

# RADOVI

ŠUMARSKOG FAKULTETA  
I INSTITUTA  
ZA ŠUMARSTVO  
U SARAJEVU

Vukmirović V. i Stojanović dr O.: Zapremina  
i zapreminski prirast šikara bukve, hrasta, graba i jasena u Bosni

Bestandesmassenvorrat und Bestandesmassenzuwachs der  
Buschwälder in Bosnien

GODINA XI (1966)

Knjiga 11. sveska 4.

Sarajevo 1966.

**ТРУДЫ**

Лесного факультета и Института лесного хозяйства в Сараеве

**WORKS**

of the Faculty of Forestry and Institute for Forestry of Sarajevo

**TRAVAUX**

de la Faculté Forestière et de l'Institut des recherches forestières  
de Sarajevo

**ARBEITEN**

der Forstlichen Fakultät und Institut für Forstwesen in Sarajevo

**Redaktion — Redaction**

Sarajevo, Zagrebačka 20 — SFR Jugoslavija

Издание Лесного факультета и Института лесного  
хозяйства в Сараеве

Edition of the Faculty of Forestry and Institute for Forestry  
in Sarajevo

Edition de la Faculté Forestière et de l'Institut des recherches  
forestières à Sarajevo

Ausgabe der Forstlichen Fakultät und Institut für Forstwesen  
in Sarajevo

**SARAJEVO 1966.**

# R A D O V I

ŠUMARSKOG FAKULTETA

I I N S T I T U T A

Z A Š U M A R S T V O

U S A R A J E V U

UREĐUJE

Komisija za redakciju naučnih i ostalih publikacija Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu:

Prof. dr **Pavle Fukarek**, predsjednik i odgovorni urednik,

Prof. **Vasilije Matić**,

Prof. **Salko Đikić**,

Savjetnik **Karlo Fitze**,

Doc. dr **Ostoja Stojanović**, sekretar i tehnički urednik

Uredništvo i administracija: Šumarski fakultet, Sarajevo  
Zagrebačka 20 — Tel. 39-422

---

Štampa: „Sava Mihić“ — Zemun, Maršala Tita 46-48

Vukmirović V.

Stojanović dr O.:

**ZAPREMINA I ZPREMINSKI PRIRAST ŠIKARA BUKVE,  
HRASTA, GRABA I JASENA U BOSNI  
BESTANDESMASSENVORRAT UND BESTANDESMASSEZUWACHS  
DER BUSCHWÄLDER IN BOSNIEN**

## U V O D

Površine šikara i šikarastih niskih šuma u SR Bosni i Hercegovini su znatne. Prema podacima Preduzeća za projektovanje u šumarstvu »Šumaplan« u Sarajevu šikare u društvenoj svojini imaju površinu od oko 380.000 hektara (u Bosni 229.000 ha i u Hercegovini 151.000 ha), a u građanskoj svojini 115.000 ha, ukupno oko 495.000 ha. Pored šikara u društvenoj svojini posebno su navedene niske šume čija je površina oko 160.000 ha. Uzevši skupa, površina šikara i niskih šuma je 661.000 ha. Ogromne površine šikara i ostalih vidova degradiranih šuma najrazličitijeg oblika i izgleda davale su ranije poseban izgled nekim područjima Bosne i znatnom djelu Hercegovine. U posljednje vrijeme, zahvaljujući efikasnim mjerama zaštite šuma, koje su zavedene odmah poslije rata, a posebno zbog zabrane držanja koza i njihove potpune likvidacije, te zbog meliorativnih zahvata koji se u njima provode, šikare pokazuju vidnu progradaciju i u znatnom stepenu mijenjaju svoj izgled i opšti izgled područja u kojima su rasprostranjene.

Na osnovu sadašnjeg izgleda i sastava nekadašnjih šikara i degradiranih (niskih) šuma mogu se po našem mišljenju izdvojiti tri osnovne kategorije tih šuma:

1. **Tipične šikare** — površine pod stalnim i jakim uticajem paše i brsta stoke; sastavljene od grmolikih skupova i neformiranih stabalaca. Nekada najrasprostranjeniji, ovaj tip šikara je danas sveden na veoma malu površinu uz naselja i puteve gdje je zaštita od paše, brsta stoke i nedozvoljene sječe praktično nemoguća.

2. **Šikaraste niske šume** — veoma slične gazdovanim niskim šumama. U njima brojno preovlađuju formirana stabalca izrazitog visinskog prirasta u potpunosti izvan uticaja stoke a naročito na rast terminalnog (vršnog) izbojka. Te nekadašnje šikare u kojima su bukva, razne vrste grabova i hrastova (najčešće kitnjak) glavne vrste drveća predstavljaju danas, po površini i šumskoprivrednom značaju, glavniinu niskih šuma u našoj republici.

3. **Degradirane šume** — mješavina raznih oblika stabala u kojima preovlađuju takozvana kozarska stabla — »šubarci i skresci« ali u kojima ima nekad više nekad manje stabala sjemenog porijekla u obliku kao u visokoj šumi odnosno izdanačkog porijekla kao u šikarastoj niskoj šumi. Zahvaljujući

efikasnoj zaštiti i meliorativnim zahvatima pri kojima su po pravilu vadeni šubarci i skresci i ovih šuma danas ima znatno manje nego ranije.

Pored šarolikosti u pojavnim oblicima naše degradirane tipove šuma odlikuje i veoma šarolika mješavina vrsta drveća i grmlja. Uz osnovne vrste drveća (bukva, grabovi, hrastovi i jasenovi) koje izgrađuju prostrane visoke šume u nas, u našim šikarama i šikarastim niskim šumama u znatnoj mjeri ima jasena, graba, javora (a naročito javora gluhača) i priličan broj drugih manje važnih vrsta drveća i grmlja. To je, pored ostalog, u velikoj mjeri i posljedica termofilnijeg karaktera degradiranih šuma u odnosu na ranije visoke šume iz kojih su, odnosno na čijim su terenima, nastale.

S obzirom na činjenicu da su nekadašnje tipične šikare prerasle tokom vremena u razne vidove niskih (degradiranih) šuma sa znatno povećanim zalihama drveta porastao je i njihov šumsko privredni značaj. U snabdjevanju seoskog stanovništva ogrjevnim i sitnim tehničkim drvetom te u snabdjevanju nekih industrija drveta (celuloza, ploče iverice i destilacija drveta) prinosi ovih šuma pri racionalnom iskorištavanju i gazdovanju mogli bi skoro u potpunosti da podmire sadašnje, a i perspektivne potrebe, čime bi se dobrim djelom rastretio drvni fond previše opterećenih visokih šuma.

Prilikom izrade uređajnih elaborata zaliha drveta i prirast šikara i niskih šuma iskazivani su najčešće samo na bazi okularne procjene, zbog toga što su debljine stabala u šikarama ispod taksacione granice (10 cm), za koje prsne prečnike ne postoje zapreminske tablice.

Premjeri sortimenata koji se dobijaju meliorativnim sječama (selekciona čišćenja i prorede) koje su vršene poslednjih godina na području Bosne i Hercegovine pokazali su da su zalihe drveta i prirast šikara iskazani u uređajnim elaboratima znatno manje od stvarnih. Kolaković (1960.) navodi da je u 1959. godini na površini od 54.952 ha meliorativnim sječama posječeno 636.642 pr. m drveta u vidu ogreva, celuloznog drveta, oblica za destilaciju, motki i drugih sitnih sortimenata ili prosječno po jednom hektaru 11,65 pr. m drveta. Ovaj podatak potvrđuje da šikare imaju zalihi drveta dva do tri puta veću nego što je evidentirano prema podacima preduzeća »Šumaplan«.<sup>1)</sup>

Zbog toga je bivši Sekretarijat za šumarstvo IV NR BiH odobrio novčana sredstva za ispitivanje prirasta i utvrđivanje zapremine drveta u prirodno važnim degradiranim šumama. Rezultati tih ispitivanja poslužiće kao osnova pri postavljanju smjernica za racionalnije gazdovanje ovim šumama i realnije određivanje obima sječa, nego što je to do sada bilo.

<sup>1)</sup> Podaci prikupljeni prilikom Inventure šuma u BiH za 1964. godinu pokazuju da je prosječna zapremina drveta po jednom ha niskih šuma i šikara u BiH, zavisno od vrste drveća, nekoliko desetina m<sup>3</sup>. Najveća je prosječna zapremina niskih šuma i šikara bukve (oko 69 m<sup>3</sup>/ha), nešto je niža zapremina niskih šuma i šikara hrasta kitnjaka (oko 50 m<sup>3</sup>/ha) i lužnjaka (oko 47 m<sup>3</sup>/ha) dok je najniža zapremina termofilnih hrastovih niskih šuma i šikara (svega oko 17 m<sup>3</sup>/ha). I tekući zapreminski prirast po 1 ha znatno je veći od dosadašnjih procjena. Njegova prosječna veličina kreće se u rasponu od 0,8 do 3,6 m<sup>3</sup>/ha, samo je, za razliku od veličine zapremine, na prvom mjestu po veličini prirast niskih šuma i šikara rasta lužnjaka (3,6 m<sup>3</sup>/ha) zatim dolazi prirast bukovih šikara (3,4 m<sup>3</sup>/ha), pa šikara hrasta kitnjaka (3,0 m<sup>3</sup>/ha), a najmanji je prirast termofilnih niskih hrastovih šuma i šikara (0,8 m<sup>3</sup>/ha).

## ZADATAK RADA

Prema navedenim podacima, uloga šikara i šikarastih niskih šuma u šumarstvu naše Republike je veoma značajna. Pa ipak naše poznavanje taksacionih elemenata ovih šuma je sasvim skromno. U poslijeratnom periodu, a naročito u posljednjih 15 godina u kojima je došlo do jakog razvoja ovih šuma, naučnoistraživačke ustanove i kadrovi bili su zauzeti istraživanjima visokih šuma naših glavnih vrsta drveća, koje su bez sumnje i privredno važnije i naučno interesantnije. Nagli razvoj nekadašnjih šikara na ogromnim površinama i njihovo pretvaranje u šikaraste niske šume prilično velikih zaliha drveta i tekućeg prirasta, što pruža realne mogućnosti za podmirivanje sve većih potreba industrije drveta i lokalnog stanovništva, nameće kao neodložni zadatak ispitivanje taksacionih elemenata tih šuma. Kako je to prilično široka oblast, potrebno je, bar u početku, ograničiti se na najvažnije i najhitnije probleme, i to:

1. Utvrđivanje veličina dvaju najvažnijih taksacionih elemenata — zapremine i zapreminskog prirasta za privredno najvažniji oblik šikara — šikaraste niske šume bukve, hrasta, graba i jasena i to preko analize zavisnosti ovih veličina od nekih taksacionih elemenata sastojine (temeljnice sastojne, srednjeg prečnika vrste i omjera smese vrste).

2. Na osnovu rezultata tih ispitivanja, izrada tablica za procjenu veličine zapremine drveta i tekućeg zapreminskog prirasta po 1 ha.

Rezultati obavljenih istraživanja, a posebno tablice zapremine drveta i tekućeg zapreminskog prirasta po jedinici površine predstavljaju doprinos poznavanju taksacionih elemenata degradiranih (izdanačkih) šuma naše Republike i omogućuju bržu i jeftiniju taksacionu procjenu tih šuma, koje zauzimaju znatan dio u ukupnoj šumskoj površini naše Republike.

## OSNOVNI PODACI

Osnovni materijal za ova istraživanja čine podaci o taksacionim elementima prikupljeni na privremenim oglednim površinama u šikarastim niskim šumama na području Bosne. Ukupno je položeno 57 privremenih oglednih površina na teritoriji sljedećih šumskih uprava: Bosanski Novi (1 ogledna površina), Cazin (3 ogledne površine), Bihać (9), Bosanski Petrovac (5), Ključ (3), Mrkonjić Grad (6), Jajce (2), Banja Luka (1), Turbe (10), Novi Travnik (3), Fojnica (2), Doboj (1), Gračanica (1), Tuzla (4) i Rogatica (6). Raspored oglednih površina po šumskim upravama i veličine osnovnih taksacionih elemenata tih površina objavljeni su ranije (8).

Izbor mjesta za ogledne površine, njihovo obilježavanje na terenu, i premjer taksacionih elemenata izvršeni su u toku sezone terenskih radova godine 1958, 1959. i 1960. Na terenu je pored toga izvršeno i računanje prosječnih (po debljinskim stepenima) i zbirnih (za oglednu površinu kao cjelinu) veličina taksacionih elemenata te preračunavanje zbirnih veličina na jedinicu površine 1 ha. Terenska mjerenja i računanje taksacionih elemenata vršili su apsolutni šumarstva organizovani u sekcije. U toku 1958. godine terenskom sekcijom je



rukovođila Inž. Borka Videković, 1959. godine rukovodioci sekcija su bili asistenti Inž. Jamez Pavlič i Inž. Nikola Živanov, a 1960. godine sekcijom je rukovodio Inž. Jamez Pavlič. Izradu projekta istraživanja i metodike rada, zatim izbor područja istraživanja te stalno opšte i povremeno neposredno rukovođenje radovima obavili su autori rada.

## METODIKA ISTRAŽIVANJA

### Izbor mjesta i veličina ogledne površine

Ogromna raznolikost oblika te izuzetno velika lokalna promjenljivost taksacionih karakteristika (mješavine vrste drveća, uzrasta, sklopa i dr.), s jedne strane, i male dimenzije stabala i njihov velik broj, pa, prema tome i manje variranje osnovnih taksacionih elemenata zapremine i zapreminskog prirasta po hektaru s druge strane, osnova su za dvostruko rješavanje kako izbora mjesta tako i veličine ogledne površine. Prvi elementi utiču na to da ogledna površina bude što veća (svakako veća nego u visokim šumama) a drugi ne samo omogućuju nego i nameću (zbog velikog broja stabala na jedinici površine) što manju površinu. Između dvije suprotne tendencije nađen je kompromis. Osnovna ogledna površina velika je 5 ha i pravougaonog je ili kvadratnog oblika. Taksaciona mjerenja vrše se međutim, ne na cjeloj površini nego samo na 50 kružnih površina veličine po 10 m<sup>2</sup> sistematski raspoređenih po kvadratnoj mreži na osnovnoj (okvirnoj) oglednoj površini. Taksacioni podaci za oglednu površinu kao jedinicu su, u stvari, zbirne veličine za tih 50 malih kružnih površina. Prema tome površina na kojoj je izvršeno mjerenje svih stabala na jednoj oglednoj parceli veličine je 500 m<sup>2</sup>. Kako je položeno 57 oglednih parcela to je ukupna površina na kojoj je izvršena sječa svih stabala 2,85 ha. Na toj površini premjereno je oko 35.000 stabala od oko 30 raznih vrsta drveća, od čega su oko 90 procenata stabla bukve i raznih vrsta hrasta, graba i jasena.

Izbor mjesta za postavljanje oglednih površina vršen je u tri etape. Najprije je izvršeno rekognosciranje šireg šumskog područja da bi se dobio uvid o rasprostranjenju i taksacionim i drugim karakteristikama šikara na tom području.

U isto vrijeme vršeno je provizorno odabiranje mjesta za postavljanje okvirnih oglednih površina. Definitivan izbor mjesta za svaku oglednu površinu vršen je nakon detaljnijeg pregleda provizorno odabranih mjesta. Osnovni kriterij u izboru mjesta bio je homogenost stanišnih uslova (ekspozicije, nagiba terena, zemljišta i geološkog supstrata) i nekih taksacionih elemenata koji su se mogli okularno procijeniti (sklopljenost sastojine, bonitet staništa, omjer smjese) te biljnog pokrova u smislu pripadnosti odgovarajućoj biljnoj zajednici. Nastojali smo da u pojedinim područjima u kojima je vršeno istraživanje, izborom većeg broja oglednih površina obuhvatimo što je više moguće varijabilitet onih stanišnih i sastojinskih karakteristika od kojih u najvećoj mjeri zavisi varijabilitet istraživanih taksacionih elemenata (zapremine drveta i tekućeg zapreminskog prirasta po 1 ha).

I na kraju — na izabranoj osnovnoj oglednoj površini — sistematski — u čvorovima kvadratne mreže osnovice 31,62 m postavljeno je 50 primjernih krugova po 10 m<sup>2</sup> površine ( $r = 1,78$  m).

### Mjerenje i računanje taksacionih elemenata na oglednim površinama

Na elementarnim kružnim površinama izvršeno je mjerenje taksacionih elemenata svih stabala. Taksaciona granica bila je 0,5 cm na prsnoj visini. Sva stabla iznad usvojene taksacione granice obilježena su na prsnoj visini, zatim posječena i premjerena sekcionim metodom. Dužina sekcije bila je 1 m. Taksacioni podaci: vrsta drveća, starost na panju, prsni prečnik, prečnici sekcija, zapremine sekcija i cjelog stabla, visina stabla i debljinski prirast za posljednjih 5 godina upisivani su za svako stablo odvojeno (na posebni listić). Listići su grupisani po primjernim krugovima. Zapremina drveta na oglednoj površini dobijena je kao zbir zapremine drveta svih 50 kružnih površina odnosno svih premjerenih stabala. Na izvjesnom broju oglednih površina vršeno je i ksilometrisanje svih premjerenih stabala radi utvrđivanja tačnosti određivanja zapremine sekcionim metodom.

Zapreminski prirast (tekući periodični) dobijen je kao razlika zapremine svih stabala ogledne površine u vrijeme mjerenja i prije 5 godina. Zapremina drveta prije 5 godina dobijena je na osnovu rasporeda stabala prije 5 godina, — koji je rekonstruisan pomoću veličine tekućeg debljinskog prirasta stabala za posljednjih 5 godina.

Podaci o broju stabala, temeljnici zapremine drveta i tekućem zapreminskom prirastu po vrstama drveća na oglednoj površini, množeni su sa 20 i tako dobiveni odgovarajući podaci po hektaru. Za svaku oglednu površinu izračunati su, pored toga, srednji prečnici i omjeri smjese (prema temeljnici pojedinih vrsta drveća). Time su pripremljeni podaci za matematičko-statističku obradu i analizu osnovnog materijala.

### Metodika matematičko-statističke obrade

Složenost i višestruka uslovljenost prirodnih pojava je opšti prirodni zakon. Stoga pojave u prirodi vrlo rijetko možemo predstaviti jednostavnim matematičkim formulama odnosno zakonima. Matematički zakoni mogu samo djelimično aproksimirati veze između prirodnih pojava. Pri otkrivanju veza između prirodnih pojava primjenjuje se specijalni metod statističke analize — korelaciona analiza. U istraživanju taksacionih elemenata sastojine, odnosno pri utvrđivanju veze između zapremine drveta ili prirasta sastojine i ostalih taksacionih elemenata najbolje rezultate daje metod višestruke korelacije.

Višestruka korelacija izražava se matematički kao funkcija više nezavisno promjenljivih veličina opšteg oblika:

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

čija se jednačina u konačnom eksplicitnom obliku dobije rješavanjem sistema normalnih jednačina metoda najmanjih kvadrata. Njen oblik zavisi od tipa

funkcija koje su uzete u obzir za izražavanje veze između pojedinih taksacionih elemenata uzetih za nezavisno promjenljive veličine i taksacionog elementa koji je uzet za zavisno promjenljivu veličinu.

Primjer: zaliha drveta (zapremina) sastojine ili tekući zapreminski prirast kao zavisno promjenljive veličine (Y) mogu se izraziti kao funkcije nekih nezavisno promjenljivih veličina, ustvari, kao funkcije drugih taksacionih elemenata sastojine, kao što su: sklop sastojine, srednji prečnik stabala i omjer smjese istraživane vrste drveća itd.

Pri izboru faktora (nezavisno promjenljivih veličina) koji su u korelacionoj zavisnosti sa zapreminama drveta u sastojini ili zapreminskim prirastom sastojine nastojali smo obezbjediti slijedeće:

1. izbor što manjeg broja taksacionih elemenata za nezavisno promjenljive veličine, i
2. izbor onih taksacionih elemenata koji se inače mjere pri redovnoj taksacionoj procjeni.

Oba zahtjeva vode ekonomičnijem utrošku finansijskih sredstava kako u istraživanju tako i u primjeni dobivenih rezultata. Razumljivo je samo po sebi, da se izborom taksacionih elemenata za nezavisno promjenljive veličine mora obezbjediti što je moguće veća korelaciona zavisnost između njih i zapremine drveta odnosno prirasta sastojine kao zavisno promjenljive veličine.

Vodeći računa o tome mi smo zapreminu drveta u sastojini i zapreminski prirast date vrste drveća izrazili matematički kao funkciju ukupne temeljnice sastojine, srednjeg prečnika i omjera smjese date vrste drveća. Pri tome smo pretpostavili da se veza između pojedinih taksacionih elemenata i zapremine drveta sastojine odnosno zapreminskog prirasta može izraziti pomoću parabole drugog reda. Stoga jednačina višestruke korelacije ima slijedeći opšti oblik:

$$Y = a + c_1 x_1 + c_2 x_2^2 + d_1 x_3 + d_2 x_3^2 + e_1 x_4 + e_2 x_4^2$$

Oznake u jednačini predstavljaju:

Y — zapreminu drveta (Yv) odnosno tekući zapreminski prirast (Yz) date vrste drveća u m<sup>3</sup>/ha.

x<sub>2</sub> — ukupnu temeljnicu sastojine u m<sup>2</sup>/ha

x<sub>3</sub> — srednji prečnik stabala date vrste drveća u sastojini (računat iz aritmetičke sredinje temeljnice),

x<sub>4</sub> — omjer smjese date vrste drveća,

a, c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub>, d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub> — nepoznate parametre.

Po metodu najmanjih kvadrata za određivanje veličina ovih parametara vrši se obrazovanje tzv. normalnih jednačina. Broj normalnih jednačina jednak je broju nepoznatih parametara. Rješavanje ovog sistema jednačina obavljeno je metodom postepene eliminacije.

Jednačine višestruke korelacije služe za određivanje (procjenu) veličine taksacionog elementa (zavisno promjenljive) za datu kombinaciju nezavisno promjenljivih veličina. Pored toga one služe i za dobijanje takozvanih neto korelacionih veza — veza između zavisno promjenljive veličine i pojedinih nezavisno promjenljivih veličina. Mjenjajući po volji veličine jedne od nezavisno promjenljivih, a uvrštavajući u jednačinu višestruke korelacije prosječne veličine ostalih nezavisnih promjenljivih (što se naziva regresiona analiza) eliminišemo uticaje ostalih taksacionih elemenata uzetih u obzir. Tako

dobivene jednačine — neto korelacione jednačine — sadrže samo variranje zavisno promjenljive veličine u zavisnosti od promjena date nezavisno promjenljive veličine. To omogućava uvid u karakter i intenzitet zavisnosti između istraživog taksacionog elementa i date nezavisne promjenljive veličine, a što dosadašnjim metodom rada nije bilo moguće postići.

Tokovi nekih linija neto korelacione zavisnosti dobivenih iz jednačine višestruke korelacije primjenom metoda najmanjih kvadrata i opisanim postupkom nisu bili stručno logični pa smo metodom sukcesivnih aproksimacija (Ezekiel, 1956.) izvršili korekciju tih linija. U »Rezultatima istraživanja« biće uvijek posebno ukazano na one neto korelacione jednačine koje su dobivene metodom sukcesivnih aproksimacija.

### **Izrada tablica za procjenu veličine zapremine i zapreminskog prirasta šikara po 1 ha**

Procjenu veličine zapremine i zapreminskog prirasta po jednom ha šikarastih niskih šuma istraživanih vrsta drveća moguće je vršiti pomoću odgovarajućih jednačina višestruke korelacije. Taj posao se može pojednostaviti ako se veličine dobivene po jednačinama višestruke korelacije utabliče tj. dadu u obliku više-ulaznih tablica. Veličine taksacionih elemenata uzetih za nezavisno promjenljive u jednačinama višestruke korelacije u tom slučaju predstavljaju tablične ulaze. Kako se u našim jednačinama višestruke korelacije pretpostavlja da su taksacioni elementi (uzeti u obzir kao nezavisno promjenljive veličine) ujedno i međusobno nezavisni, to promjena jednog ili više njih ne utiče na promjenu oblika neto korelacione zavisnosti između preostalih nezavisno promjenljivih i zavisno promjenljive. To svakako umanjuje tačnost procjene zapremine i zapreminskog prirasta po jednačinama višestruke korelacije. Poboljšanje procjene postigli smo primjenom posebnog postupka pri izradi tablica što ga je razradio prof. V. Matić (Matić, 1959.). Postupak se zasniva na činjenici da su funkcije uticaja taksacionih elemenata realne i na pretpostavci da je uticaj taksacionog elementa to veći što je veličina taksacionog elementa uzetog za zavisno promjenljivu veličinu veća. Drugim riječima polazimo od pretpostavke da je relativni uticaj taksacionog elementa isti (Matić, 1959. — str. 81).

Praktično sprovođenje usvojenih pretpostavki, odnosno postupak primjenjen pri izradi tablica za procjenu zapremine drveta i zapreminskog prirasta sastojine objasniće se detaljnije na odgovarajućim mjestima u »Rezultatima istraživanja«.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Jednostavnije, ali obilne tehničke poslove pri provođenju regresionih analiza i izradi tablica obavili su veoma savjesno pomoćni laboranti Marin Stojanka i Živanović Milka. Rješenja većine jednačina višestruke korelacije uradio je Mihaliček Martin službenik FŠOD »Igman«. Znatian dio složenijih tehničkih poslova (pripremu podataka za rješavanje normalnih jednačina, izradu neto korelacionih analiza i izradu tablica) obavio je sa puno truda i savjesnosti u radu asistent Prolić Nihad. Svim pomenutim i ovom prilikom se zahvaljujemo.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Od preko 30 vrsta drveća, koliko ih raste u šikarama, odnosno koliko smo evidentirali na našim oglednim površinama, ovim istraživanjima obuhvaćene su samo 4 privredno najvažnije vrste drveća. To su bukva, hrast, grab i jasen — najrasprostranjenije vrste drveća u šikarastim niskim šumama na području naše Republike. Korelacione analize vršene su odvojeno po vrstama drveća. Pri tome su za statističku obradu grupisane sve ogledne površine u kojima je omjer smjese date vrste drveća bio veći od 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Zbog malog broja oglednih površina za neke vrste drveća i čimjenice da najčešće neke od njih rastu na istoj oglednoj površini vršeno je grupisanje srodnih vrsta drveća. Tako na primjer uzorak za hrast iako je pretežno sastavljen od oglednih površina hrasta kitnjaka sadrži u znatnoj mjeri i ogledne površine sa stablima cera, a i pojedinačna stabla hrasta lužnjaka i medunca, ukoliko su se našla na oglednim površinama sa hrastom kitnjakom ili cerom. Uzorak za grab čine u najvećoj mjeri ogledne površine sa običnim grabom ali su mu pridodate i one ogledne površine gdje je bilo crnog graba i kukrike. Uzorak za jasen čine pretežno ogledne površine sa crnim jasenom kojemu je pridodato i manji broj stabala bjelog jasena.

Od postavljenih i premjerenih ukupno 57 oglednih površina, uzimajući u obzir izloženo, za korelacionu analizu taksacionih elemenata uzeto je:

- za buku — 30 oglednih površina,
- za hrast — 34 ogledne površine,
- za grab — 33 ogledne površine,
- za jasen — 23 ogledne površine.

Korelacionom analizom obuhvaćena su dva najvažnija taksaciona elementa sastojine: zapremina drveta (zaliha) sastojine i tekući zapreminski prirast sastojine (po jedinici površine — 1 ha). Kako su analizom obuhvaćene i mješovite sastojine istraživane vrste drveća i drugih vrsta drveća to termini zapremina sastojine i tekući zapreminski prirast sastojine znače ustvari: zapremina stabala date vrste drveća u sastojini odnosno tekući zapreminski prirast stabala date vrste drveća u sastojini. Za čiste sastojine istraživanih vrsta drveća nema razlike između navedena dva termina odgovarajućeg taksacionog elementa.

### 1. ZAPREMINA DRVETA (ZALIHA) SASTOJINE

Zapremina drveta (zaliha) sastojine po jedinici površine je veoma značajan i interesantan taksacioni element bez obzira na intenzitet gazdovanja šumama. U degradiranim, niskim šumama veličina i struktura zalihe je u prvom redu interesantna s gledišta ekonomičnosti provođenja melioracionih zahvata i planiranja drugih uzgojnih poduhvata. Za šumsko gazdinstvo to je važan podatak jer će na tim taksacionim podacima, uz ostale potrebne elemente, zasnovati svoje planove svih uzgojno tehničkih mjera u šikarama (čišćenja, očetinjavanja, konverzije i slično).

Zbog malih dimenzija stabala u šikarama, koje su gotovo uvijek ispod taksacione granice usvojene za visoke šume, podaci o veličinama zaliha šikara dobijali su se isključivo okularnom procjenom. Potrebnih zapreminskih tablica nije bilo. Pored toga stručnjaci koji su vršili procjene, oslanjajući se isključivo na upoređenja sa zalihama po hektaru visokih šuma, obezbjeđivali su se od grešaka, pa su po pravilu davali niske procjene, znatno ispod stvarnih zaliha šikara. Provedene meliorativne sječe pri kojima su mjerene dobivene količine drveta i prva taksaciona mjerenja koja smo proveli prikupljajući podatke za ovaj rad potvrdili su ranije pretpostavke da su zapremine šikara znatno veće te da šikare mogu igrati značajnu ulogu u snabdjevanju drvetom seoskog stanovništva i nekih industrija drveta.

Korelacione analize i na njima zasnovane tablice za procjenu zaliha u šikarama (šikarastim niskim šumama) doprinijeće da procjene zaliha u gvim šumama budu znatno realnije a usto i relativno jeftine.

## 1.1 Zapremina drveta (zaliha) sastojine u šikarastim niskim šumama bukve

### 1.11 Korelaciona zavisnost između zapremine drveta sastojine i nekih taksacionih elemenata sastojine

Za analizu korelacione zavisnosti između zapremine sastojine (zapremine stabala bukve u sastojini) po 1 ha i nekih taksacionih elemenata uzeto je 30 oglednih površina — mješovitih sastojina bukve i drugih vrsta drveća. Potpuno čistih šikara bukve nije bilo u našem osnovnom materijalu (najveći omjer smjese bukve je 95%).

Jednačina višestruke korelacije između zapremine sastojine i taksacionih elemenata uzetih za nezavisno promjenljive veličine ima sljedeći opšti oblik:

$$Y_v = a + c_2 x_2^2 + d_1 x_3 + d_2 x_3^2 + e_1 x_4 + e_2 x_4^2$$

Rješenjem sistema normalnih jednačina metoda najmanjih kvadrata i naknadno izvršenom aproksimacijom neto korelacione jednačine za srednji prečnik bukve, dobili smo jednačinu višestruke korelacije sljedećeg oblika:

$$Y_v = -13,662576 + 0,143028 x_2^2 - 2,622571 x_3 + 0,622395 x_3^2 + 0,435273 x_4 - 0,000204 x_4^2 \quad 1.11$$

Ova jednačina predstavlja analitički izraz korelacione zavisnosti između zapremine bukve u sastojini kao zavisno promjenljive veličine i temeljnice sastojine, srednjeg prečnika bukve i omjera smjese bukve kao nezavisno promjenljivih veličina. U ovom obliku ona služi za dobijanje jednačina neto korelacije između zapremine sastojine i pojedinih taksacionih elemenata uzetih u obzir, a može poslužiti i za procjenu veličine zapremine bukovih šikara na osnovu tih istih taksacionih elemenata.

### 1.12 Neto korelacija između zapremine sastojine i taksacionih elemenata uzetih za nezavisno promjenljive veličine

Iz jednačine višestruke korelacije dobijene su, uvrštavajući naizmjenično prosječne veličine dviju nezavisno promjenljivih, sljedeće tri jednačine neto korelacije:

$$y = 3,112773 + 0,143028 x_2^2 \quad 1.12.1$$

— za neto korelaciju zapremine bukve u sastojini i temeljnice sastojine;

$$y = 19,494262 - 2,622571 x_3 + 0,622395 x_3^2 \quad 1.12.2$$

— za neto korelaciju zapremine bukve u sastojini i srednjeg prečnika bukve;

$$y = -0,882659 + 0,435273 x_4 - 0,000204 x_4^2 \quad 1.12.3$$

— za neto korelaciju zapremine bukve u sastojini i omjera smjese bukve.

Grafovi jednačina neto korelacije prikazani su na grafikonu br. 1 — slika a), b), c). Linije izravnate neto korelacije (pune linije na slici), parabole drugog reda za neto korelaciju zapremine sastojine i temeljnice odnosno srednjeg prečnika konveksne su prema apsisnoj osovini dok je linija neto korelacije za omjer smjese sasvim neznatno konkavna prema apscisi — gotovo prava linija. One pokazuju da je zapremina bukve u sastojini, u prosjeku, veća što je veća temeljnica sastojine, veći srednji prečnik bukve i veći omjer smjese bukve. Kolebanja oko linija neto korelacije — predstavljena crtkanim izlomljenim linijama — koje označavaju neizravnate neto korelacije, pripisuju se drugim faktorima koji u analizi višestruke korelacije nisu obuhvaćeni i zbog toga se kolebanja u zapremini sastojine ne mogu eliminisati.

### 1.13 Procjena veličine zapremine bukve u sastojini na osnovu veličine taksacionih elemenata sastojine

Podesnost jednačine višestruke korelacije za procjenu veličine zapremine može se cjeniti na osnovu statističkih pokazatelja: standardne greške procjene zapremine po jednačini višestruke korelacije i indeksa višestruke korelacije.

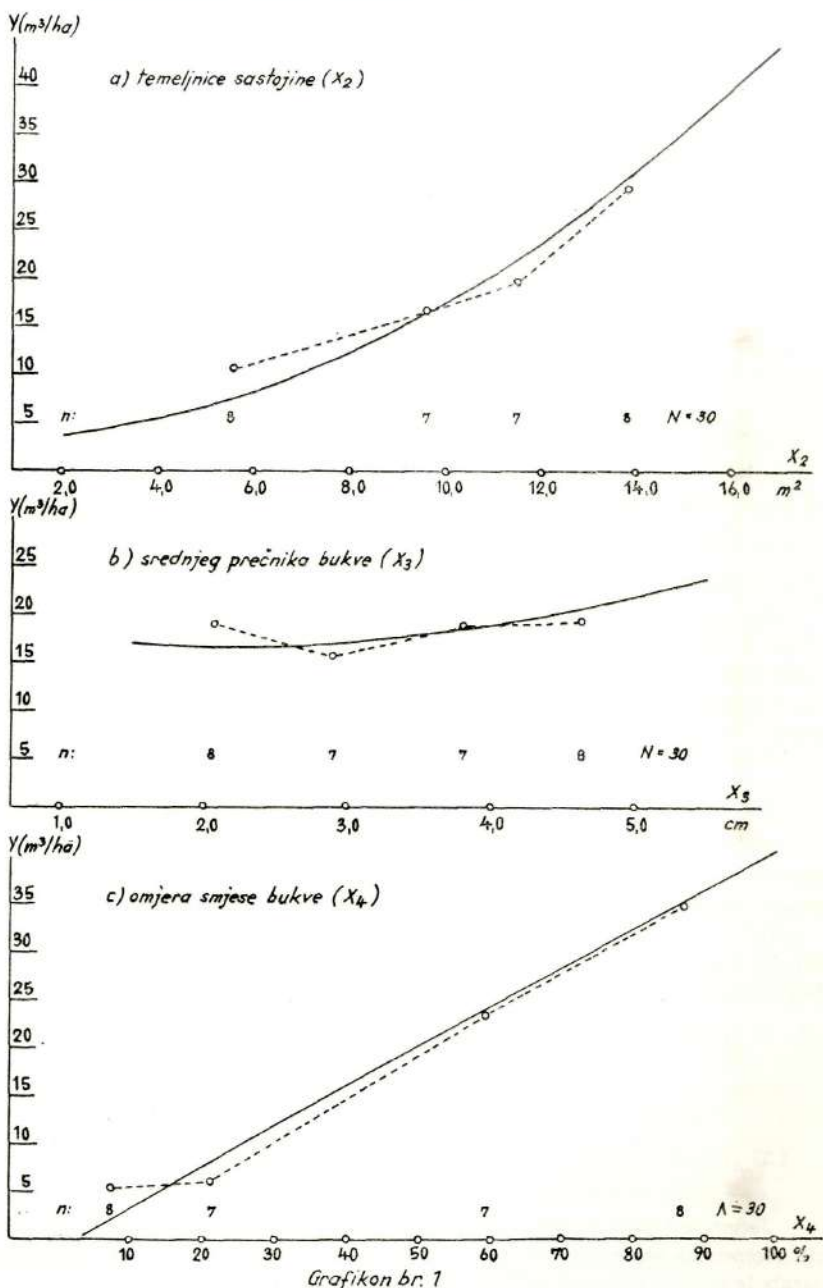
Standardna greška procjene zapremine je  $s_z = \pm 5,50 \text{ m}^3/\text{ha}$ ,

a indeks višestruke korelacije je  $R = 0.949$ .

Visoka vrijednost indeksa višestruke korelacije ukazuje na veoma jaku korelacionu vezu između zapremine sastojine i taksacionih elemenata uzetih kao nezavisno promjenljive veličine. Kvadrat indeksa višestruke korelacije — indeks determinacije, čija je veličina  $P = 0,90$  ukazuje da se oko 90 procenata ukupnog variranja veličine zapremine bukve u sastojini može objasniti variranjem veličine onih taksacionih elemenata koji su uzeti za nezavisno promjenljive veličine u korelacionoj analizi.

Jednačina višestruke korelacije nije podesna za praktičnu primjenu pri procjeni zapremine sastojine. Procjena veličine zapremine se znatno lakše i brže izvodi a troškovi svode na neznatnu mjeru ako se na osnovu jednačine

NETO KORELACIJA IZMEBU ZAPREMINE BUKVE U SASTOJINI (Y) I



Grafikon br. 1



višestruka korelacije izrade tablice i pomoću njih vrši procjena. Tablični ulazi su u tom slučaju veličine taksacionih elemenata koji su uzeti za nezavisno promjenljive veličine pri koleracionoj analizi.

I pored visoke vrijednosti indeksa višestruka korelacije i prilično niske veličine standardne greške procjene, mi smo, s obzirom na ranije navedene nedostatke jednačina višestruka korelacije za izradu tablica primjenili Matičev metod (Matić, 1959.). Verifikacija izrađenih tablica na istom osnovnom materijalu pokazuje da će procjena zapremine po tablicama biti bolja nego procjena po jednačini višestruka korelacije direktno, odnosno po tablicama izrađenim po toj jednačini bez korekcije. Standardna greška procjene po tablicama je manja a indeks višestruka korelacije veći od odgovarajućih veličina tih pokazatelja pri primjeni jednačine višestruka korelacije.

Tablice za procjenu zapremine bukve u sastojini biće objavljene posebno. Za procjenu zapremine bukve u čistim bukovim šikarama dovoljno je odrediti temeljnicu sastojine i srednji prečnik sastojine i na osnovu ta dva ulaza očitati veličinu zapremine sastojine. Za mješovite sastojine bukve i drugih vrsta drveća treba dobivenu veličinu zapremine još pomnožiti sa faktorom za omjer smjese čije su veličine date kao treći ulaz u prilogu tablice.

## 1.2 Zapremina drveta sastojine u šikarastim niskim šumama hrasta

### 1.21 Korelaciona zavisnost između zapremine drveta sastojine i nekih taksacionih elemenata sastojine

Osnovni materijal za analizu korelacione zavisnosti između zapremine drveta hrasta u sastojini i taksacionih elemenata sastojine čine 34 ogledne površine od kojih su 4 čiste sastojine hrasta kitnjaka dok su preostalih 30 oglednih površina mješovite sastojine hrasta i drugih vrsta drveća (omjer smjese hrasta kreće se od 4% do 95%).

Jednačina višestruka korelacije ima slijedeći opšti oblik:

$$Y = a + c_2 x_2^2 + d_1 x_3 + d^2 x_3^2 + e_1 x_4 + e_2 x_4^2$$

Kako se vidi iz jednačine pretpostavljeno je da se neto korelacija između zapremine hrasta u sastojini i pojedinih taksacionih elemenata može izravnati parabolom drugog reda.

Rješenjem sistema normalni hjednačina metoda najmanjih kvadrata dobili smo veličine nepoznatih parametara, pa jednačina višestruka korelacije ima slijedeći konačni oblik:

$$Y_v = -33,040228 + 0,122544 x_2^2 + 10,924725 x_3 - 1,097361 x_3^2 + 0,167840 x_4 + 0,001758 x_4^2 \quad 1.21$$

### 1.22 Neto korelacije između zapremine hrasta u sastojini i taksacionih elemenata uzetih za nezavisno promjenljive veličine

Jednačine neto korelacije između zapremine hrasta u sastojini i taksacionih elemenata sastojine uzetih u analizi kao nezavisno promjenljive veličine su parabole drugog reda. U eksplicitnom obliku one glase:

$$y = 10,094930 + 0,122544 x_2 \quad 1.22.1$$

— za neto korelaciju zapremine hrasta u sastojini i temeljnice sastojine;

$$y = -6,815652 + 0,924725 x_3 - 1,0,97361 x_3^2 \quad 1.22.2$$

— za neto korelaciju zapremine hrasta u sastojini i srednjeg prečnika hrasta;

$$y = 2,849899 + 0,167840 x_4 + 0,001758 x_4^2 \quad 1.22.3$$

— za neto korelaciju zapremine hrasta u sastojini i omjera smjese hrasta.

Grafovi tih jednačina prikazani su na grafikonu br. 2. Kako se vidi na slici parabole drugog reda dobro izravnavaju neto korelacije između zapremine hrasta u sastojini i pojedinih taksacionih elemenata sastojine. Pored toga se vidi da se povećanjem temeljnice sastojine, srednjeg prečnika hrasta i omjera smjese hrasta povećava i zapremina hrasta u sastojini — što se i moglo očekivati kao stručno logično. Linija izravnanje neto korelacije između zapremine hrasta u sastojini i srednjeg prečnika hrasta, parabola konkavna prema apscisi, ima sve manje stepene penjanja s povećanjem srednjeg prečnika hrasta što bi moglo ukazivati na sporije povećavanje zapremine s povećanjem starosti sastojine (napomena: povećanje srednjeg prečnika sastojine, uz jednake ostale uslove staništa, prati povećanje starosti sastojine!).

### 1.23 Procjena veličine zapremine hrasta u sastojini na osnovu veličina drugih taksacionih elemenata sastojine

Za procjenu veličine zapremine hrasta u sastojini može poslužiti ili sama jednačina višestruke korelacije ili pak tablice izrađene na osnovu te jednačine. I na jedan i na drugi način vrijednost procjene cijeni se na osnovu veličina statističkih pokazatelja: standardne greške procjene i indeksa višestruke korelacije.

Standardna greška procjene zapremine hrasta u sastojini po dobijenoj jednačini višestruke korelacije je  $sz = \pm 4,88 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

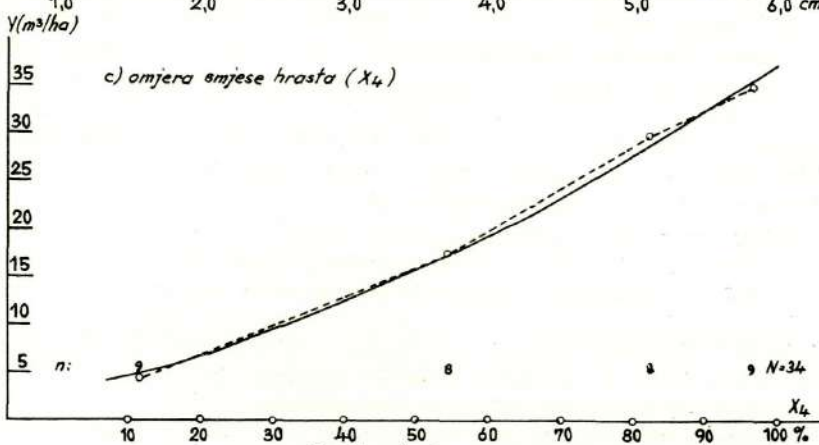
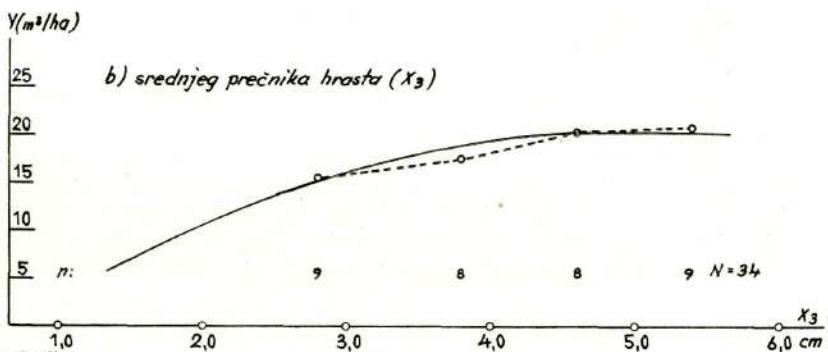
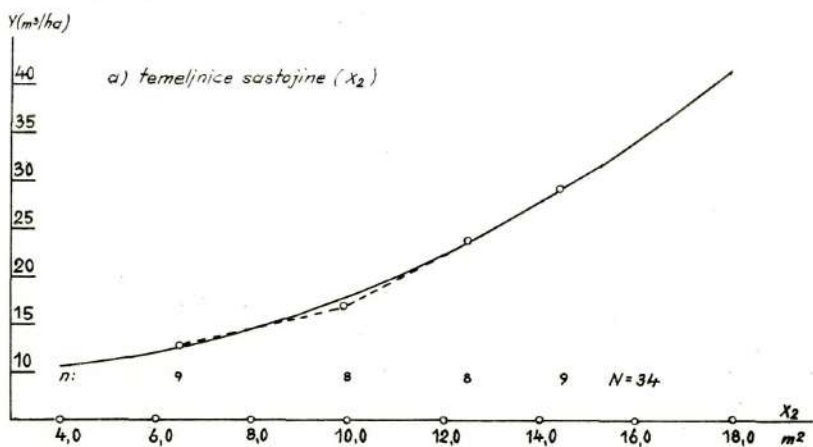
Indeks višestruke korelacije  $R = 0,948$ .

S obzirom na veličinu ovih pokazatelja jednačinom višestruke korelacije postiže se visoka tačnost procjene zapremine. Indeks determinacije  $F = 0,899$  pokazuje da se oko 90% ukupnog variranja zapremine objašnjava variranjem veličine taksacionih elemenata koji su u analizi višestruke korelacije uzeti u obzir kao nezavisno promjenljive veličine.

Tablice za procjenu veličine zapremine hrasta u sastojini izradili smo po istom postupku kao i tablice za procjenu veličine zapremine bukve u sastojini (Matić, 1959.). Verifikacija tablica na istom osnovnom materijalu pokazala je poboljšanje procjene pomoću tablica u odnosu na procjenu zapremine direktno po jednačini višestruke korelacije. Standardna greška procjene po tablicama je znatno manja ( $sz = \pm 2,76 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) a indeks višestruke korelacije je veći nego odgovarajući indeks po jednačini višestruke korelacije.

S obzirom da su izrađene na isti način kao i tablice za procjenu bukve u sastojini i da imaju isti broj ulaza (za čiste sastojine hrasta dva ulaza, a za

NETO KORELACIJA IZMEĐU ZAPREMINE HRASTA U SASTOJINI (  $\gamma$  ) I



Grafikon br. 2

mješovite sastojine hrasta i drugih vrsta drveća tri ulaza) i njihova upotreba je ista.

Tablice za procjenu zapremine hrasta u šikarama takođe će biti objavljene u posebnoj publikaciji.

### 1.3 Zapremina drveta sastojine u šikarastim niskim šumama graba

#### 1.31 Korelaciona zavisnost između zapremine drveta sastojine i nekih taksacionih elemenata sastojine

Za ovu višestruku korelacionu analizu kao nezavisno promjenljive veličine uzeti su isti taksacioni elementi sastojine kao i u ranije opisanim analizama: temeljnica sastojine, srednji prečnik stabala graba u sastojini i omjer smjese graba.

Opšti oblik jednačine višestruke korelacije u ovoj analizi je:

$$Y_v = a + c_1 x_2 + c_2 x_2^2 + d_1 x_3 + d_2 x_3^2 + e_1 x_4 + e_2 x_4^2$$

Rješenjem sistema normalnih jednačina metoda najmanjih kvadrata i naknadnom aproksimacijom neto korelacione zavisnosti za srednji prečnik graba u sastojini, određeni su nepoznati parametri u jednačini višestruke korelacije pa u eksplicitnom obliku ona glasi:

$$Y_v = -3,967727 - 0,912850x_2 + 0,103786 x_2^2 - 1,3840 x_3 + 0,8560 x_4^2 + 0,327542x_4 + 0,000296 x_4^2 \quad 1.31$$

Veličina slobodnog parametra (a) i parametri uz  $x_3$  ( $d_1$  i  $d_2$ ) određeni su naknadnom aproksimacijom neto korelacione zavisnosti za srednji prečnik graba, jer jednačina neto korelacije za ovu nezavisno promjenljivu veličinu dobijena neto korelacionom analizom iz jednačine višestruke korelacije nije dobro odražavala prirodu te zavisnosti.

#### 1.32 Neto korelacije između zapremine graba u sastojini i taksacionih elemenata sastojine

Neto korelaciona zavisnost između zapremine graba u sastojini i taksacionih elemenata sastojine uzetih kao nezavisno promjenljive veličine u analizi višestruke korelacije predstavljena je parabolama drugog reda konveksnim prema apscisnoj osovini.

Jednačine neto korelacije u eksplicitnom obliku glase:

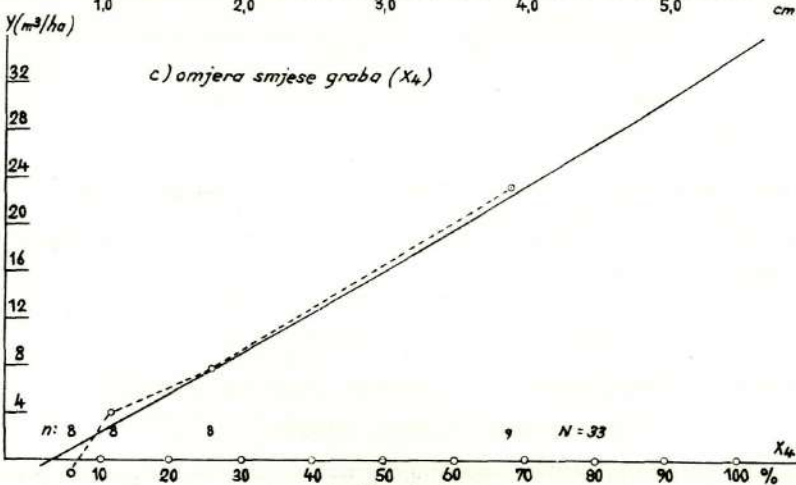
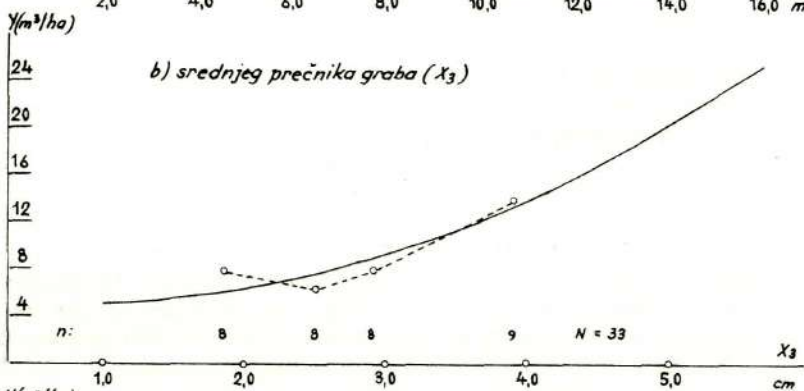
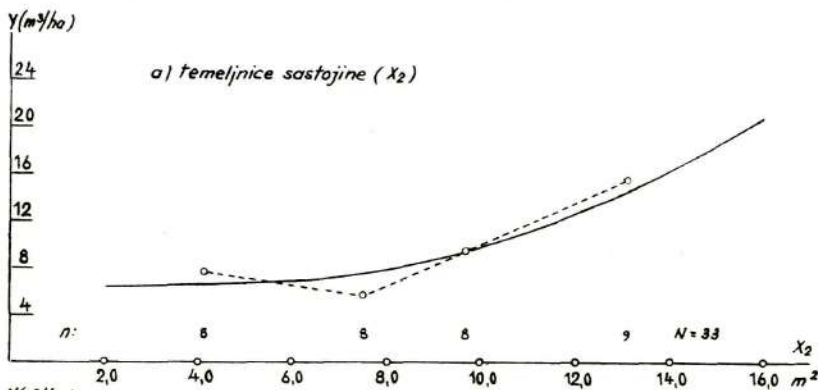
$$y = 8,67801 - 0,912850 x_2 + 0,103786 x_2^2 \quad 1.32.1$$

— za neto korelacije između zapremine graba u sastojini i temeljnice sastojine;

$$y = 5,67858 - 1,3840 x_3 + 0,8560 x_3^2 \quad 1.32.2$$

— za neto korelaciju između zapremine graba u sastojini i srednjeg prečnika graba;

NETO KORELACIJA IZMEBU ZAPREKINE GRABA U SASTOJINI (Y) I



Grafikon br. 3

$$y = -1,10824 + 0,327542 x_4 + 0,000296 x_4^2 \quad 1.32.3$$

— za neto korelaciju između zapremine graba u sastojini i omjera smjese graba.

Grafički prikaz jednačina neto korelacije dat je na grafikonu broj 3.

Jednačina neto korelacije između zapremine graba u sastojini i srednjeg prečnika graba dobijena je naknadnom aproksimacijom neto korelacione jednačine dobijene iz višestruke korelacije regresionom analizom. Neto korelaciona jednačina za omjer smjese graba ima negativan slobodni parametar  $a$  zbog čega se po toj jednačini dobijaju negativne veličine zapremine za omjer smjese manji od tri procenta. To je vjerovatno posljedica toga što je mali broj oglednih površina uzet za ovu analizu. Praktična posljedica toga je neznatna, jer ne treba ni vršiti procjenu zapremine sastojine kad je omjer smjese date vrste drveća manji od 5%.

### 1.33 Procjena veličine zapremine graba u sastojini na osnovu veličine drugih taksacionih elemenata sastojine

Statistički pokazatelji podesnosti jednačine višestruke korelacije za procjenu zapremine graba u sastojini — standardna greška procjene i indeks višestruke korelacije imaju slijedeće veličine:

Standardna greška procjene  $s_z = \pm 5,63 \text{ m}^3/\text{ha}$  i

Indeks višestruke korelacije  $R = 0,910$ .

Sudeći po ovim veličinama primjenom jednačine višestruke korelacije pri procjeni veličine zapremine graba u sastojini može se postići visoka tačnost procjene. Indeks determinacije  $P = 0,828$  pokazuje da se datom kombinacijom nezavisno promjenljivih veličina objašnjava oko 83% variranja veličine zapremine graba u sastojini, što predstavlja veoma veliki dio ukupnog variranja.

Tablice za procjenu veličine zapremine sastojine izrađene su i u ovom slučaju po istom postupku. Verifikacija tablica izvršena je na isti način kao i ostalih tablica — na istom osnovnom materijalu na osnovu koga su tablice izrađene. Ove tablice biće takođe posebno objavljene i upotreba im je ista kao i ostalih tablica.

## 1.4 Zapremina drveta sastojine u šikarastim niskim šumama jasena

### 1.41 Korelaciona zavisnost između zapremine jasena u sastojini i nekih taksacionih elemenata sastojine

I ova višestruka korelaciona analiza izvedena je uzimajući u obzir iste taksacione elemente kao nezavisno promjenljive veličine.

Opšti oblik jednačine višestruke korelacije također je isti:

$$Y_v = a + c_1 x_2 + c_2 x_2^2 + d_1 x_3 + d_2 x_3^2 + c_1 x_4 + c_2 x_4^2$$

Nakon dobijanja veličina nepoznatih parametara rješenjem normalnih jednačina metoda najmanjih kvadrata izvršeno je ponovno postavljanje opšte jednačine višestruke korelacije zbog nepodesnog toka neto korelacione linije

za omjer smjese jasena. U novoj jednačini neto korelaciona zavisnost zapremine jasena i omjera smjese jasena predstavljena je parabolom koja ima maksimum za  $x_4 = 100\%$ . Stoga jednačina višestruke korelacije ima slijedeći eksplisitni oblik:

$$Y_v = -21,88016 + 2,45860x_2 - 0,125397x_2^2 + 9,253623x_3 - 1,834409x_3^2 - 0,001300(x_4^2 - 200x_4) \quad 1.41$$

#### 1.42 Neto korelacija između zapremine jasena u sastojini i taksacionih elemenata uzetih u obzir kao nezavisno promjenljive veličine

Neto korelaciona zavisnost između zapremine jasena u sastojini s jedne strane i temeljnice sastojine, odnosno srednjeg prečnika jasena u sastojini, odnosno omjera smjese jasena s druge strane, predstavljena je parabolom drugog reda čiji su grafovi konkavni prema apscisnoj osovini. Pored toga linije neto korelacije za temeljnicu sastojine i za srednji prečnik jasena imaju i maksimum u okviru varacione širine ovih nezavisno promjenljivih veličina. Iako za procjenu zapremine jasena u oglednim površinama izvornog materijala ta činjenica ne smeta mnogo ipak se teško može sigurno tvrditi da te linije predstavljaju pravi oblik neto korelacionih veza između istraživanih taksacionih veličina bez obzira što linije izravnatih neto korelacija veoma dobro izravnavaju odgovarajuće neizravnate neto korelacije. Opadanje zapremine jasena u sastojini s povećanjem temeljnice sastojine odnosno s povećanjem srednjeg prečnika jasena ne može se drugačije objasniti do datom konstelacijom konkretnih podataka i nepodesnošću parabole drugog reda (zbog njenog krutog i simetričnog toka) da izrazi opšte važeću zakonomjernost da se zapremina sastojine treba da povećava sa povećanjem temeljnice sastojine odnosno s povećanjem srednjeg prečnika date vrste drveća.

Neto korelacione jednačine u ovoj analizi imaju slijedeće oblike:

$$y = -3,83174 + 2,458601x_2 - 0,125397x_2^2 \quad 1.42.1$$

— za neto korelaciju zapremine jasena u sastojini i temeljnice sastojine;

$$y = -4,41878 + 9,253623x_3 - 1,834409x_3^2 \quad 1.42.2$$

— za neto korelaciju zapremine jasena u sastojini i srednjeg prečnika jasena;

$$y = -0,56022 - 0,001300(x_4^2 - 200x_4) \quad 1.42.3$$

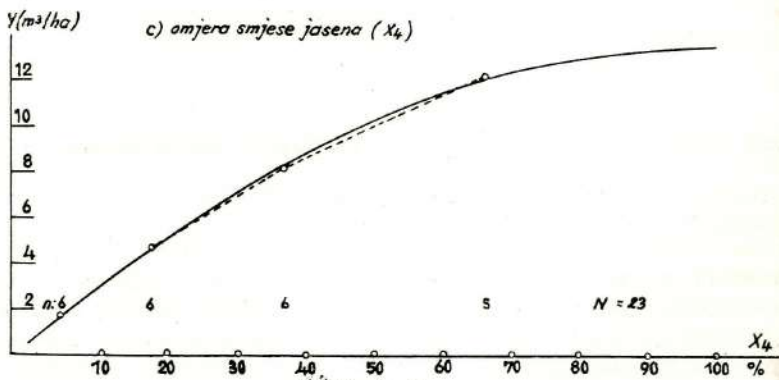
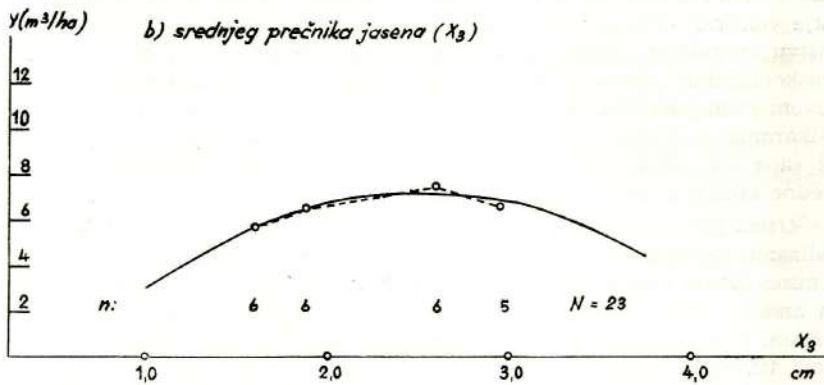
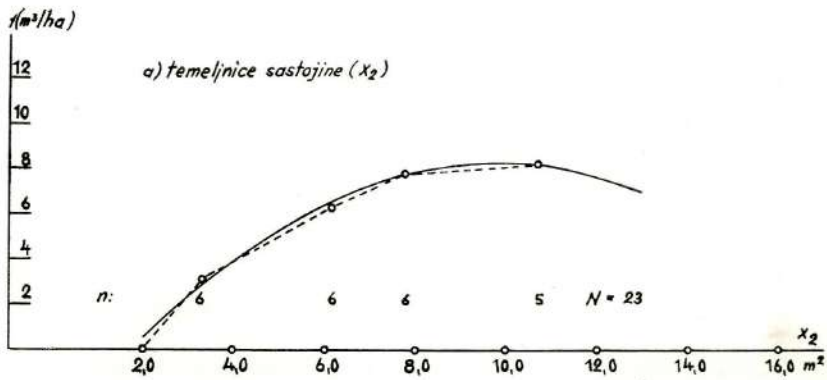
— za neto korelaciju zapremine jasena u sastojini i omjera smjese jasena.

Grafički prikaz jednačina neto korelacije dat je na grafikonu broj 4.

#### 1.43 Procjena veličine zapremine jasena u sastojini na osnovu veličina taksacionih elemenata sastojine

Statistički pokazatelji podesnosti jednačine višestruke korelacije za procjenu veličine zapremine jasena u sastojini — standardna greška procjene i indeks višestruke korelacije imaju slijedeće veličine:

NETO KORELACIJA IZMEĐU ZAPREMINE JASENA U SASTOJINI (Y) I



Grafikan br. 4



Standardna greška procjene  $s_z = \pm 1,47 \text{ m}^3/\text{ha}$  i

Indeks višestruke korelacije  $R = 0,900$ .

Primjenom ranije opisanog postupka za izradu tablica procjena veličine zapremine jasena u sastojini poboljšava se u znatnoj mjeri. Verifikacija tablica na istom osnovnom materijalu pokazuje da se standardna greška procjene zapremine po tablicama smanjuje za oko 10% ( $s_z = \pm 1,32 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), a indeks višestruke korelacije se povećava ( $R_t = 0,970$ ). Indeks determinacije koji iznosi 0,94 ukazuje da se primjenom izrađenih tablica za procjenu veličine zapremine jasena u sastojini obuhvata oko 94% ukupnog variranja ove taksacione veličine.

Izrađene tablice biće takođe objavljene u posebnoj publikaciji.

## 2. TEKUĆI ZAPREMINSKI PRIRAST SASTOJINE

Tekući zapreminski prirast sastojine je uz zalihi sastojine najvažniji taksacioni element šikarastih niskih šuma odnosno niskih šuma uopšte. Poznavanje veličine tekućeg zapreminskog prirasta ovih šuma pruža šumskom gazdinstvu mogućnost procjene tempa povećanja zalihe i osnovu za projektovanje šumskouzgojnih radova u šikarama. Rezultati naših istraživanja koje donosimo u ovom radu potvrdili su pretpostavke o znatnim veličinama tekućeg prirasta u šikarama — o veličinama sa kojima šumska privreda naše Republike može već sada da računa pri uravnoteženju stalno rastućih potreba za drvetom s jedne strane i stalno opadajućih zaliha visokih šuma s druge strane.

Uzimajući u obzir izloženo, u ovom radu poklonili smo isto toliku pažnju analizama tekućeg zapreminskog prirasta koliko i istraživanjima veličine zapremine drveta (zalihe) sastojine. Na osnovu izvršenih korelacionih i regresivnih analiza izradili smo i tablice za procjenu veličine tekućeg zapreminskog prirasta. I ove tablice izrađene su po istom postupku koji smo primjenili pri izradi tablica za procjenu veličine zalihe sastojine. Razumije se samo po sebi da su, kako regresivne analize tako i tablice za procjenu tekućeg prirasta zapremine, izrađene odvojeno po vrstama drveća. Tablice će biti objavljene u posebnoj publikaciji zajedno sa tablicama za procjenu zapremine sastojine.

### 2.1 Tekući zapreminski prirast sastojine u šikarastim niskim šumama bukve

#### 2.11 Korelaciona zavisnost između tekućeg zapreminskog prirasta i nekih taksacionih elemenata sastojine

Za ovu analizu uzete su iste ogledne površine koje su poslužile pri analizi veličine zapremine. Kao nezavisno promjenljiva veličina u jednačini višestruke korelacije uzeta je temeljnica sastojine (kao mjera sklopljenosti sastojine), srednji prečnik stabala bukve u sastojini (kao mjera debljinske strukture sastojine) te omjer smjese bukve (računat prema temeljnici).

Jednačina višestruke korelacije ima stoga slijedeći opšti oblik:

$$Y_z = a + c_1 x_2 + c_2 x_2^2 + d_1 x_3 + d_2 x_3^2 + e_1 x_4 + e_2 x_4$$

Rješenjem sistema normalnih jednačina metoda najmanjih kvadrata i naknadnom aproksimacijom neto korelacione jednačine za temeljnicu sastojine dobijene su veličine nepoznatih parametara pa je konačni oblik jednačine:

$$Y_z = -1,181367 - 0,077500 x_2 + 0,04583 x_2^2 + 0,431419 x_3 - 0,064818 x_3^2 + 0,037110 x_4 + 0,000066 x_4^2 \quad 2.11$$

Po ovoj jednačini može se vršiti procjena veličine tekućeg zapreminskog prirasta i na osnovu nje su izrađene tablice za tu procjenu. Statistički pokazatelji podesnosti jednačine za procjenu imaju slijedeće veličine:

Standardna greška procjene  $sz = \pm 0,608 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

Indeks višestruke korelacije  $R = 0,945$ .

Primjenom opisanog postupka pri izradi tablica znatno je povećana podesnost tablica za procjenu tekućeg prirasta (standardna greška procjene po tablicama je  $sz = \pm 0,313 \text{ m}^3/\text{ha}$  a indeks višestruke korelacije  $R = 0,986$ ).

## 2.12 Neto korelacija između tekućeg zapreminskog prirasta bukve u sastojini i drugih taksacionih elemenata sastojine

Opisanim postupkom, uvrštavajući naizmjenično prosječne veličine za po dvije nezavisno promjenljive veličine, dobili smo tri jednačine neto korelacije:

$$y = 1,27845 - 0,077500 x_2 + 0,014583 x_2^2 \quad 2.12.1$$

— za neto korelaciju između tekućeg zapreminskog prirasta bukve i temeljnice sastojine;

$$y = 1,26479 + 0,431419 x_3 - 0,064818 x_3^2 \quad 2.12.2$$

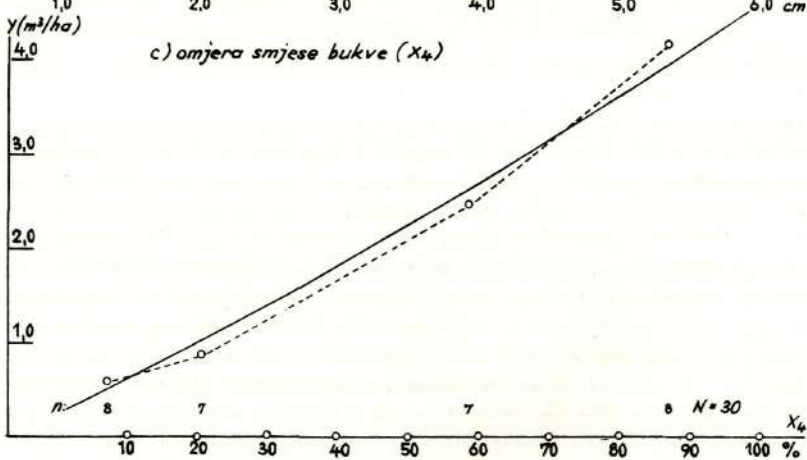
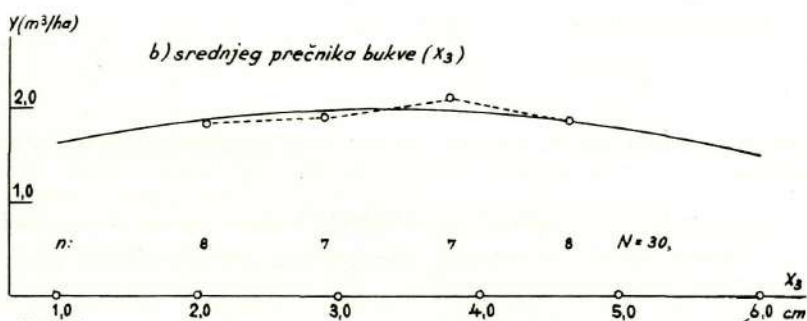
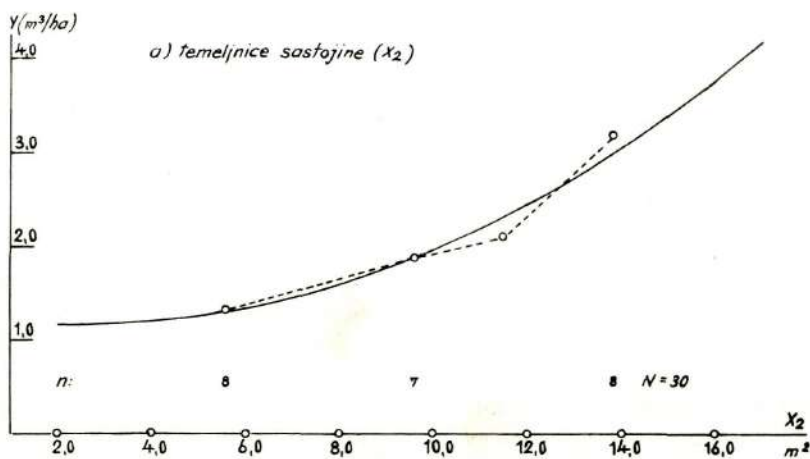
— za neto korelaciju između tekućeg zapreminskog prirasta bukve i srednjeg prečnika bukve u sastojini;

$$y = 0,24063 + 0,037110 x_4 + 0,000066 x_4^2 \quad 2.12.3$$

— za neto korelaciju između tekućeg zapreminskog prirasta bukve u sastojini i omjera smjese bukve.

Grafovi jednačina neto korelacije prikazani su na grafikonu br. 5. Oni pokazuju izrazito povećanje tekućeg zapreminskog prirasta bukve s povećanjem ukupne temeljnice sastojine i omjera smjese bukve u sastojini. Neto korelacija tekućeg zapreminskog prirasta bukve i srednjeg prečnika bukve nije mnogo izražena. Parabola koja pretstavlja ovu neto korelaciju, konkavna prema apscisi, ima male stepene penjanja i gotovo je paralelna sa apscisnom osovinom pa čak pokazuje i izvjesno smanjenje prirasta za srednje prečnike bukve i veće od oko 3 cm. Uzroke ove pojave treba po svoj prilici tražiti u sastavu šikara prema načinu postanka stabala. Većina stabala ovih šuma je izdanačkog porijekla te bi smanjivanje tekućeg prirasta s povećanjem srednjih prečnika sastojine ukazivalo na poznatu pojavu brzog slabljenja intenziteta prirašćivanja u niskim šumama uopšte. Odgovarajuća neto korelacija u analizi tekućeg prirasta hrasta a donekle i u analizi prirasta jasena navodi na isti zaključak.

NETO KORELACIJA IZMEĐU TEKUĆEG ZAPREMINSKOG (PRIRASTA) BUKVE U SASTOJINI (Y) I



Grafikon br. 5

## 2.2 Tekući zapreminski prirast sastojine u šikarastim niskim šumama hrasta

### 2.21 Korelaciona zavisnost između tekućeg zapreminskog prirasta i nekih taksacionih elemenata sastojine

I za ovu analizu poslužile su takođe iste ogledne površine koje su poslužile za korelacionu analizu zapremine drveta (zalihe) sastojine u šikarastim niskim šumama hrasta.

Jednačina višestruke korelacije ima slijedeći opšti oblik:

$$Y_z = a + c_1 x_2 + c_2 x_2^2 + d_1 x_3 + d_2 x_3^2 + e^4 x_4 + e_2 x_4^2$$

Rješenjem sistema normalnih jednačina određeni su parametri jednačine pa u eksplicitnom obliku ona glasi:

$$Y_z = -2.076111 - 0,136081 x_2 + 0,021924 x_2^2 + 0,866066 x_3 - 0,103834 x_3^2 + 0,017027 x_4 + 0,000143 x_4^2 \quad 2.21$$

Standardna greška procjena po ovoj jednačini je  $s_z = \pm 0,425 \text{ m}^3/\text{ha}$ , a indeks višestruke korelacije  $R = 0,951$ .

Indeks determinacije,  $P = 0,905$ , pokazuje da je oko 90% variranja veličine tekućeg zapreminskog prirasta hrasta obuhvaćeno variranjem taksacionih elemenata koji su u ovoj analizi poslužili kao nezavisno promjenljive veličine.

### 2.22 Neto korelacija između tekućeg zapreminskog prirasta hrasta u sastojini i drugih taksacionih elemenata sastojine

Neto korelacione jednačine, dobijene na opisani način, u eksplicitnom obliku glase:

$$y = 1,346670 - 0,136081 x_2 + 0,021924 x_2^2 \quad 2.22.1$$

— za neto korelaciju između zapreminskog prirasta hrasta u sastojini i temeljnice sastojine;

$$y = 0,029221 + 0,858966 x_3 - 0,103834 x_3^2 \quad 2.22.2$$

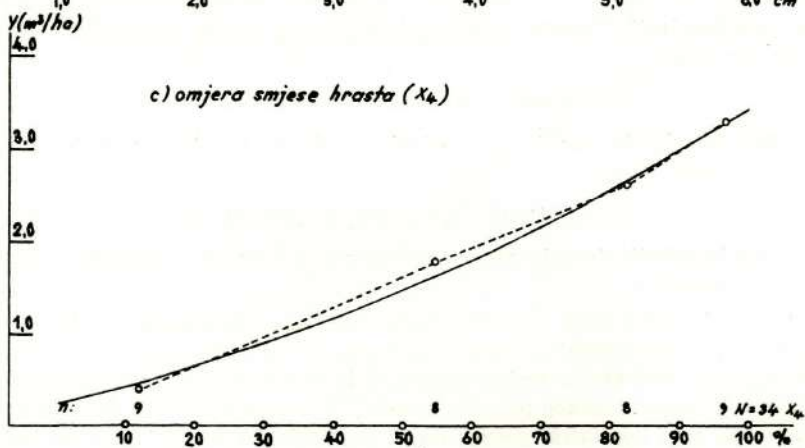
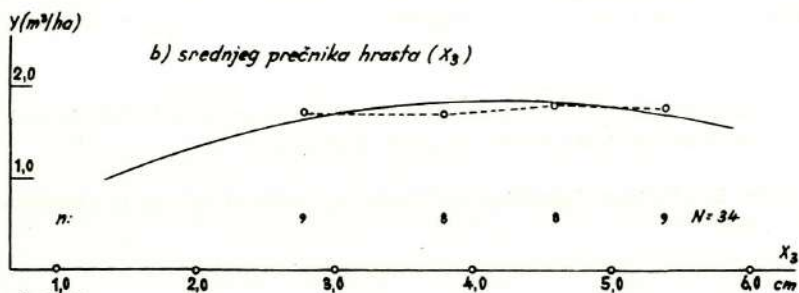
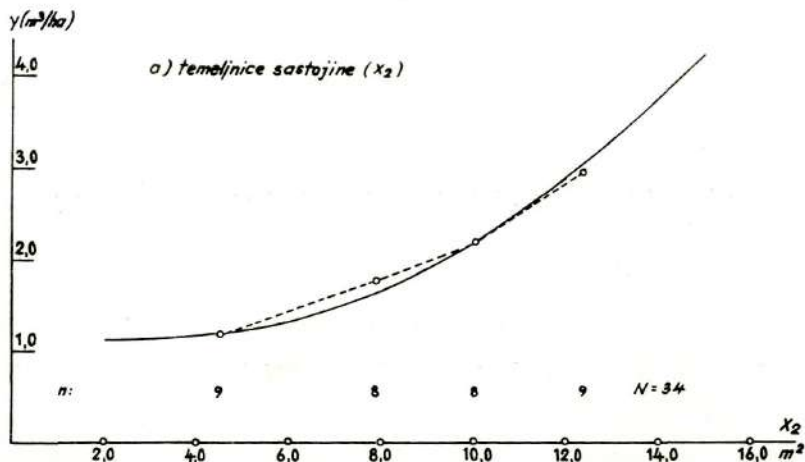
— za neto korelaciju između zapreminskog prirasta hrasta u sastojini i srednjeg prečnika hrasta;

$$y = 0,241908 + 0,017627 x_4 + 0,000143 x_4^2 \quad 2.22.3$$

— za neto korelaciju između zapreminskog prirasta hrasta u sastojini i omjera smjese hrasta.

Grafički prikaz ovih neto korelacija dat je na grafikonu br. 6. Sa slike se vidi da je zapreminski prirast hrasta veći što je veća temeljnica sastojine odnosno što je veći omjer smjese hrasta, dok je neto korelaciona zavisnost između tekućeg zapreminskog prirasta i srednjeg prečnika prilično slabo izražena. Neizravnata neto korelacija gotovo da bi se mogla izravnati i pravom linijom paralelnom sa apscisnom osovinom. Polagani uspon linije izravnate neto kore-

NETO KORELACIJA IZMEDU TEKUĆEG ZAPREMINSKOG PRIRASTA HRASTA U SASTOJINI (Y) I



Grafikan br. 6

lacije do veličine srednjeg prečnika hrasta od nešto preko 5 cm, a zatim njen slabi pad vjerovatno su posljedica iste one pojave o kojoj smo govorili u poglavlju 2.12.

## 2.3 Tekući zapreminski prirast sastojine u šikarastim niskim šumama graba

### 2.31 Korelaciona zavisnost između tekućeg zapreminskog prirasta graba u sastojini i nekih taksacionih elemenata sastojine

Analiza višestruke korelacije tehućeg zapreminskog prirasta graha i onih istih taksacionih elemenata sastojine koji su uzimani u obzir kao nezavisno promjenljive veličine u svim dosadašnjim analizama ovdje je nešto drugačije izvedena. Naime, neto korelaciona zavisnost između prirasta i srednjeg prečnika graba predstavljena je u ovoj analizi parabolom koja nema linearnog člana. Stoga jednačina višestruke korelacije između tekućeg zapreminskog prirasta graba i taksacionih elemenata uzetih u obzir za nezavisno promjenljive veličine ima slijedeći opšti oblik:

$$Y_z = a + c_1 x_2 + c_2 x_2^2 + d_2 x_2^2 + e_1 x_4 + e_2 x_4^2$$

Nakon rješenja normalnih jednačina metoda najmanjih kvadrata i naknadno izvršene aproksimacije neto korelacione zavisnosti za temeljnicu sastojine, jednačina višestruke korelacije u eksplicitnom obliku glasi:

$$Y_z = -0,736309 - 0,008889 x_2 + 0,002223 x_2^2 + 0,079031 x_2^2 + \\ + 0,037386 x_4 - 0,000002 x_4^2 \quad 2.31$$

Standardna greška procjene po ovoj jednačini je  $sz = \pm 0,56 \text{ m}^3/\text{ha}$ , indeks višestruke korelacije  $R = 0,911$ .

Indeks determinacije  $P = 0,830$  pokazuje da se datom kombinacijom nezavisno promjenljivih veličina objašnjava oko 83% ukupnog variranja veličine tehućeg zapreminskog prirasta graha u sastojini što je nešto niže nego za ostale vrste drveća u ovim istraživanjima. Veličine ovih pokazatelja za izrađene tablice znatno su poboljšane. Standardna greška procjene je gotovo upola manja ( $sz = \pm 0,395$ ) a indeks višestruke korelacije znatno je veći ( $R = 0,957$ ).

### 2.32 Neto korelacija između tekućeg zapreminskog prirasta graba u sastojini i drugih taksacionih elemenata sastojine

Jednačine neto korelacija u ovoj analizi glase u eksplicitnom obliku:

$$y = 0,971624 - 0,008889 x_2 + 0,002223 x_2^2 \quad 2.32.1$$

— za neto korelaciju između tekućeg zapreminskog prirasta graba u sastojini i temeljnice sastojine;

$$y = 0,431312 + 0,079032 x_2 \quad 2.32.2$$

— za neto korelaciju između tekućeg zapreminskog prirasta graba u sastojini i srednjeg prečnika graba;

$$y = -0,013137 + 0,037286 x_4 - 0,000062 x_4^2 \quad 2.32.3$$

— za neto korelaciju između tekućeg zapreminskog prirasta graba u sastojini i omjera smjese graba.

Grafovi ovih jednačina prikazani su na grafikonu br. 7. Slika prikazuje da se izravname neto korelacije u ovoj analizi donekle razlikuju od odgovarajućih linija neto korelacija za druge vrste drveća. Neto korelaciona zavisnost prirasta od temeljnice sastojine ovdje je slabije izražena dok je neto korelacija srednjeg prečnika ovdje izrazitija nego odgovarajuća neto korelacija za ostale vrste drveća. Da li je sastav grabovih šikara drugačiji to jest da li u grabovim šikarama ima relativno više stabala sjemenog porijekla — što bi se svakako odražavalo na korelacioni odnos tekućeg zapreminskog prirasta i srednjeg prečnika sastojine — stvar je posebnih istraživanja. Ovakav oblik ove neto korelacije daje povoda da se to pretpostavi. Neto korelacija između tekućeg zapreminskog prirasta graba u sastojini i omjera smjese, kako se vidi prema jednačini ove neto korelacije (veoma mala veličina parametra  $e_2$ ), a još bolje prema njenoj grafičkoj predstavi (grafikon br. 7 c) gotovo je prava linija — jednako iznosu povećanja omjera smjese odgovara i jednaki iznos povećanja tekućeg zapreminskog prirasta graba u sastojini.

## 2.4 Tekući zapreminski prirast sastojine u šikarastim niskim šumama jasena

### 2.41 Korelaciona zavisnost između tekućeg zapreminskog prirasta jasena u sastojini i nekih taksacionih elemenata sastojine

I za ovu analizu poslužile su takođe iste ogledne površine koje su poslužile za analizu korelacione zavisnosti zapremine drveta (zalihe) sastojine i nekih taksacionih elemenata u šikarastim niskim šumama jasena.

Jednačina višestruke korelacije ima slijedeći opšti oblik:

$$Y_z = a + c_1 x_2 + c_2 x_2^2 + d_1 x_3 + d_2 x_3^2 + e_1 x_4 + e_2 x_4^2$$

Rješenjem sistema normalnih jednačina metoda najmanjih kvadrata određeni su nepoznati parametri jednačine pa u eksplicitnom obliku ona glasi:

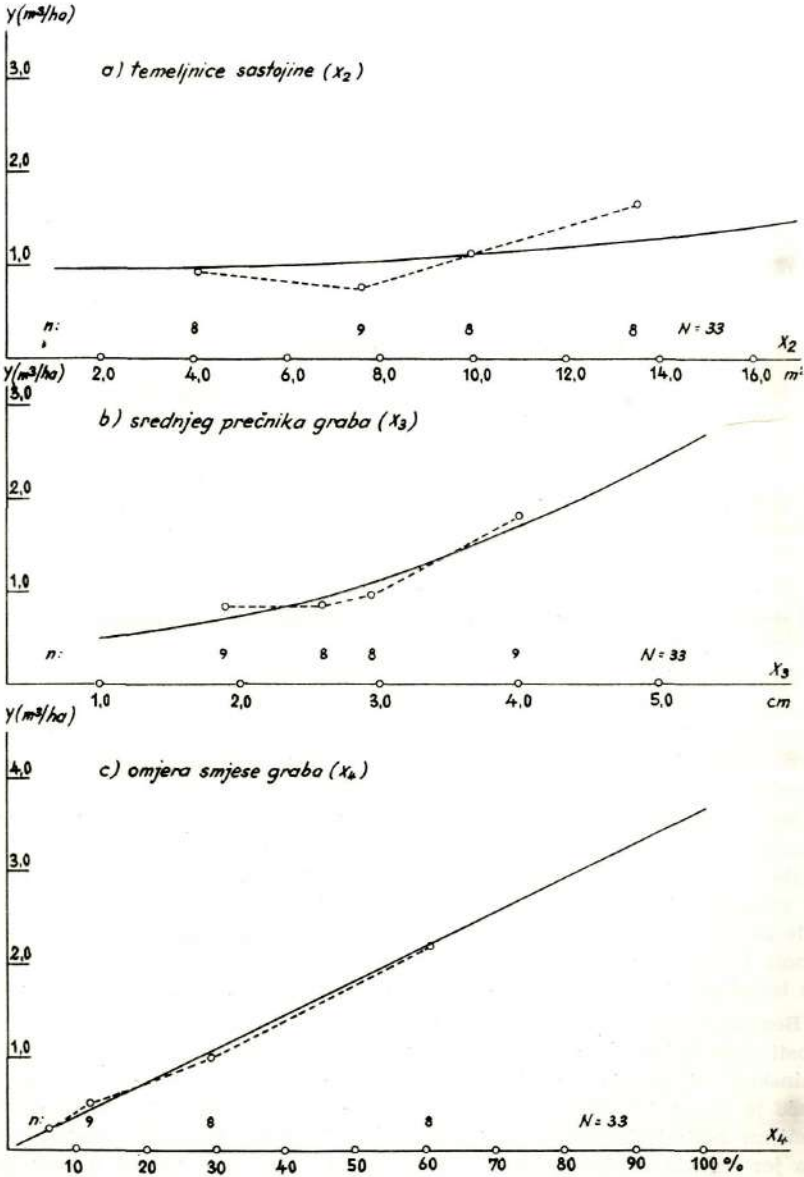
$$Y_z = -0,873541 + 0,352338 x_2 - 0,023860 x_2^2 + 0,017051 x_3^2 -$$

$$-0,007035 x_4 + 0,000200 x_4^2 \quad 2.41$$

Kako se vidi iz jednačine parabola neto korelacione zavisnosti prirasta i srednjeg prečnika jasena nema linearnog člana tj. ima minimum za  $x_2 = 0$ .

Statistički pokazatelji jačine korelacione veze tj. pokazatelji podesnosti ove jednačine za procjenu veličine zapreminskog prirasta sastojine jasena imaju slijedeće veličine:

NETOKORELACIJA IZMEĐU TEKUĆEG ZAPREMINSKOG PRIRASTA GRABA U SASTOJINI (Y)



Grafikon br. 7



standardna griješka procjene  $sz = \pm 0,198 \text{ m}^3/\text{ha}$

indeks višestruke korelacije  $R = 0,996$ .

Visoki iznos indeksa višestruke korelacije ukazuje na veoma jaku korelacionu vezu između veličine zapreminskog prirasta jasena u sastojini i date kombinacije taksacionih elemenata (oko 99% ukupnog variranja veličine zapreminskog prirasta objašnjava se variranjem taksacionih elemenata uzetih kao nezavisno promjenljive veličine u jednačini višestruke korelacije — indeks determinacije  $P = 0,992$ ).

#### 2.42 Neto korelacija između tekućeg zapreminskog prirasta jasena u sastojini i drugih taksacionih elemenata

Jednačine neto korelacije, dobijene poznatim postupkom, u eksplicitnom obliku glase:

$$y = -0,822153 + 0,352338 x_2 - 0,023860 x_2^2 \quad 2.42.1$$

— za neto korelaciju između tekućeg zapreminskog prirasta jasena u sastojini i temeljnice sastojine;

$$y = 0,385867 + 0,017051 x_3^2 \quad 2.42.2$$

— za neto korelaciju između tekućeg zapreminskog prirasta jasena u sastojini i srednjeg prečnika jasena;

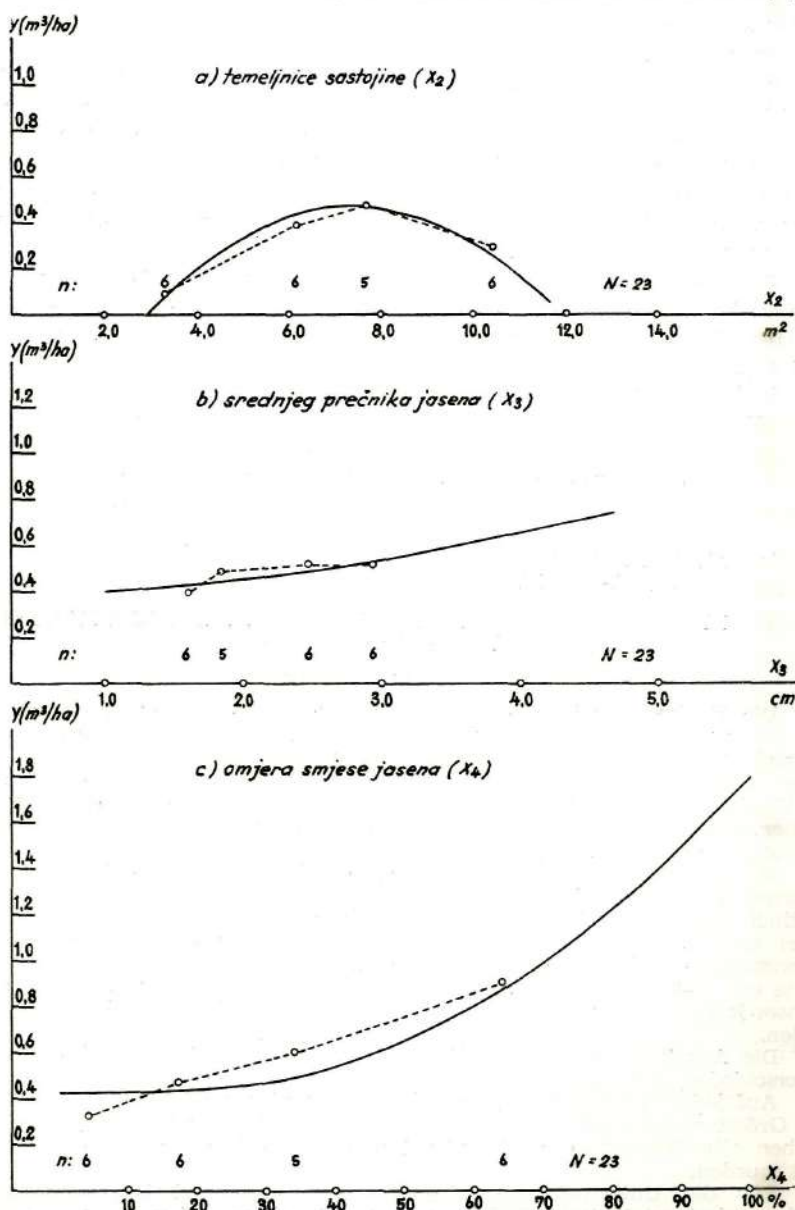
$$y = 0,504135 - 0,007035 x_4 + 0,000200 x_4^2 \quad 2.42.3$$

— za neto korelaciju između tekućeg zapreminskog prirasta jasena u sastojini i omjera smjese jasena.

Grafički prikaz ovih jednačina dat je na grafikonu broj 8. Linije izravnatih neto korelacija a posebno za neto korelaciju temeljnice sastojine dobro izravnavaju neizravnate neto korelacije. Ipak se ne može sa velikom vjerovajnošću tvrditi da one dobro izražavaju pravu prirodu korelacionih zavisnosti koje predstavljaju. Naime, iako se jasenove šikare s obzirom na dimenzije stabala koje postižu u odnosu na šikare ostalih istraživanih vrsta drveća prilično razlikuju (jasenove šikare postižu i manje debljine i manje zalihe i tekuće priraste — crni jasen!), ipak teško je objasniti naglo opadanje tekućeg prirasta za temeljnice sastojine veće od oko  $8 \text{ m}^2/\text{ha}$ . Neizravnate neto korelacije takođe ukazuju na opadanje prirasta za srednje prečnike veće od oko 3 cm iako parabola kojom su podaci ove neto korelacije izravnati pokazuje stalno povećanje tekućeg prirasta sa povećanjem srednjeg prečnika jasena u sastojini.

Bez obzira na veoma jaku korelacionu vezu, te veoma visoki stepen po-desnosti date jednačine višestruke korelacije za procjenu veličine tekućeg zapreminskog prirasta jasena, sigurnije zaključke na osnovu regresionih analiza moguće je po svoj prilici dobiti tek sa većim brojem oglednih površina i homogenijim materijalom (crnom jasenu ne bi trebalo dodavati nikakvih primjesa jer izgleda da bijeli jasen koji je pridružen crnom jasenu u ovoj analizi ima izrazito drugačije taksacione karakteristike što stvara nehomogenost osnovnog statističkog materijala i teškoće pri analizi rezultata neto korelacija.

NETO KORELACIJA IZMEBU TEKUĆEG ZAPREMINSKOG PRIRASTA JASENA U SASTOJINI (Y) I



Grafikon br. 8

## ZAKLJUČNE NAPOMENE

U ovom radu dati su rezultati istraživanja veličine zapremine drveta i tekućeg zapreminskog prirasta po ha privredno najznačajnijih šikarastih niskih šuma u Bosni.

Pri razmatranju mjera za povećanje prinosa šuma uopšte, u nekim stručnim krugovima u Bosni smatralo se da je prevođenje šikara u visoke šume najefikasnija mjera povećanja prinosa tih šuma. Radi provjere ispravnosti tog shvatanja i ocjene hitnosti provođenja te mjere, trebalo je utvrditi kakve se promjene u veličini zapreminskog prirasta šikara mogu očekivati tokom vremena ako bi se pomenuto prevođenje odložilo i ako bi se u šikarama gazdovalo kao u niskim šumama.

Rezultati naših ispitivanja su u tom pogledu značajni. Tekući zapreminski prirast šikara bukve i hrasta će se naglo smanjivati u toku daljeg njihovog »razvoja«. Na vjerovatne uzroke ovoj pojavi ukazali smo u poglavljima 2.12 i 2.32.

S obzirom na to, kao i na činjenicu, da je kvalitet pretežnog broja stabala u šikarama ovih vrsta drveća loš, u narednom periodu se može računati s prinosom šikara vrlo male vrijednosti. Iz toga proizlazi zaključak da je spomenuto shvatanje o konverziji bosanskih šikara (bar što se tiče bukve i hrasta) ispravno i da je njihovo prevođenje u visoke šume vrlo urgentno.

Ing. Vladimir VUKMIROVIĆ  
Dr ing. Ostoja STOJANOVIC

### BESTANDESMASSENVORRAT UND BESTANDESMASSENZUWACHS DER BUSCHWÄLDER IN BOSNIEN

#### Zusammenfassung

Die Flächen der Busch- und buschartigen Niederwälder in SR Bosnien und Herzegowina sind ziemlich gross (cca 661.000 ha). Nach dem Kriege dankend getroffenen Forstschutzmassnahmen, Meliorationen und besonders wegen Ziegenzuchtverbotes und ihrer totaler Vernichtung sind im Struktur und Wuchs der Buschwälder bedeutende Veränderung im positiven Sinne eingetreten. Ehemalige typische Buschwälder zeigen sichtbare Progradation und erhöhte Massenvorräte.

Mit Rücksicht auf diese Tatsache, in dieser Abhandlung wurden die Untersuchungen über den Massenvorrat und Massenzuwachs für die wirtschaftlich wichtigste Holzarten dieser Wälder (Rotbuche, Eiche, Hainbuche und Eiche) erörtert. Auf Grund der Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden Vorratmassen- und Massenzuwachstafeln aufgestellt, welche der Praxis und leichte und rasche Weise die Einschätzung des Massenvorrates und Massenzuwachses je Hektar, für jeden konkreten buschartigen Niederwald ermöglichen werden.

Die Arbeit stützt sich auf die Daten von 57 Grundprobeflächen welche in verschiedenen Gebieten Bosniens gelegt wurden.

Auf jeder Grundprobefläche (rechteckiger oder quadratischer Form) von 5 ha Grösse wurden im Gitternetz 50 Kreisflächen je 10 m<sup>2</sup> Grösse gelegt, auf welchen alle Stämmchen niedergehaut und notwendige Messungen durchgeführt wurden.

Für die Untersuchungen des Massenvorrates und Massenzuwachses wurde variationstatistische Verfahren — multiple Regressionsanalyse — angewendet.

Die Abhängigkeit des Massenvorrates und Massenzuwachses wurde von folgenden Taxationselementen als unabhängigen Faktoren untersucht:

- Bestandesgrundfläche in m<sup>2</sup>/ha /x<sub>2</sub>/
- Durchmesser Bestandesmittelstammes untersuchter Holzart /x<sub>3</sub>/
- Anteil untersuchter Holzart /x<sub>4</sub>/

Dabei haben wir vorausgesetzt dass sich die Beziehung zwischen einzelnen Taxationselementen und Massenvorrates beziehungsweise Massenzuwachses durch die Parabel zweiter Ordnung ausdrücken kann und die allgemeine Form der Regressionsfunktion lautet:

$$Y = a + c_1 x_2 + c_2 x_2^2 + d_1 x_3 + d_2 x_3^2 + e_1 x_4 + e_2 x_4^2$$

#### Bestandesmassenvorrat

Die durchschnittliche Beziehung zwischen Bestandesmassenvorrat und umfassten Taxationselementen (unabhängigen Variablen) sind durch folgende Gleichungen multiplen Regression ausgedrückt:

- für Rotbuche Gleichung No 1.11
- für Eiche Gleichung No 1.21
- für Hainbuche Gleichung No 1.31
- für Esche Gleichung No 1.41

Die Nettokorrelation zwischen Bestandesmassenvorrat und Taxationselementen die als unabhängige Variablen genommen wurden, drücken folgende Gleichungen aus:

#### Für Rotbuche

Nettokorrelation zwischen:

Bestandesmassenvorrat und Bestandesgrundfläche Gleichung No 1.12.1  
 und Durchmesser des Bestandesmittelstammes der Rotbuche Gleichung No 1.12.2  
 und Anteil der Rotbuche Gleichung No 1.12.3

Die Grafen dieser Gleichungen sind in Grafikon 1 — Bild a), b), c) dargestellt.

#### Für Eiche

Nettokorrelation zwischen:

Bestandesmassenvorrat und Bestandesgrundfläche Gleichung No 1.22.1  
 und Durchmesser des Bestandesmittelstammes der Eiche Gleichung No 1.22.2  
 und Anteil der Eiche Gleichung No 1.22.3

Grafikon 2.

#### Für Hainbuche

Nettokorrelation zwischen:

Bestandesmassenvorrat und Bestandesgrundfläche Gleichung No 1.32.1  
 und Durchmesser Bestandesmittelstammes der Hainbuche Gleichung No 1.32.2  
 und Anteil der Hainbuche Gleichung No 1.32.3

Grafikon 3.

#### Für Esche

Nettokorrelation zwischen:

Bestandesmassenvorrat und Bestandesgrundfläche Gleichung No 1.42.1  
 und Durchmesser Bestandesmittelstammes der Hainbuche Gleichung No 1.42.2  
 und Anteil der Hainbuche Gleichung No 1.42.3

#### Grafikon 4.

### Bestandesmassenzuwachs

Die durchschnittliche Beziehung zwischen Bestandesmassenzuwachs und umfassten Taxationselementen ( $x_2, x_3, x_4$ ) drücken folgende Gleichungenmultiplen Regression aus:

- für Rotbuche Gleichung No 2.11
- für Eiche Gleichung No 2.21
- für Hainbuche Gleichung No 2.31
- für Esche Gleichung 21.41

Die Nettokorrelation zwischen Bestandesmassenzuwachs und Taxationselementen die als unabhängige Variablen angenommen wurden drücken folgende Gleichungen aus:

#### Für Rotbuche

Nettokorrelation zwischen:

Bestandesmassenzuwachs und Bestandesgrundfläche Gleichung No 2.12.1  
und Durchmesser Bestandesmittelstammes der Rotbuche Gleichung No 2.12.2  
und Anteil der Rotbuche Gleichung No 2.12.3

Die Grafen der Nettokorrelationsgleichungen sind in Grafikon 5-Bild a), b), c) dargestellt.

#### Für Eiche

Nettokorrelation zwischen:

Bestandesmassenzuwachs und Bestandesgrundfläche Gleichung No 2.22.1  
und Durchmesser Bestandesmittelstammes der Eiche Gleichung No 2.22.2  
und Anteil der Eiche Gleichung No 2.22.3

#### Grafikon 6.

#### Für Hainbuche

Nettokorrelation zwischen:

Bestandesmassenzuwachs und Bestandesgrundfläche Gleichung No 2.32.1  
und Durchmesser Bestandesmittelstammes der Hainbuche Gleichung No 2.32.2  
und Anteil der Hainbuche Gleichung No 2.32.3

#### Grafikon 7.

#### Für Esche

Nettokorrelation zwischen:

Bestandesmassenzuwachs und Bestandesgrundfläche Gleichung No 2.42.1  
und Durchmesser Bestandesmittelstammes der Esche Gleichung No 2.42.2  
und Anteil der Esche Gleichung No 2.42.3

#### Grafikon 8.

Auf Grund multiplen Regressionenanalysen mit der Anwendung Verfahrens gleichen relativen Einflüssen unabhängigen Variablen (Matić, 1959.) sind die Tafeln Bestandesmassenvorrates und Bestandesmassenzuwaches zusammengestellt.

Die Tafeln werden separat veröffentlicht.

#### L I T E R A T U R A

1. Badoux, E.: Notes sur un taillie fureté de hêtre. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen No. 7—8. Zürich, 1950.
2. Ezekiel, M.: Methods of Correlation Analysis. New York, John Willey and Sons, Inc. 1956.
3. Flury, Ph.: Untersuchungen aus den geplenterten Buchen Niederwald. Mitteilungen der Schweiz. Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen. Band XVII. Heft 1, Zürich, 1931.
4. Kolaković, R.: Dosadašnja iskustva i budući zadaci na melioracijama degradiranih vidova niskih šuma te ovogodišnji zadaci na njezi četinjastih mladih sastojina. Narodni šumar, sv. 5—6, Sarajevo, 1960.
5. Matić, V.: Taksacioni elementi prebornih šuma jele, smrče i bukve na području Bosne. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo i drvenu industriju u Sarajevu, godina IV, br. 4, Sarajevo, 1959.
6. Stojanović, O.: Taksacione osnove za gazdovanje šumama bijelog bora u Bosni. Disertacija — rukopis. Sarajevo, 1964.
7. Vukmirović, V.: Prirast i drugi taksacioni elementi šuma hrasta kitnjaka u Bosni. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo i drvenu industriju br. 8. Sarajevo, 1963.
8. Vukmirović, V. — Stojanović, O.: Zapremina i zapreminski prirast šikara u Bosni. Prethodni izvještaj. Narodni šumar, sv. 7—8. Sarajevo, 1964.

## S A D R Ź A J

	Strana
U V O D — — — — —	5
Z A D A T A K R A D A — — — — —	7
O S N O V N I P O D A C I — — — — —	7
M E T O D I K A I S T R A Ź I V A N J A — — — — —	8
Izbor mjesta i veličina ogledne površine — — — — —	8
Mjerenje i računanje taksacionih elemenata na oglednim površinama	9
Metodika matematičko-statističke obrade — — — — —	9
Izrada tablica za procjenu veličine zapremine i zapreminskog prira- sta šikara po 1 ha — — — — —	11
R E Z U L T A T I I S T R A Ź I V A N J A — — — — —	12
1. ZAPREMINA DRVETA (ZALIHA) SASTOJINE — — — — —	12
1.1 Zapremina drveta sastojine u šikarastim niskim šumama bukve	13
1.2 Zapremina drveta sastojine u šikarastim niskim šumama hrasta	16
1.3 Zapremina drveta sastojine u šikarastim niskim šumama graba	19
1.4 Zapremina drveta sastojine u šikarastim niskim šumama jasena	21
2. Tekući zapreminski prirast sastojine — — — — —	24
2.1 Tekući zapreminski prirast sastojine u šikarastim niskim šu- mama bukve — — — — —	24
2.2 Tekući zapreminski prirast sastojine u šikarastim niskim šu- mama hrasta — — — — —	27
2.3 Tekući zapreminski prirast sastojine u šikarastim niskim šu- mama graba — — — — —	29
2.4 Tekući zapreminski prirast sastojine u šikarastim niskim šu- mama jasena — — — — —	30
ZAKLJUČNE NAPOMENE — — — — —	34
ZUSAMMENFASSUNG — — — — —	34
LITERATURA — — — — —	37