

PRILOG POZNAVANJU GOSPODARENJA CRVENIM HRASTOM (*Quercus borealis maxima* Sarg.)

A CONTRIBUTION TO MANAGEMENT WITH RED OAK
(*Quercus borealis maxima* Sarg.)

Juraj ZELIĆ*, Krešimir MEĐUGORAC**

SAŽETAK: Crveni hrast (*Quercus borealis maxima* Sarg.) unešen je prije četrdesetak godina kao šumska sastojinska vrsta alohtonog porijekla na područje Požeške kotline.

Prirodni areal rasprostranjenja crvenog hrasta je Sjeverna Amerika. U 19. stoljeću prenešen je u Europu kao parkovna i šumska vrsta. Zbog široke amplitude prilagodljivosti ekološkim uvjetima, kao gospodarska vrsta drveća uzgaja se od prije stotinjak godina i u Hrvatskoj.

Osnivanje sastojina crvenog hrasta u požeškim šumama obavljeno je dvo-godišnjim sadnicama na degradiranim površinama hrasta kitnjka, graba i bukve, na lesiviranom šumskom tlu. Pošumljavanje je obavljeno s oko pet tisuća komada sadnica po hektaru.

Poslije osnivanja sastojina nije sustavno praćen rast i razvoj sastojina, a u gospodarenju sastojinom oponašala se tehnika gospodarenja hrastom lužnjakom i kitnjakom.

U radu su istraživane ekološko-gospodarske značajke crvenog hrasta. Svrha istraživanja je utvrđivanje vertikalne i horizontalne strukture sastojine, visinski, debljinski i volumni rast, prirast i razvoj, vrijeme kulminacije tečajnog periodičnog prirasta, a cilj je utvrditi vrijeme, intenzitet i metode njege i obnove sastojine. Parametri strukture sastojine utvrđivani su metodom analize stabla i metodom izvrtaka.

Utvrđene zakonitosti prikazane su matematičkim funkcijama i grafikonima.

Posebno je obrađena distribucija broja stabala po hektaru i po debljinskim stupnjevima, te uspoređena s teoretskom raspodjelom.

Ključne riječi: crveni hrast, ekološko-gospodarske značajke, analiza stabla, rast, prirast, distribucija stabala, normalna raspodjela stabala.

UVODNO RAZMATRANJE – Introduction

Crveni hrast (*Quercus borealis maxima* Sarg.) je introducirан u Hrvatsku kao sastojinska šumska vrsta prije stotinjak godina. Vjeruje se da je kao parkovna vrsta unešen ranije, no ne prije devetnaestog stoljeća¹.

Prva kultura crvenog hrasta osnovana je u Hrvatskoj prije 110 godina u šumskom predjelu Pičulin, u dolini rijeke Kupe².

¹ Mladen Obad Šćitaroci: Hrvatska parkovna baština, zaštita i obnova, Školska knjiga, Zagreb. Autor nabraja unešene parkovne vrste, str. 192. i 193. i spominje crveni hrast pod nazivom *Quercus rubra*.

² B. Prpić, Đ. Rauš, P. Prebjegić: Mogućnost unošenja crvenog hrasta u šumska staništa SR Hrvatske (*Quercus borealis maxima* Sarg.), Šumarski list, Zagreb, 1981.

* Mr. sc. Juraj Zelić, dipl. ing. šum., Uprava šuma Požega, Milke Trnine 2, 34000 Požega

** Krešimir Medugorac, dipl. ing. šum., "Hrvatske šume" Uprava šuma Požega, Milke Trnine 2, 34000, Požega

Kao vrsta drveća široke ekološke amplitude, porijeklom iz istočnog dijela Sjeverne Amerike, dobro se prilagođava u umjerenom pojusu Europe i zapadnom dijelu Azije.

Odlikuje se brzim rastom i prirastom te je u tom pogledu konkurentna domaćim hrastovima lužnjaku i kitnjaku. Javlja se na različitim geološkim podlogama i tipovima tala, dobro se regenerira prirodnim putem iz sjemena.

U našim uvjetima preporučuje se da se unaša zajedno s brzorastućom crnogoricom (duglazija borovac, ariš) na degradiranim šumskim tlima, i to posebno na područjima rasprostranjena šumskih zajednica bukve s

rebračom (*Blechno - Fagetum Horv.*), kitnjaka i graba (*Querco - Carpinetum croaticum Horv.*) i lužnjaka i graba (*Carpino betuli - Quercetum roboris Rauš*).

Najbolji visinski i volumni rast ima crveni hrast u šumi kitnjaka i graba, te je u tom pogledu superioriji u odnosu na domaće hrastove, kitnjak i lužnjak. U kulturama crnogorice brzog rasta (duglazija, borovac, ariš) odoljeva konkurenциji, a preporuča se unašanje u grupama u omjeru smjese 15-20 % uz unošenje autohtonih vrsta kitnjaka ili lužnjaka u omjeru smjese 15-20 %. U čistim kulturama crvenog hrasta preporučuje se primješa do 30 % autohtonih vrsta, kitnjaka ili lužnjaka.

SVRHA I CILJ ISTRAŽIVANJA Aim and purpose of investigations

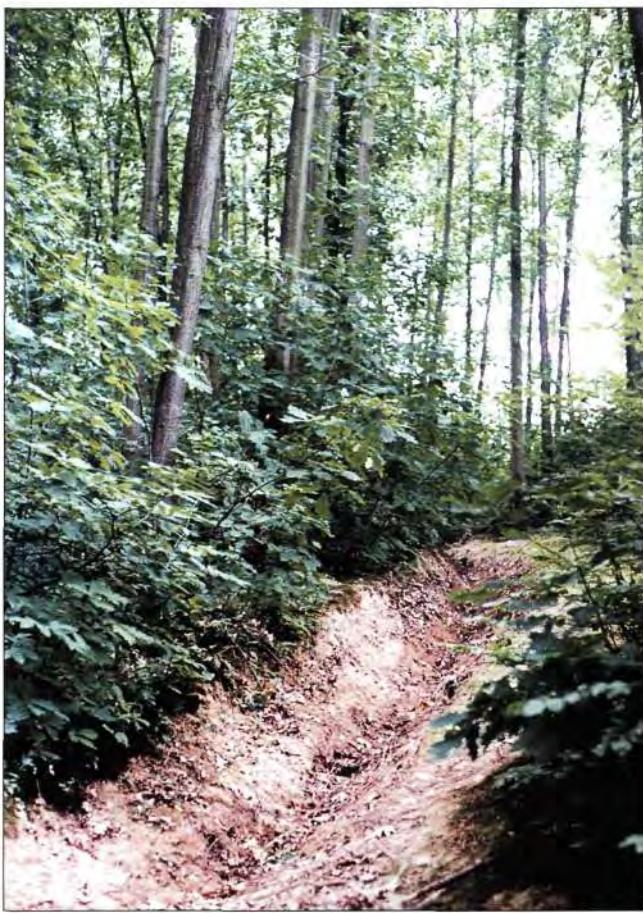
Crvari hrast je na požeškom području unašan u nekoliko sastojna početkom šesdesetih godina. Od tada

je prošlo četrdesetak godina, te se na temelju zapažanja u gospodarenju tim sastojinama mogu donijeti relevantni zaključci za buduće gospodarenje.

Sastojine stare 40 godina nalaze se u g.j. "Sjeverni Dilj I", odjel 1a (0,56 ha) i 2d (3,92 ha), te u g.j. "Sjeverna Babja gora", odjel 75a (3,99 ha).

Na temelju utvrđivanja visinskog, debljinskog i volumnog prirasta, konkretne i teoretske distribucije broja stabala po 1 ha, te ostalih taksičkih elemenata u odabranoj sastojini utvrdit će se učinkovitost gospodarenja sastojinama crvenog hrasta.⁴

Cilj istraživanja je da se na temelju dobivenih rezultata odrede daljne smjernice u gospodarenju i eventualno potakne veći interes za podizanje čistih ili mješovitih kultura crvenog hrasta.



Slika 1. Sastojina crvenog hrasta, odjel 1a
Picture 1 The forest association off Red Oak, department 1a



Slika 2. Poprečni presjek stabla crvenog hrasta
Picture 2 The transversal section off Red Oak – tree

⁴ O komercijalnoj uporabi crvenoga hrasta nema jasnog saznanja. U "Hrvatskom standardu" (HS) za drvne sortimente nije uvršten crveni hrast. Na svjetskom tržištu (posebno amaričkom) nude se izvjesne količine rezane građe, te su ga poneke drvne industrije koristile za različite namjene. Za potrebe uređivanja šuma korištene su tablice, odnosno tarife za hrast lužnjak.

METODA ISTRAŽIVANJA

The research method

Kako bi se utvrdila biološka, uzgojna i gospodarska svojstava crvenog hrasta odabrana je karakteristična sastojina starosti 40 godina, površine 0,56 ha te je istraživanje obavljeno u četiri osnovna smjera:

- 1) utvrđivanje temeljnih ekološko-gospodarskih karakteristika staništa,
- 2) utvrđivanje rasta i prirasta putem analize stabla crvenog hrasta (visinski, debljinski i volumni rast i prirast),
- 3) izračunavanje tečajnog debljinskog prirasta metodom izvrtaka, određivanje sastojinske visinske krivulje, procjena drvne mase po hektaru pomoću srednjeg kubnog stabla (po Hohenadlu) i ukupnog broja stabala
- 4) izmjera taksijskih elemenata konkretnе sastojine totalnim klupiranjem, utvrđivanje konkretne i teorijske distribucije stabala po debljinskim stupnjevima po 1 ha.

Opis rada

- 1) Temeljne ekološko-gospodarske karakteristike staništa dane su u tabličnom obliku. Obuhvaćene su geografske, orografske, geološke, pedološke i klimatske značajke istraživanog područja unutar g.j. "Sjeverni Dilj I".
- 2) Utvrđivanje rasta i prirasta metodom analize stabla. Stabla za analizu uzeta su u odjelu 1a, g.j. "Sjeverni Dilj I".

Prvo stablo (1), starosti 40 godina, na panju 32 goda, prsnog promjera 14,36 cm, visine 15,23 m, odabранo je kao donje primjerno stablo (d_d) po metodi Hohenadla. Sekcioniranje je obavljeno u 4 sekcije po 2 m dužine i 5 sekcije po 1 m dužine.

Druge stabla (2) starosti 40 godina, na panju 38 godova prsnog promjera 27,36 cm, visine 20,84 m, odabran je kao gornje primjerno stablo d_g po metodi Hohenadla. Sekcioniranje je obavljeno u 5 sekcija po 2 m dužine i 8 sekcija po 1 m dužine.

Visina panja je za oba stabla iznosila 30 cm visine. Prilikom sekcioniranja izrađen je ostatak drvne mase kao prostorno drvo, te zajedno s drvnom masom debla i panja iskazan kao bruto drvna masa stabla.

U istoj sastojini izmjereno je pedesetak visina visinomjerom Blume – Leis, statističko – matematičkom metodom izravnata je visinska krivulja funkcijom Mihajlova, te prikazana u tabličnom i grafičkom obliku.

Analiza kolutova (presjeka) obavljena je u uredu brojanjem godova i mjerjenjem promjera do točnosti 1 mm, uz procijenu desetog djela milimetra. Zbog lakošć brojanja godova površina presjeka (koluta) obrađe-

na je blanjalicoma, a prilikom brojanja godova korištena je lupa.

- 3) Tečajni debljinski prirast mjeran je metodom izvrtaka pomoću Preslerovog svrdla. Izvrci su analizirani u uredu, uz prethodnu obradu i uz pomoć lupe. Rezultati mjeranja prikazani su u obliku tablica i jednadžbi.
- 4) Distribucija broja stabala i distribucija drvne mase po debljinskim stupnjevima u konkretnoj sastojini (0,56 ha) i svedeno po 1 ha obavljena je na osnovu podataka totalne klupaže sastojine. Dobiveni podaci su izjednačeni Beta – funkcijom i prikazani grafički. Približno je izračunata ukupna drvna masa sastojine i drvna masa po hektaru pomoću drvne mase srednjeg kubnog stabla po Hohenadlu i ukupnog broja stabala te uspoređena s drvnom masom obraćenatom po tarifnom nizu za hrast lužnjak iz osnove gospodarenja.

Za matematičko-statističku obradu korišteni su sljedeći postupci i funkcije:

- a) Za određivanje srednje vrijednosti izmjerenih promjera upotrebljena je aritmetička sredina po formuli:

$$X_a = \sum f_i X_i / \sum f_i$$

- b) Za izračunavanje varjance primijenjen je postupak,

$$\sigma^2 = \sum ((f_i X_i)^2 / \sum f_i) - (\sum f_i X_i / \sum f_i)^2$$

- c) Visine sastojine izjednačene su funkcijom Mihajlova,

$$H_c = (B_2 * e^{-B_1 / D}) + 1,30$$

- d) Izjednačenje rasta po starosti obavljeno je funkcijom oblika,

$$Y_c = B_2 * e^{-B_1 / X}$$

- e) Za izjednačenje distribucije prsnih promjera satojine upotrebljena je beta – distribucija,

$$f(x) = \text{konst.} \sum (x - a)^{\alpha} * (b - x)^{\beta},$$

a za koeficijent asimetrije

$$\beta_1 = m_3 / \sigma^3,$$

te za koeficijent zaobljenosti,

$$\beta_2 = (m_4 / \sigma^4) - 3.$$

- f) Prosječni tečajni prirast visine i volumena izjednačen je funkcijom parabole,

$$Y_c = a + b X + c X^2$$

- g) Volumen stabla određen je po formuli:

$$V = D2 * \Pi / 4 * H * f,$$

D – prsnji promjer, H – pripadajuća visina,

f – oblični broj

- g) Za izjednačenje tečajnog debljinskog prirasta upotrebljena je linearna jednadžba

$$Y_c = a + b X$$

REZULTATI ISTRAŽIVANJA – The results of investigation

- 1) Temeljne ekološko-gospodarske karakteristike staništa
 1) The basic ecological and menagment characteristics of a site.

Tablica 1.

Red. broj	Ekološko-gospodarski parametar	Značajke ekološko gospodarskog parametra	
1.	Gospodarska jedinica, šumski predjel, odjel odsjek	“Sjeverni Dilj I”	Šumski predjel odjel 1, osjek a
2.	Površina odsjeka	ha	0,56
3.	Nadmorska visina	m	140
4.	Geografske koordinate	6 487 905.60 Y	5 011 859.82 X
5.	Eksponicija	Pretežno južna i jugozapadna (S, SW)	
6.	Inklinacija	Blaga nagnutost, 5° – 10°	
7.	Prosječna godišnja temperatura	11 °C (1975-1985), 10,1 °C (1961-1970)	
8.	Srednja godišnja količina padalina (mm)	810 mm (1975-1985), 795 mm (1961-1970) Ljeto je najkišovitije, proljeće više padalina od zime	
9.	Broj dana s mrazom	47 (1948-1960), najranija pojava 9. rujna a najkasnije 29. svibnja. Nije zapažena zimotrenost.	
10.	Smjer vjetrova	Zapadni i sjeverozapadni smjer vjetra u topnjem dijelu godine, zimi mogući utjecaj istočnih vjetrova.	
11.	Klasifikacija klime po Köppenu	“Cfbwx”, temperatura najhladnjeg mjeseca između - 3 °C – 18 °C, ljeta svježa sa srednjom temperaturom najtoplijeg mjeseca ispod 22 °C, padaline su jednoliko raspoređene tijekom godišnjih doba, najsuši je zimski a najvlažniji ljetni period.	
12.	Geološka podloga	Geološku podlogu čine glinoviti lapori, pjeskovite gline i pješčenjaci, djelom lesne naslage i vapnoviti lapor, aluvijalni nanosi.	
13.	Tlo	Ovisno o matičnom supstratu i mikrogeomorfologiji razvilo su se najvećim dijelom pseudoglej obronačni, lesivirano tlo tipično i pseudoglejno. Manje su se razvila eutrična smeđa tla i rendzine. U odjelu 1a razvio se pseudoglej obronačni na podlozi glinovitig lapora. U istraživanju sastojini tlo je lesivirano, duboko, produktivno, kisele reakcije (pH 3,5 – 5,5). Po mehaničkom sastavu su lake gline s nešto pjeskovitih glina. Tlo je deficitarno na fiziološki aktivnom fosforu, dobro je opskrbljeno kalijem i bogato dušikom.	
14.	Ekološko-gospodarski tip i uređajni razred	EGT – tip II – E 10, uređajni razred sjemenjača crvenog hrasta	
15.	Taksacijski elementi	Starost 40 godina, obrast 1,0, sklop potpun, omjer smjese; crveni hrast (81), kitnjak (8), OTB (3), OMB (7), $h_s = 18,71 \text{ m}$, $d_s = 20,86 \text{ cm}$, drvna zaliha crvenog hrasta je $242 \text{ m}^3 / \text{ha}$, broj stabala je 681 po hektaru, srednje kubno stabla crvrnog hrasta je $0,36 \text{ m}^3$, prosječni godišnji volumeni prirast je $6,0 \text{ m}^3 / \text{ha}$.	

- 2) Analiza stabala (1) i (2) crvenog hrasta, rast i prirast visine, prsnog promjera i volumena prema starosti
 2) The analysis of trees (1) and (2) Red Oak, growth and increment of height, breast diameter and volume by the ages
- Rezultati analize dvaju stabala crvenog hrasta (1) i (2) iz odjela 1a gospodarske jedinice “Sjeverni Dilj I” prikazani su u tablicama 1-3 i grafikonima 1-4. Tablica 1 prikazuje visinski rast i prirast donjeg i gornjeg sta-
- bla. Izjednačenje rasta visina po starosti za stablo (1) iskazano je funkcijom: $H_c = 17,37882 * e^{-8,476587 / t}$, za stablo (2) funkcijom $H_c = 37,57606 * e^{-21,45185 / t}$. Rast u visinu po starosti predstavljen je na grafikonu 1.

Izjednačenje tečajnog godišnjeg prirasta visine donjeg stabla (1) iskazuje se funkcijom:

$$Y_c = 1,346 - 0,0847 X + 0,00146 X^2, \text{ a gornjeg sta-}$$

Tablica 2. Visinski rast i prirast

Stablo (1, donje)

Tablica 2(1)

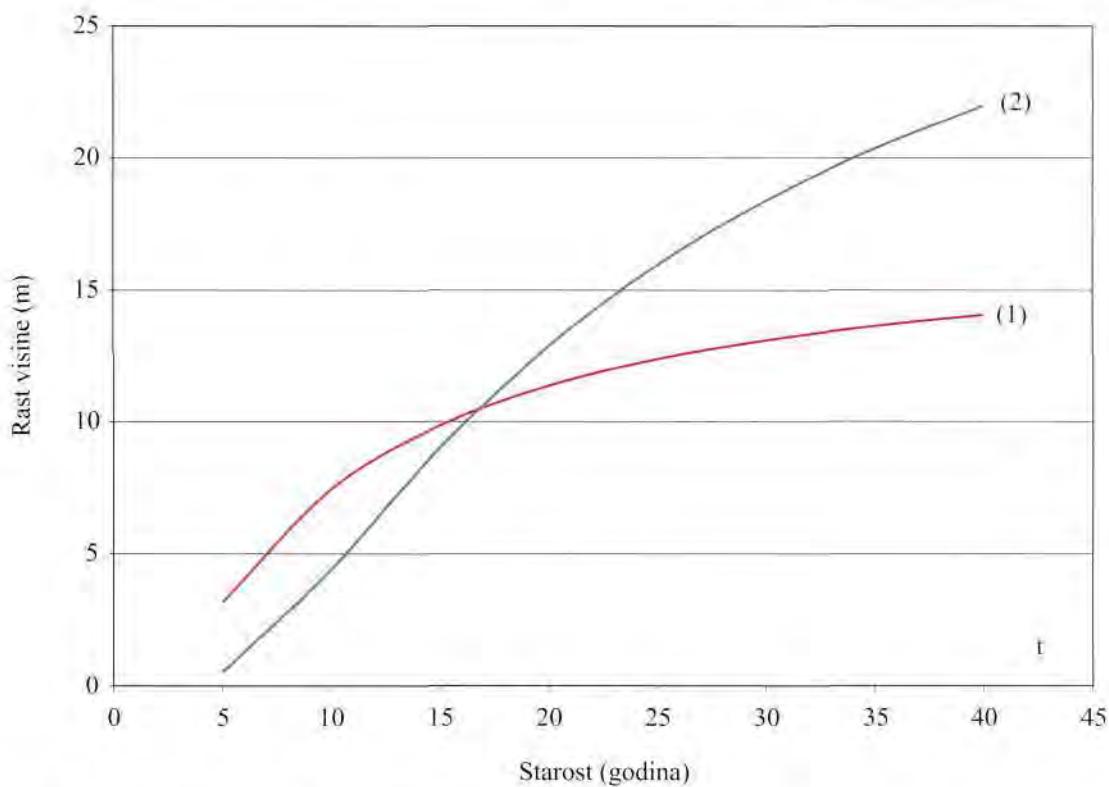
Starost t godina	Visina $h_{izravnato}$ m	Tečajni prirast		Prosječni prirast m
		periodični m	godišnji m	
32	13.33			0.42
30		0.63	0.13	
27	12.70			0.47
25		0.88	0.18	
22	11.82			0.54
20		1.26	0.25	
17	10.56			0.62
15		1.98	0.40	
12	8.58			0.72
10		3.41	0.68	
7	5.17			0.74
5		4.92	0.98	
2	0.25			0.13

bla (2) funkcijom $Y_c = 1,346 - 0,0847 X + 0,00146 X^2$. Tečajni godišnji prirast za oba stabla predočen je u tablici 2.

Stablo (2, gornje)

Tablica 2(2)

Starost t godina	Visina $h_{izravnato}$ m	Tečajni prirast		Prosječni prirast m
		periodični m	godišnji m	
38	21.37			0.56
35		1.75	0.35	
33	19.62			0.59
30		2.15	0.43	
28	17.47			0.62
25		2.68	0.54	
23	14.79			0.64
20		3.38	0.68	
18	11.41			0.63
15		4.19	0.84	
13	7.22			0.56
10		4.65	0.93	
8	2.57			0.32
5		1.57	0.31	
3	1.00			0.33



Grafikon 1. Rast u visinu, (1) donje stablo, (2) gornje stablo

Iz tablice 2 i grafikona 1 i 2 može se zaključiti da stablo (1) i stablo (2) različito rastu i prirašćuju u visinu, što je odraz promjene stanišnih uvjeta (svjetlost i

sjena) tjemkom razvoja sastojine. Do desete godine starosti donje stablo ima prosječan godišnji prirast veći od gornjeg stabla. U rastu se izjednačuju u 17 godini, aiza

toga gornje stablo brže raste od donjeg stabla, no već u 35. godini i gornje stablo ima prosječni godišnji visinski prirast od svega 25 cm.

Pored gotovo istovjetnih bioloških (genetskih) karakteristika svakog stabla u sastojini na rast u visinu utječu edafski uvjeti, međuodnosi s drugim individuama sastojine u borbi za vodu, hranu i svjetlo. Saznajnjem o rastu i prirastu stabala u visinu mogu se odrediti

Tablica 3. Debljinski rast i prirast

Debljinski rast i prirast, stablo (1, donje)

Tablica 3(1)

Starost t godina	Promjer d cm	Tečajni prirast		Prosječni prirast cm
		periodični cm	godišnji cm	
32	14,40			0.45
30		1.40	0.28	
32	13,00			0.41
30		1.20	0.24	
27	11,80			0.44
25		1.80	0.36	
22	10,00			0.45
20		2.20	0.44	
17	7,80			0.46
15		2.40	0.48	
12	5,40			0.45
10		3.40	0.68	
7	2,00			0.29

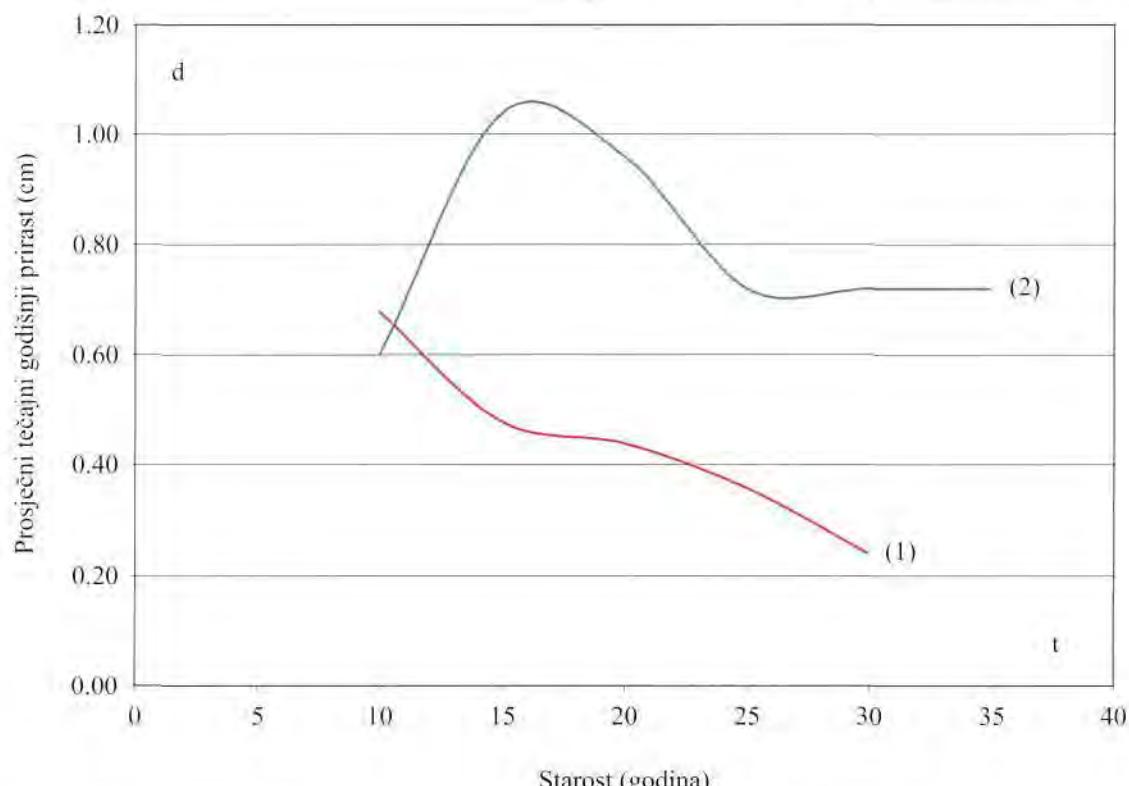
ti metode i intenziteti njegovanja sastojine u cilju regulacije odnosa između pojedinih individua. Najveći visinski prirast dominantnih stabala crvenoga hrasta između 15 i 20 godine navodi nas da je upravo poslijе te dobi nužna regulacija odnosa u svrhu poticanja debljinskog prirasta, jer je visinski u opadanju.

Rast i prirast stabla u debljinu na prsnoj visini prikazan je u tablici 3 i grafikonu 2.

Debljinski rast i prirast, stablo (2, gornje)

Tablica 3(2)

Starost t godina	Promjer d cm	Tečajni prirast		Prosječni prirast cm
		periodični cm	godišnji cm	
38	27,40			0.72
35		1.60	0.32	
38	25,80			0.68
35		3.60	0.72	
33	22,20			0.67
30		3.60	0.72	
28	18,60			0.66
25		3.60	0.72	
23	15,00			0.65
20		4.80	0.96	
18	10,20			0.57
15		5.20	1.04	
13	5,00			0.38
10		3.00	0.60	
8	2,00			0.25



Grafikon 2. Prosječni tečajni godišnji debljinski prirast donjeg stabla (1) i gornjeg stabla (2)

U tablici 3 vidljivo je da donje stablo u dobi od 40 godina doseže promjer u prsnoj visini od 14,36 cm, a gornje stablo 27,36 cm. Analiza pokazuje da je i prosječni tečajni debljinski prirast bio za donje stablo veći do deset godine (0,68 cm), no već u petanaestoj godini gornje stablo ima maksimalan prosječni godišnji prirast (1,04 cm). U dvadesetoj godini taj prirast opada da bi do

Tablica 4. Analiza volumognog rasta i prirasta debla

Volumna analiza, stablo (1)

Tablica 4(1)

Starost t godina	Volumen m^3	Tečajni prirast		Prosječni prirast m^3
		periodični m^3	godišnji m^3	
32	0.13897			0.00434
30		0.02502	0.00500	
32	0.11395			0.00356
30		0.02610	0.00522	
27	0.08785			0.00325
25		0.03516	0.00703	
22	0.05269			0.00240
20		0.02242	0.00448	
7	0.03027			0.00178
15		0.01819	0.00364	
12	0.01208			0.00101
10		0.01063	0.00213	
7	0.00145			0.00021
5		0.00143	0.00029	
2	0.00002			0.00001

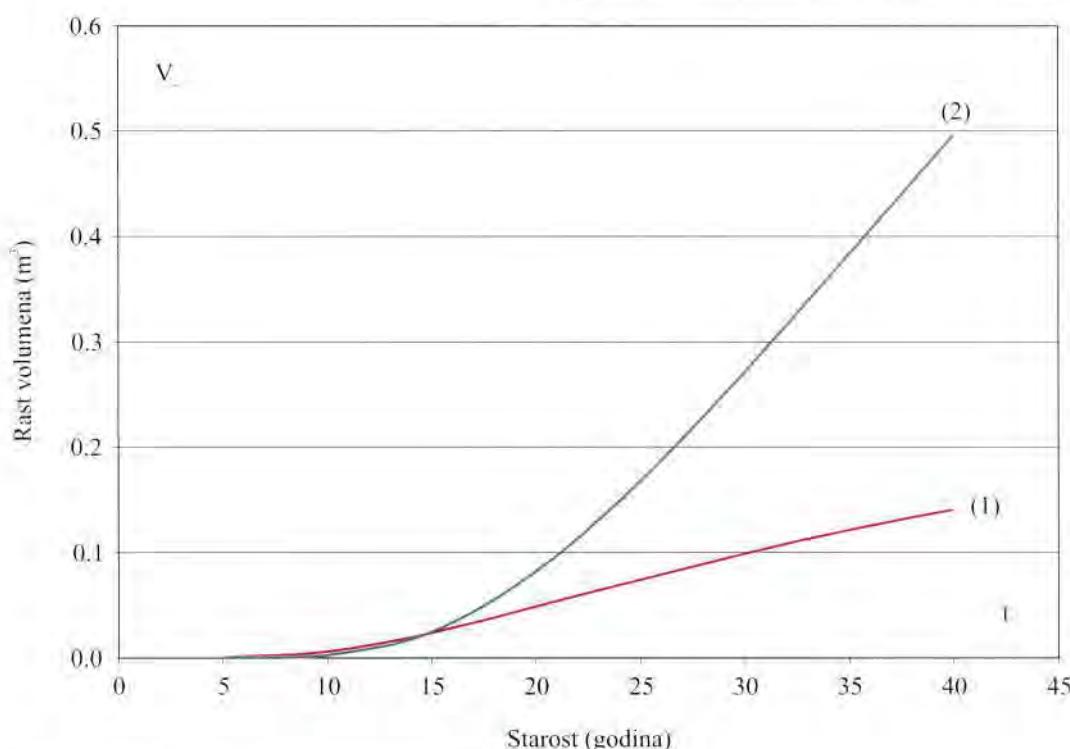
35 godine iznosio gotovo istovjetnih 0,72 cm godišnje. Upravo podatak da je došlo do zastoja u tečajnom debljinskom prirastu poslije dvadesete godine pokazuje potrebu prorjeđivanja sastojine u toj dobi.

Kao rezultat rasta stabla u visinu i debljinu je razvoj volumena stabla. Analiza volumognog rasta i prirasta prikazana je u tablici 4 i grafikonima 3 i 4.

Volumna analiza, stablo (2)

Tablica 4(2)

Starost t godina	Volumen m^3	Tečajni prirast		Prosječni prirast m^3
		periodični m^3	godišnji m^3	
38	0.53171			0.01399
35		0.06080	0.01216	
38	0.47091			0.01239
35		0.12778	0.02556	
33	0.34313			0.01040
30		0.12936	0.02587	
28	0.21377			0.00763
25		0.08781	0.01756	
23	0.12596			0.00548
20		0.06916	0.01383	
18	0.05680			0.00316
15		0.04524	0.00905	
13	0.01156			0.00089
10		0.00970	0.00194	
8	0.00186			0.00023
5		0.00180	0.00036	
3	0.00006			0.00002



Grafikon 3. Rast volumena donjeg stabla (1) i volumena gornjeg stabla (2)

Izjednačenje rasta volumena u odnosu na starost donjeg stabla iskazano je funkcijom:

$V_c = 0,41174 * e^{-43,08110/4}$, a gornjeg stabla funkcijom $V_c = 3,02519 * e^{-72,33833/4}$. Rast volumena pokazan je bez kore i odnosi se na deblo stabla. Za izračunavanje ukupnog volumena stabla dodan je volumen kore i volumen grana. Tako je izračunato da je ukupan volumen donjeg stabla s korom $0,1390 \text{ m}^3$, a gornjeg stabla $0,6072 \text{ m}^3$.

Na grafikonu 3 i u tablici 4 uočava se znatno superiorniji razvoj volumena stabla (2) u odnosu na volumen stabla (1).

Prosječni tečajni godišnji volumni prirast u ovisnosti sa starošću za donje stablo iskazan je funkcijom:

$$Y_c = -0,0045 + 0,00084 X + 0,000017 X^2,$$

a za gornje stablo funkcijom:

$$Y_c = -0,00791 + 0,00117 X + 0,0000039 X^2.$$

- 3) Tečajni debljinski prirast utvrđen metodom izvrtaka, sastojinska visinska krivulja, procjenjena drvna zaliha po hektaru
 3) The annual current diameter increment by Pressler method, stand height curve, provisional volume per hectare

Na temelju uzorka od 88 stabala i matematičko-statističke obrade, utvrđen je tečajni godišnji debljinski

Iz grafikona 4 vidljivo je da volumni prirast donjeg stabla počinje opadati u tridesetoj godini, dok se trend porasta prosječnog prirasta za gornje stablo i dalje nastavlja.

Prosječni dobni volumni prirast za gornje stablo u tridesetpetoj godini je $0,01239 \text{ m}^3$ i još znatno zaostaje za prosječnim tečajnim volumnim godišnjim prirastom koji iznosi u istoj starosti $0,02556 \text{ m}^3$. Izjednačenje ova dva prosječna prirasta očekuje se u osamdesetoj godini, na koliko je određena ophodnja crvenog hrasta.

Analizom stabla izračunat je faktor kore (K), koji za stablo (2) iznosi 1,0621, po čemu se zaključuje da je kora crvenog hrasta relativno tanka (0,90 cm).

Međutim, izračunati volumen kore u ukupnom volumenu stabla iznosi za stablo (2) 13,61 %.

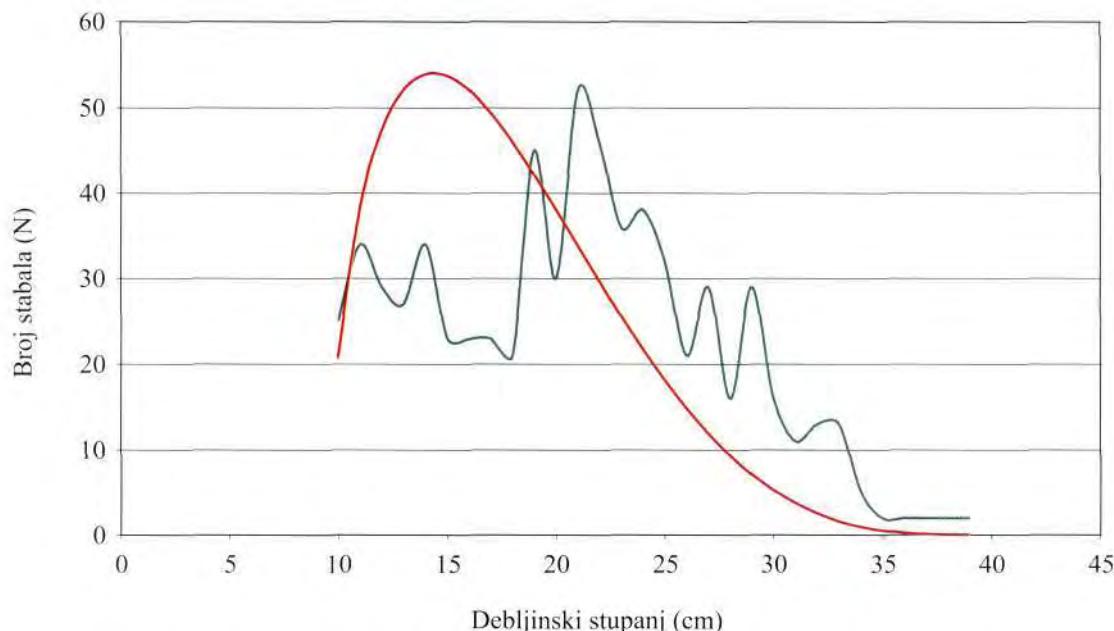
prirast crvenog hrasta. Obradjeni podaci prikazani su u tablici 5.

Tablica 5. Tečajni godišnji prirast i postotak tečajnog godišnjeg prirasta (metoda izvrtaka)

Gospodarska jedinica "Sjeverni Dilj I", odjel 1a							
Šumarija Pleternica T	Prsnii promjer (D) cm						T vrijeme prijelaza
	12.5	17.5	22.5	27.5	32.5	37.5	
6					4	2	6
7				1	2		7
8			1	4		1	8
9	1		4	3		1	9
10	2		6	3			10
11	2	1	4	2			11
12	2	6	4	1			12
13	6	4	1				13
14	3	2	1	1			14
15	2	2	2				15
16	4	1					16
17	1	1					17
18							18
Σ	23	17	23	15	6	4	88
Me	13.0	13.0	11.0	9.0	6.5	7.0	medijana
p %	6.15	4.40	4.04	4.04	4.77	5.81	post. prirasta
As	13.30	13.30	11.00	9.60	6.33	7.25	aritmet. sredina
z_1 (mm)	3.76	3.76	4.55	5.21	7.90	6.90	prir. po a. sred.
z_2 (mm)	3.85	3.85	4.55	5.56	7.70	7.14	prir. po med.
$r_Y = 0,244888$	$\delta_x = 8,54$	$r_{XY} = \frac{\sum XY - NX_a Y_a}{N\delta_x \delta_y} = 0,31$					
$r_y = 0,098677$	$\delta_y = 1,55$						

Tečajni godišnji prirast
(metoda izvrtaka)
 $Y_c = 4,497 + 0,034171 X$

Prirast (z_1)			
X_1	Y_1	Y_c	X_c
12.50	3.76	4.924	24.84
17.50	3.76	5.095	24.84
22.50	4.55	5.266	24.92
27.50	5.21	5.437	24.99
32.50	7.90	5.608	25.25
37.50	6.90	5.778	25.15
150.00	32.08	32.11	149.99



Grafikon 5. Konkretna i izravnata distribucija broja stabala po ha

Prema frekvenciji vremena prelaza (T) po debbljinskim stupnjevima od 12,5 do 37,5 cm prsnog promjera, izračunate su srednje vrijednosti, medijana i aritmetička sredina vremena prelaza. Za srednje vrijednosti (medijana, aritmetička sredina) izračunati su tečajni debbljinski prirasti z_1 i z_2 . Izjednačenje je obavljeno za podatke tečajnog godišnjeg prirasta po aritmetičkoj sredini iskazano je linearnom funkcijom:

$$Y_c = 4,497 + 0,034171 X.$$

Jačina veze (korelacije) po Chaddocku je neznatna, tj nema značajne i praktične vrijednosti veza između tečajnog godišnjeg prirasta i prsnog promjera. Izračunati koeficijent korelacije (po Pearsonu) $r_s = 0,098677$. Ukupni koeficijent korelacije $r = 0,31$.

Iz tablice 5 vidljivo je da se porastom debbljinskog stupnja tečajni godišnji debbljinski prirast blago povećava.

Sastojinska visinska krivulja konstruirana je na temelju izmjerjenih pedesetak visina crvenog hrasta u svim debbljinskim stupnjevima. Izjednačenje podataka obavljeno je funkcijom Mihajlova

$$H_v = 28,46166 * e^{-10,25373/D} + 1,3.$$

Porast visine je u nižim debbljinskim stupnjevima jači te se blago snižava u višim debbljinskim stupnjevima.

U debbljinskom stupnju 40 cm, crveni hrast doseže visinu 23,5 m.

Oblični broj izračunat je iz analize volumena donjeg, gornjeg primjernog stabla i srednjeg primjernog stabla i volumena valjka za isti prsnii promjer i visinu stabla. Oblični broj pokazuje trend smanjenja od nižih k višim debbljinskim stupnjevima. Za donje primjerno stablo oblični broj $f = 0,5646$, za srednje primjerno stablo, $f = 0,5822$, a za gornje primjerno stablo, $f = 0,4958$.

Ako se tako izračunati oblični broj usporedi sa Shiffelovim obličnim kvocijentom q_3 , kao kvocijentom promjera debla na polovici visine stabla i prsnog promjera istog stabla, dobit će se koeficijent punodrvnosti debla. Tako izračunati oblični kvocijent iznosi za stablo (1); $q_2 = 0,72337$, a za stablo (2); $q_2 = 0,56172$.

Približna drvna masa sastojine izračunata je množenjem volumena srednjeg primjernog stabla $0,355 \text{ m}^3$ s brojem stabala po hektaru 681. Izračunata je drvna masa crvenog hrasta u sastojini $241,76 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Obračunom drvne zalihe u konkretnoj sastojini prema tarifi 113, hrast lužnjak (Špiranec), koja je primijenjena prilikom izrade Osnove gospodarenja dobije se drvna masa crvenog hrasta konkretne sastojine ($0,56 \text{ ha}$) u iznosu od $280,43 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Razlika od $38 \text{ m}^3/\text{ha}$ u odnosu na procjenjanudrvnu masu po srednjem kubnom stablu ukazuje na moguće pogrešno odabran tarifni niz za hrast lužnjak.

4) Konkretna i teorijska distribucija broja stabala po debbljinskim stupnjevima

4) Concrete and theoretically distribution of trees per diameter grade

Izmjerom svih stabala u sastojini, odjel 1a, g.j. "Sjeverni Dilj I" po debbljinskim stupnjevima (stupanj

1 cm) dobivena je konkretna distribucija broja stabala po debbljinskim stupnjevima na površini 0,56 ha.

Ukupan broj stabala je 381, odnosno 681 / ha.

Izravnjanje distribucije broja stabala crvenoga hrasta po hektaru iskazano je beta – funkcijom:

$$f(x) = 0,000363267 * \Sigma (x - 9,50)^{0,66} * (39,50 - x)^{3,37}.$$

Na grafikonu 5 uočava se da je teorijska distribucija broja stabala po debljinskim stupnjevima lijevo (pozitivno) asimetrična, tj. pomaknuta prema nižim debljinskim stupnjevima ($\alpha < \gamma$, odnosno $0,66 < 3,37$) u odnosu na konkretnu distribuciju, koja je blago negativno asimetrična, pomaknuta udesno, a koeficijent asimetrije je $\beta_1 = -0,2043$.

Koeficijent zaobljenosti je $\beta_2 = -0,7592$, tj. spljoštenost ili zaobljenost konkrete distribucije je negativna. Normalna distribucija šiljastija je od konkretne.

I mjera asimetričnosti i mjera zabljenosti pokazuje da

je konkretna distribucija stabala po debljinskim stupnjima različita od normalne, tj. ima negativnu asimetriju i negativnu zaobljenost. Broj stabala po hektaru iznad srednjeg sastojinskog stabla, (aritmetička sredina je 20,86 cm) veći je nego je po normalnoj distribuciji. Iznad srednjeg sastojinskog stabla nalazi se 315 stabala, dok normalna distribucija pokazuje 154 stabala.

Zamjećuje se nedostatak stabala u nižim debljinskim stupnjevima 12,5 i 17,5, a ima višak stabala u debljinskim stupnjevima 22,5, 27,5 i 32,5.

Prema podacima doznake za njegovu sastojine proredom uočava se da je nepotrebno mnogo stabala doznačeno 1996. godine u debljinskim stupnjevima 12,5, i 17,5, ukupno 100 stabala po hektaru, a u svim višim debljinskim stupnjevima 45 stabala po hektaru.

DISKUSIJA – Discussion

Iako je sastojina crvenoga hrasta osnovana kao kultura dvogodišnjim sadnicama, počela se razvijati prema zakonitostima prirodne sastojine, kao ekosustava koji se formira na bazi inter-retro djelovanja. Pojedini individui sastojine u međusobnoj utakmici bore se u mikroedafskim i mikroklimatskim uvjetima, te prema genetskoj produktivnoj sposobnosti zauzimaju prema rastu, prirastu i razvoju svoje mjesto u sastojini.

Distribucija stabala po horizontalnoj i vertikalnoj strukturi sastojine više nije slučajna, ona postaje zakonitost, mjera asimetrije pomiciće se s lijeve u desnu stranu u korelaciji sa starošću, a zaobljenost (spljoštenost) je sve veća.

Analizom visinskog, debljinskog i volumnog rasta prirasta i razvoja utvrđena je navedena zakonitost razvoja sastojine kao skupa živih individua, te je pokazano da je donje stablo u mladosti, između 10 i 15 godina imalo brži visinski, debljinski i volumni rast i prirast. Usljed konkurenциje okolnih stabala bilo je potisnuto u nuzgrednu i podstojnu etažu, dok je drugo stablo uslijed okolišnih uvjeta zauzelo položaj u dominantnoj etaži.

U gospodarenju sastojinom crvenoga hrasta nije uvažena činjenica da je nakon maksimalnog visinskog

prirasta između petnaeste i dvadesete godine trebalo obaviti njegovu sastojine proredom uz uvažavanje normalnosti distribucije stabala po debljinskim stupnjevima.

Odabir stabala za sječu i sječa proredom obavljena je relativno kasno, u tridesetpetoj godini i u neadekvatnim debljinskim stupnjevima.

Prema podacima analize gornjeg primjernog stabla vidljivo je da je tečajni godišnji debljinski prirast posljednjih petnaestak godina na istoj razini (0,72 cm /god), a tečajni godišnji prirast dobiven metodom izvrtaka pokazuje da ne postoji jaka veza između prsnog promjera i debljinskog prirasta ($r = 0,31$).

Kao pokazatelj poremećenog normaliteta sastojine je pojava obilnog pomlatka i izbojaka iz panja crvenoga hrasta, kao poslijedica "niske prorede". Stabla u dominantnoj etaži su punodrvna s visokim težistem, sa slabo razvijenom krošnjom te nakon prorede dolazi do vjetroizvala koje su pored navedenog pospješene edafskim čimbenicima (lesivirano tlo na glinovitim laporima). Međutim, preostala stabla u podstojnoj etaži su zdrava i vitalna. To potvrđuje činjenicu da crveni hrast dobro podnosi zasjenu, da mu je za razvoj dovoljno i difuzno svjetlo.

ZAKLJUČCI – Conclusions

U istraživanju sastojini, starosti 40 godina u omjeru smjese s drugim vrstama (kitnjakom, grabom, trešnjom, lipom) crveni hrast je sudjelovao s 81 %.

Srednji sastojinski prjni promjer je 20,86 cm, srednja sastojinska visina 18,71 m, prosječno kubno stablo je $0,355 \text{ m}^3$, broj stabala po hektaru 681, a drvna zaliha crvenog hrasta $241,76 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Visinski tečajni godišnji prirast crvenoga hrasta najveći je između 5. i 15. godine. Tečajni godišnji deb-

ljinski prirast, dobiven analizom stabla, je između 15. i 20. godina starosti, iznosi prosječno 1,00 cm godišnje, a izračunat metodom izvrtaka 1,07 cm godišnje.

Nije utvrđena znatna veza (korelacija) između povećanja prsnog promjera i tečajnog godišnjeg prirasta. Izračunati koeficijent korelacijske $r = 0,31$.

Sastojina crvenoga hrasta osnovana kao kultura dvogodišnjim sadnicama, razvija se prema zakonitostima prirodne sastojine.

Teorijska, beta – distribucija broja stabala po debljinskim stupnjevima je lijevo (pozitivno) asimetrična, tj. pomaknuta prema nižim debljinskim stupnjevima ($\alpha < \gamma$, odnosno $0,66 < 3,37$) u odnosu na konkretnu distribuciju, koja je blago negativno asimetrična, pomaknuta udesno, a koeficijent asimetrije je $\beta_1 = -0,2043$.

Koeficijent zaobljenosti je $\beta_2 = -0,7592$, tj. spljoštenost ili zaobljenost konkretnе distribucije je negativna. Normalna distribucija je šiljastija od konkretnе.

Gospodarenje sastojinom treba prilagoditi utvrđenim parametrima, tj njegu sastojine provoditi u vremenu i prostoru te intenzitetom koji su u skladu s njima.

LITERATURA – References

- Bezak, K. 1992: Prigušene oscilacije fenomena rasta i prirasta praćene Levakovićevim analitičkim izrazima, Zbornik o Antunu Levakoviću, Vinkovci.
- Bezak, K., 1997: Visinske krivulje i jednoulazne volumne tablice hrasta lužnjaka u šumama vlažnog tipa, Radovi, Šumarski institut, Jastrebarsko, broj 2.
- Emrović, B., 1960: O najpodesnijem obliku izjednadžbene funkcije potrebne za računsko izjednačivanje pri sastavu dvoulaznih drvno – gromadnih tablica, Glasnik za šumske pokuse, knjiga 14, Zagreb.
- Gospodarska jedinica, "Sjeverni Dilj I" (1991-2001) Osnova gospodarenja (1998 - 2007).
- Horvat, J. 1995: Statistika pomoću SOSS / PC +, Ekonomski fakultet Osijek, Osijek.
- Hren, V. i Kovačić, Đ. 1987: Normalna raspodjela stabala po debljinskim stupnjevima i dobnim razredima...; Radovi, Šumarski institut Jastrebarsko.
- Klepac, D. 1963: Rast i prirast šumskih vrsta drveća i sastojina, Nakladni zavod, Znanje, Zagreb.
- Klepac, D. 1965: Uređivanje šuma, Nakladni zavod Znanje, Zagreb.
- Klepac, D. i Kovačić, Đ. 1993: Još jedna mogućnost primjene jednadžbi funkcije rasta, Analiz za šumarstvo 18 / 2, str. 41-53 (1-13), Zagreb. Šumarski institut Jastrebarsko, broj 78.
- Kovačić, Đ. 1993: Zakon rasta i numeričko bonitiranje šuma, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Glasnik za šumske pokuse 29, str. 77-132, Zagreb.
- Levaković, A. 1938: Fiziološko-dinamički osnovi funkcija rastenja, Glasnik za šumske pokuse, Zagreb.
- Matić, S. 1991: Njega šuma proredom, Šumarski fakultet, Hrvatske šume, Zagreb.
- Petz, B. 1997: Osnovne statističke metode za nematematičare, "Naklada Slap", Jastrebarsko.
- Pranjić, A., 1979: Standardne visinske krivulje i jednoulazne tablice hrasta lužnjaka, Šumarski list, br. 7-8, Zagreb.
- Pranjić, A. i Lukić, N. 1997: Izmjera šuma, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 1997.
- Prpić, B., Rauš, Đ. Prebjedić, P. 1981: Mogućnost unošenja crvenog hrasta u šumska staništa SR Hrvatske (*Quercus borealis maxima* Sarg.), Šumarski list, Zagreb.
- Rauš, Đ.: Šumarska fitocenologija (skripta) Zagreb.
- Serdar, V.: Udžbenik statistike, Školska knjiga – Zagreb.
- Šćitaroci Mladen Obad: Hrvatska parkovna baština, zaštita i obnova, Školska knjiga, Zagreb.
- Špiranec, M. 1975: Prirasno prihodne tablice (hrst lužnjak, kitnjak, bukva, grab, pitomi kesten), Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb.
- Šumarska enciklopedija, (I - II), JLZ, Zagreb, 1963, i (I - III), JLZ, Zagreb.
- Vukelić, J., Rauš, Đ. 1998: Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

SUMMARY: Red oak (*Quercus borealis maxima* Sarg.) was introduced in Požega Valley forty years ago. In the past period, red oak was denominated and managed as *Quercus robur*.

The paper deals with ecological conditions of the site (geographical, geological, pedological, climatic) and management characteristics of red oak.

The investigation presents data analysis of two trees (inferior and superior model trees, by Hohenadel) in the observed period (40 years). The annual current diameter increment was measured with the Pressler method, as were the stand height curve, the shape number and shape quotient.

The provisional volume per hectare of red oak and the concrete and theoretical distribution of trees per diameter grades were based on the above parameters.

Statistical analysis and mathematical function show basic characteristics of growth and increment height, diameter and volume by ages. There is no proportion (correlation) between the annual current diameter increment and the diameter grades ($r_s = 0.098677$, by Pearson).

Key words: red oak, ecological conditions of the site, tree analysis, growth and increment, annual current diameter increment, concrete and theoretical distribution.