 1. Raspon debljinskih stupnjeva kreće se od taksacijske granice pa preko dimenzije sječive zrelosti. Distribucije među mjeriteljima, kako je ranije spomenuto, za promjer 2a dosta su slične, iako u gotovo svim debljinskim stupnjevima postoji razlika. Za više od 1 stabla razlike postoje samo



Slika 51 Rasipanje razlika unakrsnih promjera Mjeritelja 1 u apsolutnom i postotnom obliku

Nul-hipoteze

1a $H_0: d_{MV} = d_{EG}$
 $H_0: d_{MV} = d_{MB}$
 $H_0: d_{EG} = d_{MB}$

2a $H_0: d_{MV} = d_{MB}$
 $H_0: d_{MV} = d_{EG}$
 $H_0: d_{EG} = d_{MB}$

1b $H_0: d_{MV} = d_{EG}$
 $H_0: d_{MV} = d_{MB}$
 $H_0: d_{EG} = d_{MB}$

2b $H_0: d_{MV} = d_{EG}$
 $H_0: d_{MV} = d_{EG}$
 $H_0: d_{EG} = d_{MB}$

Alternativne hipoteze

1a $H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$
 $H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$
 $H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$

2a $H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$
 $H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$
 $H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$

1b $H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$
 $H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$
 $H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$

2b $H_a: d_{MV} \neq d_{EG}$
 $H_a: d_{MV} \neq d_{MB}$
 $H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$

T-test for Dependent Samples (Obična jela) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MW	44,24737	21,13954						
1a EG	44,76579	21,57550	76	-0,518421	1,127559	-4,00821	75	0,000143

T-test for Dependent Samples (Obična jela) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MW	44,24737	21,13954						
1a MB	45,06974	21,92165	76	-0,822368	1,452685	-4,93517	75	0,000005

T-test for Dependent Samples (Obična jela) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a EG	44,76579	21,57550						
1a MB	45,06974	21,92165	76	-0,303947	1,104589	-2,39886	75	0,018932

T-test for Dependent Samples (Obična jela) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a MW	44,83421	21,77892						
2a EG	44,76842	21,66701	76	0,065789	0,654126	0,876803	75	0,383394

T-test for Dependent Samples (Obična jela) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a MW	44,83421	21,77892						
2a MB	44,94075	21,84095	76	-0,106579	0,590217	-1,57422	75	0,119645

T-test for Dependent Samples (Obična jela) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a EG	44,76842	21,66701						
2a MB	44,94079	21,84095	76	-0,172368	0,500293	-3,00359	75	0,003625

T-test for Dependent Samples (Obična jela) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1b MW	44,46447	21,00372						
1b EG	44,81316	21,46391	76	-0,348684	1,257457	-2,41739	75	0,018062

T-test for Dependent Samples (Obična jela) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1b MW	44,46447	21,00372						
1b MB	45,14079	21,66861	76	-0,676316	1,594145	-3,69852	75	0,000411

T-test for Dependent Samples (Obična jela) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1b EG	44,81316	21,46391						
1b MB	45,14079	21,66861	76	-0,327632	1,363974	-2,09405	75	0,039635

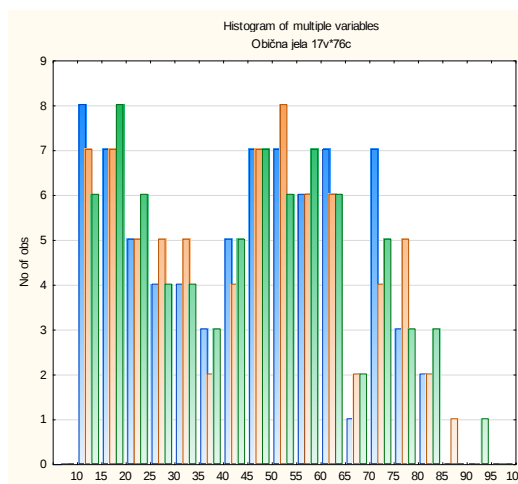
T-test for Dependent Samples (Obična jela) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2b MW	44,67632	21,18514						
2b EG	44,66447	21,21736	76	0,011842	0,564498	0,182883	75	0,855383

T-test for Dependent Samples (Obična jela) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2b EG	44,66447	21,21736						
2b MB	44,75263	21,38403	76	-0,088156	0,805972	-0,953560	75	0,34337

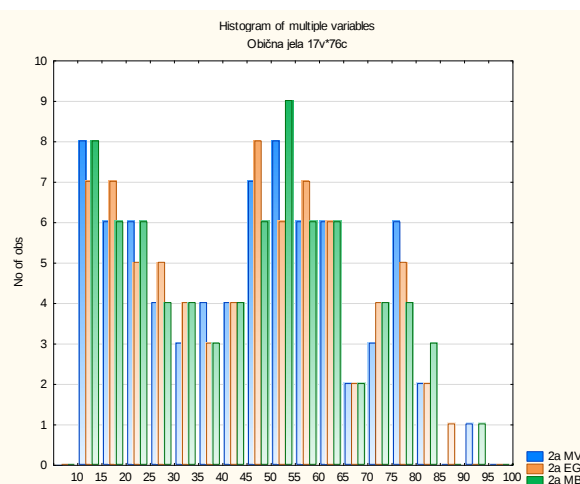
T-test for Dependent Samples (Obična jela) Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2b EG	44,66447	21,21736						
2b MB	44,75263	21,38403	76	-0,088158	0,805972	-0,953560	75	0,34337

Slika 52 T-testovi promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini među mjeriteljima

kod srednjedebljih i najdebljih stabala, *slika 54*, a pošto ona imaju najveći utjecaj na temeljnicu dobile bi se drugačije temeljnice za pojedine mjeritelje. U distribuciji za promjere *1a*, veće razlike u frekvencijama događaju se kod najtanjih i najdebljih stabala. Varijabilnosti razlika promjera među mjeriteljima vidljive su na slikama 55 i 56. Vidi se da je varijabilnost

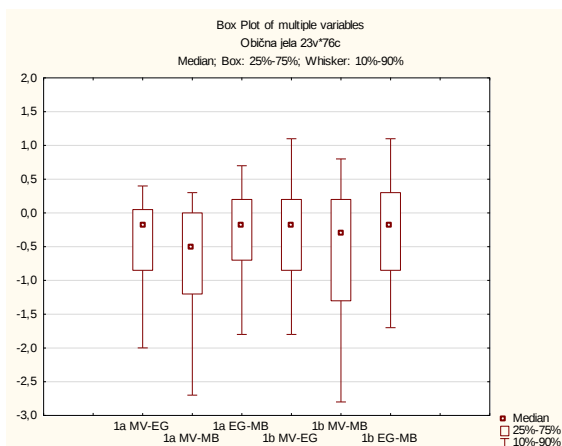


Slika 53 Distribucija broja stabala uzorka po prsnim promjerima za promjer *1a*



Slika 54 Distribucija broja stabala uzorka po prsnim promjerima za promjer *2a*

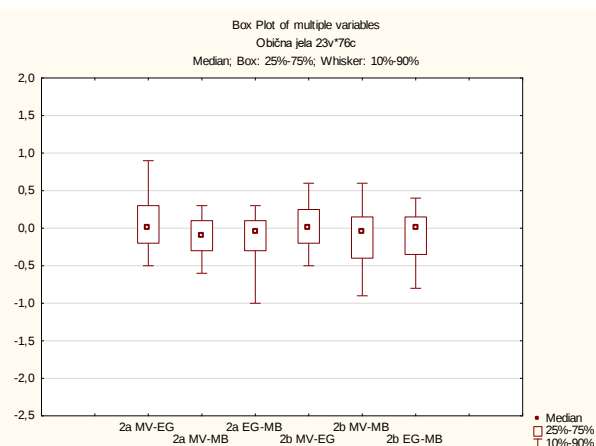
kod obilježene prsne visine, *slika 56*, višestruko manja nego kod samoodređene u svim slučajevima. Kod većine stabala razlike su manje od 5 mm, s time da su kod *b* promjera u istom intervalu neznatno veće, više od 50 % u uzorku ih je s razlikom do 4 mm, *slika 56*. Potpuna varijabilnost razlika promjera *2a* među mjeriteljima vidljiva je na slici 57. Tu se vidi da samo mali broj stabala prelazi razliku od 1 cm. To su najdeblja stabla kako se može vidjeti na slici 58 jer porastom promjera stabala povećavaju se i razlike među mjeriteljima.



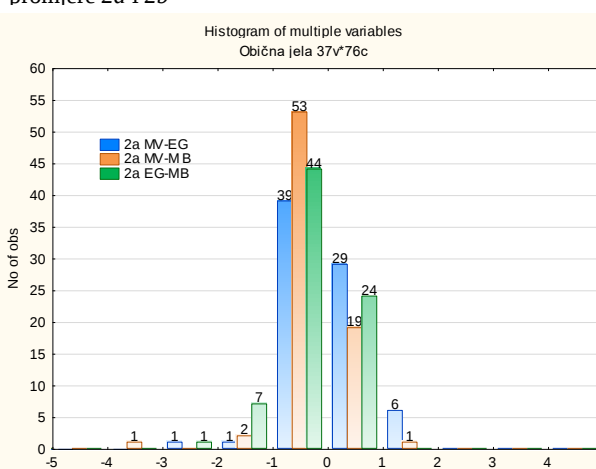
Slika 55 Raspon azlika promjera između mjeritelja za promjere 1a i 1b

Oblak razlika sličan je onome kod Običnog graba, samo što razlike počinju rasti kasnije, tj. od stabla debljine 70 cm. Iako su ovdje postojale teže okolnosti mjerenja promjera (nagib terena) razlike na obilježenoj prsnoj visini su male. To govori da razlike među mjeriteljima ovise isključivo o debljini stabala, a ne o drugim faktorima izmjere.

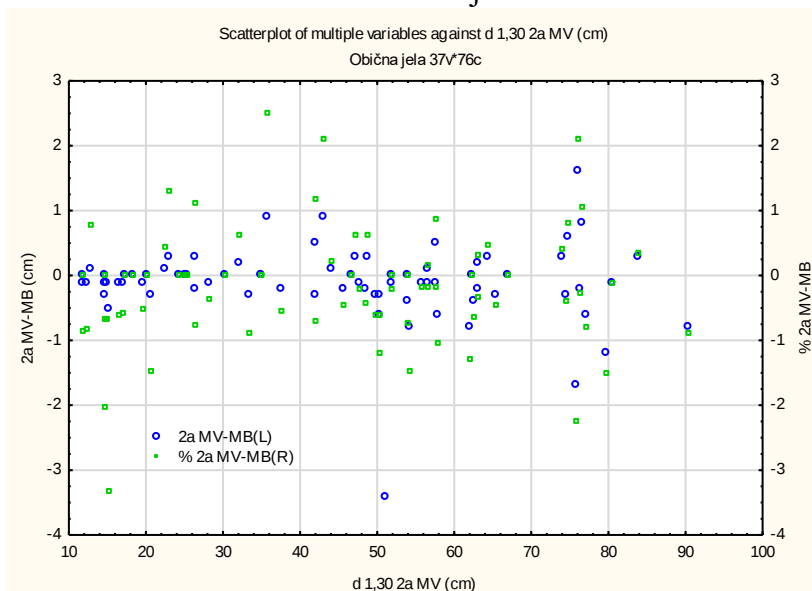
Između samoodređene i obilježene



Slika 56 Raspon razlika promjera između mjeritelja za promjere 2a i 2b



Slika 57 Frekvencija i raspon razlika promjera između mjeritelja za promjer 2a



Slika 58 Rasipanje razlika promjera između 2 mjeritelja u apsolutnom i postotnom obliku

prsne visine statistički značajna razlika postoji kod Mjeritelja 1 za promjer *a* i kod Mjeritelja 3 za promjer *b* i za njih se prihvaćaju alternativne hipoteze. Kod Mjeritelja 1 promjer na obilježenoj visini je u prosjeku veći (negativan *t*) što znači da je kod prvog mjerenja stavljao promjerku iznad

Mjeritelj 1

$$\begin{aligned} H_0: d_{1a} &= d_{2a} & H_a: d_{1a} &\neq d_{2a} \\ H_0: d_{1b} &= d_{2b} & H_a: d_{1b} &\neq d_{2b} \end{aligned}$$

Mjeritelj 2

$$\begin{aligned} H_0: d_{1a} &= d_{2a} & H_a: d_{1a} &\neq d_{2a} \\ H_0: d_{1b} &= d_{2b} & H_a: d_{1b} &\neq d_{2b} \end{aligned}$$

Mjeritelj 3

$$\begin{aligned} H_0: d_{1a} &= d_{2a} & H_a: d_{1a} &\neq d_{2a} \\ H_0: d_{1b} &= d_{2b} & H_a: d_{1b} &\neq d_{2b} \end{aligned}$$

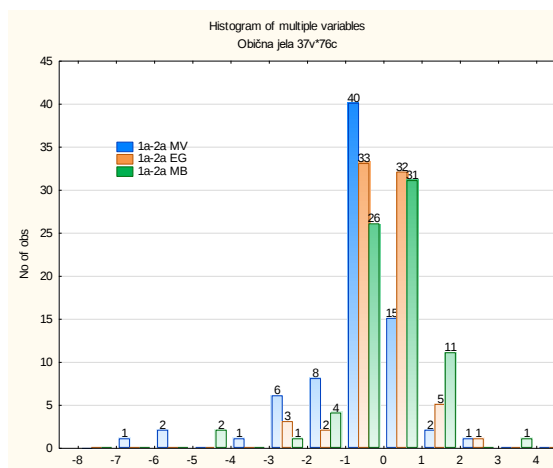
T-test for Dependent Samples (Obična jela)									T-test for Dependent Samples (Obična jela)								
Marked differences are significant at $p < .05000$									Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MV	44,24731	21,13954	76	-0,586842	1,467815	-3,48542	75	0,000824	1b MV	44,46447	21,00372	76	-0,211842	0,971455	-1,90106	75	0,061136
2a MV	44,83421	21,77892							2b MV	44,67632	21,18514						

T-test for Dependent Samples (Obična jela)									T-test for Dependent Samples (Obična jela)								
Marked differences are significant at $p < .05000$									Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a EG	44,76579	21,57550	76	-0,002632	0,803654	-0,028547	75	0,977302	1b EG	44,81316	21,46391	76	0,148684	1,298973	0,997864	75	0,321554
2a EG	44,76842	21,66701							2b EG	44,66447	21,21736						

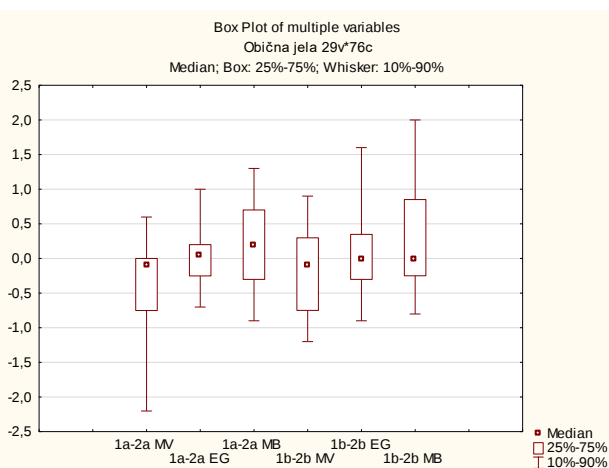
T-test for Dependent Samples (Obična jela)									T-test for Dependent Samples (Obična jela)								
Marked differences are significant at $p < .05000$									Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MB	45,06974	21,92165	76	0,128947	1,165140	0,964809	75	0,337741	1b MB	45,14079	21,66861	76	0,388158	1,657626	2,041402	75	0,044729
2a MB	44,94079	21,84095							2b MB	44,75263	21,38403						

Slika 59 T-testovi između promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini

prsne visine, dok je za Mjeritelj 3 obrnuto, a kod Mjeritelja 2 je mješovito. Varijabilnosti razlika dvaju promjera među mjeriteljima varira, slika 61, ali može se ljepo vidjeti ranije spomenuti zaključak kod koga je koji promjer veći, odnosno koja je prsna visina iznad koje. Isto se može vidjeti da je kod Obične jela najpreciznije određivao prsnu visinu Mjeritelj 2

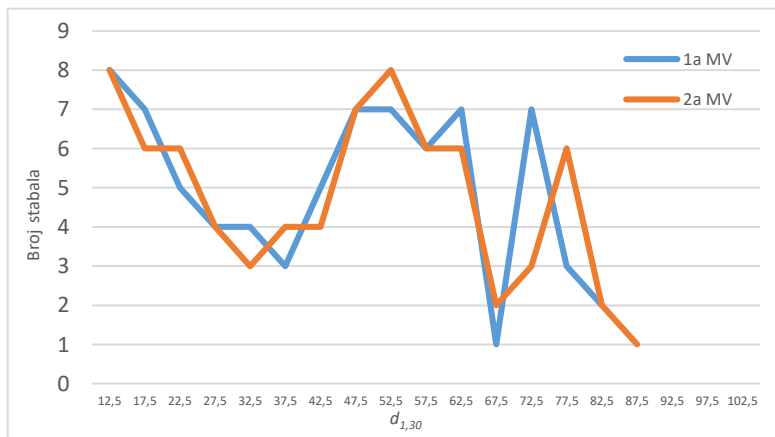


Slika 60 Frekvencije i raspon razlika promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini



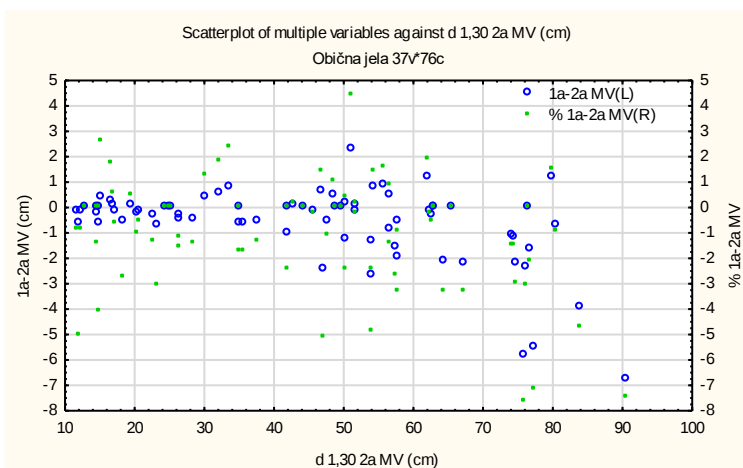
Slika 61 Raspon razlika promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini

kao i kod Običnog graba. Dok je za ostale mjeritelje dosta i podjednako neprecizno. Distribucije prikazane na slici 62 podudaraju se samo u nekoliko debljinskih stupnjeva. Time što su značajnije razlike samo kod najdebljih stabala, a to se bolje može vidjeti na slici 63,



Slika 62 Usporedba distribucija uzorka na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini za Mjeritelja 1

pomoću distribucije promjera uzorka za izmjeru 2a dobiva se veća temeljnica. Povećanje razlika porastom debljine stabala počinje od srednje debelih stabala znači nešto ranije nego kao kod usporedbe među mjeriteljima.



Slika 63 Rasipanje razlika dvaju promjera Mjeritelja 1 u apsolutnom i postotnom obliku

Promjer jelovog stabla 10 cm ispod statistički je značajno veći od stvarnog, dok je promjer 10 cm iznad statistički značajno manji što dokazuje da je jelovo deblo konusno. Varijabilnost razlika je podjednaka i 50 % razlika je manja od 0,7 cm. Razlike se promjera i iznad i ispod prsne

visine povećavaju porastom promjera, ali značajnije tek od stabla debljine oko 70 cm. Kod

	Nul-hipoteze	Alternativne hipoteze
Mjeritelj 1	$H_0: d_{3a} > d_{2a}$	$H_a: d_{3a} \leq d_{2a}$
	$H_0: d_{3b} < d_{2a}$	$H_a: d_{3b} \geq d_{2a}$
Mjeritelj 2	$H_0: d_{4a} \leq d_{2a}$	$H_a: d_{4a} \geq d_{2a}$
	$H_0: d_{4b} < d_{2a}$	$H_a: d_{4b} \geq d_{2a}$
Mjeritelj 3	$H_0: d_{5a} \leq d_{2a}$	$H_a: d_{5a} > d_{2a}$

T-test for Dependent Samples (Obična jela)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
3a MV	45,32355	22,09092						
2a MV	44,83421	21,77892	76	0,489342	0,817700	5,217056	75	0,000002

T-test for Dependent Samples (Obična jela)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
3b MV	44,43684	21,44947						
2a MV	44,83421	21,77892	76	-0,397368	0,799662	-4,33205	75	0,000045

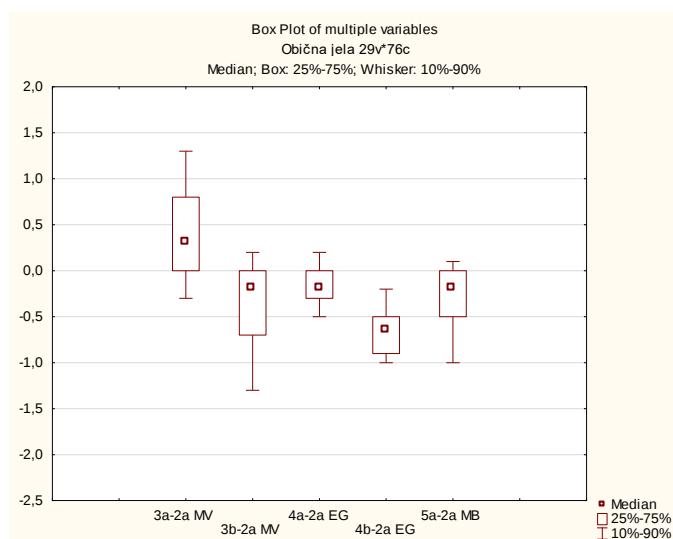
T-test for Dependent Samples (Obična jela)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
4a EG	44,60000	21,63711						
2a EG	44,76842	21,66701	76	-0,168421	0,265436	-5,53151	75	0,00000

T-test for Dependent Samples (Obična jela)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
4b EG	44,12368	21,55117						
2a EG	44,76842	21,66701	76	-0,644737	0,312578	-17,9817	75	0,000000

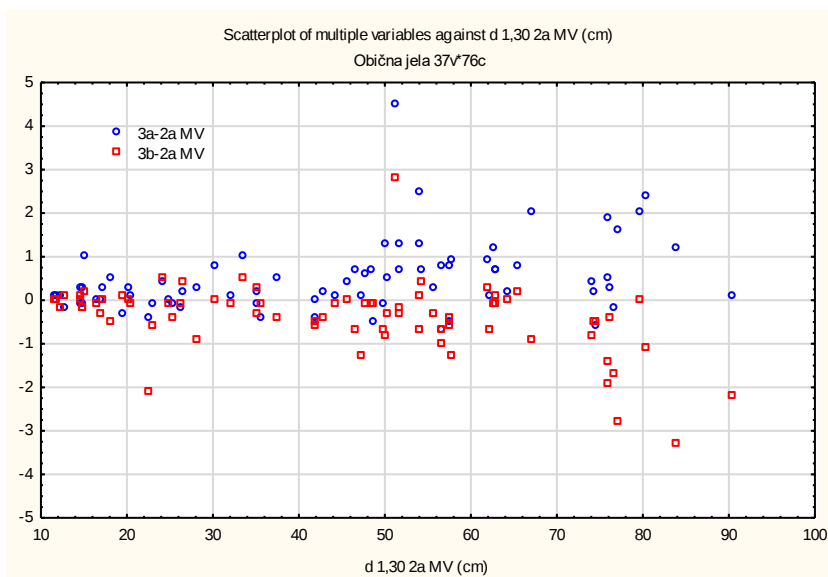
T-test for Dependent Samples (Obična jela)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
5a MB	44,55921	21,45062						
2a MB	44,94079	21,84095	76	-0,381579	0,684244	-4,86161	75	0,000006

Slika 64 T-testovi uoči usporedbe grešaka mjerenja promjera s promjerom 2a

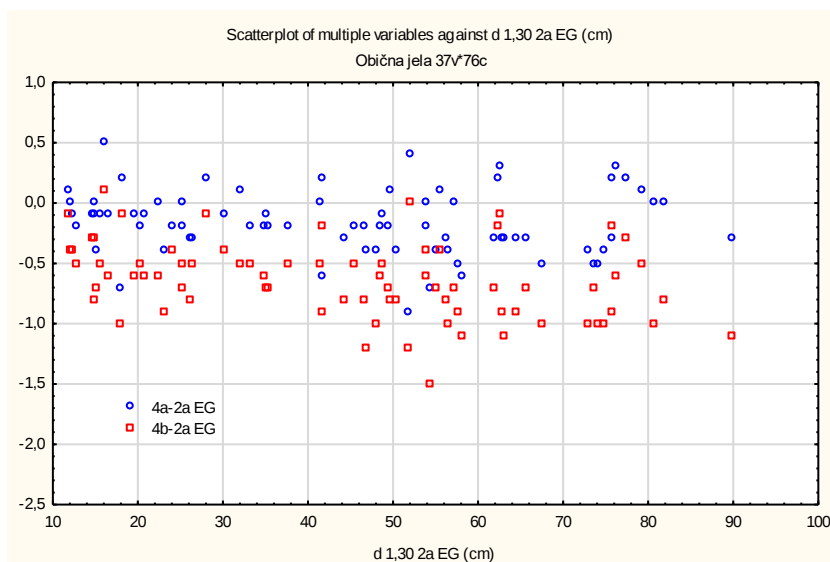
tanjih je stabala razlika neznatna i postoji dosta takvih kod kojih je promjer iznad veći, čemu su razlog vjerojatno kvrge malih grančica. Ako ravnalo ne prilježe uz stablo, već je odmaknuto, bez obzira da li su krakovi normalno ili jače stisnuti, dobiveni su manji promjeri za većinu stabala. Oni su statistički značajno manji od stvarnih i za njih se



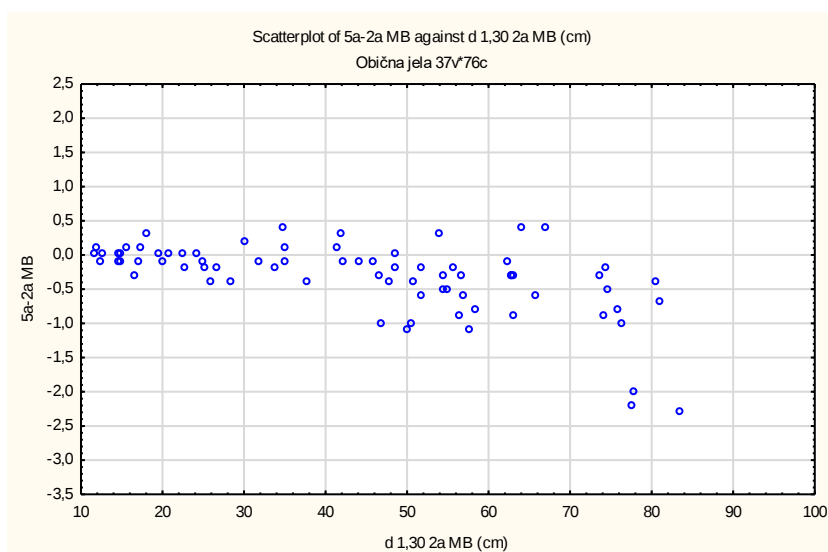
Slika 65 Raspon razlika uoči usporedbe grešaka mjerenja promjera s promjerom 2a



Slika 66 Rasipanje razlika promjera 3a-2a i 3b-2a



Slika 67 Rasipanje razlika promjera 4a-2a i 4b-2a



Slika 68 Rasipanje razlika promjera 5a-2a

prihvaćaju nulte hipoteze. Kod više od 80% stabala razlike su do 0,5 cm (4a), odnosno 1,0 cm (4b). Porastom debljine stabla razlike se ovdje baš i ne povećavaju već jednoliko teku od najtanjih stabala, što je prvi slučaj do sad da se porastom promjera stabala razlike ne povećavaju. Kad je promjerka zakrenuta radi bolje vizure na skalu ravnala, dobivaju se opet manji promjeri kod većine stabala. Takav način mjerenja također uzrokuje statistički značajnu pogrešku. Porastom debljine stabala razlika se od stvarnog promjera i ovdje povećava. Kod nekih stabala on je i preko 2 cm manji, slika 68, To je gruba greška nastala vjerojatno zbog pogrešnog očitavanja ili zapisa u terenski obrazac.

Obična bukva, *Fagus sylvatica*

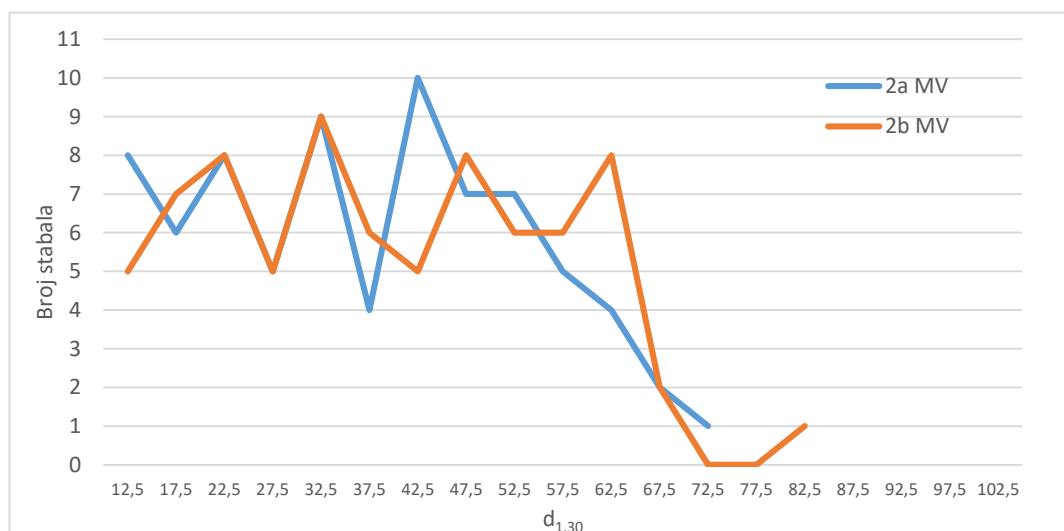
Kod Obične bukve usporedbom unakrsnih promjera statistički značajna razlika postoji za sve mjeritelje, te na samoodređenoj i na obilježenoj prsnoj visini. Za njih se prihvaćaju alternativne hipoteze. U svim slučajevima pristranost je negativna, odnosno

	Nul-hipoteze	Alternativne hipoteze
Mjeritelj 1	$H_0: d_{1a} = d_{1b}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{1b}$
	$H_0: d_{2a} = d_{2b}$	$H_a: d_{2a} \neq d_{2b}$
Mjeritelj 2	$H_0: d_{1a} = d_{1b}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{1b}$
	$H_0: d_{2a} = d_{2b}$	$H_a: d_{2a} \neq d_{2b}$
Mjeritelj 3	$H_0: d_{1a} = d_{1b}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{1b}$
	$H_0: d_{2a} = d_{2b}$	$H_a: d_{2a} \neq d_{2b}$

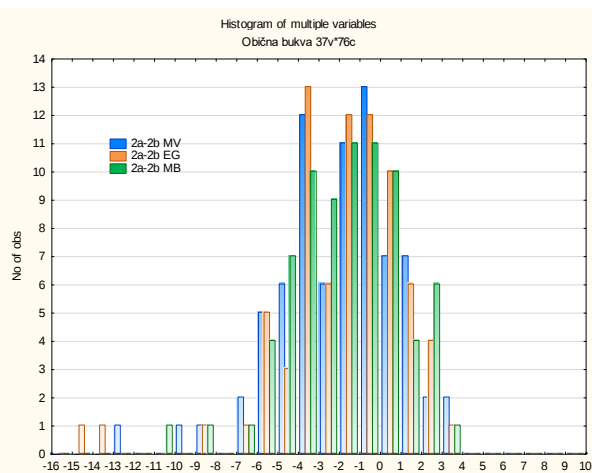
T-test for Dependent Samples (Obična Bukva)									T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Bukva)								
Marked differences are significant at $p < ,05000$									Marked differences are significant at $p < ,05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MW	37,1157	16,0492	76	-1,69605	2,26788	-6,51965	75	0,00000	1a MB	37,55658	16,24045	76	-1,73289	2,522030	-5,99003	75	0,000000
1b MW	38,81184	16,92798	76	-1,69605	2,26788	-6,51965	75	0,00000	1b MB	39,28947	17,25666	76	-1,73289	2,522030	-5,99003	75	0,000000
T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Bukva)									T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Bukva)								
Marked differences are significant at $p < ,05000$									Marked differences are significant at $p < ,05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a EG	37,3000	16,09118	76	-1,78684	2,63531	-5,91099	75	0,00000	2a MW	37,43421	16,32572	76	-1,91974	2,945823	-5,68122	75	0,000000
1b EG	39,08684	17,11073	76	-1,78684	2,63531	-5,91099	75	0,00000	2b MW	39,35395	17,29891	76	-1,91974	2,945823	-5,68122	75	0,000000
T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Bukva)									T-test for Dependent Samples (Prsni promjeri Bukva)								
Marked differences are significant at $p < ,05000$									Marked differences are significant at $p < ,05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a MB	37,57368	16,41354	76	-1,62368	2,665927	-5,30958	75	0,000001	2a EG	37,3750	16,24745	76	-1,79868	3,18305	-4,92626	75	0,000005
2b MB	39,19737	17,41695	76	-1,62368	2,665927	-5,30958	75	0,000001	2b EG	39,1736	17,59097	76	-1,79868	3,18305	-4,92626	75	0,000005

Slika 69 T-testovi unakrsnih promjera

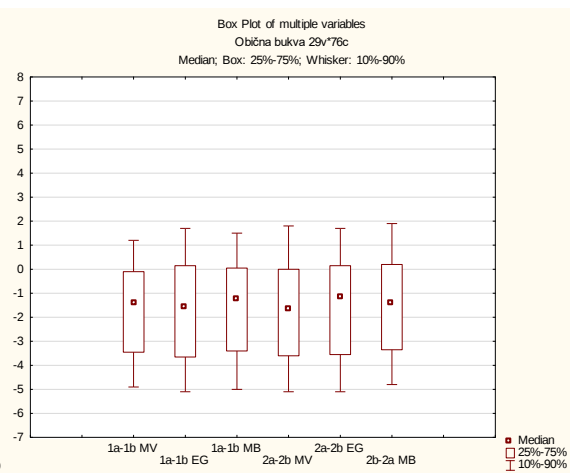
promjer b je u kod većine stabala veći od promjera a . Distribucije se zbog toga ne podudaraju što je vidljivo na slici 70. Razlike su značajnije kod najdebljih stabala, a to znamo da utječe najviše na temeljnicu koja bi ovdje bila veća sa promjerom b . Intervali razlika, identični su za sve mjeritelje što već može govoriti da postoje male razlike u promjerima između njih. Unakrsni se promjeri kod 50% stabala razlikuju za do 3,5 cm, a više od 80 % za do 5 cm. Na slici 71 vidi se da kod nekoliko stabala postoji jako velika razlika dvaju promjera. One su također veće kod debljih stabala, a to da se povećavaju sa porastom debljine stabala



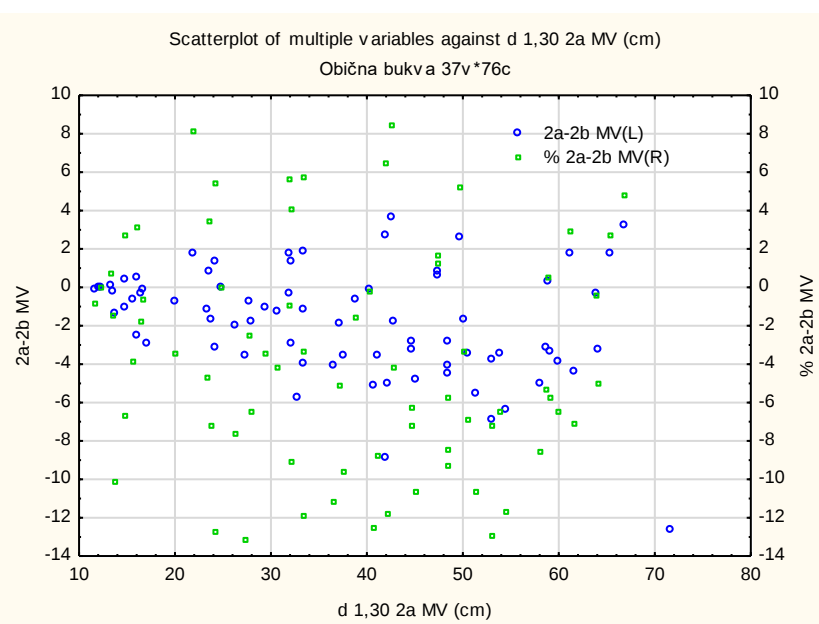
Slika 70 Usporedba distribucija unakrsnih promjera uzorka jednog mjeritelja na obilježenoj prsnoj visini



Slika 71 Frekvencija i raspon razlika unakrsnih promjera na obilježenoj prsnoj visini



Slika 72 Raspon razlika unakrsnih promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini



Slika 73 Rasipanje razlika unakrsnih promjera Mjeritelja 1 u apsolutnom i postotnom obliku

prikazano je na slici 73 i vidljivo je da počinju rasti već kod najtanjih stabala.

Usporedbom prsnih promjera stabala Obične bukve dokazano je da statistički značajne razlike postoje kod svih usporedbi na samoodređenoj prsnoj visini, osim jedne, te na obilježenoj prsnoj visini

između Mjeritelj 1 i 3 i Mjeritelja 2 i 3. Za sve ostale slučajeve, prihvaćaju se nulte hipoteze,

Nul-hipoteze

$$1a \quad H_0: d_{MV} = d_{EG} \\ H_0: d_{MV} = d_{MB} \\ H_0: d_{EG} = d_{MB}$$

$$1b \quad H_0: d_{MV} = d_{EG} \\ H_0: d_{MV} = d_{MB} \\ H_0: d_{EG} = d_{MB}$$

$$2a \quad H_0: d_{MV} = d_{MB} \\ H_0: d_{MV} = d_{MB} \\ H_0: d_{EG} = d_{MB}$$

$$2b \quad H_0: d_{MV} = d_{EG} \\ H_0: d_{MV} = d_{EG} \\ H_0: d_{EG} = d_{MB}$$

Alternativne hipoteze

$$1a \quad H_a: d_{MV} \neq d_{EG} \\ H_a: d_{MV} \neq d_{MB} \\ H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$$

$$1b \quad H_a: d_{MV} \neq d_{EG} \\ H_a: d_{MV} \neq d_{MB} \\ H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$$

$$2a \quad H_a: d_{MV} \neq d_{EG} \\ H_a: d_{MV} \neq d_{MB} \\ H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$$

$$2b \quad H_a: d_{MV} \neq d_{EG} \\ H_a: d_{MV} \neq d_{MB} \\ H_a: d_{EG} \neq d_{MB}$$

T-test for Dependent Samples (Obična bukva)							
Marked differences are significant at $p < .05000$							
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df
1a MV	37,11579	16,04921					
1a EG	37,30000	16,09118	76	-0,184211	0,714992	-2,24605	75

T-test for Dependent Samples (Obična bukva)							
Marked differences are significant at $p < .05000$							
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df
1a MV	37,11579	16,04921					
1a MB	37,55658	16,24045	76	-0,440789	1,042584	-3,68576	75

T-test for Dependent Samples (Obična bukva)							
Marked differences are significant at $p < .05000$							
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df
1b MV	38,81184	16,92798					
1b EG	39,08684	17,11073	76	-0,275000	1,107083	-2,16551	75

T-test for Dependent Samples (Obična bukva)							
Marked differences are significant at $p < .05000$							
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df
1b MV	38,81184	16,92798					
1b MB	39,28947	17,25666	76	-0,477632	1,478792	-2,81574	75

T-test for Dependent Samples (Obična bukva)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a EG	37,30000	16,09118	76	-0,256579	1,044776	-2,14094	75	0,035528
1a MB	37,55658	16,24045						

T-test for Dependent Samples (Obična bukva)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1b EG	39,08684	17,11073	76	-0,202632	1,253685	-1,40905	75	0,162954
1b MB	39,28947	17,25666						

T-test for Dependent Samples (Obična bukva)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a MV	37,43421	16,32572	76	0,059211	0,334336	1,543911	75	0,126819
2a EG	37,37500	16,24745						

T-test for Dependent Samples (Obična bukva)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2b MV	39,35395	17,29891	76	0,180263	2,118177	0,741911	75	0,460459
2b EG	39,17368	17,59097						

T-test for Dependent Samples (Obična bukva)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a MV	37,43421	16,32572	76	-0,139474	0,401689	-3,02697	75	0,003384
2a MB	37,57368	16,41354						

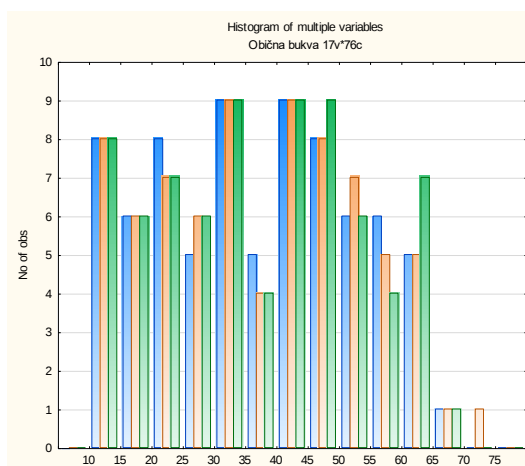
T-test for Dependent Samples (Obična bukva)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2b MV	39,35395	17,29891	76	0,156575	1,618340	0,843472	75	0,401647
2b MB	39,19737	17,41695						

T-test for Dependent Samples (Obična bukva)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2a EG	37,37500	16,24745	76	-0,198684	0,546136	-3,17153	75	0,002197
2a MB	37,57368	16,41354						

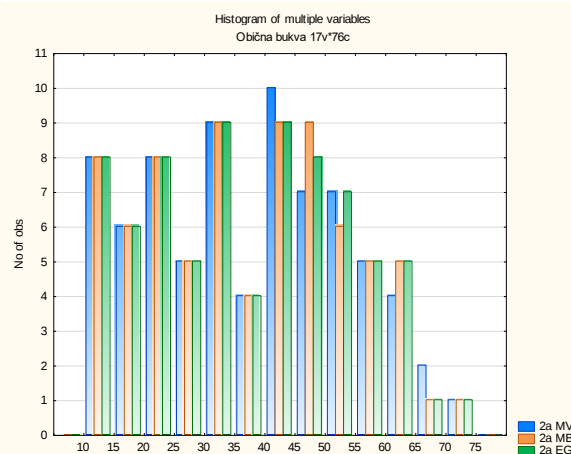
T-test for Dependent Samples (Obična bukva)								
Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
2b EG	39,17368	17,59097	76	-0,023684	1,367808	-0,150953	75	0,880418
2b MB	39,19737	17,41695						

Slika 74 T- testovi promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini među mjeriteljima

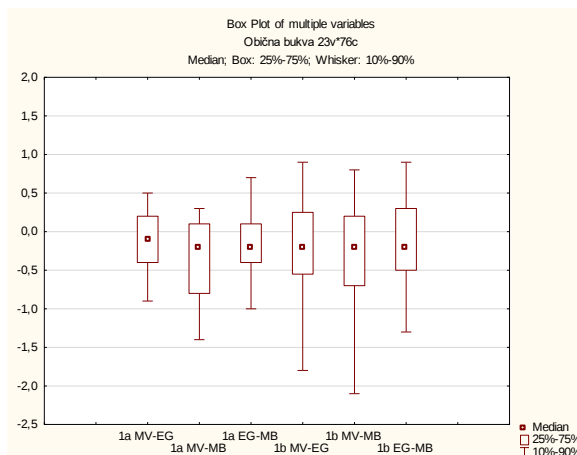
dok se za navede prihvataju alternativne. I ovdje je Mjeritelj 3 dobivao u prosjeku veće promjere od ostalih (negativan t), ali tome je vjerojatno uzrok da su Mjeritelj 1 i 2 malo jače pritisnuli pomični krak i time dobivali manje promjere. Razlike su svejedno, kako je ranije već uočeno jako male. Promatrajući promjere na obilježenoj prsnoj visini više od 80 % razlika manje je od 0,5 cm, slika 78. Time se može objasniti činjenica da su distribucije jako



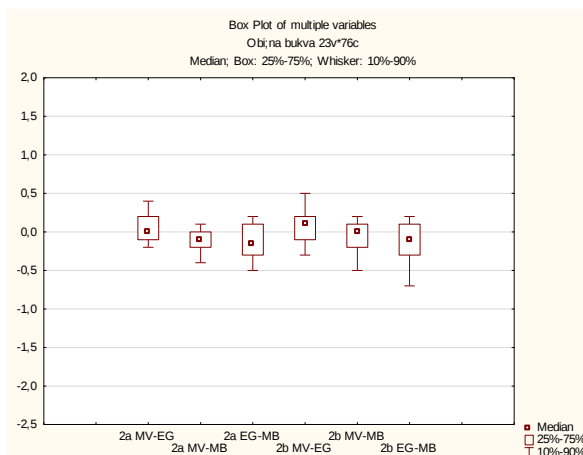
Slika 75 Distribucija broja stabala uzorka po prsnim promjerima za promjer 1a



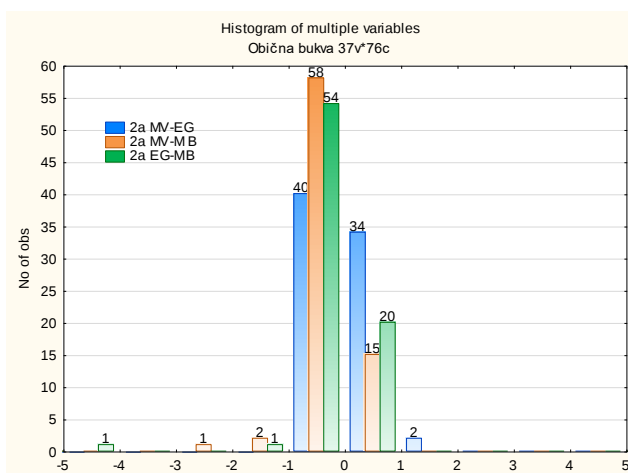
Slika 76 Distribucija broja stabala uzorka po prsnim promjerima za promjer 2a



Slika 77 Raspon razlika promjera između mjeritelja za 1a i 1b



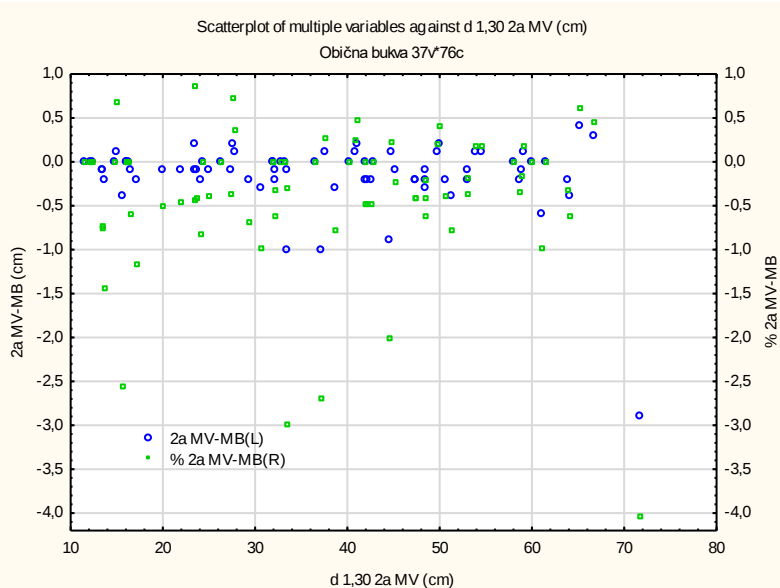
Slika 78 Raspon razlika promjera između mjeritelja za 2a i 2b



Slika 79 Frekvencija i raspon razlika promjera između mjeritelja za promjer 2a

puno su veće kao i uvijek. Porastom promjera ovdje se razlike između 2 mjeritelja također povećavaju samo puno nježnije, odnosno sporije, slika 80.

Kod Obične bukve statistički značajnu razliku između promjera na samoodređenoj prsnoj visini i obilježenoj postigao je samo Mjeritelj 1 i to na



Slika 80 Rasipanje razlika promjera između 2 mjeritelja u apsolutnom i postotnom obliku

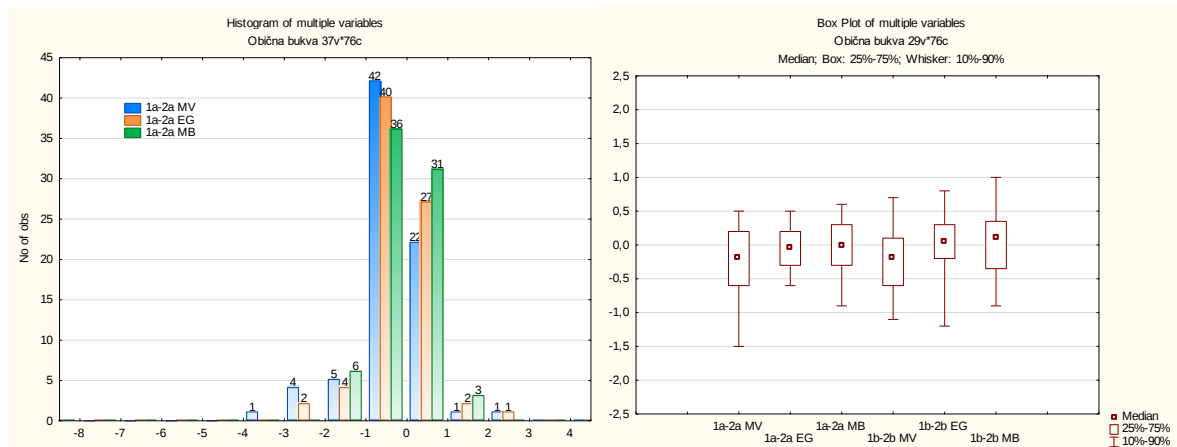
	Nul-hipoteze	Alternativne hipoteze
Mjeritelj 1	$H_0: d_{1a} = d_{2a}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{2a}$
Mjeritelj 2	$H_0: d_{1b} = d_{2b}$	$H_a: d_{1b} \neq d_{2b}$
Mjeritelj 3	$H_0: d_{1a} = d_{2a}$	$H_a: d_{1a} \neq d_{2a}$
	$H_0: d_{1b} = d_{2b}$	$H_a: d_{1b} \neq d_{2b}$

T-test for Dependent Samples (Obična bukva)									T-test for Dependent Samples (Obična bukva)								
Marked differences are significant at $p < .05000$									Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MV	37,11579	16,04921							1b MV	38,81184	16,92798						
2a MV	37,43421	16,32572	76	-0,318421	0,882528	-3,14543	75	0,002378	2b MV	39,35395	17,29891	76	-0,542105	1,900966	-2,48609	75	0,015141
T-test for Dependent Samples (Obična bukva)									T-test for Dependent Samples (Obična bukva)								
Marked differences are significant at $p < .05000$									Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a EG	37,30000	16,09118							1b EG	39,08684	17,11073						
2a EG	37,37500	16,24745	76	-0,075000	0,685881	-0,953277	75	0,343512	2b EG	39,17368	17,59097	76	-0,086842	1,420361	-0,533014	75	0,59560
T-test for Dependent Samples (Obična bukva)									T-test for Dependent Samples (Obična bukva)								
Marked differences are significant at $p < .05000$									Marked differences are significant at $p < .05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
1a MB	37,55658	16,24045							1b MB	39,28947	17,25666						
2a MB	37,57368	16,41354	76	-0,017105	0,645681	-0,230950	75	0,817982	2b MB	39,19737	17,41695	76	0,092105	1,009655	0,795277	75	0,428962

Slika 81 T-testovi promjera samoodređene i obilježene prsne visine

slične među mjeriteljima jer ta razlika očito nije dovoljna da prebaci stablo u veći ili manji debljinski stupanj. One se zapravo razlikuju samo kod najvećih debljinskih stupnjeva i to bi vjerojatno bio uzrok da bi se dobile različite temeljnice. Kompletan raspon razlika vidljiv je na slici 79. Razlike kod promjera na samoodređenoj prsnoj visini

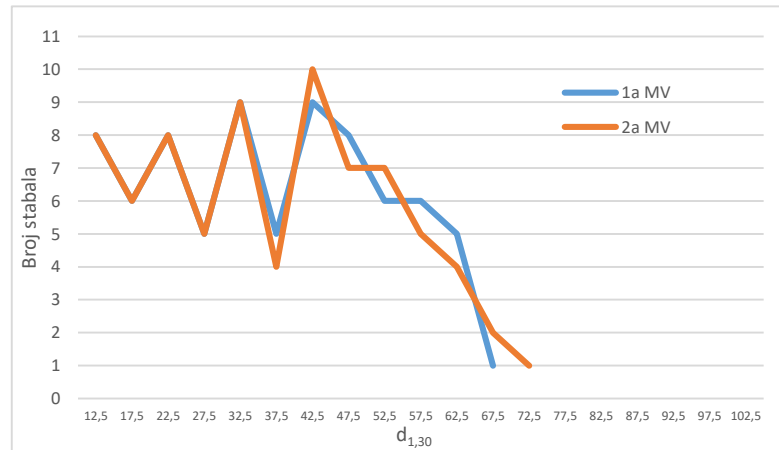
oba načina snimanja. Za njega se prihvaćaju alternativne hipoteze dok za ostale nulte. Promjer na samoodređenoj prsnoj visini je nešto manji od stvarnog, odnosno samoodređena prsna visina nalazila se iznad stvarne kod većine stabala i kod svih mjeritelja, osim promjera



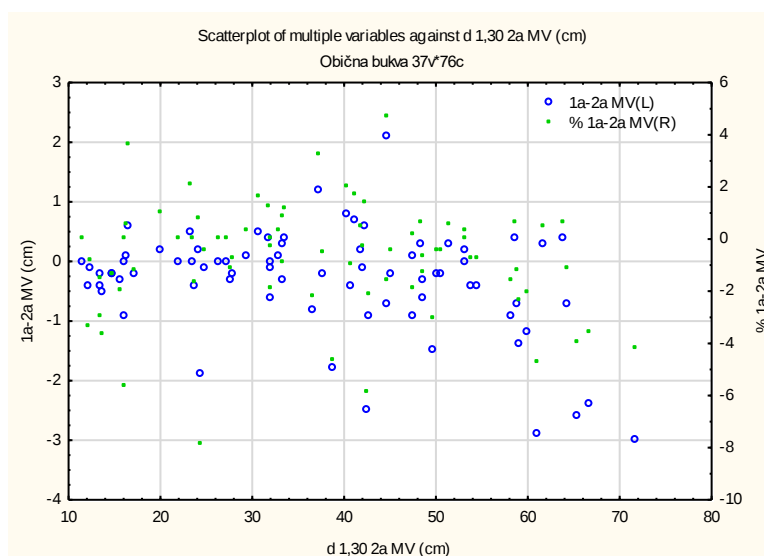
Slika 82 Frekvencije i raspon razlika promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini

Slika 83 Raspon razlika promjera na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini

b kod Mjeritelja 3. To je zaključeno time što je većina razlika negativna, slika 82 i 83. Više od 50 % razlika manje su od 0,5 cm, slika 83. Distribucije se do srednje debelih stabala poklapaju, a nakon toga u svim se debljinskim stupnjevima razlikuju za jedno stablo.



Slika 84 Usporedba distribucija uzorka na samoodređenoj i obilježenoj prsnoj visini za Mjeritelja 1



Slika 85 Rasipanje razlika dvaju promjera Mjeritelja 1 u apsolutnom i postotnom obliku

Porastom debljine debla razlike se povećavaju, ali tako da promjer 1a postaje sve manji od 2a, slika 85, odnosno kod debljih stabala samoodređena prsna visina je gotovo uvijek iznad stvarne.

Promjeri mjereni 10 cm ispod prsne visine i kod Obične bukve uzrokuju statistički značajnu pogrešku,

Nul-hipoteze Alternativne hipoteze

Mjeritelj 1

$H_0: d_{3a} > d_{2a}$

$H_a: d_{3a} \leq d_{2a}$

Mjeritelj 2

$H_0: d_{3b} < d_{2a}$

$H_a: d_{3b} \geq d_{2a}$

Mjeritelj 3

$H_0: d_{4a} \leq d_{2a}$

$H_a: d_{4a} \geq d_{2a}$

$H_0: d_{4b} < d_{2a}$

$H_a: d_{4b} \geq d_{2a}$

$H_0: d_{5a} \leq d_{2a}$

$H_a: d_{5a} > d_{2a}$

T-test for Dependent Samples (Obična bukva)									T-test for Dependent Samples (Obična bukva)								
Marked differences are significant at $p < ,05000$									Marked differences are significant at $p < ,05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
3a MV	37,66579	16,36199							3b MV	37,21053	16,09122						
2a MV	37,43421	16,32572	76	0,231579	0,397395	5,080231	75	0,000003	2a MV	37,43421	16,32572	76	-0,223684	0,500897	-3,89308	75	0,000213

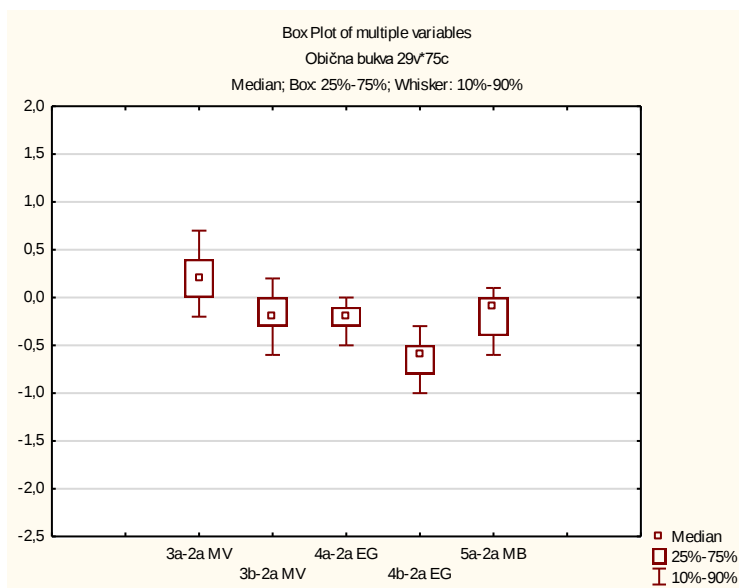
T-test for Dependent Samples (Obična bukva)									T-test for Dependent Samples (Obična bukva)								
Marked differences are significant at $p < ,05000$									Marked differences are significant at $p < ,05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
4a EG	37,25658	16,30438							4b EG	36,74861	16,12567						
2a EG	37,37500	16,24745	76	-0,118421	0,844545	-1,22240	75	0,225385	2a EG	37,37500	16,24745	76	-0,626316	0,267017	-20,4485	75	0,000000

T-test for Dependent Samples (Obična bukva)								
Marked differences are significant at $p < ,05000$								
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
5a MB	37,32500	16,18915						
2a MB	37,57361	16,41354	76	-0,248684	0,439543	-4,93234	75	0,000005

Slika 86 T-testovi uoči usporedbe grešaka mjerenja promjera s promjerom 2a

a isto vrijedi i za promjere 10 cm iznad. Za ta dva slučaja prihvaćaju se nulte hipoteze. Razlike su između tih promjera najmanje do sad. One se u 80 % slučajeva kreću do 0,7 (3a) i 0,6 (3b) cm, *slika 87*. To govori da je deblo Obične bukve pravno, odnosno s malim padom promjera, pogotovo kod tanjih stabala. To se može vidjeti na slici 88 gdje se također vidi da

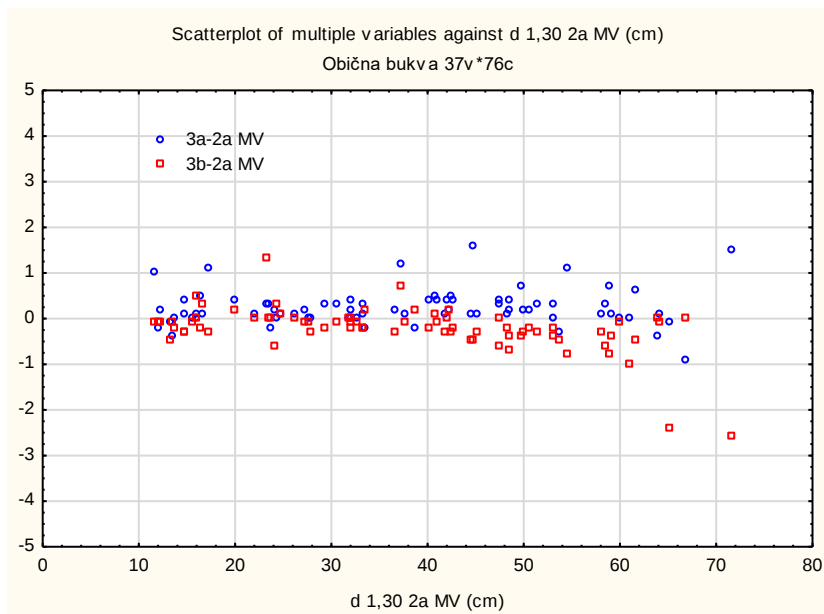
se porastom promjera povećavaju i razlike, ali tek od stabala debljine oko 40 cm. Kada ravnalo ne dotiče deblo, a krakovi su jače stisnuti, također postoji statistički značajna razlika. Kad su krakovi normalno stisnuti ne postoji, a tome je razlog jedno stablo kod kojeg je promjer 4a krivo upisan u terenski obrazac i kasnije u računalo.



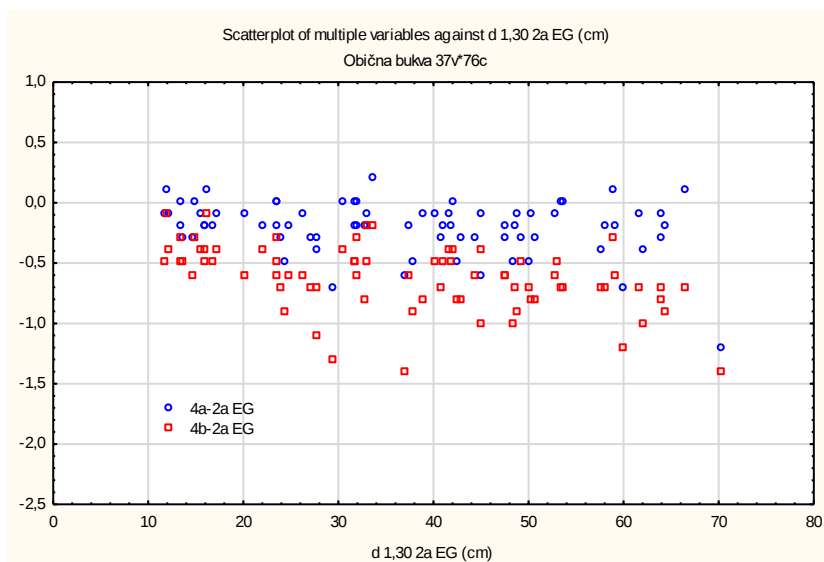
Slika 87 Raspon razlika uoči usporedbe grešaka mjerenja promjera s promjerom 2a

Zanemarivanjem tog stabla iz uzorka dobila bi se statistički značajna razlika. To pokazuje koliko pojedinačni podaci mogu utjecati na konačan rezultat. Razlike koje se javljaju u usporedbi s ovim promjerima kreću se u 80 % slučajeva do 0,5 cm (4a), odnosno do 1,0 cm (4b), *slika 87*. Porastom debljine stabla razlike se, kad su krakovi normalno stisnuti, ne povećavaju već jednoliko teku između -0,5 i 0 cm, *slika 89*. To vrijedi i za sve ostale vrste na kojima je vršeno testiranje. Kad su krakovi jače stisnuti kod najtanjih stabala (do 20 cm) raste, a nako toga također jednoliko teče između -1,0 i -0,5 cm. Zakretanjem promjerke, kad

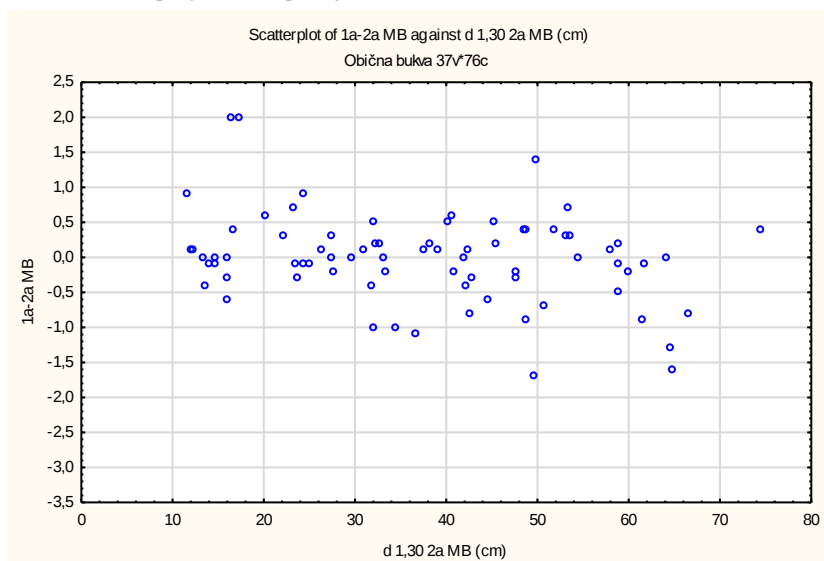
je mjeritelj udaljn od stabla, radi bolje vizure na ravno dobivaju se promjeri, podjednakim brojem, veći i manji, *slika 90*. To proizlazi iz činjenice da je deblo Obične bukve relativno pravno (dokazano sa malim razlikama između promjera *3a*, *3b* i *2a*). Ona uz to ima i glatku koru. Razlike se, dobivene ovim načinom mjerenja kreću do 0,6 cm u 80 % slučajeva, *slika 87*, a to je najmanje od svih dosad vrsta.



Slika 88 Rasipanje razlika promjera *3a-2a* i *3b-2a*



Slika 89 Rasipanje razlika promjera *4a-2a* i *4b-2a*



Slika 90 Rasipanje razlika promjera *5a-2a*

ZAKLJUČAK

Kod usporedbe unakrsnih promjera može se vidjeti utjecaj vrsta drveća. Za Hrast lužnjak i za Običnu jelu razlike između unakrsnih promjera nisu statistički značajne, dok za Obični grab i Običnu bukvu jesu. Razlike su tih promjera poprilično velike, što utječe i na distribucije broja stabla u uzorku, gdje se javljaju poprilične razlike u frekvenciji nekih debljinskih stupnjeva. Kod Hrasta lužnjaka su najveće, ali među mjeriteljima su poprilično slične. Obična jela i inače ima pravilan, okrugli presjek što sa hrastom nije slučaj, a to je dokazano velikom varijabilnosti razlika. S druge strane Obični grab ima dosta nepravilan presjek u donjem dijelu debla (užljebljenost).

U većini slučajeva ne postoji statistički značajna razlika u usporedbi među mjeriteljima. Tako za Obični grab ne postoji u niti jednom slučaju, kod Obične bukve i Obične jele ih je podjednak broj i to gotovo među istim mjeriteljima. Primjećuje se i to da u nizinskim šumama gdje su lakše okolnosti mjerenja i lakše kretanje kroz šumu, postoji manje statistički značajnih razlika među mjeriteljima, ali dokazano je da razlika među njima ovisi isključivo o debljini stabla, a to se vidi da porastom promjera stabala kod svih vrsta u nekom trenutku počinju rasti i razlike. U svakom slučaju, za promjere na odmjerenoj prsnoj visini dobivene su manje varijabilnosti razlika među mjeriteljima. To ukazuje na veliku važnost točnog određivanja prsne visine. U protivnom, pošto su ovo glavni ulazni podaci za određivanje drvene zalihe u sastojini, za svakog mjeritelja bi se dobila drugačija drvena zaliha. Ako isto vrijedi i za izmjeru visina konačni rezultati bi mogli jako varirati među različitim mjeriteljima. Najviše statistički značajnih razlika postoji u usporedbi sa Mjeriteljem 3, te između Mjeritelja 1 i Mjeritelja 3. Ako se obrati pozornost na smjer usporedbe i uzme u obzir činjenica da je većina pristranosti negativna, dolazi se do zaključka da je Mjeritelj 1 dobivao u prosjeku najmanje promjere, a Mjeritelj 3 najveće. Razlog dobivanja različitih promjera na pojedinim stablima je naginjanje promjerke, lijevo i desno, čime se uvijek dobije veći promjer. Nadalje jačina pritiska također utječe na sličnost, tj. razliku promjera među mjeriteljima. U prvom dijelu testiranja bilo je dokazano da je deblo eliptično, odnosno nepravilnog poprečnog presjeka i samo malim odstupanjem (promjenom kuta) u ravnini okomitoj na os stabla mogu se dobiti dosta različiti promjeri. Naime, iako je za promjere 2a i 2b bila obilježena prsna visina, ona je bila obilježena jednom točkom i ona se lijepo vidjela kod prvog postavljanja promjerke (2a). Ali ni tu nisu svi mjeritelji na svakom stablu mogli pogoditi isti kut, dok je to značajno imalo utjecaja kod zakretanja promjerke gdje je točka bila na strani krakova, odnosno manje vidljiva. To je zajedno sa naginjanjem promjerke i

jačinom pritiska imalo najveći utjecaj na razlike između mjeritelja. I ovdje se u usporedbi distribucija pojavljuju razlike. Većim djelom kod debljih stabala, te je i ovdje dokazano da se porastom promjera povećava i razlika među mjeriteljima, ali manje značajno nego u drugim slučajevima.

Usporedbom promjera na samoosređenoj prsnoj visini i odmjerenoj dokazano je da mjeritelj ima veliki utjecaj na mjerenje promjera stabala. Tako je Mjeritelj 2 najtočnije određivao prsnu visinu. Za njega postoji samo jedan slučaj da između dva promjera postoji statistički značajna razlika (Obični grab *1b-2b*), dok ih je Mjeritelj 1 postigao najviše. U svim slučajevima, osim jednog, za Mjeritelja 1 dobivena je negativna pristranost, a to znači da je promjer na samoodređenoj prsnoj visini u većini slučajeva manji ili ti mjeren iznad stvarne prsne visine, za razliku od Mjeritelja 3 koji ima više pozitivnih pristranosti, a Mjeritelj 2 dvije pozitivne i ostale negativne. Također je vidljiva razlika između promjera u smjeru kretanja i unakrsnog (osim kod jele) gdje je kod nekih vrsta varijabilnost veća kod jednog smjera snimanja, a kod drugih vrsta drugog, za sve mjeritelje. Dobivene distribucije u uzorku se manje razlikuju od drugih slučajeva, odnosno ne više od jednog stabla po debljinskom stupnju.

Iz ovoga se zaključuje da greške kod mjerenja prsnog promjera stabala imaju značajan utjecaj na konačan rezultat. Ovim testiranjem dokazano je da statistički značajne razlike postoje u svim slučajevima u usporedbi sa stvarnim promjerom. One će uvijek uzrokovati pristranost koja će utjecati na konačan rezultat bilo da se radi o srednjem promjeru, kod jednodobne sastojine ili temeljnici. U slučajevima u kojima ne postoji statistički značajna razlika (*3b-2a* i *4a-2a*) uzrok su pojedinačna stabla koja značajnije odstupaju u suprotnom smjeru i ako se maknu iz uzorka mijenjaju se rezultati, odnosno greške postaju statistički značajne.

Na 20 cm duljine debla oko prsne visine mogu se dobiti dosta različiti promjeri od stvarnog. Na vrstama konusnog debla, tj. sa većim padom promjera, kao kod Obične jele, dobivene su veće razlike između promjera na visini 10 cm, iznad i ispod, i stvarnog prsnog promjera. Kod Hrasta lužnjaka su najveće, a kod Obične bukve najmanje i slične kao kod Običnog graba gdje postoji najveća varijabilnost razlika dvaju promjera.

Dokazano je da se stavljanje ravnala do stabla ne može zamijeniti sa odmicanjem od stabla i odokativnim određivanjem paralelnosti krakova koju je još teže odrediti na debljim stablima. Kod jače stisnutih krakova, dobivene su *t*-vrijednosti višestruko veće od graničnih (preko 17) što ovakav način mjerenja predstavlja kao najveću grešku kod mjerenja prsnog promjera stabla, ali u usporedbi s drugim greškama mjerenja, kod ove je za svaku vrstu

dobivena najmanja varijabilnost razlika koje su za oba načina jednake. Dakako postoje situacije da zbog duljine krakova i stanja u sastojini ravnalo ne može uvijek doticati stablo, a da se ne zanemaruje princip „jedno stablo jedna izmjera“, tj. uklanjanja utjecaj ekscentričnosti na prosječni promjer sastojine. To je pogotovo slučaj kod uzimanja promjera trupaca na radilištu. U takvim situacijama se uzimaju unakrsni promjeri, te konačan kao aritmetička sredina između njih dva. Teorija da kod debelih stabala, gdje ravnalo treba biti bliže deblu, te postoji manje prostora za pritiskanje krakova, ovdje je dokazano da baš i ne vrijedi. Tome može biti razlog to da deblja stabla imaju deblju koru, te krakovi prodiru u nju i time se dobiva veća razlika nego kod tankih. To se najbolje primijećuje kod Hrasta lužnjaka.

Na kraju, ako je promjerka zakrenuta radi bolje vizure na skalu ravnala, dobivaju se manji promjeri u većini slučajeva. Kod vrsta glatke kore (Obična bukva, Obični grab i Obična jela u mladosti) promjer u usporedbi sa stvarnim u prosjeku ne odstupa u ekstremnim vrijednostima, dok kod drugih može biti i manji od 1 cm. Kod Hrasta lužnjaka odstupanje je najveće, a i varijabilnost također. Naime, hrast inače ima raspicalu koru i ti dijelovi kore utječu na promjer. Nadalje, ostale nepravilnosti na površini debla mogu utjecati na promjer kod ovakvog načina snimanja (kvrge, mahovina...). Najbolji kut gledanja u ravnalo je pod 90°, odnosno tako da je glava iznad ravnala. Kako se mjeritelj udaljava od debla, povećava se potreba za zakretanjem ravnala radi vizure, tj. taj kut se smanjuje.

Ovaj rad je proveden kao inventura za znanstvene potrebe i stvarno se pazilo da sve bude bez pogrešaka. Naime, kod malog uzorka jedan abnormalan podatak može imati utjecaj na konačan rezultat. Testiranje je provedeno i ako se iz uzorka maknu određena stabla (čime se dobiva manji broj stupnjeva slobode). Tako u nekim slučajevima ako se zanemari samo jedno stablo dobivaju se drugačiji rezultati, odnosno ako je razlika bila statistički značajna, prestaje biti ili obrnuto.

Iako se ove pogreške mogu svesti na najmanju moguću mjeru sa iskustvom i treniranjem, one se ne mogu eliminirati. Čak se i među iskusnim promatračima mogu dobiti različiti rezultati kod mjerenja prsnog promjera.

LITERATURA

Pranjić, Ana; Lukić, Nikola, 1997: IZMJERA ŠUMA, Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.

Šumarski list br. 9-10, CXXI (1997), 473-478, ODNOS PRIRAŠĆIVANJA STABALA JELE NA NPŠO "SLJEME"

Čavlović, Jura, 2013: OSNOVE UREĐIVANJA ŠUMA, Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.