

MODELI SASTOJINA HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.) I NJIHOVA NOVČANA VRIJEDNOST PRODUKCIJE DRVNIH SORTIMENATA

MODELS OF PEDUNCULATE OAK (*Quercus Robur* L.) STANDS AND THE MONETARY VALUE OF WOOD ASSORTMENT PRODUCTION

Karlo BEZAK*

SAŽETAK: Autor istražuje novčanu vrijednost produkcije drvnih sortimenata u šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) vlažnoga tipa II–G–20. Nastavak su istraživanja zakonitosti rasta, produkcije i potrajnosti gospodarenja šumama Republike Hrvatske. Istraživanja su pokazala veliku varijabilnost razvojnog tijeka sastojinske debljinske strukture, što je posljedica, uz stanišne čimbenike, različitog pristupa i načina gospodarenja u proteklom vremenu. Oslanjajući se na spoznaje i zakonitosti razvojnog tijeka sastojinske strukture, napravljeni su teoretski modeli uređene šume hrasta lužnjaka u formi prirasno-prihodnih tablica.

Simulacijom triju modela s različitim brojem stabala i s podjednakim razvojnim tijekom temeljnice, postiže se podjednaka produkcija volumena, ali je novčana vrijednost drvnih sortimenata različita.

Novčana vrijednost produkcije drvene mase utvrđena je na temelju udjela drvnih sortimenata u volumenu krupnog drva iznad 7 cm promjera, Štefančić (1997) i Cjenika glavnih šumskih proizvoda za međunarodno tržište Hrvatskih šuma (UR. BROJ: DIR-01/02-1276).

Odnos prosječne novčane vrijednosti godišnje produkcije drvnih sortimenata hrasta lužnjaka na kraju ophodnje je 0.43 : 0.34 : 0.23, u korist modela s razvojnim tijekom broja stabala manjim od prosječnog. Ukupna novčana vrijednost međuprihoda (zbroj proreda) u sva tri modela je 1/3 vrijednosti sveukupnog ili približno 1/2 glavnog prihoda.

Tijekom propisane ophodnje od 140. godina, sva tri modela ne pokazuju kulminaciju tečajnog godišnjeg prirasta novčane vrijednosti drvnih sortimenata, kao ni poprečnu novčanu vrijednost sveukupne produkcije.

Istraživanja su pokazala da je nužno u uređajnim elaboratima priložiti i modele sa svim strukturnim elementima i smjernicama, kako bi provoditelj uređajnog elaborata postigao cilj gospodarenja.

Funkcija Schumacher – Hall-a je najpovoljnija za primjenu u praksi kao model za izradu sortimentnih tablica i tablica novčane vrijednosti drvene mase.

Glavne riječi: hrast lužnjak, prirasno-prihodne tablice, produkcija, novčana vrijednost drvnih sortimenata.

1. UVOD – Introduction

Cilj gospodarenja u šumama hrasta lužnjaka, uz očuvanje stabilnosti ekosustava i potrajnosti prihoda, je produkcija furnirske i deblje pilanske oblovine. Po-

znavanje zakonitosti razvojnog tijeka debljinske i visinske distribucije stabala te odnosa debljinskog i visinskog prirasta, jedina je alternativa održivom razvoju. Razvoj odnosa tečajnog godišnjeg volumnog prirasta i prosječnog prirasta sveukupne produkcije ključni su

* Dr. sc. Karlo Bezak, dipl. ing. šum., HŠ d.o.o., Zagreb, Lj. F. Vukotinovića 2.

parametri za dijagnozu produktivnosti neke sastojine. Intenziteti proreda kvantitativno su određeni etatom, a kvaliteta ovisi o znanju i iskustvu uzgajivača Hren i dr. (1988). Usporedbom modelnih i stvarnih distribucija planira se uzgojni zahvat kojim bi se što više približili cilju gospodarenja.

Sastojine su jamačno najsloženiji makrosustavi koji se kontinuirano mijenjaju, a razlikuju se po svojoj strukturi. Osnovni elementi strukture sastojina su broj stabala sa svojom debljinskom i visinskom distribucijom, strukturom prirasta, strukturom volumena i drugih elemenata. Svi elementi strukture jednodobnih sastojina su prolaznog karaktera i sa starošću se mijenjaju. Poznavanje tih promjena i zakonitosti razvojnog tijeka sastojinske strukture znakovito je za provođenje pravnog gospodarenja.

2. PROBLEM I CILJ ISTRAŽIVANJA – Problem and research objective

Prirasno-prihodne tablice i njihova grafička interpretacija omogućuje praćenje i analizu razvoja rasta, prirasta i produkcije jednodobnih sastojina od početka do kraja ophodnje. To su teoretski modeli koji mnogi autori nazivaju *apstrakcijom visokog stupnja*.

Da bi postigli propisani cilj gospodarenja, produkciju furnirske i deblje pilanske oblovine, najvažniji je izbor modela sa svim elementima razvojnog tijeka sastojinske strukture. Izbor prirasno-prihodnih tablica dodatno otežava provođenje načina i intenziteta proreda. Najveći broj sastojina razlikuje se od normalne debljin-

Treba istaći važnu pojavu u šumi koja se odlikuje zakonitošću, koja se nikada ne prekida, i giba se različitim intenzitetom, to je borba za opstanak. Borba za opstanak vodi do prirodnog odabiranja, tj. prirodnog diferenciranja stabala. Proces diferenciranja stabala ostvaruje se najvećom energijom u mladosti. U borbi za prostor neka stabla postignu dominantan položaj, a druga potisnut ili prigušen. Neposredna uloga šumara uzgajivača u toj borbi je odlučujuća za produkciju drvnih sortimenata najveće kvalitete.

Razvojni tijek prsnih promjera hrasta lužnjaka očituje se velikom varijabilnošću, što je posljedica stanišnih čimbenika, učestalosti šumskouzgojnih radova i različitog intenziteta prorjeđivanja u tim sastojinama.

Ili je sastojina otišla predaleko, ili je zaostala u razvoju, što je i najčešći slučaj. U našim šumama hrasta lužnjaka primjenjivale su se tablice stranih autora za staništa koja se bitno razlikuju od naših, a nisu ni razlikovale hrast lužnjak od hrasta kitnjaka, već se pod imenom hrasta upotrebljavaju za obje vrste drveća. To su tablice Wimmenauera (1990), Schwappacha (1929), Gehrharda (1930), Jüttnera (1955), i dr. Za naše lužnjakove šume odgovarale su Wimmenauerove prirasno-prihodne tablice, sve do vremena kada su se počele provoditi umjerene i jače prorede Klepac (1996).

Tablica 1. Usporedba razvojnog tijeka broja stabala i srednjeg prsnog promjera na 1 hektaru površine s prirasno-prihodnim tablicama domaćih i stranih autora

Table 1. A comparison of the developmental course of tree numbers and the mean breast diameter in 1 ha with yield tables of Croatian and foreign authors

Years- Godina	Modeli – prirasno-prihodne tablice – Models – yield tables															
	Bezak						Cestar		Špiranec		Klepac		Wimmenauer		Jüttner	
	Model 1 Model 1		Model 2 Model 2		Model 3 Model 3		II-G-20		I bonitet I site class		I bonitet I site class		I bonitet I site class		Jake prorede I bonitet Severe thinning I site class	
	N	D cm	N	D cm	N	D cm	N	D cm	N	D cm	N	D cm	N	D cm	N	D cm
20	1948	6.7	2345	6.2	2912	5.5	6990	6.0	6230	5.7			4820	6.5	4835	6.4
30	1044	12.6	1300	11.3	1669	10.0	2125	11.5	2110	11.4	2057	10.0	2150	11.0	2419	9.7
40	636	18.7	804	16.7	1050	14.6	1135	16.5	1030	17.6	1051	15.0	1250	15.5	1340	13.4
50	439	24.5	557	21.8	731	19.0	720	21.5	630	23.6	708	20.0	800	20.5	848	17.1
60	327	30.0	413	26.7	541	23.3	510	26.5	440	29.3	500	25.0	586	25.0	588	20.8
70	258	35.1	323	31.4	420	27.5	375	31.5	325	34.6	352	31.0	463	29.0	433	24.5
80	209	40.1	259	36.0	335	31.7	300	36.0	260	39.4	281	36.0	388	32.5	331	28.0
90	172	45.2	213	40.7	274	35.8	240	40.5	210	43.8	232	41.0	328	36.0	262	32.0
100	145	50.3	177	45.3	227	40.0	195	45.0	180	47.8	202	45.0	281	39.5	213	35.7
110	122	55.5	150	50.1	192	44.2	165	49.0	155	51.4	176	49.0	243	43.0	176	39.4
120	104	60.7	128	54.8	164	48.4	140	53.0	140	54.6	153	53.0	211	46.5	148	43.2
130	90	65.9	111	59.5	142	52.6			120	57.5	138	56.0	187	50.0	127	47.0
140	79	71.1	97	64.3	124	56.8			110	60.1	126	59.0	168	53.3	110	50.8
150	70	76.3	86	69.0	110	61.0			101	62.1	118	61.0	152	56.5		

Prve domaće prirasno-prihodne tablice za hrast lužnjak na tri boniteta objavio je Špiranec (1969).

Za posavske šume hrasta lužnjaka na I. bonitetu tablice je izradio Klepac (1976).

Prirasno-prihodne tablice za hrast lužnjak po ekološko-gospodarskim tipovima objavljene su u Radovima šumarskog instituta, Bezak, Cestar i dr. (1989).

Kako bi obuhvatili sve razvojne oblike i specifičnosti razvojnog tijeka sastojina hrasta lužnjaka, konstruirana su tri modela (prirasno-prihodne tablice) za šume vlažnog tipa EGT: II – G – 20, Bezak i dr. (1993).

Odnos razvojnog tijeka broja stabala i srednjeg prsnog promjera na 1 hektaru površine te usporedba s prirasno-prihodnim tablicama domaćih i stranih autora prikazan je u Tablici 1. i slici 1.

Ova analiza pokazuje, da se s razvojem većeg broja stabala postižu manji prsni promjeri i obrnuto. Korelacija je jaka, prema ovoj analizi $r = 0,8$. Primjenom stranih tablica uz propisanu ophodnju možemo uzgajati samo pilanske trupce, a to nije cilj gospodarenja sastojinama hrasta lužnjaka. I prirasno-prihodne tablice, Špiranca, Klepca, Cestara kao i M-3 pokazuju razvojni tijek većeg broja stabala. Naš hrast lužnjak poznat je u svijetu po svojoj strukturi, teksturi i kvaliteti te može dati mnogo više.

Cilj je istraživanja utvrditi novčanu vrijednost drvnih sortimenata za tri modela, vrijednost tečajnog godišnjeg prirasta i njihovu poprečnu vrijednost sveukupne produkcije u Eurima.

Model-1 (M-1) s razvojnim tijekom manjeg broja stabala od prosječnog – za produkciju furnirskih trupaca.

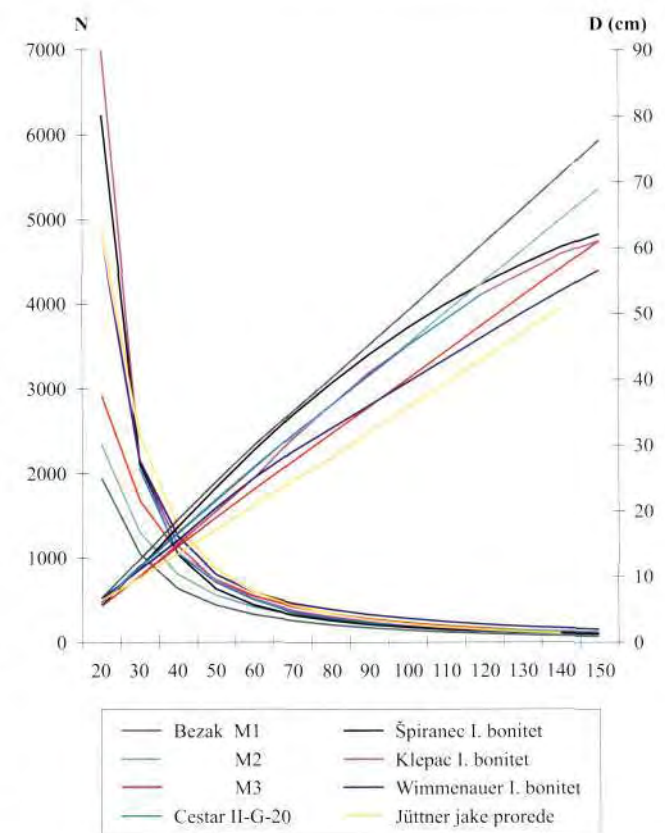
Model-2 (M-2) s razvojnim tijekom prosječnog broja stabala - za produkciju furnirskih i pilanskih trupaca.

3. MATERIJAL I METODE – Material and methods

Oslanjajući se na osobne spoznaje, spoznaje drugih istraživača te zakonitosti razvojnog tijeka sastojinskih struktura, konstruirana su 3 modela za hrast lužnjak vlažnoga tipa Bezak (1990, 1992 i 1993) Modeli su napravljeni suvremenim alatima, kompleksnim jednadžbama rasta i razvoja sastojinske debljinske strukture. Obuhvatili su zakonitosti i specifičnosti razvojnog tijeka debljinskog prirasta, zakonitosti razvojnog tijeka debljinske distribucije prsnih promjera i pomaka visinskih krivulja.

Parametri Levakovićeve funkcije c_1 i c_2 , jednadžbe druge derivacije debljinskog rasta srednjeplošnih stabala, parametri a i b visinskih krivulja za sva tri modela prikazani su u Radovima šumarskog instituta broj 1-2 1993, Bezak i dr. (1993).

Jednoulazne tablice i volumeni sastojine obračunati su na osnovi razvojnog tijeka visinskih krivulja i dvoulaznih tablica (drvnogromadnih) Špiranec



Slika 1. Odnos razvojnog tijeka broja stabala i srednje sastojinskog prsnog promjera hrasta lužnjaka istraživanih modela i prirasno-prihodnih tablica drugih autora.

Figure 1 The relationship between the developmental course of tree numbers and the pedunculate oak mean stand breast diameter in the studied models and the yield tables of other authors.

Model 3 (M-3) s razvojnim tijekom većeg broja stabala od prosječnog – za produkciju pilanskih trupaca.

(1975). Parametri dvoulaznih tablica za krupno drvo (iznad 7 cm) izračunati su računski Bezak (2001) i njihova jednadžba glasi:

$$v = 0.000042655 d^{2.0629283} h^{0.9145876}$$

Za izradbu dvoulaznih i jednoulaznih volumnih tablica izrađen je cjelovit kompjutorski program Bezak, Slunjski (1990).

Buduća debljinska distribucija prsnih promjera, volumni prirast sastojine i prirasni nizovi po dobnim razredima obračunati su Hufnaglovom metodom Klepac (1963).

Novčana vrijednost produkcije utvrđena je na temelju udjela drvnih sortimenata u volumenu krupnog drva iznad 7 cm promjera Štefančić (1997) i Cjenika glavnih šumskih proizvoda za međunarodno tržište Hrvatskih šuma (UR. BROJ: DIR-01/02-1276). Primijenjene su cijene – franko šumska cesta, nisu isključeni

troškovi sječe i izrade, pa prema tome vrijednosti produkcije drvnih sortimenata imaju ista ograničenja.

Računsko izjednačenje vrijednosti drvnih sortimenata u Eurima, 281 modelnog stabla hrasta lužnjaka izvršeno je kao i dvoulazne volumne tablice po funkciji Schumacher – Hall-a (1959). Novčana vrijednost drvnih sortimenata modelnih stabala procijenjena je u oborenom stanju i nisu istog ekološko-gospodarskog tipa.

Regresijski model dvoulaznih tablica vrijednosti drvnih sortimenata vr_{ds} hrasta lužnjaka glasi.

$$vr_{ds} = -8.77167968 d^{3.50713458} h^{2.12978649}$$

Na temelju tog regresijskog modela i visinskih kriulja konstruirane su jednoulazne tablice novčane vri-

jednosti drvnih sortimenata hrasta lužnjaka za svaki istraživani model. Korišten je isti kompjutorski program kao i za volumne tablice. Jednoulazne tablice novčane vrijednosti drvnih sortimenata konstruirane su na istoj pretpostavci kao i jednoulazne volumne tablice, kako stabla iste vrste drveća, određenog debljinskog stupnja, na datom bonitetu teže istoj visini i istom obličnom broju te analogno tome i istoj sortimentnoj strukturi odnosno vrjednosti. Obračun novčane vrijednosti drvnih sortimenata jednostavan je kao i obračun drvene zalihe.

- Zbog programskih rješenja u decimalnim mjestima izjednačene vrijednosti su u centima i treba ih množiti sa 100 da bi se dobila vrijednost stabla u Eurima.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA – Research results

Sastav prirasno-prihodnih tablica vrijednosti drvnih sortimenata u Eurima, analogan je sastavu prirasno-

prihodnih tablica volumena u m³. Za sva tri modela već su objavljene prirasno-prihodne tablice za šume vlaž-

Tablica 2. Prirasno-prihodna tablica novčane vrijednosti drvnih sortimenata hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u II-G-20/M-1
Table 2 Yield table of monetary value of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) wood assortments in II-G-20/M-1

Godine Year s	Glavna sastojina Principal stand					Prorede Thinning			Zbroj vrjed- nosti proreda The sum total of thinning value	Ukupna vrijednost produk- cije vrijed- nosti Total produc- tion value	Postotak tečaj. god. prirasta nosti The per- centage of current annual increment	Tečajni god. prirasta vrijed- nosti The cur- rent annual value increment	Poprečna vrijednost Transversal value	
	N	d _g	h _g	V	Vr	N	V	Vr					Glavne sasto- jine Princi- pal stands	Sveu- kupne produk- Overall produc- tions
	kom	cm	m	m ³	Eura	kom	m ³	Eura						
20	1948	6.7	8.8	29.7	50	904	12.9	20	20	50	92.6	46.3	2.5	2.5
30	1044	12.6	14.1	94.0	493	408	37.6	195	215	513	34.8	171.6	16.4	17.1
40	636	18.7	18.3	166.0	2014	197	50.8	614	829	2229	17.6	354.1	50.4	55.7
50	439	24.5	21.6	236.3	4941	112	61.3	1337	2166	5770	10.9	538.9	98.8	115.4
60	327	30.0	24.3	294.6	8993	69	61.2	1834	4000	11159	9.2	828.0	149.9	186.0
70	258	35.1	26.5	351.5	15439	49	68.8	3176	7176	19439	7.0	1076.5	220.6	277.7
80	209	40.1	28.3	399.0	23028	37	70.0	4218	11394	30204	5.6	1294.2	287.9	377.6
90	172	45.2	30.5	442.8	31752	27	72.2	5429	16823	43146	5.0	1577.5	352.8	479.4
100	145	50.3	31.5	484.1	42098	23	77.9	6615	23438	58921	4.7	1996.8	421.0	589.2
110	122	55.5	32.8	517.1	55451	18	74.5	8020	31458	78889	3.9	2174.9	504.1	717.2
120	104	60.7	34.0	550.6	69180	14	74.4	9389	40847	100638	3.9	2725.5	576.5	838.7
130	90	65.9	35.0	581.3	87046	11	72.7	11649	52494	127893	3.2	2808.3	669.6	983.8
140	79	71.1	36.0	615.3	103482	9	77.9	11475	63971	155976	3.2	3296.9	739.2	1114.1
150	70	76.3	36.8	639.8	124974					188945			833.2	1259.6

noga tipa hrasta lužnjaka Bezak i dr. (1993), a model s prosječnim brojem stabala *M-2* u monografiji "Hrast lužnjak u Hrvatskoj" K le p a c (1996).

- Zbog programskih rješenja u decimalnim mjestima izjednačene vrijednosti su u centima i treba ih množiti sa 100 da bi se dobila vrijednost stabla u Eurima.

Prirasno-prihodna tablica *M-1* novčane vrijednosti drvnih sortimenata hrasta lužnjaka na 1 hektaru površine u Eurima s razvojnim tijekom manjeg broja stabala od prosječnog – za produkciju furnirskih trupaca prikazana je u Tablici 2.

Prirasno-prihodna tablica *M-2* novčane vrijednosti drvnih sortimenata hrasta lužnjaka na 1 hektaru površine u Eurima s razvojnim tijekom prosječnog broja stabala – za produkciju furnirskih i pilanskih trupaca prikazana je u Tablici 3.

Prirasno-prihodna tablica *M-3* novčane vrijednosti sastojina hrasta lužnjaka na 1 hektaru površine u Eurima s razvojnim tijekom većeg broja stabala od prosječnog – za produkciju pilanskih trupaca prikazana je u Tablici 4.

Tablica 3. Prirasno-prihodna tablica novčane vrijednosti drvnih sortimenata hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u II–G–20/M-2

Table 3 Yield table of monetary value of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) wood assortments in II–G–20/M-2

Godine Year s	Glavna sastojina Principal stand					Prorede Thinning			Zbroj vrijednosti proreda The sum total of thinning value	Ukupna vrijednost produkcije vrijednosti Total production value	Postotak tečaj. god. prirasta prirasta nosti The per- centage of current annual increment	Tečajni god. prirasta vrijed- nosti The cur- rent annual value increment	Poprečna vrijednost Transversal value	
	N	d _g	h _g	V	Vr	N	V	Vr					Glavne sasto- jine Princi- pal stands	Sveu- kupne produkc. Overall produc- tions
	kom	cm	m	m ²	Eura	kom	m ²	Eura					Eura	Eura
20	2345	6.1	8.5	35.9	58	1045	14.8	22	22	58	67.6	39.2	2.9	2.9
30	1300	11.1	12.8	90.4	428	496	36.0	193	215	450	30.4	130.2	14.3	15.0
40	804	16.4	16.2	157.9	1537	247	46.8	442	657	1752	17.2	264.8	38.4	43.8
50	557	21.4	19.2	225.5	3743	144	58.9	957	1614	4400	10.8	405.1	74.9	88.0
60	413	26.2	22.2	281.4	6837	90	61.6	1465	3079	8451	9.4	643.8	113.9	140.9
70	323	30.9	25.2	333.2	11810	64	66.4	2435	5514	14889	7.0	830.2	168.7	212.7
80	259	35.5	27.9	378.6	17677	46	67.8	3150	8664	23191	5.6	996.1	221.0	289.9
90	213	40.1	30.3	421.8	24488	36	72.7	4273	12937	33152	4.9	1202.8	272.1	368.4
100	177	44.7	32.4	457.9	32243	27	70.2	4877	17814	45180	4.9	1597.4	322.4	451.8
110	150	49.3	34.1	495.2	43340	22	68.6	5660	23474	61154	4.2	1829.7	361.2	555.9
120	128	54.0	35.4	532.8	55977	17	77.6	8203	31677	79451	3.4	1920.7	466.5	662.1
130	111	58.9	36.3	555.6	66981	14	68.9	7685	39362	98658	3.4	2283.6	515.2	758.9
140	97	63.3	36.8	582.7	82132	11	66.8	8986	48348	121494	3.0	2481.6	586.7	867.8
150	86	68.0	36.8	619.1	97962					146310			653.1	975.4

Tablica 4. Prirasno-prihodna tablica novčane vrijednosti drvnih sortimenata hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u II-G-20/M-3Table 4 Yield table of monetary value of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) wood assortments in II-G-20/M-3

Godine Year s	Glavna sastojina Principal stand					Prorede Thinning			Zbroj vrijednosti proreda The sum total of thinning value	Ukupna vrijednost produkcije vrijednosti Total production value	Postotak tečaj. god. prirasta vrijednosti The per- centage of current annual value increment	Tečajni god. prirasta vrijednosti The cur- rent annual value increment	Poprečna vrijednost Transversal value	
	N	d _g	h _g	V	Vr	N	V	Vr					Glavne sastojine Principal stands	Sveu- kupne produk. Overall produc- tions
	kom	cm	m	m ²	Eura	kom	m ²	Eura					%	Eura
20	2912	5.5	7.8	32.6	29				29			1.5	1.5	
						1243	13.9	12	12		51.7	15.0		
30	1669	10.0	13.1	85.1	167				179			5.6	6.0	
						619	31.6	62	74		46.3	77.3		
40	1050	14.6	17.2	150.5	878				952			22.0	23.8	
						319	45.7	268	342		19.4	170.0		
50	731	19.0	20.4	211.6	2310				2652			46.2	53.0	
						190	55.0	600	942		12.4	286.5		
60	541	23.3	23.0	266.0	4575				5517			76.3	92.0	
						121	59.5	1023	1965		8.9	408.0		
70	420	27.5	25.2	315.4	7632				9597			109.0	137.1	
						85	63.8	1543	3508		7.2	547.7		
80	335	31.7	27.2	359.9	11566				15074			144.6	188.4	
						61	65.5	2106	5614		5.1	593.6		
90	274	35.8	28.9	398.2	15396				21010			171.1	233.4	
						47	68.3	2641	8255		5.8	899.2		
100	227	40.0	30.5	433.3	21747				30002			217.5	300.0	
						35	66.8	3353	11608		4.8	1050.4		
110	192	44.2	31.9	470.3	28988				40506			263.5	369.1	
						28	68.6	4227	15835		4.3	1242.4		
120	164	48.4	33.2	502.2	37095				52930			309.1	441.1	
						22	67.4	4976	20811		3.8	1406.8		
130	142	52.6	34.3	532.4	46187				66998			355.3	515.4	
						18	67.4	5855	26666		3.4	1576.4		
140	124	56.8	35.4	559.4	56096				82762			400.7	591.1	
						14	63.2	6333	32999		3.1	1755.3		
150	110	61.0	36.4	588.4	67316				100315			448.8	668.8	

5. RASPRAVA – Discussion

Razvoj odnosa tečajnog volumnog prirasta i prosječnog prirasta sveukupne produkcije ključni su parametri za dijagnozu produktivnosti šuma. Vrijeme kada se sijeku krivulje tečajnog volumnog prirasta i krivulje prosječnog prirasta sveukupne produkcije, određuje donju granicu ophodnje. Prema tome, smjernice gospodarenja koje se propisuju na osnovi tih parametara mogu imati dalekosežne posljedice na potrajnost prihoda drvene mase i normalitet u Hrvata najvrednijih šuma.

Kulminacija sastojinskog tečajnog godišnjeg volumnog prirasta za $M-I$, $t_{45} = 12.24$ m³/ha nastaje u 45. godini. Krivulja prosječnog prirasta sveukupne produkcije siječe se s krivuljom tečajnog prirasta poslije

130. godine. To znači da bi smo uz normalan tretman sastojina trebali postići, u vrijeme druge kulminacije debljinskog prirasta maksimalnu produkciju volumnog i poprečnog prirasta od 9.5 m³/ha ili sveukupnu produkciju u 140. g. 1432 m³/ha, Bezak i dr. (1993). Sveukupna maksimalna produkcija, odnosno sveukupni maksimalni godišnji etat (E_s) sastoji se od godišnjeg etata glavnog prihoda (E_g) i godišnjeg etata prorede (E_m). Uz ophodnju od 140. godina maksimalni godišnji etat iznosio bi:

$$E_s = E_g + E_m \Rightarrow 4.3 + 5.2 = 9.5 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Akademik D. Klepac je u svojim eksperimentalnim istraživanjima utvrdio za hrast lužnjak maksimalnu

produkciju od 7-8 m³/ha. Sveukupna produkcija od 7-8 m³/ha je maksimalni iznos šumske produkcije za hrast u Centralnoj Europi, a u našim ekološkim uvjetima to je iznos koji se postiže redovnim gospodarenjem K l e p a c (1982).

Wimmenauer (1900), bonitet 1.	$E_s = E_g + E_m \Rightarrow 5.5 + 2.2 = 7.7 \text{ m}^3/\text{ha}$
Jütner (1955), jake prorede 1. bon.	$E_s = E_g + E_m \Rightarrow 2.9 + 4.1 = 7.0 \text{ m}^3/\text{ha}$
Špiranec 1975., 1 bonitet	$E_s = E_g + E_m \Rightarrow 5.2 + 3.1 = 8.3 \text{ m}^3/\text{ha}$
Cestar (1989), EGT: II-G-20	$E_s = E_g + E_m \Rightarrow 4.9 + 4.7 = 9.6 \text{ m}^3/\text{ha}$
Bezak (1993) Model 1.	$E_s = E_g + E_m \Rightarrow 4.3 + 5.2 = 9.5 \text{ m}^3/\text{ha}$
Model 2.	$E_s = E_g + E_m \Rightarrow 4.2 + 5.2 = 9.4 \text{ m}^3/\text{ha}$
Model 3.	$E_s = E_g + E_m \Rightarrow 4.2 + 5.1 = 9.3 \text{ m}^3/\text{ha}$

Ukupni etat međuprihoda u modelima veći je od etata glavnog prihoda, što nije slučaj u tablicama navedenih autora, osim prirasno-prihodnih tablica Jütnera, jake prorede na 1. bonitetu.

Poznato je da se razvojem različitog broja stabala, ali podjednake temeljnice, postiže podjednaka prosječna godišnja produkcija drvne mase. To dokazuju i ovi modeli. Međutim prosječna godišnja vrijednost te drv-

Maksimalna godišnja produkcija hrasta lužnjaka prema prirasno-prihodnim tablicama pokazuje interesantne spoznaje.

ne mase u 140. godini u odnosu je 0.43 : 0.34 : 0.23 u korist modela *M-1*. Analiza prirasno-prihodnih tablica novčane vrijednosti drvnih sortimenata hrasta lužnjaka (Tablica 2., 3. i 4), tj. modela *M-1*, *M-2* i *M-3* pokazuje velike razlike u produkciji.

Novčana vrijednost prosječne godišnje produkcije drvnih sortimenata i prirasta vrijednosti hrasta lužnjaka u vlažnom tipu u 140. godini je:

$$M-1. E_s = E_g + E_m \Rightarrow 739 + 375 = 1114 \text{ Eura/ha, prirast} \Rightarrow 2808 \text{ Eura/ha}$$

$$M-2. E_s = E_g + E_m \Rightarrow 587 + 281 = 868 \text{ Eura/ha, prirast} \Rightarrow 2284 \text{ Eura/ha}$$

$$M-3. E_s = E_g + E_m \Rightarrow 401 + 190 = 591 \text{ Eura/ha, prirast} \Rightarrow 1576 \text{ Eura/ha}$$

Prosječna godišnja produkcija novčane vrijednosti drvnih sortimenata najveća je u modelu *M-1*, 1114 Eura/ha, najmanja u modelu *M-3*, 591 Eura/ha, a razlika je 523 Eura/ha.

Tečajni godišnji prirast vrijednosti drvnih sortimenata u Eurima ne pokazuje kulminaciju tijekom ophodnje, odnos u modelima isti je kao i u produkciji 0.42 : 0.34 : 0.24, a razlika prirasta je 1232 Eura/ha. Samo godišnja vrijednost prirasta drvnih sortimenata u 140. godini pokriva troškove jednokratne njege svih šumskouzgojnih radova jednostavne biološke reprodukcije.

Ukupna vrijednost međuprihoda (zbroy proreda) je 1/3 vrijednosti sveukupnog prihoda ili približno polovici glavnog.

Rezultati ovih istraživanja, ekonomska analiza i spoznaje o zakonitostima razvojnog tijeka sastojinske strukture odlučujući su za određivanje ophodnje hrasta lužnjaka, odnosno njezino skraćivanje ili produženje.

Modeli obuhvaćaju zakonitosti i specifičnosti razvojnog tijeka sastojina hrasta lužnjaka, od prvih proreda do oplodnih sječa. To su teoretski modeli koji će "uređivaču" pomoći pri izradbi smjernica gospodarenja, a "uzgajivaču" kod njihove provedbe. Izbor modela za svaki ekološko-gospodarski tip, bonitet i vrstu dr-

veća tijekom osnivanja sastojine najvažniji je zadatak uređivanja šuma.

Struktura distribucije prsnih promjera, broja stabala, prirasta, kao i obrast sve je važno za provedbu propisanih smjernica gospodarenja. Stoga je nužno priložiti osnovi gospodarenja modele i distribucije prsnih promjera koje će voditi provoditelje uređajnog elaborata ka propisanom cilju.

U uređajnom elaboratu trebalo bi uvesti ekonomske pokazatelje, što bi omogućilo periodično (desetgodišnje) bilansiranje uspješnosti gospodarenja šumama Milković, Vondra (2001).

Modelna stabla hrasta lužnjaka za konstrukciju dvoulaznih drvnogromadnih tablica stari su preko 50 godina Š p i r a n e c (1975). Tijekom gospodarenja promijenio se oblični broj, stoga je nužna provjera istih. Tijekom sekcioniranja stabala za sastav dvoulaznih volumnih tablica istovremeno se mogu prikupiti podaci i o sortimentnoj strukturi. Izjednačenjem po modelu Schumacher – Hall-a izradile bi se lokalne volumne i sortimentne tablice. Obračun volumena i vrijednosti drvne zalihe je jednostavan. Uz drvenu zalihu sastojine dobivamo i vrijednost drvnih sortimenata u Eurima, strateški parametar gospodarenja i razvojne strategije Hrvatskog šumarstva.

6. ZAKLJUČCI – Conclusions

Istraživanja ekonomske vrijednosti produkcije drvnih sortimenata hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u šumama vlažnog tipa (II-G-20) provedena su za tri modela:

- M-1 s razvojnim tijekom manjeg broja stabala od prosječnog.
- M-2 s razvojnim tijekom prosječnog broja stabala.
- M-3 s razvojnim tijekom većeg broja stabala od prosječnog.

Vrijednost drvnih sortimenata hrasta lužnjaka i njihove sveukupne produkcije iskazana je u Eurima.

Iz obavljenih istraživanja proizlaze sljedeći zaključci.

1. Najveću prosječnu godišnju novčanu vrijednost produkcije drvnih sortimenata u 140. godini 1114 Eura/ha i godišnji prirast 2808 Eura/ha daje model M-1.
2. Prosječna godišnja produkcija u modelu M-2 je 868 Eura/ha, a godišnji prirast vrijednosti drvnih sortimenata u 140. godini je 2284 Eura/ha.

3. Najmanju prosječnu godišnju vrijednost produkcije drvnih sortimenata u 140. godini 591 Eura/ha i godišnji prirast 1576 Eura/ha daje model M-3.
4. Odnos prosječne godišnje produkcije drvnih sortimenata hrasta lužnjaka na kraju ophodnje je 0.43 : 0.34 : 0.23 u korist modela M-1.
5. Ukupna novčana vrijednost drvnih sortimenata međuprihoda (zbroj proreda) je 1/3 vrijednosti sveukupnog ili približno 1/2 glavnog prihoda.
6. Tijekom propisane ophodnje od 140 godina sva tri modela ne pokazuju kulminaciju tečajnog godišnjeg prirasta vrijednosti ni poprečnu novčanu vrijednost sveukupne produkcije drvnih sortimenata.
7. Uredajnim elaboratima treba priložiti i modele odnosno prirasno-prihodne tablice koje će provoditelje uređajnog elaborata voditi ka propisanom cilju gospodarenja.
8. Funkcija Schumacher – Hall-a može se primijeniti u praksi kao model za izradu sortimentnih tablica i tablica vrijednosti drvnih sortimenata.

7. LITERATURA – References

- Bezak, K., Cestar, D., Hren, V., Kovačević, Z., Martinović, J., Pelcer, Z., 1989.: Uputstvo za izradu karte ekološko-gospodarskih tipova brdskog i nizinskog područja (II) SR Hrvatske, Radovi br. 79: 1-119, Zagreb.
- Bezak, K., 1990: Proučavanje strukture i veličine sastojinskog rasta i prirasta hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u zajednici hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genisto elatae* – *Quercetum roboris* Horv. 38), Disertacija, Šumarski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu;
- Bezak, K., Slunjski, V., 1990: Aplikacijski program za kompjutorsku obradu drvnogromadnih tablica i tarifa, Zagreb;
- Bezak, K., 1992: Prigušene oscilacije fenomena rasta i prirasta praćene Levakovićevim analitičkim izrazima, Zbornik o Antunu Levakoviću, HAZU, Centar za znanstveni rad Vinkovci, Posebna izdanja VI: 57-83 Vinkovci;
- Bezak, K., Krejčić, V., Krznar, A., 1993. Prirasno-prihodne tablice hrasta lužnjaka u šumama vlažnoga tipa, Radovi br. 1-2: 55-67, Zagreb;
- Bezak, K., 2001: Parametri špirančevih drvnogromadnih tablica za krupno drvo hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* L.) i bukvu (*Fagus sylvatica* L.), Šum. list br. 11-12., 635-640, Zagreb;
- Klepac, D., 1963: Rast i prirast šumskih vrsta drveća i sastojina, Nakladni zavod Znanje, Zagreb;
- Klepac, D., 1982: Hrastove šume u Slavoniji, Šum. list br. 11/12, Zagreb, 489-499;
- Klepac, D., 1996: Rast i prirast hrasta lužnjaka; knjiga: Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj, HAZU, Centar za znanstveni rad Vinkovci, Vinkovci – Zagreb;
- Milković, I., Vondra, V., 2001: Ekonomski učinak prorjeđivanja sastojina hrasta lužnjaka, Znanost u potrajnom gospodarenju Hrvatskim šumama, Znanstvena knjiga, s 606-622, Zagreb;
- Špiranec, M., 1975: Drvnogromadne tablice, Radovi br. 22, Zagreb
- Štefančić, A., 1997: Udio drvnih sortimenata u volumenu krupnog drva do 7 cm promjera za hrast lužnjak, hrast kitnjak i poljski jasen – suši tip, Šum. list 9/10, s 479-497, Zagreb.

*SUMMARY: The author studies the monetary value of wood assortment products in the forests of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) of the humid type II -G-20. His studies follow research on the patterns of growth, production and sustainability of management with forests in the Republic of Croatia. The research showed considerable variability in the developmental course of a stand diameter structure, which, apart from site factors, is the result of different approaches and management methods in the past period. Based on past knowledge and patterns of the developmental course of a stand structure, theoretical models of a regulated forest of pedunculate oak have been made in the form of yield tables.*

The simulation of three models with a different number of trees and a similar developmental course of the basal area achieved a similar volume production, but different monetary value of wood assortments.

The monetary value of wood mass production was determined on the basis of the share of wood assortments in the volume of full-size timber above 7 cm in diameter, Štefančić (1997) and the Pricelist of principal forest products for international market of "Croatian Forests" (Reg. No. DIR-01/02-1276).

The average monetary value ratio of annual production of pedunculate oak wood assortments at the end of the rotation period is 0.43 : 0.34 : 0.23 in favour of the model in which the developmental course of tree numbers is lower than the average. The total monetary value of the intermediate yield (the sum total of thinning treatments) in all three models is 1/3 of the value of the overall yield, or approximately 1/2 value of the principal yield.

During the prescribed rotation of 140 years, none of the three models displayed the current annual increment culmination of monetary value of wood assortments, nor the transversal monetary value of overall production.

The research stressed the need of complementing management plans with models containing all structural elements and guidelines so that those implementing plans may achieve management goals.

The Schumacher – Hall function proved to be the most favourable for practical application as a model for constructing assortment tables and tables of wood assortment monetary value.

Key words : pedunculate oak, yield tables, production, monetary value of wood assortments