

# Praćenje razvoja sastojina hrasta lužnjaka tehnikom simuliranja

---

**Pranjić, Ankica; Hitrec, Vladimir**

*Source / Izvornik:* **Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis, 1988, 24, 133 - 149**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:142982>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-28**



*Repository / Repozitorij:*

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



ANKICA PRANJIĆ, VLADIMIR HITREC &amp; NIKOLA LUKIĆ

PRAĆENJE RAZVOJA SASTOJINA  
HRASTA LUŽNJAKA  
TEHNIKOM SIMULIRANJADEVELOPMENT TRACKING  
OF PEDUNCULATE OAK STANDS  
WITH TECHNIQUE OF SIMULATION

Prispjelo 21. II 1987.

Prihvaćeno 9. XII 1987.

Na osnovi hipotetskih modela jednodobnih sastojina hrasta lužnjaka (Pranjić, 1985), pristupilo se simuliranju razvoja sastojine hrasta lužnjaka (*Carpino betuli* — *Quercetum roboris typicum*, Rauš 1971) tehnikom simuliranja. U tu svrhu je izrađen paket od 12 programa s nizom potprograma. Primjenom toga paketa programa pratili smo promjene sastojinskih parametara, kao i distribucije stabala i njihovih dimenzija u prostoru i vremenu. S obzirom na naše uvjete optimalne proizvodnje drvene mase prikazan je metodom simuliranja razvoj 4. modela čistih hrastovih sastojina.

Ključne riječi: tehnika simuliranja, visinske krivulje, debljinsko-visinska distribucija, indeks konkurencije, dijagram toka.

## UVOD — INTRODUCTION

U pravilu se odluke gospodarenja sa šumom donose na osnovi informacija o sadašnjem i budućem stanju šume.

Kako je šuma vrlo dinamičan biosistem, to nam je potrebno ustanoviti sve promjene koje se zbivaju u njoj, da bi mogli donijeti pravilne odluke gospodarenja.

Postoji direktni i indirektni način određivanja sastojinskih promjena (rast i prirast, mortalitet, priliv i dr.) (Assmann, 1970, Loetsch, Haller, Zöhner, 1973). Međutim, s obzirom na to da nam je gotovo nemoguće direktno odrediti sastojinske promjene za duži vremenski period a i težimo sve više razvijanju širokog opsega alternativnih načina gospodarenja, indirektna metode procjene sastojinskih parametara primijenjujemo češće. Ovo znači da primijenjujemo tablice, regresijske modele i u novije vrijeme metode simuliranja (Campbell, Ferguson, Opie, 1979, Gochenour, Johnson, 1973, Gould, 1969, Newnham, 1966).

Tehnika simuliranja bazira na izrađenim modelima, koji opisuju objekt istraživanja. Nakon konstrukcije modela slijedi simuliranje promjena u promatranom biosistemu. Postupak sadrži unošenje podataka u model i promatranje rezultata.

Slučajna opažanja su u našem postupku simuliranja uzeta iz teorijske distribucije združene s odgovarajućim varijablama (Arvanitis, O'Regan, 1967, Clutter, Bamping, 1965, Hofstad, 1984).

Na osnovi dobivenih rezultata i komparacije sa stvarnim podacima vršimo izbor načina gospodarenja, odnosno izrađujemo niz alternativnih mogućnosti gospodarenja (O'Regan, Arvanitis, Gould, 1965).

#### PROBLEM I ZADATAK ISTRAŽIVANJA — THE SUBJECT AND AIM OF THE RESEARCH

Za sastojine hrasta lužnjaka s običnim grabom (*Carpino betuli* — *Quercetum roboris typicum*, Rauš 1971) konstruirani su hipotetski razvojni modeli (Pranjić, 1985). Hipotetski modeli (7 modela) predstavljaju u biti 7 načina gospodarenja u zajednici hrasta lužnjaka s običnim grabom.

Na osnovi ovih modela izvršili smo u ovom radu simuliranje razvoja sastojine hrasta lužnjaka. Za svaki dobni razred ustanovljene su sve promjene sastojinskih parametara, kao i distribucije stabala i njihovih dimenzija u prostoru i vremenu.

Prema tome za svaki dobni razred pojedinog modela bilo je potrebno ustanoviti položaj stabala na terenu i njihove dimenzije, dimenzije srednjeg sastojinskog stabla, distribucije stabala s obzirom na prsni promjer i visinu sve po jedinici površine (Schneider, Kreysa, 1981).

#### METODA RADA — WORKING METHOD

Razvoj jednodobnih sastojina hrasta lužnjaka prikazat ćemo na hipotetskom modelu 4. Prema našim istraživanjima modeli 3 i 4 najbolje odgovaraju našim sastojinama s obzirom na produkciju drvene mase.

Najprije smo pratili razvoj idealno čistih sastojina hrasta lužnjaka. Za svaki dobni razred određen je položaj stabla na terenu, njegov prsni promjer i visina, te sve taksacijske veličine srednjeg stabla i sastojine.

Tok razvoja sastojine prikazat ćemo blok dijagramom (Graf. 1) i pri tome objasniti sve programe pomoću kojih izvodimo simuliranje rasta sastojina.

Dakle prvim našim programom SADI (1) koji se sastoji iz 120 ređaka izvršili smo našu sjetvu hrasta lužnjaka.

Razvoj biljaka u visinu i debljinu izražen je u programu PRIPRO (3). Ovaj program je sastavljen od tri potprograma.

Prvi potprogram vrši prirast promjera stabilaca do 10-te godine i to na slijedeći način: poznavajući položaje stabilaca izvršeno je normalno distribuiranje debljinskog prirasta na osnovi poznate srednje

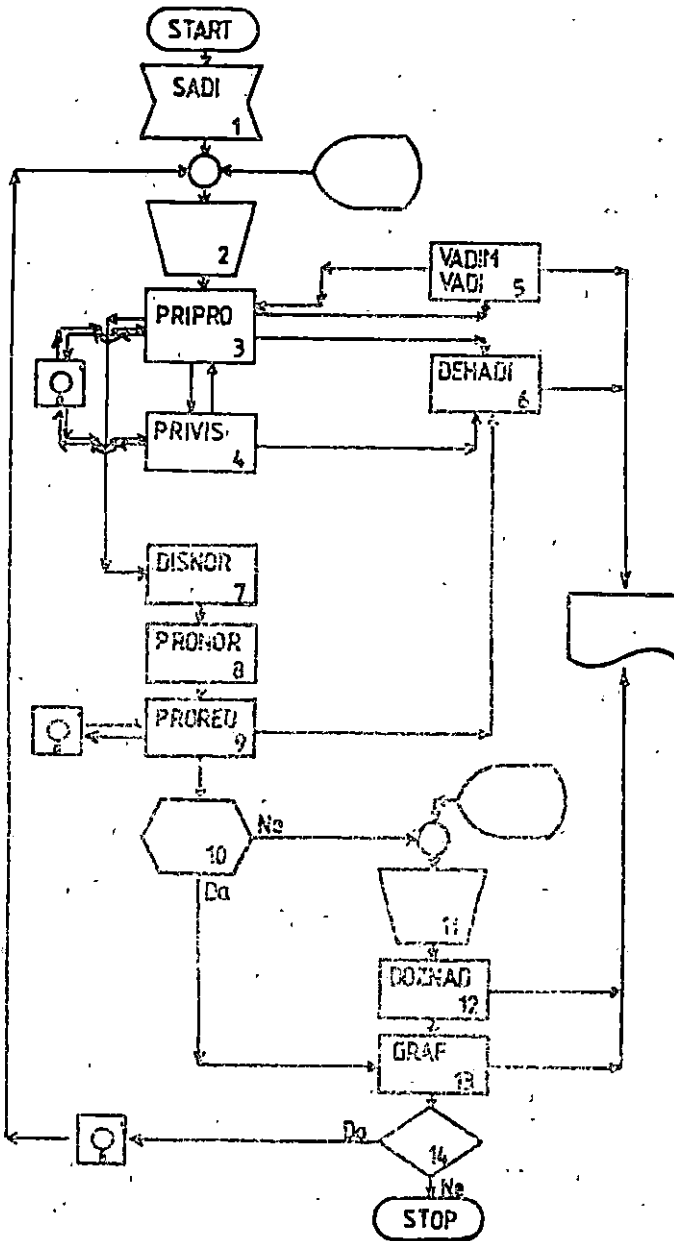
vrijednosti promjera ( $\bar{d}$  — promjera u žilištu) i njegovog varijabiliteta — standardne devijacije ( $s_d$ ) i to postepeno od 0 pa sve do 10 godine.

Drugi potprogram radi prirast visina stabalaca do 10-te godine i to na slijedeći način: visinski prirast je kumuliran po godinama uz pretpostavku da je normalno distribuiran [ $N(\bar{h}, s_{i_h})$ ]. U 10-toj godini je izvršeno pridruživanje prsnih promjera sa visinama pomoću programa DEHADI (6). Treći potprogram radi prirast prsnog promjera od 10-te godine na dalje. Potprogram funkcionira tako da se dodaje svakom stabalcu periodični prirast na osnovi linearnog regresijskog modela ( $i_d = A + Bd$ ). Također je određivan varijabilitet prirasta za desetogodišnje periode. Slijedeći program smo nazvali PRIVIS (4), to je program za prirast visina od 10-te godine na dalje. Visine u 10-toj godini smo izjednačili sa modificiranom Mihajlovom funkcijom (Pranjić, 1980).

$$h = 1,30 + 1,25 \bar{h} e^{\left( \frac{-0,4(\bar{h}-4)}{d_i} \right)}$$

s time da nam je poznata srednja visina dominantnih stabala ( $\bar{h}$ ). Tako dobivenim visinama pojedinog debljinskog stupnja dodajemo visinski prirast ( $i_h$ ) za periodu od 10 godina, uzevši u obzir njegov varijabilitet ( $s_{i_h}$ ). Već prije smo napomenuli da je za prikaz združene distribucije promjera i visina izrađen program koji smo nazvali DEHADI (6).

Zatim slijede tri programa koji jedan drugoga nadopunjuju i služe za uklapanje normalne distribucije prsnih promjera, odnosno vađenje stabala te sređivanje dobivenih rezultata. Prvi program smo nazvali DISNOR (7) koji nam služi da poznatu distribuciju promjera nakon izvršenog priraščivanja uklopimo u normalnu distribuciju. Izgled nove distribucije s obzirom na staru prikazujemo ovim programom grafički zajedno sa tabelom apsolutnih frekvencija te ako smo zadovoljni sa izgledom distribucije onda primijenjujemo program PRONOR (8). Ovaj program nam služi, da nakon uklapanja distribucije izdvojimo stabla koja su prethodnim programom naznačena da se izbace. Ta stabla ne izdvajamo bilo kako već idemo od stabla do stabla i vadimo određen broj stabala, imajući u vidu njihove dimenzije i položaj u prostoru. Nakon toga sa trećim programom kojeg smo nazvali PRORED (9) vršimo čišćenje odnosno sređivanje podataka u datotekama gdje nam se nalaze promjeri, visine i koordinate položaja stabala. U slučaju kada na određenoj površini imamo vrlo velik broj stabala to je uglavnom za prvih 10 godina izradili smo programe za prorjeđivanje (čišćenje) nazvali smo ih VADI i VADIM (5) s kojim izbacujemo slučajno određen broj stabala ukoliko je to potrebno. Za razliku od ovih programa razvili smo kompleksniji program za doznačivanje stabala nazvali smo ga DOZNAD (10). Programom vršimo čišćenje na osnovi kriterija koje smo prethodno utvrdili. Ti kriteriji su promjer i visina te udaljenost između stabala, odnosno indeks konkurencije, na osnovi tih kriterija vršimo uspoređivanje svakog stabla sa stablom lijevo—desno, gore—dolje i dijagonalno. Ako smo zadovoljni sa dobivenim rezultatima program nam

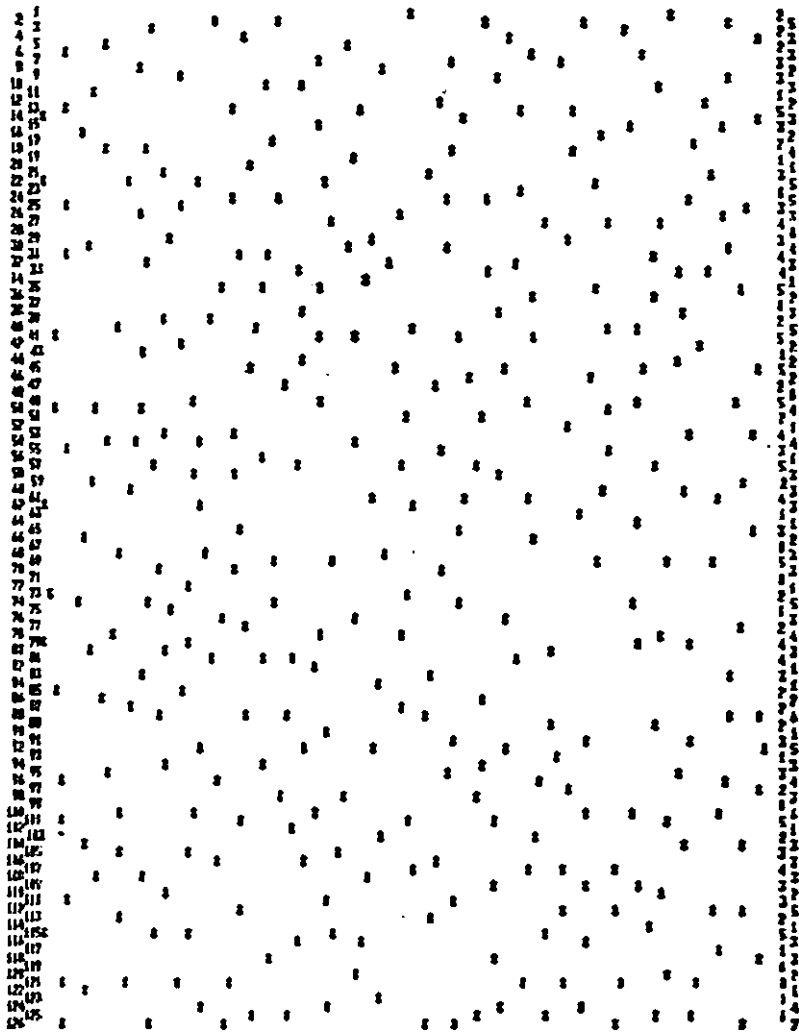


Graf. — Graph. 1. Diagram toka razvoja sastojina hrasta lužnjaka — The flow diagram development of Pedunculate oak stands.

### Legenda dijagrama toka

1. Sjetva željenog broja sjemenki na određenu površinu sa određenim minimalnim razmakom, vrši se s programom-SADI, te su nam u daljnjem radu poznate koordinate svakog stabalca.
2. Unos podataka o prirastima za naredne programe.
3. Programom PRIPRO se obavlja slijedeće:
  - a. Prirast promjera i visina do 10-te godine se vrši tako da srednjoj vrijednosti promjera ( $\bar{d}$ ) i visine ( $\bar{h}$ ) dodaje debljinski i visinski prirast, normalno distribuiran ( $N(\bar{d}, s_{i_d}), N(\bar{h}, s_{i_h})$ ).
  - b. Prirast promjera od 10-te godine na dalje se određuje tako da se za svaki promjer računa debljinski prirast po jednadžbi  $i_d = A + B \cdot d_{1,30}$  i također određujemo varijabilitet  $i_d$  po jednadžbi  $s_{i_d} = \text{SQR}(10 \cdot (0.2 \cdot i_d / 10)^2)$ .
4. Prirast visina (program PRIVIS) od 10-te godine na dalje određujemo tako da:
  - a. Sve visine izjednačimo Mihajlovom-Pranjić (1980), funkcijom  $h = 1.3 + 1.25 \cdot \bar{h} \cdot \text{EXP}(-0.4(\bar{h}-4)/d_1)$ , s time da nam je bila poznata srednja visina dominantnih stabala.
  - b. Izjednačenim visinama dodajemo normalno distribuiran visinski prirast i njegov varijabilitet ( $i_h, s_{i_h}$ ), za periode od 10 godina.
5. VADI i VADIM vrši prorjeđivanje (čišćenje) stabala na osnovi slučajnog izbora u prvih 10 godina.
6. Od 10-te godine na dalje svaki promjer ima pridruženu svoju visinu, to se postiže sa programom DEHADI.
7. Uklapanje dobivene distribucije promjera u normalnu distribuciju vrši program DISNOR.
8. Program PRONOR vrši izdvajanje stabala nakon izvršene normalizacije.
9. Sređivanje podataka u datotekama promjera, visina i koordinata prostornog smještaja vršimo programom PRORED.
10. Provjeravanje da li smo zadovoljni sa dobivenim rezultatima u prijašnjim programima.
11. Izbor i unos podataka za doznaku pomoću indeksa konkurencije.
12. Doznačivanje stabala po određenim poznatim kriterijima se vrši programom DOZNAD.
13. Sa programom GRAF vrši se iscrtavanje položaja stabala pomoću poznatih koordinata.
14. Provjeravanje da li se još želi dobnih razreda.

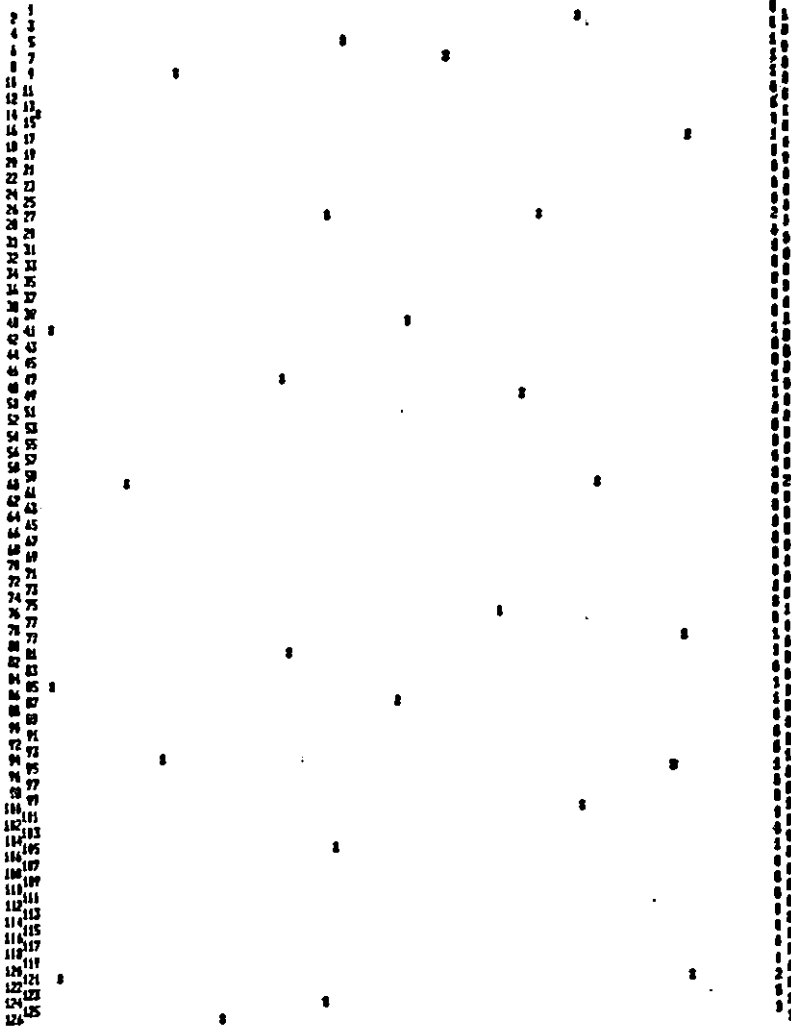
DIJAGRAM POKAZAJE STANJE I MJEŠTANJE DVAJ STABALA 353



20 godina - 20-th year

Graf. — Graph. 2a. Položaj stabala hrasta lužnjaka u 20-toj godini — Position of Pedunculate oak trees in 20-th year

DIJAGRAM POLOŽAJA STABALA NA KESIM IROJ STABALA 27



100 godina - 100-th year

Graf. — Graph. 2b. Položaj stabala hrasta lužnjaka u 100-toj godini — Position of Pedunculata oak trees in 100-th year



na kraju daje rezultate u obliku histograma preostalih stabala i to distribuciju prsnih promjera i distribuciju stabala po visinskim klasama sa njihovim srednjacima i standardnim devijacijama. Ovo također dobijemo i za stabla koja smo izbacili. Na kraju svakog dobnog razreda (periode od 10 godina) prikazujemo grafički položaj stabala u sastojini to smo postigli sa programom GRAF (13).

Prema tome za svaki dobnii razred pomoću ovog paketa programa dobijemo debljinsko visinsku distribuciju stabala, prije prorjede, poslije prorjede i prorjede. Pored toga imamo distribucije visina i položaja stabala na terenu kao i niz međurezultata odnosno sastojinskih parametara i mjere varijabiliteta.

#### RAZMATRANJE DOBIVENIH REZULTATA — ANALYSIS OF OBTAINED RESULTS

Cijeli tok razvoja sastojina možemo pratiti na blok dijagramu (Graf. 1).

Programom SADI određujemo koordinate (položaj) određenog broja biljaka po jedinici površine. Razmak između biljaka u 1. godini je za svaki hipotetski model drugačiji. Za model 4 kojega smo ovdje obradili razmak biljaka u prvoj godini iznosi 40 cm.

Uglavnom smo nastojali da se što više približimo prirodnim uvjetima sjetve. Premda su po našoj površini sjemenke jednoliko raspoređene, raspored stabala u prostoru 20-godišnje i 100-godišnje sastojine 4. hipotetskog modela (Graf. 2a i 2b), pokazuje raspored stabala kao u stvarnim sastojinama.

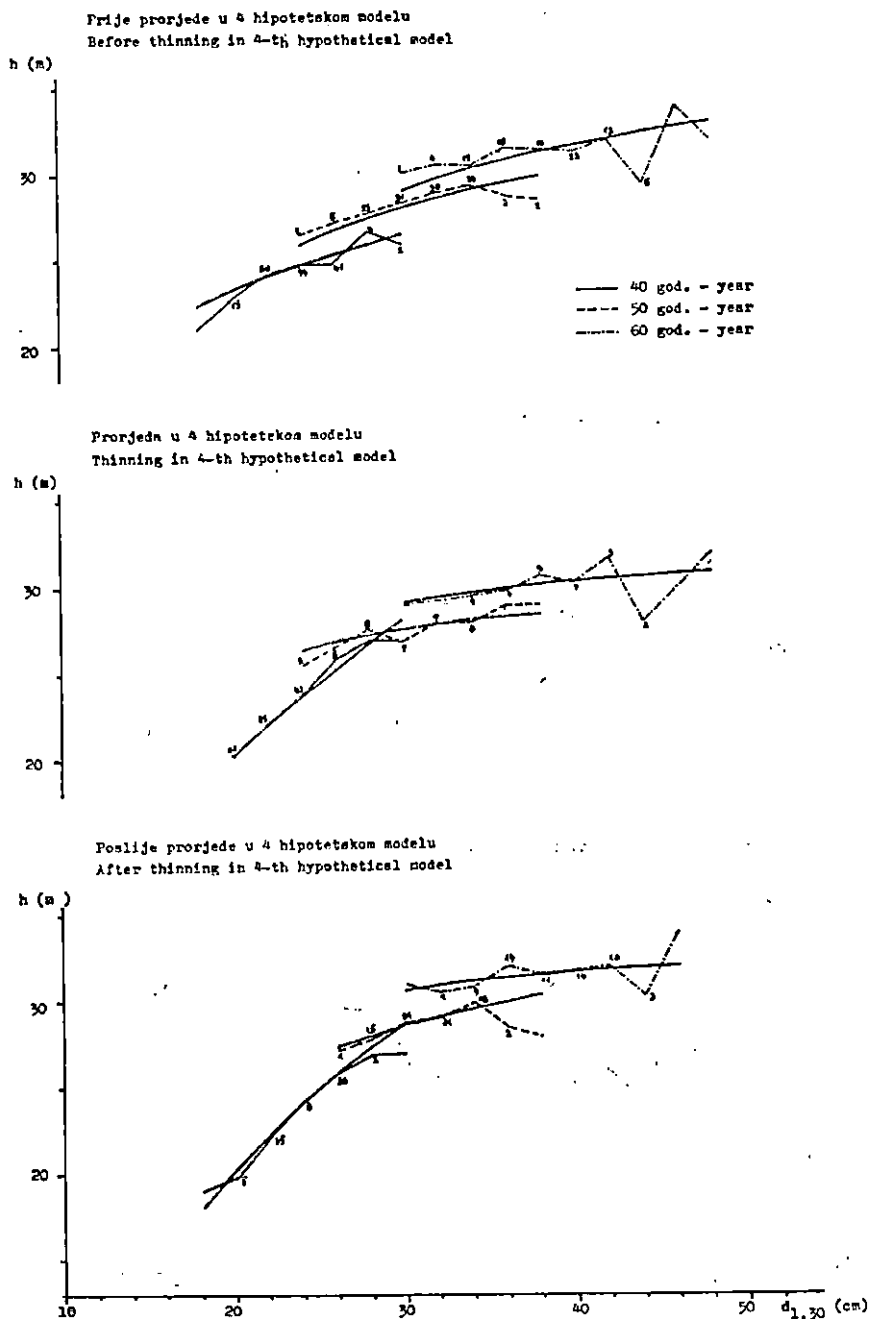
Sve do 10 godine zbog premalenog kapaciteta našeg računala, odvojeno smo promatrali debljinski i visinski rast, tek nakon 10 godine izvršili smo združivanje ovih komponenata volumnog prirasta.

Kako znademo unutar sastojine, jačem promjeru odgovara i veći debljinski prirast, ovisnost je linearna. Da bi osigurali linearitet i za naš model-4 i prosječnu širinu goda 4 mm, uzeli smo paralelne regresijske modele  $i_d = f(d)$ .

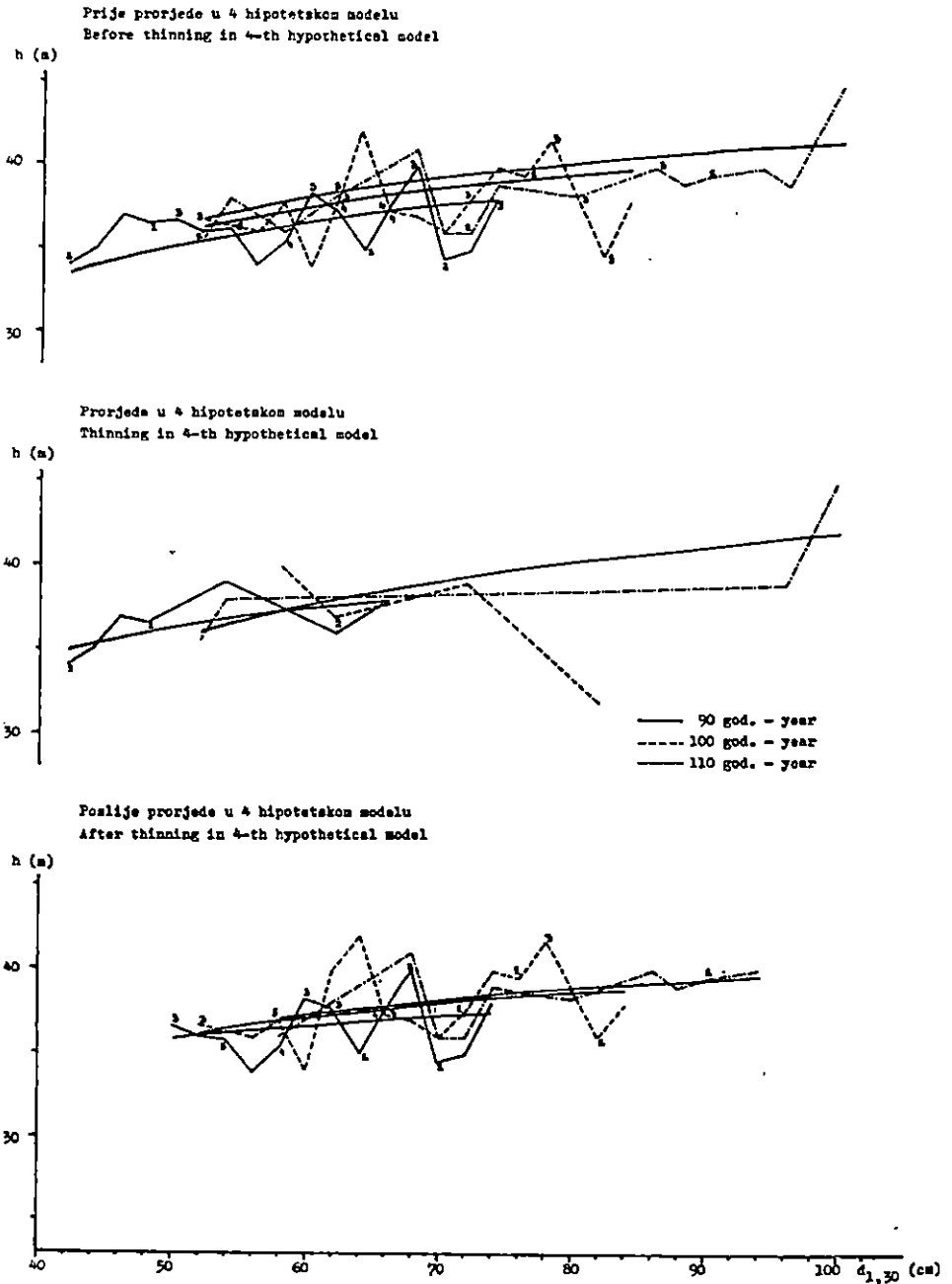
Sa visinama smo imali poteškoće, jer nam modificirana Mihajlova formula zahtijeva poznavanje dominantne visine, koju nismo potpuno definirali. Stoga nam prethodi dalje korigiranje visina i traženje odnosno računanje dominantne visine na osnovi modela (Pranjić, 1975).

Međutim, razvoj sastojinskih visinskih krivulja, njihove promjene oblika i položaja možemo pratiti na grafikonima (Graf. 3 i 4), pa stoga i ne donosimo njihove analitičke izraze.

Prema ovoj razvojnoj verziji totalni varijabilitet visina kao i prsnih promjera je u starijim dobnim razredima malo prevelik (Tabela 1) što će uvođenjem određenog postotka ostalih vrsta biti dovedeno u prirodne granice.



Graf. — Graph. 3. Sastojinske visinske krivulje hrasta lužnjaka — Stands height curves of Pedunculata oak

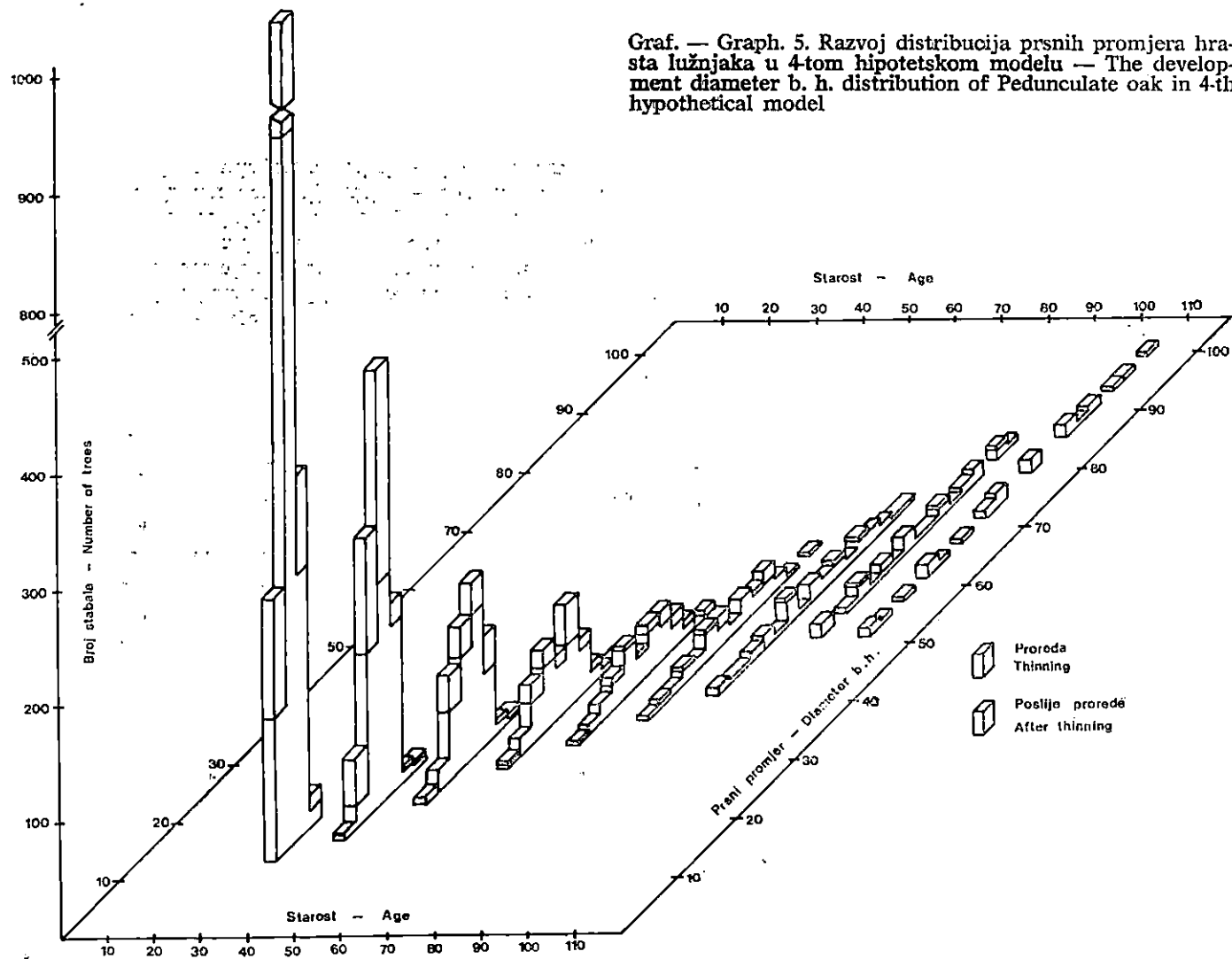


Graf. — Graph. 4. Sastojinske visinske krivulje hrasta lužnjaka — Stands height curves of Pedunculata oak

Tab. I

t	Sastojina prije prorjede Stand before thinning						Prorjeda — Thinning					Sastojina poslije prorjede Stand after thinning				
	N	d	s <sub>d</sub>	h	s <sub>h</sub>	l	N	d	s <sub>d</sub>	h	s <sub>h</sub>	N	d	s <sub>d</sub>	h	s <sub>h</sub>
10	3275	3.1	0.635	3.0	0.599		2456	3.1	0.643	3.0	0.593	819	3.1	0.608	3.0	0.616
20	819	8.8	1.060	12.3	2.100	1.61	466	8.8	1.062	9.8	1.817	353	8.9	1.060	11.6	2.020
30	353	16.2	1.340	19.4	1.570	2.15	137	16.0	1.317	18.8	1.306	216	16.3	1.350	19.8	1.600
40	216	23.6	1.890	24.5	1.590	2.85	88	23.2	1.782	23.1	1.653	128	23.9	1.910	24.0	1.870
50	128	31.0	2.630	28.5	1.800	3.22	34	30.9	3.115	27.6	1.612	94	31.0	2.440	28.9	1.760
60	94	38.2	3.560	30.2	1.780	4.00	27	38.7	3.777	30.1	1.693	67	38.0	3.450	31.6	1.650
70	67	44.9	4.550	33.8	2.110	4.30	15	46.0	5.127	34.0	2.171	52	44.5	4.370	33.7	2.100
80	52	51.5	6.230	34.4	2.120	4.45	11	52.5	7.435	34.5	2.544	41	51.2	5.940	34.4	2.030
90	41	58.4	8.290	36.5	2.410	4.60	9	50.2	8.685	36.1	1.691	32	60.7	6.720	36.7	2.580
100	32	67.6	9.470	37.8	2.480	5.90	5	67.2	8.730	37.0	2.760	27	67.6	9.600	37.9	2.400
110	27	75.0	13.600	38.6	2.830	6.80	5	70.8	22.260	38.6	3.610	22	76.0	10.460	38.6	2.620

- t = starost — Age  
 N = broj stabala na 0,25 ha — Number of trees on 0.25 ha  
 d = prsni promjer srednjeg sastojinskog stabla — D. b. h. stand mean tree  
 s<sub>d</sub> = standardna devijacija promjera — Diameter standard deviation  
 h = visina srednjeg sastojinskog stabla — Height stand mean tree  
 s<sub>h</sub> = standardna devijacija visina — Height standard deviation  
 l = prosječna udaljenost stabala — Mean distance of trees



Tab. 2

DEBLJINSKO-VISINSKA DISTRIBUCIJA HRASTA LUŽNJAKA U 50-toj god. (MODEL 4)  
 DIAMETER-HEIGHT DISTRIBUTION OF PEDUNCULATE OAK IN 50-th YEAR (4-th MODEL)

Prije prorjeda - Before thinning

h	d	24	26	28	30	32	34	36	38
24					4				
25		4		4	8	4			
26			8	20	16	8			
27			4	8	8	20	16		
28		4	4	32	24	32	12	4	4
29			4	24	28	28	36	8	4
30					16	28	8		
31				4	12	24	12		
32					8	8	8		
33							4		

Prorjeda - Thinning

h	d	24	26	28	30	32	34	36	38
24					4				
25		4			4				
26				12	8	4			
27				4		8	16		
28		4			8	4			
29				8		8	16	4	4
30						4			
31					4				
32									
33									

Poslije prorjeda - After thinning

h	d	24	26	28	30	32	34	36	38
24									
25				4	4	4			
26			8	8	8	4			
27			4	4	8	12			
28			4	32	16	28	12	4	4
29			4	8	28	20	20	4	
30					16	24	8		
31				4	8	24	12		
32					8	8	8		
33							4		

Tab. 3

DEBLJINSKO-VISINSKA DISTRIBUCIJA HRASTA LUŽNJAKA U 100-toj god. (MODEL 4)  
DIAMETER-HEIGHT DISTRIBUTION OF PEDUNCULATE OAK IN 100-th YEAR (4-th MODEL)

Prije prorjede - Before thinning

h <sup>d</sup>	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84
31																	
32																	4
33																	
34					4												4
35				4							4						
36	8		4					8		4							
37				4		8		4	4								
38	4															4	4
39				4							4		4				
40				4		4		4			4	4	4				
41																4	
42							4								8		

Prorjeda - Thinning

h <sup>d</sup>	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	
36																	
37						8											
38																	
39											4						
40				4													
41																	
42																	

Poslije prorjede - After thinning

h <sup>d</sup>	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84
31																	
32																	
33																	
34					4											4	
35				4													
36	8		4					8		4							
37				4				4	4								
38	4													4		4	4
39				4													
40						4		4			4	4	4				
41																4	
42							4								8		

Promatrajući razvoj distribucije promjera od najmlađe do najstarije sastojine (Graf. 5) vidimo da nam konačne distribucije promjera imaju dosta različit oblik što znači da ćemo u daljnjem radu morati izvršiti korekciju i indeksa konkurencije.

Jedan od vrlo važnih rezultata tehnike simuliranja su debljinsko visinske distribucije stabala (Tab. 2 i 3). Ovo znači da za svaki dobni razred pojedinog modela, imamo debljinsko visinske distribucije promjera sastojine prije prorjede, poslije prorjede i prorjede. I ove distribucije ćemo korigirati s obzirom na unošenje određenog postotka jasena.

Ovo je vrlo opsežan posao s toga i ne možemo sve grafikone i tabele našeg modela 4 prikazati ovdje, a izuzetno teško bi bilo prikazati rezultate svih sedam modela.

### ZAKLJUČAK — CONCLUSION

Razvoj jednodobnih sastojina hrasta lužnjaka (*Carpino betuli* — *Quercetum roboris*) pratili smo tehnikom simuliranja.

Koristeći ranije izrađene modele (Pranjić, 1985) promatrali smo položaj stabala u prostoru kao i razvoj sastojina u debljinu i visinu odnosno pratili smo razvoj distribucije prsnih promjera, promjene visinskih krivulja te utjecaj prorjede na računsko povećanje visinske krivulje kao i promjenu njenog oblika.

U tu svrhu izrađen je paket program (12 potprograma) pomoću kojeg na brz i jednostavan način možemo doći do željenih rezultata.

Ovdje smo prikazali praćenje razvoja modela 4 jer prema našim istraživanjima model-4 odgovara najbolje našim uvjetima optimalne proizvodnje drvne mase.

Međutim, s obzirom na višenamjensko gospodarenje sa šumama, ostalih 6-modela u datim uvjetima možemo primijeniti.

U ovoj verziji modela 4 promatrana je čista sastojina hrasta lužnjaka. Međutim, slijedeći korak bit će unošenje određenog postotka jasena i graba u naše sastojine, čime ćemo se još više približiti prirodnim sastojinama.

### LITERATURA — REFERENCES

- Arvanitis G. L. & G. W. O'Regan 1967.: Computers Simulation and Economic Efficiency in Forest Sampling. *Hilgardia*, Vol. 36 No. 2: 133—164.
- Assmann E., 1970.: *The Principles of Forest Yield Study*, Oxford.
- Campbell R. G., I. S. Ferguson & J. E. Opie, 1979.: *Simulating Growth and Yield of Mountain Ash Stands: a Deterministic Model*, *Australian Forest Research*, Vol. 9 No. 3: 189—202.
- Clutter L. Y. & H. Y. Bamping, 1965.: *Computer Simulation of an Industrial Forestry Enterprise*, *Proceeding, Society of American Foresters*, Detroit, Michigan.
- Gochenour D. L., Jr. & L. R. Johnson, 1973.: *Reliable Results from Stochastic Simulation Models*, *USDA Forest Service Research Paper Ne-277*.
- Gould E. M., 1967.: *Simulation and Forestry*, IUFRO-Kongress, (96—104), München.
- Hofstad O., 1984.: *Simulation model for the Analysis of Optimal timberstock throughout the year*, Oslo.



- Loetsch F., F. Zöhrer & K. E. Haller, 1973.: Forest Inventory, Vol. 2, München.
- Newnham R. M., 1966.: A Simulation Model for Studying the Effect of Stand Structure on Harvesting Pattern, Forestry Chronicle, Vol. 42 No. 1: 39–44.
- O'Regan G. W., L. Arvanitis & E. M. Gould Jr., 1965.: Systems, Simulation and Forest Management, Proceeding, Society of American Foresters, Detroit, Michigan.
- Pranjić A., 1975: Odnos visinskog i debljinskog prirasta u sastojinama hrasta lužnjaka. Glasnik za šumske pokuse 20: 5–92, Zagreb.
- Pranjić A., 1985.: Hipotetski razvoj sastojina hrasta lužnjaka. Glasnik za šumske pokuse 23: 1–23, Zagreb.
- Schneider T. W. & J. Kreysa, 1981.: Dynamische Wachstums- und Ertragsmodelle für die Douglasie und die Kiefer, Mitteilungen d. Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzw., Hamburg-Reinbek.

Adresa autora:  
Šumarski fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu  
41001 Zagreb, pp. 178.

ANKICA PRANJIĆ, VLADIMIR HITREC & NIKOLA LUKIĆ

DEVELOPMENT TRACKING  
OF PEDUNCULATE OAK STANDS  
WITH TECHNIQUE OF SIMULATION

*Summary*

Based on hypothetical models of even-aged Pedunculate oak stands (Pranjić, 1985) a simulation of Pedunculate oak stand (*Carpino betuli* — *Quercetum roboris typicum*, Rauš 1971) development was carried out by a technique of simulation.

To this purpose a twelve programme package with a number of subprogrammes was made. The application of the programme package enable us to monitor the changes in stand parameters, as well as the distribution and size of trees in time and space.

Considering our conditions for optimal production of wood mass, the development of the fourth model of pure oak stands is shown by the method of simulation.