

GLASNIK ZA ŠUMSKE POKUSE

*Annales
pro experimentis foresticis*

23



DIGITALNI REPOZITORIJ ŠUMARSKOG FAKULTETA

OŽUJAK, 2017.

SVEUČILISTE U ZAGREBU
SUMARSKI FAKULTET
1985

UNIVERSITATIS IN ZAGREB FACULTATIS FORESTALIS
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS ET
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS LIGNARIIS

... ..
... ..
... ..

ANNALES

PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS

Volumen 23

ZAGREB IN JUGOSLAVIA 1985
UNIVERSITATIS IN ZAGREB FACULTATIS FORESTALIS
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS ET
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS LIGNARIIS

UDK 630

YU ISSN 0352—3861

GLAS. ŠUM. POKUSE

Vol. 23

Str. 1—381

Zagreb 1985

GLASNIK

ZA ŠUMSKE POKUSE

Knjiga 23

SVEUCILISTE U ZAGREBU
SUMARSKI FAKULTET

Glavni urednik
Editor in chief

Prof. dr ĐURO RAUŠ
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Urednik za šumarstvo
Forestry Editor

Prof. dr BRANIMIR PRPIĆ
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Urednik za drvenu industriju
Timber Industry Editor

Prof. dr STANKO BAĐUN
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Tehnički urednik
Technical Editor

Mr ŽELIMIR BORZAN
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

IZDAVAČ — PUBLISHED BY:

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Forestry, University of Zagreb
41000 Zagreb, Šimunska 25, Jugoslavija

Casopis je glasilo znanstvenih radnika Šumarskog fakulteta Sveučilišta
u Zagrebu. Tiska se kao godišnjak .

Tiskanje ove publikacije omogućeno je dotacijama SIZ-a za znanstveni rad
SR Hrvatske i Općeg udruženja šumarstva, prerade drva i prometa Hrvatske.

Tisak, uvez i oprema: IKRO »MLADOST« — OOUR Tiskara, Zagreb, Gundulićeva 24

ANKICA FRANJIĆ

HIPOTETSKI RAZVOJ SASTOJINA
HRASTA LUŽNJAKAHYPOTHETICAL DEVELOPMENT
OF PEDUNCULATE OAK STANDS

Prispjelo 20. siječnja 1985.

Prihvaćeno 31. ožujka 1985.

Postavljeno je sedam idejnih razvojnih stadija hrasta lužnjaka s običnim grabom (*Carpino betuli-Quercetum roboris* Anić 1959) uzevši u obzir vrlo promjenljive prirodne uvjete i različite načine gospodarenja. Kod izrade razvojnih modela vrijeme kulminacije visinskog i debljinskog prirasta ima posebno značenje. Razvojni modeli su izrađeni na osnovi sinteze, posebno izrađenih i postojećih matematičkih modela taksacijskih veličina. Naši razvojni modeli predstavljaju osnovicu za daljnja istraživanja strukture dimenzije stabala unutar pojedinog dobnog razreda tehnikom simuliranja.

Ključne riječi: visinski prirast, debljinski prirast, volumni prirast, matematički modeli, tehnika simuliranja.

UVOD — INTRODUCTION

U izmjeri šuma se sve više primjenjuju novi postupci, kao što su analiza sistema, traženje matematičkih modela, tehnika simuliranja i dr. pomoću kojih možemo na relativno brz i jednostavan način doći do pouzdanih zaključaka.

Sastojinu možemo promatrati kao vrlo složen biološki sustav koji se kontinuirano mijenja. Izgrađenost tog biološkog sistema kao i promjene koje se zbivaju u njemu predstavljaju za šumare vrlo značajno područje istraživanja.

Raščlanjenjem biosustava na njegove komponente upoznajemo pojedine dijelove sustava i njihovo djelovanje, ponovnim združivanjem poznatih komponenata upoznajemo način djelovanja cijeloga sistema. Ova kombinacija analize koju slijedi sinteza predstavlja analizu sistema. Analiza sistema obuhvaća traženje reprezentativne ovisnosti između komponenata te njihove udruženosti unutar sistema koristeći pri tome kvalitativne i kvantitativne matematičke modele (Gould, 1967).

U izmjeri šuma matematički modeli se koriste vrlo dugo, to je u biti novi naziv za stari postupak traženja zakonitosti između varijabli odnosno postavljanje empiričkih jednadžbi.

Sastojinske promjene možemo ustanoviti kontinuiranom izmjerom sastojine. U pravilu promjene ustanovljene unutar određenog vremenskog intervala u prošlosti proiciramo u budućnost. Ovaj postupak ima značajnih nedostataka. U prvom redu sastojinske promjene (prirast, mortalitet, priliv) su karakteristične za određeni vremenski period u prošlosti i nije pouzdano prenositi ih na duži vremenski period. Osim toga kontinuirana izmjera sastojine zahtijeva značajan utrošak vremena i novca.

Stoga su nam za praćenje razvoja sastojine ponekada prihvatljivije indirektno metode, koje uključuju modele simuliranja razvoja sastojina i kompjutorsku obradu (L a m p b e l l, 1979).

Premda pod tehnikom simuliranja dinamike razvoja sastojine obično podrazumijevamo stvaranje modela kojim oponašamo životne uvjete određenog biosustava, tehnika simuliranja ima šire značenje. Često puta nije potrebno a nismo ni u mogućnosti reproducirati stvarni život već tehnikom simuliranja izvodimo eksperiment na modelu sistema i time dolazimo do alternativnih rješenja (N e w n h a m, 1966). Ovo omogućuje istraživaču da donosi zaključke na nivou postavljenih stvarnih ili hipotetskih podataka odnosno želja (G o c h e n o u r, 1973).

Studij simuliranja zahtijeva konstrukciju modela koji u biti ovise o kreativnoj sposobnosti istraživača. Nakon postavljanja modela i njihova usklađivanja sa stvarnim uvjetima sistema pristupa se stvaranju promjena u sistemu tako da su, slučajna opažanja uzeta iz teorijske distribucije združena s odgovarajućim varijablama. Budući da ovo zahtijeva mnogo računanja obično se ovaj posao vrši na elektronskom računaru. Međutim tehnika simuliranja ne ovisi o kompjuteru te može biti izvedena i bez njega.

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

Praćenje razvoja sastojina hrasta lužnjaka je vrlo dug i težak posao. Međutim u svrhu postavljanja pravilnog gospodarenja moramo poznavati dinamiku promjena u tim sastojinama. Radi toga ćemo u ovom radu na osnovi stvarnih i željenih sastojinskih parametara izraditi sedam hipotetskih razvojnih sistema hrasta lužnjaka u zajednici hrasta lužnjaka s običnim grabom.

Zbog opsežnosti materijala u ovom radu ćemo prikazati samo način kreiranja hipotetskih modela. Simuliranje promjena unutar pojedinih dobnih razreda te korekciju hipotetskih modela s obzirom na stvarne uvjete i dobivene rezultate simuliranja opisati ćemo u posebnom radu.

NAČIN IZRADE MODELA — THE WAY OF WORKING OUT MODELS

U zajednici hrasta lužnjaka s običnim grabom, kulminacija tečajnog debljinskog prirasta nastupa sa 95% vjerojatnosti u starosnom intervalu od 12 do 28 godina (P r a n j i ć, 1975). Uzevši u obzir da na debljinski prirast bitno utječe broj stabala po jedinici površine odnosno intenzitet

njege, eliminirajući utjecaj boniteta, te da kulminacija debljinskog prirasta nastupa ranije u rjeđim sastojinama, postavili smo svoje željeno vrijeme kulminacije tečajnog debljinskog prirasta za naših sedam modela (Tabela 1).

Tab. 1

	1	2	3	4	5	6	7
t_d	26	24	22	20	18	16	14
i_{dt}	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
d_{1-30}	4.0	5.85	7.12	7.91	8.22	8.0	7.4
d_{100}	33.6	43.8	53.9	63.9	73.8	83.6	93.4
d_B	35.7	46.4	56.9	67.4	77.7	88.0	98.2
l_1	3.13	4.02	4.89	5.76	6.62	7.47	8.32
l_n	4.38	5.63	6.87	8.06	9.27	10.46	11.66
N_{100}	443	268	180	131	99	78	63
T	2104	1637	1341	1144	995	883	793

t_d = vrijeme kulminacije tečajnog godišnjeg debljinskog prirasta — time culmination of current annual diameter increment

i_{dt} = tečajni godišnji debljinski prirast u cm — current annual diameter increment in cm

d_{1-30} = prsni promjer bez kore — diameter at breast height inside bark in cm

d_{100} = prsni promjer bez kore u 100 godina — diameter at breast height inside bark at age 100 years in cm

d_B = prsni promjer s korom u 100-toj god. — diameter at breast height outside bark at age 100 years in cm

l_1 = međusobna udaljenost stabala — distance of trees

l_n = nominalna udaljenost — nominal distance

N_{100} = broj stabala po ha — number of trees/ha

T = ugibanje stabala — death from old age

Osim toga za svaki model određena je širina goda odnosno tečajni debljinski prirast bez kore u vrijeme kulminacije.

Želja nam je da veličinu debljinskog prirasta odnosno postignutu širinu goda u momentu kulminacije zadržimo do kraja ophodnje, primjenom odgovarajuće njege u tim sastojinama.

Poznato nam je da se prsni promjer hrasta lužnjaka u vremenu kulminacije tečajnog debljinskog prirasta sa 95% vjerojatnosti kreće od 5 do 12 cm (Pranjić, 1975). Na osnovi postavljenog vremena kulminacije tečajnog debljinskog prirasta (i_d) i debljinskog prirasta u vrijeme kulminacije izračunali smo naše prsne promjere (d_{1-30}). Pri tome smo pretpostavili da je u prvom modelu $d_{1-30} = 0$ u $t = 6$ god. (odnosno da je $h =$

1,30 za $t = 6$ god.), ostalim modelima $d_{1,30}$ u $t = 6$ god. izračunat je proporcionalno debljinskom prirastu u vrijeme kulminacije. Na osnovi tih veličina svakom modelu određen je prsni promjer ($d_{1,30}$) u vrijeme kulminacije tečajnog debljinskog prirasta (1_d) uz pretpostavku da je debljinski prirast od 6 god. pa do vremena kulminacije linearan.

Zatim je određen prsni promjer ($d_{1,30}$) u $t = 100$ god. srednjeg sastojinskog stabla bez kore i sa korom (Tabela 1).

Debljinu kore (dupla kora 2B) smo odredili na osnovi od ranije poznatog matematičkog modela (Pranjić, 1975)

$$2B = 0,584 + 0,045254 d_{1,30}$$

uz pretpostavku da ova zakonitost vrijedi i za $2B = f(d_{1,30}$ bez kore).

Na osnovi prsnog promjera srednjeg sastojinskog stabla i međusobne udaljenosti stabala (l_1)

$$l_1 = 0,167 + 0,083 d_{1,30}$$

odnosno nominalne udaljenosti stabala (l_n)

$$l_n = 1,4 \cdot l_1$$

određen je broj stabala po hektaru u stotoj godini.

Prema našim istraživanjima u hrastovim sastojinama odnos između nominalne površine i stvarne pokrovnosti iznosi 1,4.

Nominalna površina je projekcija krošnje stabla uvećana za odgovarajući dio nepokrivene površine. Ovdje smo učinili pretpostavku da nam se krošnje stabala dotiču i da je promjer krošanja jednak međusobnoj udaljenosti stabala (l_1), odnosno da je maksimalan stupanj prokrovnosti 0,85 ako su stabla po površini distribuirana između kvadrata i trokuta (Tabela 1).

IZRADA HIPOTETSKIH BIOSISTEMA HRASTA LUŽNJAKA — THE WORKING OUT OF HYPOTHETICAL BIOSYSTEMS OF PEDUNCULATE OAK

Konstruirano je sedam modela-biosistema hrasta lužnjaka, uzevši u obzir postavljene zakonitosti i željene veličine. Za svaki model su određene najvažnije taksacijske veličine.

Broj stabala po hektaru — The number of trees per hectare

Broj stabala po ha u pojedinom dobnom razredu određen je na osnovi pretpostavke da je odnos broja stabala po ha traženog dobnog razreda i broja stabala u 100-toj godini obrnuto proporcionalan kvadratu njihove starosti. Odnosno

$$N_i = \frac{K_j \cdot 100^2}{t_i^2}$$

gdje je

N_i = broj stabala po hektaru u i -tom dobnom razredu

K_j = broj stabala po ha u 100-toj godini u j -tom modelu

t_i = starost i -tog dobnog razreda

Uz pretpostavku da biosistem živi sve dok ima barem jedno stablo hrasta lužnjaka po hektaru određena je maksimalna starost pojedinog modela sistema (Tabela 1).

Dimenzije srednjeg sastojinskog stabla — Dimensions of a mean tree stand

Za svaki dojni razred pojedinog modela određene su dimenzije srednjeg sastojinskog stabla, prsni promjer ($d_{1,30}$), srednja sastojinska visina (h), temeljnica ($g_{1,30}$) i volumena.

Prsni promjer ($d_{1,30}$) odnosno temeljnica srednjeg sastojinskog stabla određen je na isti način kao i prsni promjer stogodišnje sastojine, dodavanjem tečajnog debljinskog prirasta prsnom promjeru u vrijeme kulminacije.

Međutim za određivanje srednje sastojinske visine bilo je potrebno izraditi krivulju visinskog rasta za svaki model.

Krivulja rasta u visinu je određena na osnovi poznatog vremena kulminacije tečajnog visinskog prirasta i asimptote pojedinog modela (Tabela 2).

Tab. 2

Model	1	2	3	4	5	6	7
t_M	20	18	16	14	12	10	8
d_M	2.7	3.9	4.6	4.7	4.2	3.7	2.4
h_M	4.7	5.9	6.6	6.7	6.2	5.7	4.4
h_{max}	34.74	43.61	48.78	49.52	45.82	42.13	32.52

t_M = vrijeme kulminacije tečajnog godišnjeg visinskog prirasta — time culmination of current annual height increment

d_M = prsni promjer u t_M — diameter at breast height at t_M

h_M = totalna visina u t_M — total height at t_M

h_{max} = A = asimptota

Maksimalna visina pojedinog modela, odnosno njegova asimptota (A) određena je na osnovi pretpostavke da je visina stabla (h_M) u vrijeme kulminacije tečajnog visinskog prirasta $h_M = 0,1353 A$, odnosno visina stabla u vrijeme kulminacije tečajnog visinskog prirasta je 13,53% maksimalne visine (h_{max}).

Prema našim istraživanjima kulminacija tečajnog prirasta nastupa kod 13,53%, zrelost 50,00%, apsolutna zrelost 75%, te umiranje kod 98% maksimalne visine.

Stadij zrelosti tj. 50% maksimalne visine se upravo poklapa sa kulminacijom tečajnog prirasta produkcije a apsolutna zrelost s prosječnim prirastom produkcije.

Kako nam je poznata maksimalna visina — asimptota ($A = h_{max}$) i vrijeme kulminacije tečajnog visinskog prirasta, odabrana je funkcija rasta

$$h_i = A e^{-\frac{2t_M}{t_i}}$$

i funkcija tečajnog visinskog prirasta (i_h)

$$i_h = \frac{2t_M}{t_i^2} \cdot h_i \quad i_h = \frac{i_M}{\left(\frac{t_i}{t_M}\right)^2} \cdot \left(\frac{h_i}{h_M}\right)$$

i_M = tečajni visinski prirast u vrijeme kulminacije (t_M). Volumen srednjeg sastojinskog stabla odnosno oblični brojevi su izračunati po formuli

$$f = \frac{h_i}{2(h_i - 1,30)}$$

gdje je

f_i = oblični broj stabla s korom

h_i = srednja sastojinska visina

Određivanje sastojinskih elemenata prije i poslije prorjede — Setting the stand elements before and after thinning

Na već objašnjen način određen je broj stabala po hektaru za svaki dobní razred unutar pojedinog modela. Da bi odredili broj izvađenih stabala (prorjede) odnosno broj stabala poslije prorjede, učinili smo pretpostavku da mortaliteta i priliva u tim sastojinama nema te da smo njegu sastojine izvršili upravo u sredini dobnog razreda. Ovo znači da nam je broj stabala poslije prorjede upravo jednak broju stabala u slijedećem višem dobnom razredu, a broj stabala prorjede različiti broja stabala sukcesivnih dobnih razreda (Tabela 3—9). Na osnovi poznatog broja stabala i volumena srednje sastojinskog stabla izračunali smo volumen sastojine prije prorjede, poslije prorjede i naravno volumen prorjede.

I ovdje smo učinili pretpostavku da je unutar dobnog razreda distribucija volumena normalna te da volumen srednjeg sastojinskog stabla predstavlja volumen stabala prije i poslije prorjede i same prorjede.

Pomoću ovih sastojinskih elemenata na već uobičajeni način izračunat je volumni prirast i ukupna produkcija (Tabela 3—9).

Tab. 3

Starost Age	Broj stabala Number of trees			Srednje sasto- jinsko stablo Mean tree			Temeljnica po ha Basal area			Volumen po ha Volume per ha			Volumni prirast Volume increment							
	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	$d_{1.30}$ D.b.h	h Height	V_i Volume	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	Produkcija Production	Prije prorjede Before thinning		Poslije prorjede After thinning		Produk- cija Produc- tion		
														i_t	i_p	i_t	i_p	Tečajni Current	Prosječni Mean	Tečajni Current	Prosječni Mean	Tečajni Current	Prosječni Mean
cm	m	m ³	m ²	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	
10	44300	33225	11075	1.0	0.63															
20	11075	6153	4922	2.7	4.70	0.002	6.3	3.5	2.8	22.1	12.3	9.8	22.1							
30	4922	2154	2768	6.4	9.15	0.017	15.8	6.9	8.9	83.7	36.6	47.1	96.0	6.16	1.10	3.73	1.57	7.39	1.10	
40	2768	996	1772	10.6	12.77	0.063	24.4	8.8	15.6	174.4	62.7	111.7	223.3	9.07	2.79	6.46	2.79	12.73	3.20	
50	1772	542	1230	14.8	15.60	0.145	30.5	9.3	21.2	256.9	78.6	178.3	368.5	8.25	4.36	6.66	2.79	14.52	5.58	
60	1230	326	904	19.0	17.83	0.273	34.9	9.2	25.6	335.8	89.0	246.8	526.0	7.89	5.14	6.85	3.57	15.75	7.37	
70	904	212	692	23.2	19.61	0.439	38.2	9.0	29.2	396.9	93.1	303.8	676.1	6.11	5.60	6.85	4.11	15.75	8.77	
80	692	145	547	27.3	21.06	0.653	40.5	8.5	32.0	451.9	94.7	357.2	824.2	5.50	5.67	5.70	4.34	15.01	9.66	
90	547	104	443	31.5	22.26	0.919	42.6	8.1	34.5	502.7	95.6	407.1	969.7	5.08	5.65	5.34	4.46	14.81	10.30	
100	443	77	366	35.7	23.27	1.234	44.3	7.7	36.6	546.7	95.0	451.7	1109.3	4.40	5.58	4.99	4.46	14.55	10.77	
110	366	59	307	39.9	24.14	1.600	45.8	7.4	38.4	585.6	94.4	491.2	1243.2	3.89	5.47	4.46	4.52	13.96	11.09	
120	307	45	262	44.1	24.88	2.014	46.9	6.9	40.0	618.3	90.6	527.7	1370.3	3.27	5.32	3.95	4.47	13.39	11.30	
130	262	36	226	48.2	25.52	2.468	47.8	6.6	41.2	646.6	88.8	557.8	1489.2	2.83	5.15	3.65	4.40	12.71	11.42	
140	226	29	197	52.4	26.09	2.982	48.7	6.2	42.5	673.9	86.5	587.4	1605.3	2.73	4.97	3.01	4.29	11.89	11.46	
150	197	24	173	56.6	26.59	3.512	49.6	6.0	43.5	691.9	84.3	607.6	1709.8	2.83	4.81	2.96	4.20	11.61	11.47	
160	173	20	153	60.8	27.04	4.082	50.2	5.8	44.4	706.2	81.6	624.6	1808.4	1.80	4.61	2.02	4.05	10.45	11.47	
170	153	17	136	65.0	27.44	4.735	50.8	5.6	45.1	724.4	80.5	643.9	1908.2	1.43	4.41	1.70	3.90	9.86	11.30	
180	136	14	122	69.1	27.80	5.421	51.0	5.2	45.7	737.2	75.9	661.3	2001.5	1.82	4.26	1.93	3.79	9.98	11.22	
190	122	12	110	73.3	28.13	6.173	51.5	5.1	46.4	753.1	74.1	679.0	2093.3	1.28	4.09	1.74	3.67	9.33	11.12	
200	110	10	100	77.5	28.43	6.974	51.9	4.7	47.2	767.1	69.7	697.4	2181.4	1.59	3.96	1.77	3.57	9.18	11.02	
														1.40	3.83	1.84	3.49	8.81	10.91	

Tab. 4

Starost Age	Broj stabala Number of trees			Srednje sasto- jinsko stablo Mean tree			Temeljnica po ha Basal area			Volumen po ha Volume per ha			Volumni prirast Volume increment						
	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	d _{1,30} D.b.h	h Height	V _i Volume	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	Produkcija Production	Prije prorjede Before thinning		Poslije prorjede After thinning		Produk- cija Produc- tion	
														i _t	Prosječni Mean	i _t	Prosječni Mean	i _p	Prosječni Mean
				cm	m	m ³	m ²	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
10	26800	20100	6700	1.4	1.19	0.001	4.1	3.1	1.0	26.8	20.1	6.7	26.8	2.68	2.68	1.71	0.67	4.69	2.68
20	6700	3722	2978	4.7	7.21	0.008	11.6	6.5	5.2	53.6	29.8	23.8	73.7	2.68	2.68	1.71	1.19	4.69	3.68
30	2978	1303	1675	9.8	13.13	0.054	22.5	9.8	12.6	160.8	70.4	90.4	210.7	10.72	5.36	6.66	3.01	13.70	7.02
40	1675	603	1072	15.1	17.73	0.171	30.0	10.8	19.2	286.4	103.1	183.3	406.7	12.56	7.16	9.29	3.01	19.60	7.02
50	1072	328	744	20.3	21.22	0.364	34.7	10.6	24.1	390.2	119.4	270.8	613.6	10.38	7.80	8.75	4.58	20.69	10.17
60	744	197	547	25.5	23.93	0.648	38.0	10.1	27.9	482.1	127.7	354.4	824.9	9.19	8.03	8.36	5.91	21.13	13.75
70	547	128	419	30.7	26.07	1.023	40.5	9.5	31.0	559.6	130.9	428.7	1030.1	7.75	7.99	7.43	5.91	20.52	14.71
80	419	88	331	36.0	27.80	1.471	42.6	8.9	33.7	616.3	129.4	486.9	1217.7	5.67	7.99	5.82	6.12	18.76	15.22
90	331	63	268	41.2	29.23	2.026	44.1	8.4	35.7	670.6	127.6	543.0	1401.4	5.43	7.70	5.61	6.09	18.37	15.22
100	268	47	221	46.4	30.42	2.675	45.3	7.9	37.4	716.9	125.7	591.2	1575.3	4.63	7.45	4.82	6.03	17.39	15.57
110	221	35	186	51.6	31.43	3.418	46.2	7.3	38.9	794.4	115.3	679.1	1898.1	3.85	7.17	4.46	5.91	16.42	15.75
120	186	27	159	56.9	32.30	4.271	47.3	6.9	40.4	794.4	115.3	679.1	1898.1	3.90	6.87	4.33	5.78	15.86	15.82
130	159	22	137	62.1	33.05	5.205	48.1	6.7	41.5	827.6	114.5	713.1	2046.6	3.32	6.37	3.40	5.48	14.85	15.74
140	137	18	119	67.3	33.71	6.236	48.7	6.4	42.3	854.3	112.2	742.1	2187.8	2.67	6.10	3.20	5.30	14.12	15.63
150	119	14	105	72.5	34.30	7.363	49.1	5.8	43.3	876.2	103.1	773.1	2321.9	2.19	5.84	3.10	5.15	13.41	15.48
160	105	12	93	77.8	34.82	8.607	49.9	5.7	44.2	903.7	103.0	800.4	2452.5	2.00	5.65	2.73	5.00	13.06	15.33
170	93	10	83	82.9	35.28	9.902	50.2	5.4	44.8	920.9	101.0	821.9	2572.7	1.72	5.42	2.15	5.00	12.15	15.13
180	83	9	74	88.2	35.70	11.342	50.7	5.4	45.2	941.4	100.1	839.3	2694.2	1.70	5.23	1.74	4.66	12.02	14.96

Tab. 5

Starost Age	Broj stabala Number of trees			Srednje sastojinsko stablo Mean tree			Temeljnica po ha Basal area			Volumen po ha Volume per ha			Volumni prirast Volume increment						
	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	d _{1,30} D.b.h	h Height	V _i Volume	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	Produkcija Production	Prije prorjede Before thinning		Poslije prorjede After thinning		Produkcija Production	
														i _t	i _p	i _t	i _p	i _t	i _p
10	18000	13500	4500	2.4	1.99	0.001	8.1	6.1	2.0	18.0	13.5	4.5	18.0	7.20	1.80	3.55	0.45	8.55	1.80
20	4500	2500	2000	6.7	9.85	0.020	15.9	8.8	7.1	90.0	50.0	40.0	103.5	15.00	4.50	9.50	2.00	20.00	5.17
30	2000	875	1125	13.0	16.78	0.120	26.5	11.6	14.9	240.0	105.0	135.0	303.5	14.20	8.00	10.98	4.50	24.75	10.12
40	1125	405	720	19.3	21.91	0.340	32.9	11.8	21.1	382.5	137.7	244.8	551.0	12.30	9.58	10.62	6.12	24.75	13.77
50	720	220	500	25.6	25.72	0.702	37.1	11.3	25.7	505.4	154.4	351.0	811.6	12.30	10.11	10.62	7.02	26.06	16.23
60	500	133	367	31.8	28.61	1.181	39.7	10.6	29.1	590.5	157.1	433.4	1051.1	8.50	9.84	8.24	7.22	23.95	17.52
70	367	86	281	38.1	30.88	1.831	41.8	9.8	32.0	672.0	157.5	514.5	1289.7	8.10	9.60	8.11	7.35	23.86	18.42
80	281	59	222	44.4	32.69	2.632	43.5	9.1	34.4	739.6	155.3	584.3	1514.8	6.80	9.24	6.98	7.30	22.51	18.93
90	222	42	180	50.7	34.18	3.588	44.8	8.5	36.3	796.5	150.7	645.8	1727.0	5.70	8.85	6.15	7.17	21.22	19.19
100	180	31	149	56.9	35.41	4.682	45.8	7.9	37.9	842.8	145.1	697.7	1924.0	4.60	8.43	5.19	6.98	19.70	19.24
110	149	24	125	63.2	36.46	5.948	46.7	7.5	39.2	886.2	142.7	743.5	2112.5	4.30	8.06	4.58	6.76	18.85	19.20
120	125	19	106	69.5	37.35	7.368	47.4	7.2	40.2	921.0	140.0	781.0	2290.0	3.50	7.67	3.75	6.51	17.75	19.08
130	106	14	92	75.8	38.13	8.917	47.8	6.3	41.5	948.4	130.0	822.8	2457.1	2.70	7.29	3.30	6.33	16.71	18.90
140	92	12	80	82.0	38.80	10.655	48.5	6.3	42.2	980.3	127.9	852.4	2619.3	2.40	7.00	2.96	6.09	16.22	18.68
150	80	10	70	88.3	39.40	12.546	49.0	6.1	42.9	1003.7	125.5	878.2	2770.0	2.30	6.69	2.58	5.85	15.13	18.47
160	70	8	62	94.6	39.93	14.594	49.2	5.6	43.6	1021.6	116.7	904.9	2914.0	1.80	6.38	2.47	5.65	14.34	18.21

Prorjeda A: Hipotetski razvoj sastojina hrasta lužnjaka. Glasnik za šum. pokuse 23:1-23, Zagreb, 1985.

Tab. 6

Starost Age	Broj stabala Number of trees			Srednje sastojinsko stablo Mean tree			Temeljnica po ha Basal area			Volumen po ha Volume per ha			Volumni prirast Volume increment						
	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	d _{1.30} D.b.h	h Height	V _i Volume	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	Produkcija Production	Prije prorjede Before thinning		Poslije prorjede After thinning		Produk- oija Produc- tion	
														Tečajni t	Prosječni p	Tečajni t	Prosječni p	Tečajni t	Prosječni p
10	13100	9825	3275	3.0	3.00	0.002	9.2	6.9	2.3	26.2	19.6	6.6	26.2	11.46	2.62	5.60	0.66	13.42	2.62
20	3275	1819	1456	8.9	12.21	0.043	20.4	11.3	9.1	140.8	78.2	62.6	160.4	17.51	7.04	11.51	3.13	25.33	8.02
30	1456	637	819	16.2	19.47	0.217	30.0	13.1	16.9	315.9	138.2	177.7	413.7	10.53	10.53	5.92	5.92	28.50	13.79
40	819	295	524	23.5	24.59	0.565	35.5	12.8	22.7	462.7	166.7	296.0	698.7	14.68	11.57	11.83	7.40	28.50	17.47
50	524	160	364	30.8	28.28	1.096	39.0	11.9	27.1	574.3	175.4	398.9	977.0	11.16	11.49	10.29	7.98	27.83	19.54
60	364	97	267	38.1	31.05	1.841	41.5	11.1	30.4	670.1	178.6	491.5	1248.2	9.58	11.17	9.26	8.19	27.12	20.80
70	267	62	205	45.4	33.19	2.794	43.2	10.0	33.2	746.0	173.2	572.8	1502.7	7.59	10.66	8.13	8.18	25.45	21.47
80	205	43	162	52.8	34.89	3.972	44.9	9.4	35.5	814.3	170.8	643.5	1744.2	6.83	10.18	7.07	8.04	24.15	21.80
90	162	31	131	60.1	36.27	5.350	46.0	8.8	37.2	866.7	165.8	700.9	1967.4	5.24	9.63	5.74	7.79	22.32	21.86
100	131	23	108	67.4	37.42	6.942	46.7	8.2	38.5	909.4	159.7	749.7	2175.9	4.27	9.09	4.88	7.50	20.85	21.76
110	108	17	91	74.7	38.38	8.747	47.3	7.4	39.9	944.7	148.7	796.0	2370.9	3.53	8.59	4.63	7.24	19.50	21.55
120	91	14	77	82.0	39.21	10.768	48.1	7.4	40.7	979.9	142.7	829.2	2554.8	3.52	8.17	3.32	6.91	18.39	21.29
130	77	10	67	89.3	39.92	13.001	48.2	6.3	42.0	1001.1	140.0	871.1	2718.7	3.00	8.17	3.19	6.91	17.19	21.29
140	67	9	58	96.7	40.53	15.478	49.2	6.3	42.6	1037.0	139.3	897.7	2894.6	2.59	7.70	2.66	6.70	16.59	20.97
														1.55	7.41	2.66	6.41	15.48	20.66

Tab. 7

Starost Age	Broj stabala Number of trees			Srednje sasto- jinsko stablo Mean tree			Temeljnica po ha Basal area			Volumen po ha Volume per ha			Volumni prirast Volume increment						
	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	$d_{1.30}$ D.b.h	h Height	V_1 Volume	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	Produkcija Production	Prije prorjede Before thinning		Poslije prorjede After thinning		Produk- cija Produc- tion	
														i_t	\bar{m}_p	i_t	\bar{m}_p	i_t	\bar{m}_p
10	9900	7425	2475	3.5	4.15	0.004	9.3	7.1	2.4	39.6	29.7	9.9	39.6	13.12	3.98	6.60	0.99	16.09	3.96
20	2475	1375	1100	10.8	13.80	0.069	22.7	12.6	10.1	170.8	94.9	75.9	200.5	17.68	8.54	11.97	3.79	27.17	10.02
30	1100	481	619	19.2	20.58	0.316	31.8	13.9	17.9	347.6	152.0	195.6	472.2	14.57	11.59	12.00	6.52	29.77	15.74
40	619	223	396	27.6	25.14	0.797	37.0	13.3	23.7	493.3	177.7	315.6	769.9	12.33	12.33	7.89	7.89	27.52	19.25
50	396	121	275	35.9	28.35	1.492	40.1	12.2	27.8	590.8	180.5	410.3	1045.1	9.75	11.82	9.47	8.21	26.52	20.90
60	275	73	202	44.3	30.71	2.461	42.4	11.2	31.1	676.8	179.6	497.2	1311.6	8.60	11.28	8.69	8.29	26.65	21.86
70	202	47	155	52.7	32.51	3.687	44.1	10.2	33.8	744.8	173.3	571.5	1559.2	6.80	10.64	7.43	8.16	24.76	22.27
80	155	33	122	61.0	33.94	5.158	45.3	9.6	35.6	799.5	170.2	629.3	1787.2	5.47	9.99	5.78	7.87	22.80	22.27
90	122	23	99	69.4	35.09	6.902	46.1	8.7	37.4	842.0	158.7	683.3	1999.9	4.25	9.35	5.40	7.59	21.27	22.22
100	99	17	82	77.7	36.04	8.886	46.9	8.1	38.9	879.7	151.1	728.6	2196.3	3.77	8.80	4.53	7.29	19.64	21.96
110	82	13	69	86.1	36.83	11.151	47.7	7.6	40.2	914.4	145.0	769.4	2382.1	3.47	8.31	4.08	6.99	18.58	21.65
120	69	10	59	94.5	37.51	13.681	48.4	7.0	41.4	944.0	136.8	807.2	2556.7	2.96	7.87	3.78	6.73	17.46	21.31

Tab. 8

Starost Age	Broj stabala Number of trees			Srednje sastojinsko stablo Mean tree			Temeljnica po ha Basal area			Volumen po ha Volume per ha			Volumni prirast Volume increment						
	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	$d_{1.30}$ D.b.h	h Height	V_1 Volume	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	Produkcija Production	Tečajni Current	Prosječni Mean	Tečajni Current	Prosječni Mean	Tečajni Current	Prosječni Mean
				cm	m	m ³	m ²	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
10	7800	5850	1950	3.9	5.70	0.004	9.4	6.6	2.2	31.2	23.4	7.8	31.2	17.94	3.12	8.58	0.78	19.89	3.12
20	1950	1083	867	12.7	15.50	0.108	24.7	13.7	11.0	210.6	117.0	93.6	234.0	17.09	10.53	4.68	19.89	12.28	
30	867	380	487	22.1	21.63	0.440	33.2	14.6	18.7	381.5	167.2	214.3	521.9	17.09	12.72	12.07	28.79	17.79	
40	487	175	312	31.5	25.55	1.055	37.9	13.6	24.3	513.8	184.6	329.2	821.4	13.23	12.84	11.49	29.95	20.83	
50	312	95	217	40.9	28.23	1.929	41.0	12.5	28.5	601.8	183.2	418.6	1094.0	8.80	12.04	8.94	27.26	22.11	
60	217	58	159	50.3	30.18	3.118	43.1	11.5	31.6	676.6	180.8	495.8	1352.0	7.48	11.28	7.72	25.80	22.73	
70	159	37	122	59.7	31.65	4.607	44.5	10.3	34.1	732.5	170.5	562.0	1588.7	5.59	10.46	6.62	23.67	22.86	
80	122	26	96	69.2	32.80	6.415	45.9	9.8	36.1	782.6	166.8	615.8	1809.3	5.01	9.78	5.38	22.08	22.76	
90	96	18	78	78.6	33.73	8.510	46.6	8.7	37.8	817.0	153.2	663.8	2010.5	3.44	9.08	4.80	20.12	22.47	
100	78	14	64	88.0	34.48	10.905	47.4	8.5	38.9	850.6	152.7	697.9	2197.3	3.36	8.51	3.41	18.68	22.09	

Tab. 9

Starost Age	Broj stabala Number of trees			Srednje sasto- jinsko stablo Mean tree			Temeljnica po ha Basal area			Volumen po ha Volume per ha			Volumni prirast Volume increment						
	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	d _{t,50} D.b.h	h Height	V _i Volume	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	Prije Before	Prorjeda Thinning	Poslije After	Produkcija Production	Prije prorjede Before thinning		Poslije prorjede After thinning		Produk- cija Produc- tion	
														i _t	i _p	i _t	i _p	i _t	i _p
			cm	m	m ³	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
10	6300	4725	1575	4.7	6.56	0.010	10.9	8.2	2.7	63.0	47.2	15.8	63.0	14.80	6.30	7.80	1.58	19.52	6.30
20	1575	875	700	14.6	14.61	0.134	26.4	14.6	11.7	211.0	117.2	93.8	258.2	14.25	10.55	10.52	4.89	25.97	12.91
30	700	306	394	25.0	19.07	0.505	34.4	15.0	19.3	353.5	154.5	199.0	517.9	9.68	8.90	6.63	25.13	17.26	
40	394	142	252	35.5	21.79	1.143	39.0	14.1	24.9	450.3	162.3	238.0	769.2	7.13	11.26	7.42	7.20	23.36	19.23
50	252	77	175	45.9	23.61	2.070	41.7	12.7	28.9	521.6	159.4	362.2	1002.8	5.54	10.43	6.31	7.24	21.48	20.06
60	175	46	129	56.4	24.90	3.297	43.7	11.5	32.2	577.0	151.7	425.3	1217.6	4.48	9.62	4.71	7.09	19.65	20.29
70	129	31	98	66.9	25.87	4.820	45.3	10.9	34.4	621.8	149.4	472.4	1414.1	2.71	8.88	4.41	6.75	17.65	20.20
80	98	20	78	77.3	26.62	6.621	46.0	9.4	36.6	648.9	132.4	516.5	1590.6	1.96	8.11	2.35	6.48	15.20	19.88
90	78	15	63	87.8	27.22	8.570	47.2	9.1	38.1	668.5	128.5	540.0	1742.6		7.43				19.36

Priručnik A.: Hipotetski razvoj sastojina hrasta lužnjaka. Glasnik za šum. pokuse
23-1-23, Zagreb, 1985.

Kulminacija volumnog prirasta — Volume increment culmination

Za naše modele odredili smo vrijeme kulminacije volumnog prirasta sastojine, prije i poslije prorjede, te vrijeme kulminacije volumnog prirasta produkcije (Tabela 10). Tečajni i prosječni godišnji volumni prirast imaju značajnu ulogu pri određivanju zrelosti odnosno ophodnje sastojine. Ako nam zrelost sastojine određuje vrijeme kulminacije prosječnog godišnjeg prirasta produkcije tada se za naše modele ona kreće od 60-godina M-7 do 140 godina M-1.

RAZMATRANJE DOBIVENIH REZULTATA — ANALYSIS OF OBTAINED RESULTS

Na osnovi poznatih zakonitosti koje se nalaze u sastojinama hrasta lužnjaka s običnim grabom izrađeni su hipotetski modeli (7 modela) hrastovih sastojina. Modeli nam predstavljaju sedam načina gospodarenja s obzirom na širinu goda odnosno debljinski prirast.

Ukoliko želimo imati konstantnu širinu goda (u prosjeku) kroz cijelu ophodnju hrasta, tada na osnovi vremena kulminacije tečajnog debljinskog prirasta i željene širine goda određujemo prsni promjer srednjeg sastojinskog stabla (s korom) u 100-toj godini. Na osnovi prsnog promjera odredimo međusobnu udaljenost stabala a iz nje nominalnu udaljenost koja je za 40% veća od izračunate. Nominalna udaljenost odgovara teoretskoj pokrovnosti 0,83 odnosno stvarnoj 0,71. Mi smo za naše sastojine uzeli teoretski maksimalan stupanj pokrovnosti 0,85 pretpostavljajući da su stabla prostorno distribuirana između kvadrata i trokuta. U hrastovim sastojinama M a y e r (1957) je dobio stupanj pokrovnosti 0,43 i 0,74 za sastojine bez lista, a za sastojine pod listom 0,47 i 0,81.

Prema tome naš broj stabala po ha u 100 godini smo dobili dijeljenjem 8500 m² sa odgovarajućom nominalnom površinom.

Najprije s obzirom na način gospodarenja određujemo broj stabala po ha u 100-toj godini i na osnovi njega na vrlo jednostavan način izračunamo broj stabala mlađim i starijim dobnim razredima.

Funkcija za broj stabala

$$N_i = \frac{K_j : 100^2}{t_i^2}$$

je vrlo jednostavna i dobro izražava ovisnost broja stabala po ha o starosti sastojine.

Funkcija visinskog rasta

$$h_i = A e^{-\frac{2t_M}{t_i}}$$

je određena na osnovi vremena kulminacije visinskog prirasta. Vrijeme kulminacije visinskog prirasta neke sastojine možemo na relativno jedno-

Tab. 10

		Visinski prirast Height increment		Debljinski prirast Diameter increment		Volumni prirast Volume increment												
Tečajni Current		Prosječni Mean		Tečajni Current		Prije prorjede Before thinning		Poslije prorjede After thinning		Produkcija Production								
t_M	i_{ht}	t_p	i_{hp}	t	i_{dt}	t	i_{vt}	t_p	i_{vp}	t	i_{vt}	t_p	i_{vp}					
God Year	m	God Year	m	God Year	cm	God Year	m^3	God Year	m^3	God Year	m^3	God Year	m^3					
1	20	0.47	40	0.32	26	0.4	35	9.1	70	5.7	55	6.8	90	4.5	55	15.7	140	11.5
2	18	0.65	36	0.44	24	0.5	35	12.6	60	8.0	35	9.3	70	6.1	55	21.1	120	15.8
3	16	0.82	32	0.56	22	0.6	25	15.0	50	10.1	35	11.0	70	7.3	45	26.1	100	19.2
4	14	0.96	28	0.65	20	0.7	25	17.5	40	11.6	35	11.8	60	8.2	35	28.5	80	21.9
5	12	1.03	24	0.70	18	0.8	25	17.7	40	12.3	35	12.0	60	8.3	35	29.8	80	22.3
6	10	1.14	20	0.77	16	0.9	25	17.1	40	12.8	25	12.1	50	8.4	35	29.9	70	22.9
7	8	1.10	16	0.74	14	1.0	15	14.8	30	11.8	25	10.5	50	7.2	25	26.0	60	20.3

stavan način odrediti s obzirom na to da se radi o mladim sastojinama odnosno kulminacija visinskog prirasta nastupa najranije u usporedbi s ostalim vrstama prirasta.

Kako se kod nas radi o sastojinama hrasta lužnjaka s običnim grabom utjecaj boniteta na kulminaciju visinskog prirasta je eliminiran.

Međutim utjecaj prorjeda na kulminaciju visinskog prirasta kod hrasta (a i bukve) očituje se u tome što umjerena prorjeda posebno povoljno utječe na visinski prirast. Ako nam je sastojina vrlo gusta u vrijeme mladosti (prva faza rasta) dolazi do gušenja visinskog prirasta (A s s m a n n, 1970) i vrijeme kulminacije se odgađa katkada i za desetak godina. Ovo znači da nam je obično u tom slučaju kulminacija visinskog prirasta kasnije i visinski prirast manji u odnosu na umjerenu prorjedu.

Nasuprot ovome, širenjem rastućeg prostora kod hrasta stimulira se rast postranih grana, što se očituje u lepezastoj krošnji i nižem visinskom prirastu. Kulminacija visinskog prirasta u tom slučaju nastupa ranije, ali visinski prirast je u vrijeme kulminacije u odnosu na umjereni zahvat niži.

Ovo se jasno očituje i u krivuljama visinskog rasta naših modela (Grafikon 1), stabla iste starosti (odnosno istog promjera) u modelima velikog rastućeg prostora (jaka prorjeda) i malog rastućeg prostora (slaba prorjeda) imaju niže visine od modela umjerenog stajališnog prostora.

Naši modeli također pokazuju, da stabla koja rastu u težim životnim uvjetima (Model 1) postižu dublju starost (Tabela 1) što može imati utjecaja i na vrijeme određivanja ophodnje.

Prema Backman'ovom zakonu konačnu visinu možemo izračunati iz kumulativne vrijednosti (h_M) postignute u vrijeme kulminacije (t_M). Tako na primjer kulminacija tečajnog visinskog prirasta bi bila 15,9% konačne visine (maksimalne visine, asimptote). Što drugim riječima znači da konačnu vrijednost (visinu) možemo odrediti na osnovi visine postignute u momentu kulminacije visinskog prirasta.

Međutim B a c k m a n' o v a pretpostavka nama nije u potpunosti odgovarala, pa smo za naše modele odredili postotak 13,53. Ako nam je krivulja rasta

$$h_i = A e^{-\frac{2t_M}{t}}$$

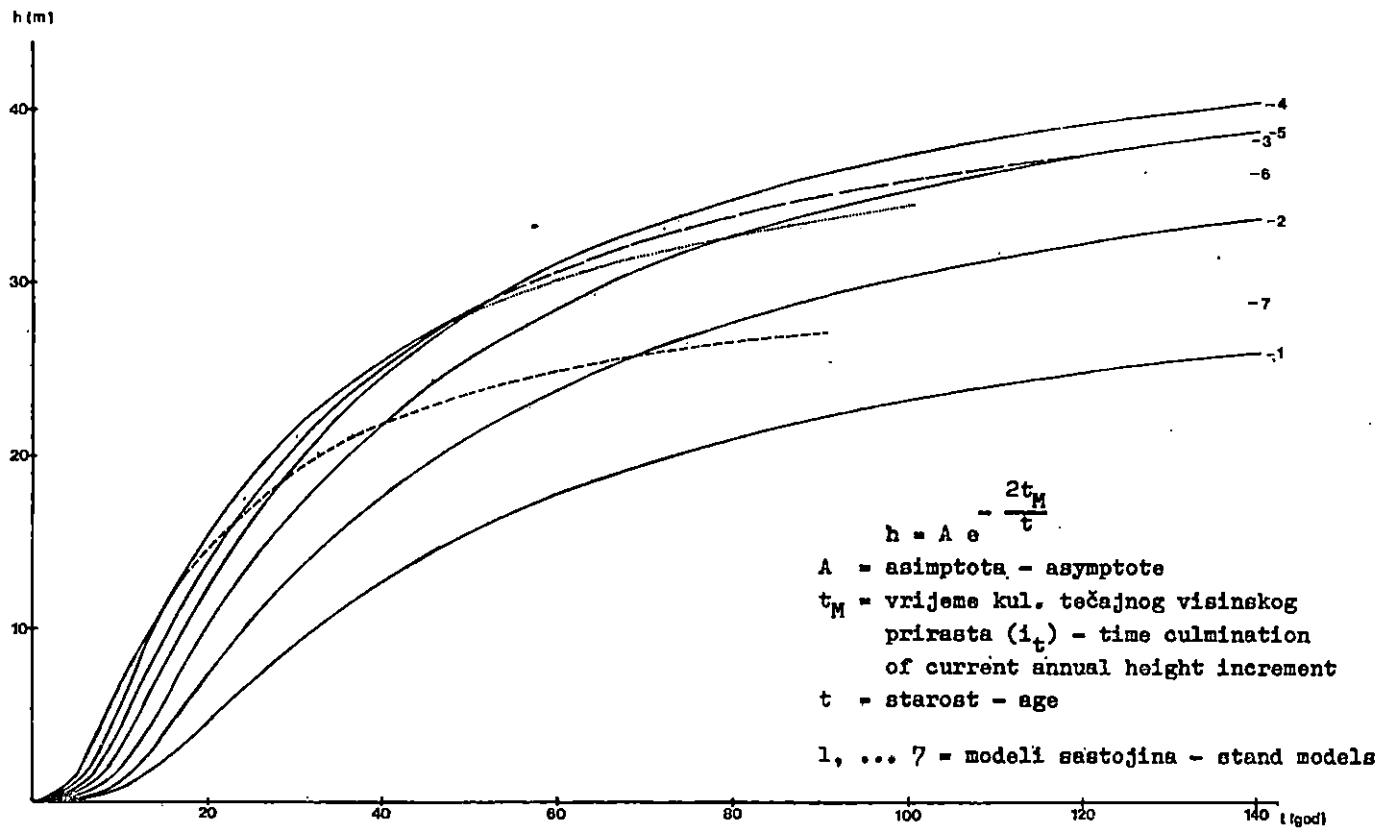
za $t = t_M$ $h_i = h_M$

$$h_M = A e^{-2}$$

odnosno $A = \frac{h_M}{e^{-2}} = \frac{h_M}{0,1353}$

odnosno $h_M = A \cdot 0,1353$.

Ovo znači da je asimptota (maksimalna visina) pojedinog modela upravo proporcionalna visini sastojine u vrijeme kulminacije tečajnog visinskog prirasta.



Graf. — Graph. 1. Visinski rast srednjeg sastojinskog stabla hrasta lužnjaka (*Carpino betuli* — *Quercetum roboris*, Anić 1959) — Height growth of stand mean tree of pedunculate oak

Uzevši u obzir da se naši modeli razvijaju u idealnim uvjetima, isključujući nepogode bilo koje vrste, naši volumeni sastojina prije i poslije prorjede pa i same produkcije su relativno visoki. Naravno uključenjem prosječnih životnih uvjeta i volumen naših sastojina bi se smanjio. Premda je jedan izvjestan dio dobrih i loših vanjskih faktora uključen u naše modele preko primijenjenih matematičkih modela, koji nam predstavljaju stvarne životne uvjete naših sastojina.

Vrijeme kulminacije tečajnog i prosječnog volumnog prirasta (Tabela 10) nastupa najprije u sastojinama prije prorjede zatim u sastojinama poslije prorjede a nakon toga nastaje kulminacija tečajnog prirasta i prosječnog volumnog prirasta produkcije.

S obzirom na naše modele sve vrste prirasta najprije kulminiraju u Modelu 7 a najkasnije u Modelu 1. Najveći volumni prirast u vrijeme kulminacije postiže se u modelu 4 i 5 (za te modele širina goda nam je 3,5 mm i 4 mm), odnosno u modelima 4, 5 i 6 ako uzmemo u obzir prirast produkcije.

Izrazimo li vrijeme kulminacije prirasta u jedinicama vremena kulminacije tečajnog visinskog prirasta (t_M) a odgovarajuću visinu u jedinicama visine (h_M) za t_M , vidimo da kulminacija prosječnog visinskog prirasta nastupa u starosti koja je upravo jednaka dvostrukoj starosti kulminacije tečajnog visinskog prirasta, kod visine $2,7 \cdot h_M$ odnosno $0,37 h_{max}$ (Tabela 11).

Odnosno kulminacija tečajnog volumnog prirasta produkcije nastupa u $3 t_M$ kod visine $3,8 h_M = 0,51 h_{max}$ a kulminacija prosječnog prirasta produkcije u starosti $7 t_M$, kod visine $5,6 h_M = 0,75 h_{max}$. Početak starenja sastojine prema našim istraživanjima nastupa u $t_s = 10 t_M$ kod visine $6 h_M = h_s = 0,82 h_{max}$ (Tabela 11).

Tab. 11

t	h_i	h_i	
t_M	h_M	h_{max}	
1	1	0.1353	Kulminacija tečajnog visinskog prirasta — Culmination of current annual height increment
2	2.717	0.3679	Kulminacija prosječnog visinskog prirasta — Culmination of mean annual height increment
3	3.7936	0.5134	Kulminacija tečajnog prirasta produkcije — Culmination of current annual production
4	4.480	0.6065	
5	4.95	0.6703	
7	5.551	0.7515	Kulminacija prosječnog prirasta produkcije — Culmination of mean annual production
8	5.657	0.7788	
9	5.9148	0.8007	
10	6.048	0.8187	Početak starenja — Beginning of senility

Usporedimo li taksacijske veličine naših modela u 50-toj i 100-toj godini vidimo da dimenzije srednjeg stabla rastu od 1. do 7. modela osim visine, koja je u Modelu 4, 5, 6, podjednaka u starosti od 50 godina, odnosno u Modelu 4 najviša u starosti 100 godina (Tabele 12, 13).

U pedesetoj godini daje model 5, 6 i 7 znatno veću produkciju od ostala četiri modela a u 100-toj godini 4, 5 i 6 model.

Ipak model 4 pokazuje kod obje promatrane starosti najveću produkciju.

Promatrajući taksacijske veličine naših modela u početku starenja (druga točka infleksije prosječnog volumnog prirasta produkcije $t_a = 10t_M$) očito je da modeli 3 i 4 pokazuju najpovoljnije taksacijske veličine (Tabela 14).

Tab. 12

Model	Starost 50 godina — Age 50 years											
	Srednje stablo Average tree				Produkcija Production				Volumen poslije prorjede Volume after thinning			
	d cm	h m	V m ³	l ₁ m	N	V m ³	i _t m ³	i _p m ³	N	V m ³	i _t m ³	i _p m ³
1	14.8	15.6	0.145	1.39	1772	368.5	15.1	7.37	1230	178.3	6.7	3.57
2	20.3	21.2	0.364	1.85	1072	613.6	20.9	12.27	744	270.8	8.5	5.42
3	25.6	25.7	0.702	2.29	720	811.6	25.0	16.23	500	351.0	9.4	7.02
4	30.8	28.3	1.096	2.72	524	977.0	27.5	19.54	364	398.9	9.8	7.98
5	35.9	28.4	1.492	3.15	396	1045.1	27.1	20.90	275	410.3	9.1	8.21
6	40.9	28.2	1.929	3.56	312	1094.0	26.5	22.11	217	418.6	8.3	8.37
7	45.9	23.6	2.070	3.98	252	1002.8	22.4	20.06	175	362.2	6.9	7.24

Tab. 13

Model	Starost 100 godina — Age 100 years											
	Srednje stablo Average tree				Produkcija Production				Volumen poslije prorjede Volume after thinning			
	d cm	h m	V m ³	l ₁ m	N	V m ³	i _t m ³	i _p m ³	N	V m ³	i _t m ³	i _p m ³
1	35.7	23.3	1.234	3.13	443	1109.3	13.7	11.09	366	451.7	4.3	4.52
2	46.4	30.4	2.675	4.02	288	1575.3	16.9	15.75	221	591.2	4.6	5.91
3	56.9	35.4	4.682	4.89	180	1924.0	19.2	19.24	149	697.7	4.9	6.98
4	67.4	37.4	6.942	5.76	131	2175.9	20.2	21.76	108	749.7	4.8	7.50
5	77.7	36.0	8.886	6.62	99	2196.3	19.1	21.96	82	728.6	4.3	7.29
6	88.0	34.5	10.905	7.47	78	2197.3	18.0	22.09	64	697.9	3.5	6.98
7	98.2	27.7	10.909	8.32	63	1889.9	14.3	18.90	52	567.3	2.8	5.67

Tab. 14

Model	Početak starenja — Beginning of senility												
	Srednje stablo Average tree					Produkcija Production				Volumen poslije prorjede Volume after thinning			
	t God Year	d cm	h m	V m ³	l _i m	N	V m ³	i _t m ³	i _p m ³	N	V m ³	i _t m ³	i _p m ³
1	200	77.5	28.4	6.974	6.6	110	2181.4	8.7	10.91	100	697.4	1.8	1.40
2	180	88.2	35.7	11.342	7.5	83	2692.5	11.9	14.96	74	839.3	1.7	4.66
3	160	94.6	39.9	14.594	8.0	70	2909.3	14.3	18.18	62	904.9	2.7	5.65
4	140	96.7	40.5	15.498	8.2	67	2892.6	16.6	20.66	58	897.7	2.7	6.41
5	120	94.5	37.5	13.681	8.0	69	2556.7	17.5	21.31	59	807.2	3.8	6.73
6	100	88.0	34.5	10.905	7.5	78	2197.3	18.7	22.09	64	697.9	3.4	6.98
7	90	87.8	27.2	8.570	7.4	78	1742.6	15.2	19.36	63	540.0	2.4	6.00

ZAKLJUČCI — CONCLUSIONS

Na osnovi poznatih matematičkih modela, odnosno zakonitosti, koje postoje u sastojini hrasta lužnjaka s običnim grabom izrađeno je sedam razvojnih modela hrasta lužnjaka (Tabela 3—9).

Razvojni modeli definirani su kulminacijom debljinskog i visinskog prirasta, željenom konstantnom širinom goda tijekom cijele ophodnje, te nominalnom udaljenosti stabala (l_n) u stotoj godini.

Broj stabala po hektaru (N_i) u pojedinom dobnom razredu odnosno starosti sastojine (t_i) određen je na osnovi broja stabala po ha u 100-toj godini (K_j)

$$N_i = \frac{K_j \cdot 100^2}{t_i^2}$$

Krivulja rasta srednjeg sastojinskog stabla pojedinog modela određena je na osnovi maksimalne visine ($A = h_{max}$) i vremena kulminacije tečajnog visinskog prirasta (t_M)

$$h_i = A e^{-\frac{2t_M}{t}}$$

odnosno visinski prirast

$$i_h = \frac{2t_M}{t^2} \cdot h_i$$

Da bi odredili volumen srednjeg sastojinskog stabla, pretpostavili smo da je oblik debla paraboloid, pa je

$$f = \frac{h_i}{2(h_i - 1,30)}$$

Ostale sastojinske elemente, temeljnicu i volumen prije i poslije pro-
rjede ustanovili smo na uobičajeni način uz pretpostavku da je njega sa-
stojine bila izvedena točno u sredini dobnog razreda te da mortaliteta nije
bilo.

Na osnovi dobivenih taksacijskih veličina naših modela, vidimo da za
naše postavljene uvjete odgovara model 3 i 4 daju najpovoljnije taksacij-
ske veličine u početku starenja.

LITERATURA — REFERENCES

- 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 Re-
search, Vol. 9, No.3. 189-202.
- Gochenour, Jr., D. L., L. R. Johnson, 1973: Reliable Results from Stochastic Si-
mulation Models, USDA Forest Service Research paper Nc-277. 1-5.
- Gould, E. M., 1967: Simulation and Forestry, IUFRO-Kongress, München. 96-104.
- Loetsch, F., F. Zöhrer & K. E. Haller, 1973: Forest Inventory, Vol: 2,
München.
- Mayer, R., 1958: Kronengröße und Zuwachsleistung der Traubenache auf süd-
deutschen Standorten. Allg. Forst. u. Jagdztg. 126.
- Newnham, R. M., 1966: A Simulation model for studying the effect of stand
structure on harvesting pattern, Forestry Chronicle 42 (1): 39-44.
- Pranjić, A., 1975: Odnos visinskog i debljinskog prirasta u sastojinama hrasta
lužnjaka. Glas. šum. pokuse 20: 5-92.

ANKICA PRANJIC

HYPOTHETICAL DEVELOPMENT OF PEDUNCULATE OAK STANDS

Summary

Developmental stage of Pedunculate oak with common hornbeam stand (*Carpino betuli-Quercetum roboris*, Anić 1959) is still a field of interest for research. It specially refers to the stand development in relation to natural conditions and the results to be wanted.

Since the natural conditions are very changeable and the imposed objectives of management vary considerably it is practically impossible to carry out any research of this kind in natural conditions in a short time. Especially if we are aware that the process of production in these stands lasts almost 160 years.

Because of this we shall try to simulate the conditions in which we shall try to determine changes in Pedunculate oak stand in relation to the existing regularities and our imposed objectives. We have accepted the attitude that the time culmination of height and diameter increment plays an important role in the stand development.

Taking into consideration the existing time culmination of diameter increment in the stand of Pedunculate oak as well as diameter increment to be achieved in time culmination seven developmental models of Pedunculate oak stands have been set (Table 1). Besides, we have presupposed that the width of annual ring throughout the whole rotation is constant in average. On the basis of these assumptions and existing dependance of bark width and breast height diameter, mean breast height diameter of a hundred year old stand of each model has been set.

The number of trees per hectare in a 100 year old stand (K_j) is determined on the basis of a given trees distance (l), i. e. its nominal distance (l_n).

For establishing the number of trees per hectare (N_i) in an age class (t_i) we have used the following function:

$$N_i = \frac{K_j \cdot 100^2}{t_i^2}$$

We have used the time culmination of current annual height increment in the stand (t_M) and the possible maximum height of an individual model ($A = h_{max}$) when working out the mathematical model of growth in height

$$h_t = A e^{-\frac{2t_M}{t_i}}$$

It follows that for our models the height of trees $h_M = 0,1353 A$, i. e. nation moment current annual height increment is $h_M = 0,1353 A$, i. e. 13,53% of maximum height ($h_{max} = A$).

The height of trees in culmination time has been established on the basis of given dependance $h_M = f(d_M)$ in oak stands (Table 2).

All the other stand parameters, basal area, volume, volume increment before and after the felling (Tables 3—10) as well as the production and production increment have been established in the usual way on the assumption that the felling has been carried out right in the half of an age class and that the mortality and ingrowth were practically non-existent.

The culmination sequence of an individual sort of increment was usual (Table 11). Our models show that the volume increment in time culmination is the highest in 4-th, 5-th and 6-th model, and that the beginning of senility in these models begins in 140-th, 120-th and 100-th year (Table 12). However, if we observe the production of individual models in a 50-th and a 100-th year and their volume increment then the models 4 and 5 show a considerable advantage (Tables 13 and 14). The beginning of senility begins first in the model 7 and last in the model 1. (Table 15). Models 3 and 4 show the maximum production at the beginning of senility.

These are, of course, only hypothetical models of mean stand parameters.

The dimension structure of trees within each age class has been worked out with technique of simulation on a computer. The way of working out individual models as well as correction regarding actual stand conditions will be shown separately.

Received January 20, 1985.

Accepted March 31, 1985.

Author's address:

Faculty of Forestry
Department of
Forest Mensuration
41001 Zagreb, Box 178
Yugoslavia

VLADIMIR HITREC

MATEMATIČKI MODELI I RJEŠENJA NEKIH PROBLEMA U ŠUMARSTVU I TEHNOLOGIJI DRVA

MATHEMATICAL MODELS AND SOLUTION OF CERTAIN PROBLEMS IN FORESTRY AND WOOD TECHNOLOGY

Prispjelo: 11. veljače 1985.

Prihvaćeno: 31. ožujka 1985.

Određivanje volumena svih trupaca u složaju može se vršiti na više načina. Analizirane su greške koje se pojavljuju upotrebom pojedine metode. U praksi se često puta vrše procjene pomoću tzv. »koefficienata«. Ukazano je da takve procjene nisu uvijek dovoljno točne, te u kojim se slučajevima smiju upotrijebiti. Također su razrađene prikladne metode za takve procjene. U šumarstvu se za izjednačenje koriste funkcije $y = C + Af(x, B)$, gdje f nije linearna. Poznate su približne metode. Ovdje je pokazano kako se izjednačenja nelinearnih funkcija mogu vršiti po volji točno upotrebom elektroničkih računala. Analizirana je opravdanost upotrebe raspona kod računanja parametara za konstrukciju kontrolnih karata. Predloženi su odgovarajući modeli za kontrolne karte u primarnoj preradi drva. Široko je obrađen problem određivanja optimalnih rasporeda pila kod piljenja jelovih trupaca na jarmačama. Razrađene su zadovoljavajuće metode koje se temelje na simulaciji programima RARAVO i RAVIDI. Analizirani su faktori koji utječu na volumno iskorišćenje trupaca. Razmatrani su problemi o sortiranju trupaca na stovarištu.

Ključne riječi: matematički modeli, volumen trupaca u složaju, greške, procjena, regresijska analiza, kontrolne karte, optimizacija piljenja, elektronička računala, simulacija.

1. O ČETIRI NAČINA ODREĐIVANJA VOLUMENA SVIH TRUPACA U SLOŽAJU — ABOUT FOUR METHODS FOR DETERMINATION OF VOLUME OF ALL LOGS IN A PILE

Trupac je krnji stožac. Složaj je skup koji sadrži N trupaca. Dužina, veći promjer, manji promjer, promjer na polovini dužine te pad promjera i -tog trupca označeni su respektive sa h_i , R_i , r_i , d_i te p_i .

Standard propisuje da se volumen trupca računa po formuli

$$V_i = \frac{\pi}{4} h_i d_i^2$$

Usprkos toga, sve se češće na centralnim mehaniziranim stovarištima računa volumen trupca po formuli za krnji stožac

$$V_{si} = \frac{\pi}{3} h_i (R_i^2 + R_i r_i + r_i^2).$$

Volumen svih trupaca u složaju je

$$V = \frac{\pi}{4} \sum h_i d_i^2 \quad (1)$$

Volumen svih trupaca u složaju kadkada se približno računa prema formulama

$$V_1 = N \cdot \frac{\pi}{4} \bar{h} \bar{d}^2, \quad (2)$$

ili

$$V_2 = N \cdot \frac{\pi}{4} \bar{h} \bar{d}^2. \quad (3)$$

Uzimajući u obzir da je pad promjera različit od nule, volumen trupca u složaju možemo izračunati i prema formuli

$$V_s = \frac{\pi}{3} \sum h_i (R_i^2 + R_i r_i + r_i^2) \quad (4)$$

Izrazi (2) i (3) sadrže volumen srednjeg trupca (računat na dva načina), pomnožen brojem trupaca koje promatramo.

Označimo sa $a_i = h_i - \bar{h}$ odstupanje pojedine duljine od srednje vrijednosti svih N duljina.

Označimo sa $b_i = d_i^2 - \bar{d}^2$ odstupanje pojedinih kvadrata promjera od srednje vrijednosti kvadrata promjera.

Može se pokazati da vrijedi

$$\Delta = \frac{\pi}{4} \sum a_i b_i = V - V_1.$$

Apsolutna greška koju činimo računajući volumen relacijom (2) umjesto da se služimo relacijom (1) je dakle

$$\Delta = \frac{\pi}{4} \sum a_i b_i. \quad (5)$$

Analizirajmo veličinu Δ .

Procjena koeficijenta korelacije varijabli d^2 i h dana je izrazom

$$r = \frac{\frac{1}{N} \sum a_i b_i}{\sigma_{d^2} \sigma_h}.$$

Iz posljednje relacije i relacije (5) možemo izračunati izraz za Δ koji je pogodan za analizu greške,

$$\Delta = \frac{N\pi r \sigma_d^2 \sigma_h}{4}$$

1. Ako su duljine svih trupaca jednake onda je i $\sigma_h = 0$ te je i $\Delta = 0$. U tom slučaju računanje volumena pomoću srednje vrijednosti kvadrata promjera (relacija (2)) daje isti rezultat kao da radimo prema formuli (1).

2. Ako su promjeri svih trupaca jednaki onda je također $\sigma_d^2 = 0$ te je opet $\Delta = 0$. Relacija (2) daje i u tom slučaju isti rezultat kao (1).

3. Ako su duljine trupaca pozitivno korelirane sa promjerima, tj. ako očekujemo da će dulji trupac imati i veći promjer onda je $r > 0$ te je i

$$\Delta > 0,$$

odnosno

$$V > V_1.$$

Volumen računat pomoću srednje vrijednosti kvadrata promjera je manji od volumena računatog na standardni način.

4. Ako su duljine trupaca negativno korelirane sa duljinama, tj. ako očekujemo da će dulji trupac imati manji promjer onda je i $r < 0$, te je i

$$\Delta < 0,$$

odnosno

$$V < V_1.$$

Volumen izračunat pomoću srednje vrijednosti kvadrata promjera je u tom slučaju veći od volumena računatog pomoću formule (1).

5. Ako ne postoji korelacija između debljina i duljina trupaca, tada je $r \approx 0$, te je i

$$\Delta \approx 0,$$

odnosno

$$V \approx V_1.$$

Volumen izračunat pomoću srednje vrijednosti kvadrata promjera je približno jednak volumenu izračunatom pomoću (1).

6. Apsolutna greška je to veća, što je veći broj trupaca čiji promjer računamo.

Osim upravo navedenih odnosa koji postoje između prave vrijednosti volumena i volumena izračunatog pomoću srednje vrijednosti kvadrata promjera, za praksu je interesantna veličina relativne greške koju činimo takvom aproksimacijom.

Relativna greška volumena je

$$\frac{\Delta}{V} = \frac{\frac{\pi}{4} N \sigma_d^2 \sigma_h r}{\frac{\pi}{4} \sum h_i \cdot d_i^2}$$

odnosno

$$\frac{\Delta}{V} = \frac{1}{1 + \frac{\bar{h} \bar{d}^2}{r \sigma_d^2 \sigma_h}} \quad (6)$$

Označimo sa L duljinu najdužeg odnosno sa h dužinu najkraćeg trupca. Označimo sa D promjer najdebljeg odnosno sa d promjer najtanjeg trupca. Pretpostavit ćemo da je

$$\bar{h} = \frac{L + h}{2}, \quad \text{odnosno} \quad \bar{d}^2 = \frac{D^2 + d^2}{2}$$

Kako su maksimalne moguće vrijednosti:

$$r = 1, \quad \sigma_d^2 = \frac{1}{2} (D^2 - d^2) \quad \text{i} \quad \sigma_h = \frac{1}{2} (L - h),$$

to je

$$R_g = \frac{\Delta}{V} \leq \frac{1}{1 + \frac{(L + h)(D^2 + d^2)}{(L - h)(D^2 - d^2)}} \quad (7)$$

Vidimo da je relativna greška manja kod duljih i debljih trupaca, uz pretpostavku jednakih raspona u debljini odnosno duljini.

Kolike su praktički te greške pokazat ćemo na primjerima.

Služeći se relacijom (7) izvršit ćemo procjenu maksimalne relativne greške koju možemo načiniti ako volumen trupca računamo pomoću srednje vrijednosti kvadrata promjera, tj. prema relaciji

$$V_1 = \frac{\pi}{4} N \cdot \bar{h} \cdot \bar{d}^2$$

Pretpostavit ćemo neke od mogućih raspona duljina odnosno debljina trupaca (L, m, D cm):

1. $L = 6, \quad h = 2, \quad D = 34, \quad d = 30, \quad R_g < 6 \%$
2. $L = 6, \quad h = 2, \quad D = 32, \quad d = 30, \quad R_g < 3 \%$
3. $L = 4, \quad h = 2, \quad D = 34, \quad d = 30, \quad R_g < 4 \%$
4. $L = 6, \quad h = 3, \quad D = 40, \quad d = 38, \quad R_g < 2 \%$
5. $L = 6, \quad h = 3, \quad D = 32, \quad d = 30, \quad R_g < 2 \%$

Možda će se čitaocu greške koje su izračunate kao maksimalno moguće činiti dosta velike, no moramo imati na umu da su to maksimalne moguće greške dobivene uz pretpostavku da je koeficijent korelacije jednak

1 i da su varijance promjera odnosno dužine maksimalno velike. Naravno da se takav slučaj neće desiti u praksi. Realne greške će biti znatno manje od ovih maksimalnih.

Uzmimo npr. da r nije jednak 1 već 0,50. Tada je procjena pod 1. za 50 % manja, te iznosi $R_g = 0,03$.

Prema dosadašnjem iskustvu r nikada nije viši od 0,05.

Svjesni smo da je procjena maksimalne greške (7) prevelika no željeli smo pokazati preko koje vrijednosti ne očekujemo veličinu relativne greške.

Procijenit ćemo grešku koju činimo ako umjesto V_s računamo volumen prema (1). Uvedimo oznake

Apsolutna greška za jedan trupac: $\delta_i = V_{si} - V_i$.

Apsolutna greška cijelog složaja: $\delta = \sum (V_{si} - V_i)$.

Relativna greška jednog trupca: $\varepsilon_i = \delta_i/V_{si}$.

Relativna greška cijelog složaja: $\varepsilon = \delta/V_s$.

Budući da je

$$\varepsilon = \frac{\sum (V_{si} - V_i)}{\sum V_{si}} = \frac{\sum \varepsilon_i V_{si}}{\sum V_{si}},$$

te ako je E jedna gornja ograda skupa ε_i slijedi da je $\varepsilon \leq E$.

Može se lako pokazati da je

$$\varepsilon_i = \frac{1}{4(12x_i^2 - 6x_i + 1)}, \text{ gdje je } x_i = R_i/h_i p_i.$$

Tražena relativna greška ε_i ima maksimum za $x = 0,25$. Za vrijednost $x > 0,25$ ε_i pada. Praktički je dakle najveća vrijednost ε_i moguća za najmanju moguću vrijednost $x = R/ph$ (koja je veća od 0,25). Možemo smatrati da se u praksi najmanji x može pojaviti za $R = 15$ cm, $p = 2$ cm/m i $h = 6$ m. Tim vrijednostima pripada $x = 1,25$ odnosno $E = 0,02 = 2\%$.

Očekivana greška će u praksi biti manja, jer su za R , p i h uzete zaista ekstremne vrijednosti.

Preostalo nam je još da damo usporedbu volumena računatog pomoću kvadrata srednje vrijednosti (relacija (3)) sa volumenom računatim pomoću srednje vrijednosti kvadrata (relacija (2)). Lako se može pokazati (Hitrec, 1984) da je

$$V_1 \geq V_2.$$

Volumen računat pomoću srednje vrijednosti kvadrata promjera (\bar{d}^2) ne može biti manji od volumena računatog pomoću kvadrata srednje vrijednosti (\bar{d}^2).

V_1 je jednak V_2 samo ako su promjeri svih trupaca jednaki.

2. O JEDNOJ METODI PROCJENE — ABOUT ONE ESTIMATE METHOD

Kada se u praksi kaže »koeficijent« često se misli na izvjesnu konstantu k koja označava »odnos« između dvaju obilježja (slučajnih varijabli). Označimo te varijable sa X odnosno Y . Redovno se radi o namjeri da se pomoću izmjerene vrijednosti X procijeni Y . Radi se tako da se na uzorku veličine n izmjere vrijednosti (x_i, y_i) ($i = 1, \dots, n$) te se procjenjuje k bilo kao

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sum_{i=1}^n y_i} \quad \text{ili} \quad k = \frac{\sum x_i}{\sum y_i}.$$

Tada se smatra da općenito vrijedi

$$Y = kX.$$

Tako se govori o »koeficijentu protoka materijala«, »koeficijentu iskorišćenja trupaca«, »koeficijentu iskorišćenja kapaciteta«, itd.

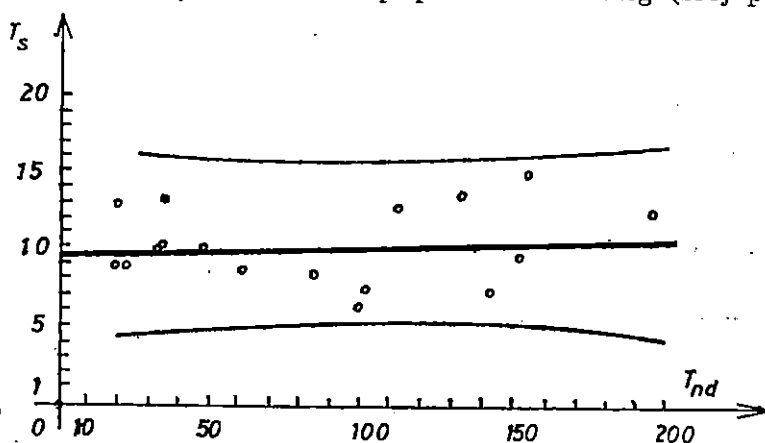
Takav postupak pretpostavlja linearnu vezu između varijabli X i Y , što naravno nije uvijek istina, te zbog toga dovodi do pogrešnih rezultata.

Matematički model za takve procjene je regresijska analiza.

Odgovarajuće matematičke metode za takve procjene su metode regresijske analize (Hitrec, 1976).

Primjer 1. Navest ćemo prvo primjer iz organizacije rada u vezi s računanjem prosječnog koeficijenta protoka.

U jednom poduzeću drvne industrije izmjerene su za 18 radnih naloga veličine T_s (stvarni ciklus proizvodnje računat u danima), a poznat je bio i normirani broj dana T_{nd} za pripadni radni nalog (broj potrebnih



Sl. — Fig. 1. Pravac regresije stvarnog ciklusa proizvodnje T_s s obzirom na normirani broj dana T_n — Regression line of real production cycles T_s in respect to normed number of days T_n

norma-sati za stanoviti nalog podijeljen brojem radnih sati u jednom danu). Dobiveni podaci su unijeti u tabelu 1, a pripadni dijagram raspršenja, pravac regresije i 95 %-tne granice pouzdanosti prikazane su na slici 1.

Pravac regresije dobiven je metodom najmanjih kvadrata, a jednadžba mu je

$$T_s = 9,6 + 0,005 T_{nd}.$$

Tab. 1. Broj normiranih dana, stvarni ciklus proizvodnje i koeficijent protoka —
Number of the normed days, real production cycle and the flow coefficient

T_{nd} (1)	T_s (2)	f (3)	T_{nd} (1)	T_s (2)	f (3)
147	15	0.10	98	6	0.06
39	13	0.33	39	10	0.26
196	12	0.06	98	7	0.07
19	9	0.47	39	10	0.26
129	13	0.10	61	9	0.15
135	7	0.05	98	7	0.07
147	9	0.06	49	10	0.20
30	9	0.30	86	9	0.10
108	12	0.11	24	13	0.54

Iz slike 1, iz jednadžbe pravca (koeficijent uz T_{nd} jest vrlo malen) i iz izračunatog koeficijenta korelacije ($r = 0,08$) vidljivo je da nalozi koji su promatrani ne potvrđuju nikakvu vezu između normiranih dana i stvarnog ciklusa proizvodnje, što znači da nismo u mogućnosti — u ovom slučaju — poznavajući broj normiranih dana, dati bilo kakvu prognozu o stvarnom ciklusu proizvodnje. Zašto je to tako, stvar je analize koju će izvršiti tehnolog.

Primjer će nam poslužiti da pokažemo do kakvih bismo zaključaka došli da smo se umjesto regresijom služili koeficijentima. U tabeli 1, kolona (3), dani su koeficijenti protoka za svaki radni nalog. Srednja vrijednost tih koeficijenata jest protok

$$\bar{f} = \sum f_i / 18 = 0,18.$$

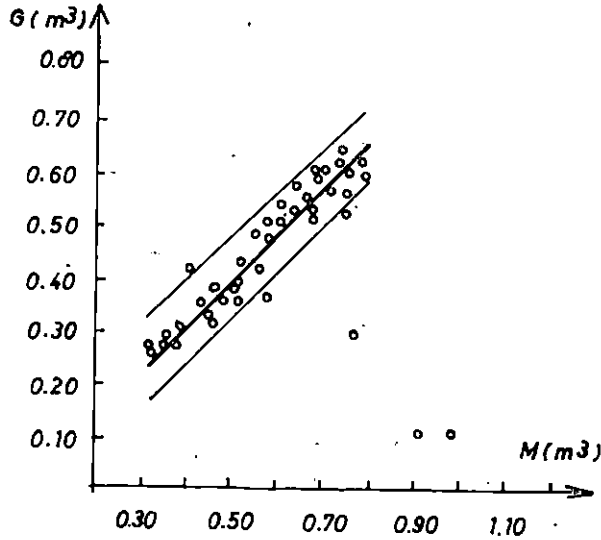
Stavimo li

$$T_s = 0,18 T_{nd},$$

dobili smo potpuno neadekvatan model. Uvrstimo li u taj model vrijednosti $T_{nd} = 100$, dobit ćemo $T_s = 18$, što je vrlo loša procjena. Slično bi bilo i s drugim vrijednostima T_{nd} .

Primjer 2. Odabran je slučajni uzorak od 40 jelovih trupaca III klase. Svakom trupcu određen je volumen (M) i volumen dobijene građe (G). Podaci su unijeti u tabelu 2.

Na slici 2 nanijet je pripadni dijagram raspršenja koji svojim prostiranjem ukazuje na mogućnost linearne regresije. Podaci su izjednačeni



Sl. — Fig. 2. Volumen dobivene građe (G) u zavisnosti od volumena trupca (M)
— Volume of obtained lumber (G) depending on the volume of a log (M)

Tab. 2. Parametri i vrijednosti SS za dva načina izjednačenja — Parameters and values SS for two methods fitting regression

M (m ³)	G (m ³)	M (m ³)	G (m ³)	M (m ³)	G (m ³)	M (m ³)	G (m ³)
0.67	0.51	0.72	0.55	0.69	0.55	0.38	0.28
0.75	0.60	0.64	0.69	0.64	0.55	0.39	0.29
0.36	0.25	0.45	0.32	0.61	0.52	0.72	0.58
0.69	0.55	0.43	0.40	0.69	0.56	0.67	0.50
0.49	0.35	0.72	0.61	0.72	0.50	0.72	0.59
0.69	0.56	0.45	0.34	0.67	0.52	0.61	0.49
0.41	0.29	0.48	0.35	0.45	0.33	0.36	0.26
0.39	0.26	0.50	0.37	0.79	0.59	0.58	0.45
0.53	0.40	0.50	0.36	0.50	0.33	0.55	0.39
0.55	0.34	0.55	0.47	0.50	0.34	0.58	0.48

pravcem, te je dobivena jednadžba: $G = -0,0612 + 0,874 M$. Izračunat je i koeficijent korelacije koji iznosi $r = 0,96$, što pokazuje veliki stupanj linearne zavisnosti volumena trupca i dobivenog volumena građe.

Izračunate su i na slici 2 nacrtane i granice pouzdanosti za 95 %-tnu sigurnost. Granice pouzdanosti su nacrtane za pojedinačne vrijednosti, što znači da za određeni volumen trupca možemo očitati interval u kome će se s 95 %-sigurnosti nalaziti volumen dobivene građe. Analogne granice mogu se konstruirati i za srednje vrijednosti. One će biti znatno uže i ovisit će o broju trupca koji je uzet za uzorak.

Mala vrijednost koeficijenta $a = -0,0612$ navodi na pomisao da se radi o regresiji čiji pravac prolazi kroz ishodište, tj. o proporciji. Izvršili smo testiranje hipoteze

$$H_0 ; a = 0$$

prema alternativnoj

$$H_1 ; a \neq 0.$$

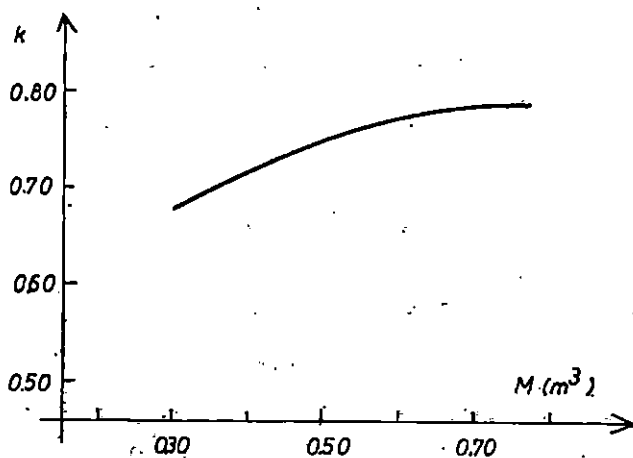
Izračunata je vrijednost varijable u , te je dobiveno

$$u = 2,4,$$

što omogućuje odbacivanje H_0 hipoteze uz kritični nivo testa manji od 1 %. Zaključujemo, dakle, da volumen građe nije proporcionalan s volumenom trupca, te jednostavnim dijeljenjem jednadžbe regresije s M dobivamo koeficijent iskorišćenja kao funkciju od M :

$$k(M) = -0,0612/M + 0,874.$$

Ta je funkcija nacrtana na slici 3.



Sl. — Fig. 3. Koeficijent iskorišćenja trupca u zavisnosti od volumena trupca
— Coefficient of the quantity yield of a log depending on the volume of the log

Dobili smo poznati oblik veze između koeficijenta iskorišćenja i volumena trupca (Knežević, 1954, 1956). Statističke metode linearne regresije omogućuju daljnju analizu tih odnosa.

3. IZJEDNAČENJE MJERENIH PODATAKA FUNKCIJAMA OBLIKA
 $y = C + Af(x, B)$ — FITTING OF MEASURING DATA BY FUNCTIONS
OF THE FORM $y = C + Af(x, B)$

U šumarskoj se praksi kao matematički modeli za procjene, odnosno prognoze vrlo često koriste razni oblici regresija.

Budući da se rijetko radi o linearnim regresijama to se u određivanju parametara takvih regresija redovno susrećemo sa problemom minimiziranja greške u smislu metode najmanjih kvadrata. Poznato je naime da za mnoge funkcije oblika

$$y = C + Af(x_i, B) \text{ i točke } T_i(x_i; y_i) \quad i = 1, \dots, n$$

uvjet

$$SS = \sum (y_i - (C + Af(x_i, B)))^2 \rightarrow \min$$

dovodi do jednadžbi koje se ne mogu riješiti elementarnim metodama.

Zbog toga se neki oblici funkcija izvjesnim transformacijama »lineariziraju«. Tako npr. funkcija

$$y = A \text{ EXP } (B/x) \quad (1)$$

se logaritmiranjem prevodi u oblik $\log y = \log A + B/x$. Sada se stavi da je $y' = \log y$, $x' = 1/x$, $B' = B$ i $A' = \log A$, te se traže A' i B' takvi da izraz

$$Z = \sum (y_i' - (A' + B'x_i'))^2 \rightarrow \min.$$

Parametri A' i B' koji minimiziraju Z ne minimiziraju

$$\frac{B}{\sum (y_i - A e^{-\frac{B}{x_i}})^2}.$$

Nismo dakle dobili najoptimalnije rješenje.

Procjene koje tada dobivamo funkcijom

$$y = A \text{ EXP}(B/x)$$

popravljammo tzv. Mayer-ovim korekturama (Prodan, 1968), no rezultati nas zadovoljavaju samo dotle dok ne znamo za bolje metode.

Osim modela (1) u šumarstvu se još upotrebljavaju i slijedeći modeli za regresije.

$$Y = A x^B$$

$$Y = A e^{Bx}$$

$$Y = \frac{Ax}{C + Bx}$$

$$Y = \frac{Ax^2}{(C + Bx)^2}$$

Niti jedan od tih oblika nije pogodan za »direktno« izjednačavanje metodom najmanjih kvadrata.

Pogodnosti elektroničkog računala za rješenje tog problema uočili smo 1970 godine (Hitrec, 1973, 1976).

Kvadrirajmo izraz za SS:

$$SS = \sum (y_i - C)^2 - 2A \sum (y_i - C) f(x_i, B) + A^2 \sum (f(x_i, B))^2 \quad (2)$$

Za konstantni B izraz za SS je parabola sa nezavisnom varijablom A.

Minimum veličine SS će se nalaziti iznad krivulje koja je projekcija tjemena tih parabola u ravnini (AOB). Parametri A i B dakle moraju zadovoljavati uvjet

$$A = \frac{\sum (y_i - C) f(x_i, B)}{\sum (f(x_i, B))^2} \quad (3)$$

Stavimo li izraz (3) za A u relaciju (2) dobivamo poslije sređivanja

$$SS = \sum (y_i - C)^2 - \frac{(\sum (y_i - C) f(x_i, B))^2}{\sum (f(x_i, B))^2}$$

Vidimo da će suma kvadrata odstupanja imati minimum za onu vrijednost od B za koju izraz

$$Z(B) = \frac{(\sum (y_i - C) f(x_i, B))^2}{\sum (f(x_i, B))^2} \text{ ima maksimum.} \quad (4)$$

Kako bi za zadanu funkciju $f(x, B)$ izračunali B za koji veličina $Z(B)$ ima maksimum, odnosno parametre A i B za koji je suma kvadrata odstupanja najmanja sastavili smo program za elektronski računar.

Pretpostavka računava je da funkcija $Z(B)$ ima samo jedan maksimum. Pretpostavka je vrlo vjerojatno zadovoljena za široku klasu funkcija. Teoretski bi tu klasu bilo teško odrediti no za praksu to nije od bitnog značenja.

Stroju se zadaje slijedeće: funkcija $f(x, B)$, točke $T_i (x_i, y_i)$, parametar C, početna vrijednost parametra B, početni interval za promjenu veličine B, relativna greška koju želimo tolerirati u izračunavanju parametra B, te veličine P, Q, R koje služe za tabeliranje izjednačene funkcije.

Izlaz iz stroja su parametri A i B, minimalna suma kvadrata odstupanja SS, te tabelirana funkcija

$$y = C + Af(x, B).$$

Osnovni princip rada stroja je slijedeći:

Počevši od početne zadane vrijednosti parametra B stroj računa veličinu $Z(B)$ za vrijednosti $B + \Delta B$, odnosno za vrijednosti $B + \Delta B/2^n$ ($n = 1, 2, \dots$), gdje se B stalno mijenja sve dok promjena B koja bi povećala vrijednost izraza $Z(B)$ ne postane manja od ΔB . Sa posljednjom vrijednost B stroj prema (3) izračuna A i prema (2) SS.

Primjer — Example:

Navedenom metodom izjednačili smo podatke za visinsku krivulju

$$H = 1,3 + A e^{-\frac{B}{D}}$$

Izjednačene su dominantne visine 90-godišnje sastojine hrasta lužnjaka u Lipovljanima.

U tabeli 2 navedeni su parametri (Pranjić, 1970) u usporedbi sa parametrima dobivenim ovdje izloženom metodom.

Uočimo da je SS — suma kvadrata odstupanja — dobivena izjednačenjem novom metodom manja od odgovarajuće sume kvadrata odstupanja dobivene logaritamskim izjednačenjem.

U tabeli 3 usporedene su visine izjednačene logaritamskom metodom (H_1) i visine izjednačene novom metodom (H). U koloni (4) tabele 3 navedene su razlike $d = H - H_1$.

Tab. 3. Usporedba izjednačenih visina dobivenih različitim metodama — Comparison of heights obtained by various methods

(1)	(2)	(3)	(4)
D	H_1	H	d
26	25.26	25.22	-0.04
28	25.82	25.79	-0.03
30	26.31	26.30	-0.01
32	26.75	26.75	0.00
34	27.15	27.16	0.01
36	27.50	27.52	0.02
38	27.83	27.86	0.03
40	28.12	28.16	0.04
42	28.39	28.44	0.05
44	28.64	28.69	0.05
46	28.86	28.92	0.06
48	29.07	29.14	0.07
50	29.27	29.34	0.07
52	29.45	29.53	0.08
54	29.62	29.70	0.08
56	29.77	29.86	0.09
58	29.92	30.01	0.09
60	30.06	30.16	0.10
62	30.19	30.29	0.10

Odmah uočavamo da krivulja dobivena logaritamskim izjednačenjem nije cijela ispod optimalne krivulje. Nadalje vidimo da su razlike između krivulja veće na njihovim krajevima.

Smatramo da će razlike biti znatnije kod izjednačenja tankih stabala kao i kod izjednačenja prebornih sastojina gdje su razlike između najtanjeg i najdebljeg stabla velike.

Daljnja istraživanja trebala bi te razlike ispitati.

Problem se može poopćiti tako da se i parametar C varira.

Postupak je analogan svemu što je ovdje već izneseno.

Također smo sastavili i testirali program za računar koji računa parametre A, B, C tako da suma kvadrata odstupanja

$$SS = \sum (y_i - C - Af(x_i, B))^2 \text{ min.}$$

4. O. IZRADI I INTERPRETACIJI KONTROLNIH KARATA — ABOUT CONSTRUCTION AND INTERPRETATION OF CONTROL CHARTS

4.1. Problem — Problem

Jedna od metoda praćenja proizvodnog procesa su kontrolne karte. Metoda zahtijeva jednostavne račune a daje korisne informacije, te je zbog toga prikladna za kontrolu kretanja mnogih tehnoloških procesa.

Korisnost kontrolnih karata uočili su i naši tehnolozi te do sada imamo nekoliko radova o njihovoj konstrukciji i interpretaciji.

Autori spomenutih radova predlažu direktnu primjenu poznatih statističkih teorema na izradu kontrolnih karata u drvnjoj industriji, kako ih je prvi predložio Bethel (1951).

Iako svjestan mogućih grešaka koje nastaju u procjenama varijanci, Emrović (1970) se ipak priklanja Bethelovom modelu — »barem tako dugo dok istraživanja ne pokažu drugi put«.

Poslije Emrovićevog rada, publiciran je rad Haluseka (1972), koji je per analogiam primijenio poznati model na izradu kontrolnih karata za kontrolu debljina ploča iverica. Iz dijagrama 1 u radu Haluseka vidi se da je model neadekvatan.

Neovisno o tom radu, Tratnik* je u Tvornici iverica pokušao na isti način konstruirati kontrolne karte također za kontrolu debljina iverica. Tratnik je uočio kontradiktorne rezultate i o njima informirao autora ovog rada.

Praksa je dakle pokazala da će proces biti gotovo uvijek izvan kontrole u smislu kako je taj pojam uveo Bethel (1951). Često je naime varijanca unutar uzorka (ako uzorke pravimo tehnološki logično — ne slučajno) manja od varijance između uzoraka. Ako je pak varijanca između uzoraka zanemarivo mala prema varijanci unutar uzorka — piljenice ispijene na jarmači (Brežnjak & Herak, 1969), tada će proces biti uvijek u kontroli. Smatramo da je za uspoređivanje spomenutih varijanci pogodniji F-test, a da kontrolne karte imaju drugu namjenu (Hitrec, 1974).

* Nije mi poznato da je Tratnik o tome pisao. Informacije su razmjenjivane razgovorima.

U ovom ćemo se radu ograničiti na konstrukciju tzv. X-karata. R-karte nećemo spominjati iz dva razloga:

- a) X-karte u sebi sadržavaju praćenje varijabilnosti podataka.
- b) Tamo gdje bi nas mogla interesirati varijabilnost unutar uzorka ne možemo se služiti rasponima jer ne poznamo njihovu distribuciju.

Formiranjem uzoraka na način koji omogućuje korišćenje raspona (slučajni uzorak) ne dobivamo uzorke unutar kojih je varijabilnost interesantna.

4.2. Matematičko statističke metode — Mathematical statistical methods

Matematičko statističke osnove izrade kontrolnih karata su jednostavne i neće biti na odmet da ih ovdje iznesemo.

- a) Ako su podaci — nazovimo ih X — distribuirani normalno s očekivanjem μ i varijancom σ^2 , tada se u intervalu

$$(\mu - 2,58 \sigma, \mu + 2,58 \sigma), \quad (1)$$

nalazi 99%, a u intervalu

$$(\mu - 1,96 \sigma, \mu + 1,96 \sigma), \quad (2)$$

95% podataka.

- b) Aritmetička sredina \bar{x} izračunata iz podataka slučajnog uzorka veličine n distribuirana je približno normalno s očekivanjem μ i varijancom

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma^2}{n}$$

- c) Ako iz slučajnog uzorka veličine N izračunamo nepristrane procjene očekivanja μ , odnosno varijance σ^2 : \bar{x} odnosno s_x^2 , gdje je

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum x_i \text{ odnosno } s_x^2 = \frac{1}{N-1} \sum (x_i - \bar{x})^2$$

i stavimo ih umjesto μ i σ^2 u (1) i (2), tada a) vrijedi približno.

- d) Označimo sa R (raspon, range) razliku između najveće i najmanje vrijednosti podataka u uzorku.

Ako su uzorci slučajni, tada je poznata distribucija veličina R i veza između σ^2 i \bar{R} (Tippet, 1925; Pearson, 1926). Dakle iz \bar{R} možemo procijeniti σ^2 , služeći se odgovarajućim tablicama.

Imajući ovo u vidu, konstrukcija kontrolnih karata ostaje tehnički problem.

Kontrolne karte nam služe da pratimo kretanje procesa uspoređujući ga sa nekim — nazvat ćemo ga PRIMARNIM — modelom proizvodnje.

Primarnim modelom ćemo smatrati onaj model proizvodnje na temelju kojeg su izračunati parametri za konstrukciju kontrolnih karata.

Primarni model može biti proizvodnja koja teče onako kako bismo to htjeli, ili onako kako najbolje može, ili jednostavno onako kako teče onda kada vršimo mjerenja.

U kontrolne karte možemo unositi pojedinačne vrijednosti x (pojedinačne vrijednosti promatranog obilježja). U tom slučaju je potrebno izračunati s_x .

Mnogo je zgodnije da u kontrolne karte unosimo aritmetičke sredine \bar{x} uzoraka od n elemenata (obično 4—10). Tada moramo izračunati s_x .

Na početku kontrolne karte MORA u primarnom modelu približno 5% podataka (x) padati izvan unutarnjih kontrolnih granica, a približno 1% izvan vanjskih. Ako to nije, tada ili varijanca nije dobro procijenjena, ili distribucija podataka na temelju kojih smo izračunali varijancu nije normalna, ili uzorak nije slučajan.

Ukoliko se to desi, potrebno je ponoviti mjerenja za primarni model, uz eventualno povećanje broja mjerenja u jednom uzorku.

Uz kontrolne karte vezan je pojam: »izvan kontrole« (out of control). Obično se kaže da je proces izvan kontrole, ako izvan kontrolnih granica pada više od očekivanog broja točaka. Iz toga proizlazi da *primarni model ne može biti izvan kontrole*.

Daljnji proces proizvodnje se uspoređuje s početnim (primarnim). Problem je kako uzimati uzorke i kako procjenjivati potrebnu varijancu primarnog modela.

4.3. Kontrola prosječnih debljina piljenica — Control of average thicknesses of boards

Metoda 1.

Neka se primarni model sastoji od N piljenica iste nominalne debljine. Na svakoj piljenici je mjerena debljina na četiri mjesta prema slici 4.



Sl. — Fig. 4. Jedan od načina mjerenja debljine piljenice — One of methods of measuring the thickness of the board

Uvedimo oznake:

— GVG, odnosno DVG, su gornja vanjska, odnosno donja vanjska, kontrolna granica unutar kojih se nalazi 99% (približno) podataka primarnog modela.

— GUG, odnosno DUG, su gornja unutarnja, odnosno donja, unutarnja kontrolna granica unutar kojih se nalazi 95% (približno) podataka primarnog modela.

Prema onom što je rečeno u 4.2. bit će

$$GVG = \bar{\bar{d}} + 2,58 s_{\bar{d}}$$

$$GUG = \bar{\bar{d}} + 1,96 s_{\bar{d}}$$

$$DUG = \bar{\bar{d}} - 1,96 s_{\bar{d}}$$

$$DVG = \bar{\bar{d}} - 2,58 s_{\bar{d}}$$

gdje je

$$\bar{d}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_{ij}$$

$$\bar{d} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \bar{d}_i$$

$$s_{\bar{d}}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\bar{d}_i - \bar{d})^2$$

d_i je debljina i — te piljenice mjerena na j -tom mjestu.

Točke koje unášamo na kontrolne karte predstavljaju prosječnu debljinu jedne piljenice.

Račun varijance je moguć prema navedenoj relaciji za $s_{\bar{d}}^2$

Računanje raspona nije potrebno, jer distribuciju raspona kod ovakvog uzimanja uzoraka ne poznajemo.

Varijabilitet koji se kontrolira je varijabilitet između piljenica.

Primjer 1

Na pilani u Celju su izvršena mjerenja debljina bukovih piljenica ispljenih na jarmači.

Mjerenja su unijeta u tabele 4a i 4b.

Tabela 4a je uzeta kao primarni model. U tabeli 4b su rezultati mjerenja dobiveni drugi dan pod istim uvjetima kao i rezultati primarnog modela.

Podaci iz tabele 4a i 4b unijeti su u kontrolnu kartu na slici 5.

Primarni model je odvojen od daljnjeg toka proizvodnje.

Metoda 2.

Na svakoj piljenici vršimo samo jedno mjerenje.

To mjerenje možemo izvršiti bilo uvijek na istom mjestu na piljenici, bilo da na različitim piljenicama odaberemo različita mjesta na kojima ćemo mjeriti.

Tab. 4a. Debljine piljenica upotrebene za primarni model metode 1 — Thicknesses of boards used for primary model of the method 1

Nr.	d_1	d_2	d_3	d_4	\bar{d}
1	35.2	35.6	35.3	35.4	35.4
2	35.2	35.0	36.1	34.9	35.3
3	35.0	35.2	36.3	36.6	35.8
4	35.0	34.7	36.2	35.6	35.4
5	35.7	36.2	35.8	36.0	35.9
6	35.7	35.7	35.6	35.5	35.6
7	35.1	35.6	35.7	35.2	35.4
8	36.5	34.7	34.6	35.0	35.2
9	34.8	35.2	35.1	35.6	35.2
10	35.0	35.7	35.7	35.8	35.5
11	35.8	34.9	35.2	35.0	35.2
12	34.8	35.0	35.7	35.6	35.3
13	35.4	35.0	34.4	34.6	34.8
14	34.6	34.8	35.2	35.6	35.0
15	35.3	35.1	34.9	35.0	35.1
16	34.7	34.0	35.6	35.0	34.8
17	35.1	35.4	35.8	35.4	35.4
18	34.9	35.4	34.7	35.2	35.0
19	35.0	35.8	36.2	35.4	35.6
20	34.5	35.7	35.6	35.9	35.4

$$\bar{d} = 35.3150$$

$$s_{\bar{d}} = 0.292494$$

Kontrolne granice - Control limit

$$GVG = 36.06$$

$$GUG = 35.88$$

$$DUG = 34.74$$

$$DVG = 34.56$$

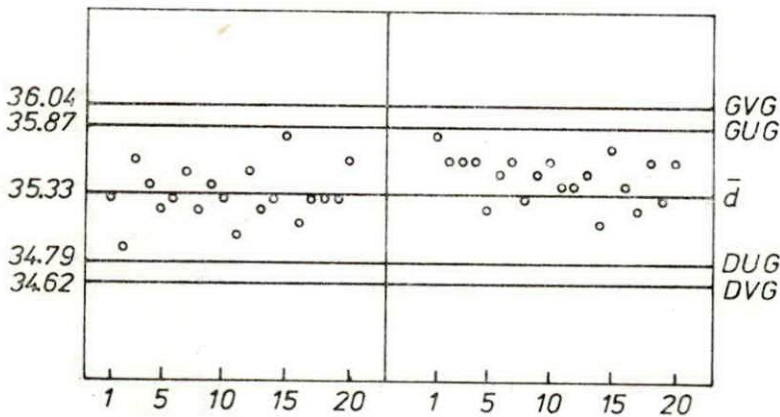
Tab. 4b. Debljine piljenica za metodu 1 — Thicknesses of boards for the method 1

Nr.	d_1	d_2	d_3	d_4	\bar{d}
1	34.6	35.0	34.7	34.9	34.8
2	35.2	35.0	35.8	36.0	35.5
3	36.0	36.6	35.6	37.1	36.3
4	35.7	35.2	35.5	35.4	35.3
5	35.6	35.2	35.4	35.2	35.3
6	35.5	35.3	34.8	35.8	35.3
7	35.2	35.7	34.8	35.1	35.2
8	35.4	36.1	35.6	35.5	35.6
9	35.5	36.2	35.6	35.5	35.7
10	35.6	35.3	35.4	36.2	35.6
11	35.5	35.7	36.0	35.6	35.7
12	36.5	35.2	35.3	35.7	35.7
13	34.5	35.6	35.2	34.7	35.0
14	35.4	36.0	35.7	35.7	35.7
15	35.0	35.5	35.0	34.9	35.1
16	36.3	35.1	34.7	34.9	35.2
17	34.7	35.2	36.0	35.0	35.2
18	36.2	35.4	35.7	35.8	35.8
19	35.3	35.4	35.7	35.2	35.4
20	35.7	35.3	35.5	35.1	35.4

Mjerenja dobivana na po četiri piljenice spajamo i iz njih računamo d_i i R_i . Kod toga je d_i aritmetička sredina od četiri mjerenja na četiri piljenice uzete na bilo koji način. R_i je raspon tih četiriju mjerenja.

Da bi primarni model sadržavao N točaka, moramo izmjeriti $4N$ piljenica. Vršimo isti broj mjerenja kao i u metodi 1, ali na četiri puta većem broju piljenica. Ovo je svakako za praksu nepovoljnije, jer se kontrola vremenski »rastegne«.

Sada su vjerojatno zadovoljeni svi uvjeti u točki 1, te varijancu veličina d možemo računati na već poznat način pomoću raspona i Tippetovih tablica, kako su to predložili (Brežnjak, 1960), (Emrović, 1970), (Halusek, 1972).



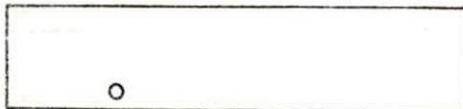
Sl. — Fig. 5. Primarni model i daljnji tok procesa uz metodu 1 — Primary model and further processing course to the method 1.

Na taj način kontroliramo tok prosječnih debljina od 4 nasumce odabrane piljenice.

Varijabilitet koji se kontrolira je ili totalni — ako smo mjerili na različitim mjestima; ili varijabilitet između debljine piljenica mjenjenih na određenom mjestu.

Primjer 2.

Također se radilo sa bukovinom piljenoj na jarmači u Celju. Mjerenja su na svih 80 piljenica izvršena na mjestu prema slici 6.



Sl. — Fig. 6. Jedan od načina mjerenja debljine piljenice — One of methods of measuring the thickness of the board

Rezultati su unijeti u tabelu 5.

Iz podataka u tabeli 5 načinjene su procjene varijance pomoću s_a^2 te pomoću \bar{R} i Tippetovih tablica.

Na slici 7 ucrtane su kontrolne karte sa granicama procijenjenim pomoću raspona.

Metoda 3.

Na svakoj piljenici mjerimo debljinu na 4 mjesta, no podatke ne pišemo tim redom, već onako kako je to predložio Emrović (1970). Tom

Tab. 5. Debljine piljenica upotrebljene za primarni model metode 2 — Thicknesses of boards used for primary model of the method 2

№.	d_1	d_2	d_3	d_4	\bar{d}	R
1	35.6	35.0	35.2	34.7	35.1	0.9
2	36.2	35.7	35.6	34.7	35.6	1.5
3	35.2	35.7	34.9	35.0	35.2	0.8
4	35.0	34.8	35.1	34.0	34.7	1.1
5	35.4	35.4	35.8	35.7	35.6	0.4
6	35.0	35.0	36.6	35.2	35.5	1.6
7	35.2	35.3	35.7	36.1	35.6	0.9
8	36.2	35.3	35.7	35.2	35.6	1.0
9	35.6	36.0	35.5	35.1	35.6	0.9
10	35.2	35.4	35.4	35.3	35.3	0.2
11	35.2	34.9	35.4	34.9	35.1	0.5
12	34.4	35.5	34.5	35.0	34.9	1.1
13	35.2	34.8	35.0	35.2	35.1	0.4
14	35.0	35.0	34.6	35.0	34.9	0.4
15	35.2	35.3	35.8	33.4	34.9	2.4
16	37.2	34.4	34.3	33.6	34.9	3.6
17	34.2	34.9	35.2	36.1	35.1	1.9
18	35.1	36.0	36.3	32.7	35.0	3.6
19	34.1	34.3	33.3	34.9	34.2	1.6
20	34.6	33.7	34.7	33.8	34.2	1.0

$$\bar{d} = 35.0925$$

$$s_d = 0.418888$$

$$s_d(R) = 0.313259$$

Kontrolne granice - Control limits

izračunate pomoću s_d
calculated by s_d

izračunate pomoću \bar{R}
calculated by \bar{R}

$$GVG = 36.17$$

$$GVG = 35.90$$

$$GUG = 35.91$$

$$GUG = 35.70$$

$$DUG = 34.27$$

$$DUG = 34.47$$

$$DVG = 34.01$$

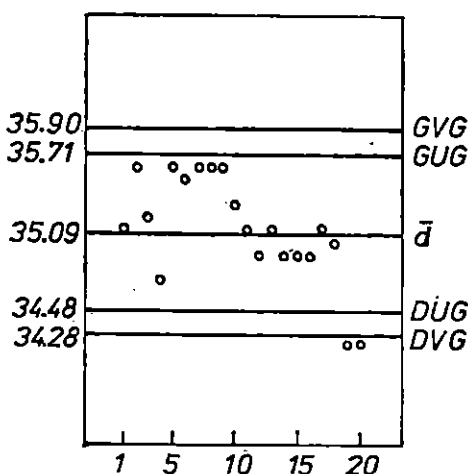
$$DVG = 34.28$$

metodom sistematski vadimo uzorak za koji tada smatramo da je slučajan. Ta metoda u većini slučajeva zadovoljava no i sam Emrović (1970) je naišao na primjer kada nisu bili zadovoljeni uvjeti za procjenu varijance pomoću raspona.

Mjerenja na praksi studenata u Celju su također pokazala da Emrovićev model ne daje uvijek dobru procjenu varijance.

Ako se želimo služiti rasponima uzorci moraju biti slučajni.

Predložili bismo slijedeće.



Sl. — Fig. 7. Primarni model za metodu 2 — Primary model for the method 2

4N dobivenih podataka slučajno (nasumce), makar i upotrebom tablica slučajnih brojeva, rasporediti u grupe od po 4 elementa. Sada su opet ispunjeni svi uvjeti iz točke 1, i daljnji račun je poznat. Možemo se služiti rasponima za procjenu varijance. Procjena je sada nepristrana.

Ovdje pratimo tok prosječnih debljina od po 4 mjerenja na raznim mjestima raznih piljenica.

Varijabilitet koji pratimo je totalni varijabilitet koji u sebi sadržava i varijabilitet između i varijabilitet unutar piljenica.

Primjer 3.

Na opisani način su podaci iz primjera 1 raspoređeni slučajno u tabele 6a i 6b. Podaci iz tabele 6a su uzeti kao primarni model.

Varijanca je procijenjena i pomoću s_a i pomoću raspona s_a (R). Kontrolne granice su izračunate pomoću jedne i pomoću druge procjene.

Na slici 8 ucrtane su granice dobivene pomoću raspona.

Tab. 6a. Debljine piljenica upotrebijene za primarni model metode 3 — Thicknesses of boards used for the primary model of the method 3

Nr.	d_1	d_2	d_3	d_4	\bar{d}	R
1	35.8	35.4	35.0	35.0	35.3	0.8
2	35.4	34.8	34.0	35.7	34.9	1.7
3	34.8	35.6	35.6	36.5	35.6	1.7
4	35.6	35.8	35.1	35.1	35.4	0.7
5	34.4	35.2	35.0	36.2	35.2	1.8
6	35.0	35.8	35.4	34.9	35.3	0.9
7	34.9	35.6	35.7	35.8	35.5	0.9
8	34.8	35.6	35.2	35.3	35.2	0.8
9	35.7	35.5	35.1	35.2	35.4	0.6
10	35.9	35.6	35.2	34.6	35.3	1.3
11	34.7	35.6	34.6	35.2	35.0	1.0
12	34.7	36.2	35.4	35.6	35.5	1.5
13	34.9	35.7	35.0	35.1	35.2	0.8
14	35.4	35.0	36.2	34.7	35.3	1.5
15	35.2	36.6	35.8	35.7	35.8	1.4
16	34.6	35.3	36.1	34.5	35.1	1.6
17	34.7	35.7	35.6	35.0	35.3	1.0
18	35.4	35.7	35.0	34.9	35.3	0.8
19	35.2	35.0	35.7	35.2	35.3	0.7
20	36.3	35.0	36.0	35.0	35.6	1.3

$$\bar{d} = 35.33$$

$$s_{\bar{d}} = 0.202777$$

$$s_{\bar{d}}(R) = 0.276$$

Kontrolne granice - Control limits

izračunate pomoću $s_{\bar{d}}$
calculated by $s_{\bar{d}}$

izračunate pomoću \bar{R}
calculated by \bar{R}

$$GVG = 35.85$$

$$GVG = 36.04$$

$$GUG = 35.72$$

$$GUG = 35.87$$

$$DUG = 34.93$$

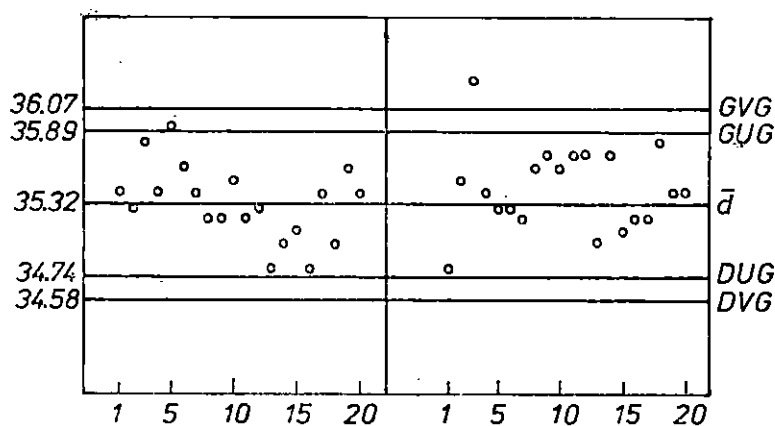
$$DUG = 34.78$$

$$DVG = 34.80$$

$$DVG = 34.61$$

Tab. 6b. Debljine piljenica za metodu 3 — Thicknesses of boards for the method 3

Nr.	d_1	d_2	d_3	d_4	\bar{d}	R
1	36.2	35.5	35.6	35.8	35.8	0.7
2	36.6	35.8	35.3	34.7	35.6	1.9
3	35.6	35.4	35.5	35.7	35.6	0.3
4	35.2	34.6	37.1	35.4	35.6	2.5
5	35.0	35.0	35.2	35.4	35.2	0.4
6	35.6	35.4	35.2	35.7	35.5	0.5
7	36.2	35.2	34.9	36.0	35.6	1.3
8	36.2	35.3	34.5	35.2	35.3	1.7
9	35.7	36.0	35.4	34.8	35.5	1.2
10	35.6	36.0	35.0	35.7	35.6	1.0
11	35.8	34.8	36.0	34.9	35.4	1.2
12	34.7	36.1	35.5	35.1	35.4	1.4
13	35.4	35.7	35.2	35.7	35.5	0.5
14	34.7	35.7	34.9	35.1	35.1	1.0
15	35.3	36.5	35.6	35.5	35.7	1.2
16	35.6	35.1	35.7	35.0	35.4	0.7
17	35.2	35.3	34.7	35.5	35.2	0.8
18	35.2	35.5	36.3	35.4	35.6	1.1
19	35.0	35.6	35.2	35.5	35.3	0.6
20	36.0	35.3	35.7	35.5	35.6	0.7



Sl. — Fig. 8. Primarni model za metodu 3 — Primary model for the method 3.

4.4. Analiza kontrolnih karata — Control charts analysis

Navest ćemo neke kriterije.

a. Ponovit ćemo još jednom:

Izvan DUG; GUG smije (u primarnom modelu *mora*) padati oko 5% podataka.

Izvan granica DVG; GVG smije (u primarnom modelu *mora*) padati oko 1% podataka.

Ako u nastavku karte izvan navedenih granica pada više podataka, tada sistem ne radi tako kako je radio primarni model.

b. Ako primjetimo da izvan navedenih granica pada manje podataka nego što očekujemo, možemo zaključiti da sistem radi preciznije (s manjom varijancom) od primarnog.

c. Vjerojatnost da 5 točaka za redom padne s jedne strane linije \bar{x} je $p(5) = 0,031$.

Ako se takav događaj desi, možemo smatrati da na tom mjestu (u tom vremenskom intervalu) sistem nije radio kao primarni. Vjerojatnost da smo donijeli pogrešan zaključak je samo 3,1%.

d. Kriterij c. možemo popočiti. Vjerojatnost da od n točaka za redom njih x padne s jedne strane linije, \bar{x} je jednaka $p(x) = P(X = x)$, gdje je $X; B(n; 0,5)$.

U tabelu 7 smo unijeli neke parove brojeva (n, x) takve da je $P(X = x) \leq 0,5$. $\alpha = 0,05$ je uobičajena greška I vrste. Ako se u procesu desi koji od slučajeva (n, x) za koje je $P(X = x) \leq 0,5$ možemo smatrati da je na tom mjestu došlo do promjene procesa s obzirom na primarni model.

Tab. 7. Neki parovi (n, x) i pripadni $p(x)$ za koje je $p(x) \leq 0,05$ — Some pairs (n, x) and associated $p(x)$ for which is $p(x) \leq 0,05$

x	n	5	10	15	20	30
0		0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
1			0.01	0.00	0.00	0.00
2			0.04	0.00	0.00	0.00
3				0.01	0.00	0.00
4				0.04	0.00	0.00
5					0.01	0.00
6					0.04	0.00
7						0.00
8						0.01
9						0.01
10						0.03
11						0.05

4.5. Diskusija predloženih metoda — Discussion on proposed methods

Prvo je potrebno naglasiti da način uzimanja podataka u procesu proizvodnje mora biti isti kao što je bio u primarnom modelu.

Prva i suštinska razlika između Metode 1, s jedne strane, i Metode 2 i 3 s druge strane je u tome što su u Metodi 1 točke koje unášamo u kartu reprezentanti jedne piljenice, dok u Metodama 2 i 3 to nisu.

Druga razlika je u tome što se Metoda 1 ne služi rasponima, a ostale dvije se služe.

Rasponi su u kontrolne karte uvedeni iz dva razloga:

1. Lakše računanje varijance
2. Praćenje varijabilnosti unutar uzorka

ad 1. Uz današnju tehniku računanja ne predstavlja problem izračunati procjenu s_a^2 .

ad 2. Korišćenje raspona zahtijeva specijalne uvjete u formiranju uzoraka. Zadovoljavanje tih uvjeta dovodi do »neprirodnih« uzoraka. (Vidi metode 2 i 3).

Priklonili bismo se, dakle, najjednostavnijoj i najprirodnijoj Metodi 1. (Barem što se tiče navedenih primjera iz pilanarstva).

Ne bismo, međutim, potpuno izostavili korišćenje raspona. Postoje procesi gdje se rasponi mogu koristiti u izradi kontrolnih karata. Koji su to procesi, pokazat će praksa.

Uz primjer 1.

U primarnom modelu samo jedna točka (peta) pada izvan unutarnjih granica, što smo i očekivali. U primarnom modelu nema gomilanja točaka s jedne strane linije \bar{d} , što smo također očekivali. Varijanca je, dakle dobro procijenjena.

U drugom dijelu karte vidimo da je od 5 točaka (7—11) svih pet iznad \bar{d} , te možemo zaključiti da se te piljenice signifikantno razlikuju od piljenica primarnog modela.

Uz primjer 2.

Ovdje smo raspolagali podacima samo za primarni model.

Uočavamo da su zadnje dvije točke pale izvan vanjskih granica. To nismo očekivali. Varijanca nije dobro procijenjena. Ovdje se izgleda radi o nehomogenom statističkom skupu. Budući da je vremenski period uzimanja uzorka bio vrlo velik, moglo se desiti da u uzorak uđu dva bitno različita skupa piljenica.

U mogućnosti smo da to ispitamo testom.

Zadovoljit ćemo se, međutim, samo promatranjem kontrolne karte. »Očito« je da je prosjek debljina prvih 10 piljenica bitno veći od prosjeka drugih 10.

Ove podatke ne bismo mogli prihvatiti kao primarni model.

Uz primjer 3.

Početak karte — primarni model — je u redu, odgovara očekivanjima. U nastavku karte od 20 točaka njih 5 se nalazi ispod d. Iz tabele 7 možemo pročitati da je vrlo malo vjerojatno da se takav događaj desi.

Zaključujemo da prosječna debljina piljenica koje su unijete u nastavak kontrolne karte nije ista kao u primarnom modelu.

4.6. Još jedan aspekt kontrolnih karata — Another aspects of Control charts

Kvaliteta proizvoda, odnosno mjerena vrijednost obilježja X, određena je standardima. Označimo s T granice tolerancije u kojima se mora kretati X da bi standard bio zadovoljen. Označimo sa σ standardnu devijaciju podataka X.

Ako i samo ako je standard načinjen tako da postoji poznata veza između T i σ , tj. ako je T izračunat pomoću σ , onda možemo kontrolne karte konstruirati i pomoću T.

Ako je

$$T = K \cdot \sigma$$

gdje je K poznata konstanta, tada 95%-tne granice za kontrolnu kartu aritmetičkih sredina \bar{x} uzoraka od n mjerenja (slučajno odabranih!) možemo izračunati na slijedeći način:

$$GUG = \bar{x} + 1,96 \sigma_x$$

$$DUG = \bar{x} - 1,96 \sigma_x$$

kako je

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{T}{K \sqrt{n}}$$

to je

$$GUG = \bar{x} - \frac{1,96 T}{K \sqrt{n}}$$

$$DUG = \bar{x} + \frac{1,96 T}{K \sqrt{n}}$$

Ako više od 5% veličina x pada izvan navedenih granica, tada možemo reći da je proces izvan kontrole u smislu standarda.

Ovdje nam primarni model nije potreban, jer je varijanca zadana. Analogno se mogu izračunati i 99%-tne granice

$$GVG = \bar{x} + \frac{2,58 T}{K \sqrt{n}}$$

$$DVG = \bar{x} - \frac{2,58 T}{K \sqrt{n}}$$

Ako toleranca T nije izračunata pomoću varijance obilježja, onda se njome ne možemo služiti za izračunavanje kontrolnih (Naravno sa namjerom da se kontrola vrši metodama matematičke statistike).

5. OPTIMALIZACIJA PILJENIH TRUPACA UPOTREBOM ELEKTRONIČKIH RAČUNALA — OPTIMIZATION OF SAWN LOGS BY USE OF COMPUTERS

Trupac se aproksimira krnjim stošcem. Srednji promjer trupca je promjer na polovini njegove duljine. Pad promjera trupca je razlika promjera baza podijeljena sa duljinom (cm/m).

Raspiljivanjem trupca dobivaju se piljenice. Piljenica je približno kvadar koji ima debljinu, širinu i duljinu. Debljina i duljina piljenice su standardizirane. Postoji konačan broj standardnih duljina odnosno debljina.

Debljina piljenice se mjeri prema JUS-u na bilo kojem (dakle može i najtanjem) mjestu. Debljina piljenice je ona standardna debljina koja je najbliža mjerenoj debljini, ali nije veća od nje.

Duljina piljenice je ona standardna duljina koja je najbliža mjerenoj duljini umanjenoj za 2 cm, ali nije veća od te veličine (2 cm je nadmjera na duljinu). Sve standardne duljine su djeljive sa veličinom koju nazivamo »porast duljine«. Kod jelovih odnosno smrekovih piljenica ta je veličina ili 25 cm ili 10 cm.

Budući da su dvije susjedne standardne debljine 18 mm odnosno 24 mm to će npr. piljenica izmjerena na najtanjem mjestu 21 mm imati standardnu (obračunsku) debljinu 18 mm.

Uz porast duljine od 25 cm piljenica izmjerena 400 cm imat će duljinu 375 cm. Duljina $(400 - (375 + 2))$ cm = 23 cm je »izgubljena« za piljenicu.

Volumno iskorišćenje trupca je kvocijent volumena piljenica i volumena trupca.

Osim piljenica, raspiljivanjem trupca dobivamo piljevinu i krupni ostatak.

Trupci, piljenice, piljevina i krupni ostatak imaju vrijednost (poeni).

Vrijednosno iskorišćenje trupca je kvocijent vrijednosti piljevine, krupnog ostatka i piljenica i vrijednosti trupca.

Raspored pila nije moguće mijenjati za svaki trupac. Budući da se trupci razlikuju po debljini, padu promjera i duljini (osim po kvaliteti), to ih je prije raspiljivanja prikladno sortirati u grupe te s obzirom na tu grupu tražiti optimalan raspored. Trupci se uglavnom sortiraju po debljini. Pitanje je kolika mora biti širina razreda i da li ih sortirati i po padu promjera i duljini, i koliko fino? Željeli bismo formirati grupe koje će biti što je moguće manje varijabilne s obzirom na volumno odnosno vrijednosno iskorišćenje kod izvjesnih optimalnih rasporeda. Naravno da je potrebno voditi računa i o praktičnosti, jer je broj mogućih grupa na stovarištu ograničen.

Kako bi mogli odlučivati o načinu sortiranja potrebno je poznavati utjecaje spomenutih faktora na iskorišćenje. Nadalje, interesantno je poznavati koliko na iskorišćenje utječe propiljak i netočnost piljenja. Propiljak i netočnost piljenja se mogu naime smanjiti uz povećane troškove.

Zbog važnosti poznavanja tih utjecaja vršena su na tom području mnoga istraživanja kod nas i u svijetu.

Tim problemima bavimo se od 1977. godine. Rezultati do kojih smo došli tiskani su odnosno prikazani u više samostalnih radova, odnosno naučnih i stručnih sastanaka u zemlji i inozemstvu (Hitrec, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983; Brežnjak, 1979).

5.1. Jedan način određivanja optimalnih rasporeda pila na jarmačama
— One method for determination of the optimum saw settings on frame saws

Problem — Problem

Različiti načini raspiljivanja jelovine daju u našim prilikama oko 60 do 70% kvantitativnog iskorišćenja trupaca. Danas kada je cijena sirovine sve veća i kada je najznačajnija u strukturi cijene koštanja građe, borba za svaki postotak njenog iskorišćenja postaje sve svrsishodnija.

Navedimo ilustracije radi neke pokazateljke. Proizvodnja pilanskih trupaca četinjača kreće se u Jugoslaviji oko 3,5 miliona m³ godišnje. Ako pretpostavimo da je prosječna cijena kubičnog metra jelove građe cca 10000 Din, tada možemo lako izračunati da svaki postotak trupaca koji se prerađuje u građu vrijedi za jugoslavensku pilansku proizvodnju cca 350 miliona Din. Većina autora iz zemalja u kojima je pilanska industrija počela upotrebljavati elektronske računare za poboljšanje iskorišćenja sirovine, navodi da se tim metodama postizava poboljšanje iskorišćenja od najmanje 5%. Na primjeru proizvodnje piljene građe iz četinjača vidimo da bi to iznosilo za Jugoslaviju 1750 miliona dinara godišnje.

Računajući sa 300.000 m³ trupaca jelovine koja se pili godišnje u Hrvatskoj dolazimo do odgovarajućeg iznosa za SRH. Poboljšanje iskorišćenja za 5% donosi pilanama u Hrvatskoj koje pile četinjače dodatni prihod od 150 miliona novih dinara.

Jasno nam je da je ta računica gruba i da joj nedostaju još neki ekonomski faktori koji utječu na vrijednost građe, no smatramo da je i takva dovoljno ilustrativna da ukaže na značaj istraživanja koja imaju za cilj da povećaju postotak iskorišćenja sirovine.

Značaj problema smo prikazali na primjeru četinjača jer trupci četinjača iznose cca 60% trupaca koji se u Jugoslaviji raspiljuju.

Današnji načini piljenja odnosno sastavljanja rasporeda pila na jarmačama dobrim su se dijelom bazirali na iskustvu. Svaka proizvodna organizacija koristila je određene rasporede za piljenje sirovine kojom je raspolagala i čija se struktura nije bitno mijenjala duže vremena. Naravno da je takav način sastavljanja rasporeda podlijegao subjektivnim ocjenama i nije mogao dati najbolje rezultate.

Međutim tokom posljednjih dvadesetak godina vršena su mnoga teoretska istraživanja za iznalaženje optimalnih rasporeda pila. Ovdje smatramo za potrebnim odmah naglasiti da je rezultat svakog od tih istraživanja bio sistem određivanja optimalnog rasporeda, kod čega »optimalno« treba smatrati u izvjesnom smislu, koji opet ovisi o tome kako se problem promatra. Istraživanja iz tog područja možemo podijeliti u dva dijela:

a) Za trupac se pretpostavilo da je rotaciono tijelo (krunji stožac ili krunji rotacioni paraboloid). Za zadane dimenzije takvog tijela teoretskim putem nađen je raspored pila na jarmači koji daje najbolje kvantitativno iskorišćenje. Rasporedi su najčešće određivani, nama se čini dosta komplikovanim grafikonomima (Titkov, 1955) ili izvjesnim pravilima odnosno formulama (Knežević, 1956). Jedan od nedostataka takvog pristupa rješavanju problema optimalizacija iskorišćenja je ograničena mogućnost tabeliranja, odnosno grafičkog prikazivanja rezultata. Drugim riječima, raspodjela ulaznih podataka u takvim tabelama nije dovoljno fina. Tabele su rađene samo za izvjesne kombinacije promjera na tanjem kraju, pada promjera i duljine trupca. Koliko je važna finoća raspodjele ulaznih podataka vidljivo je iz izvjesnih istraživanja. D. F. Šapiró je prema navodima Kneževića (1956) — pokazao da kod istih promjera trupca na tanjem kraju duži trupac daje procentualno manje iskorišćenje od kraćeg trupca. Uzme li se za standardnu dužinu trupca 6,5 m tada se za svakih 0,5 m dužine otklona na više ili manje mijenja procent iskorišćenja za prosječno 0,65% na manje odnosno više. Knežević (1955) navodi da se za promjenu pada promjera od $\pm 0,2$ cm/m iskorišćenje prosječno mijenja za $\pm 0,25\%$ uz konstantne ostale uvjete.

Prema Titkovu (1955) dolazi do smanjenja iskorišćenja za 0,3% do 0,5% ako se na jarmači pile trupci po rasporedima koji su predviđeni za promjere koji se od njih razlikuju za ± 2 cm. Vlasov prema Kneževiću (1956) ističe još značajniji utjecaj sortiranja trupaca. On tvrdi da za promjenu prosječnog promjera od ± 2 cm sniženje iskorišćenja može biti i do 1,4%.

Drugi nedostatak tih metoda o kojima govore i sami autori je dosta nesigurno prenošenje svojstva optimalnosti rasporeda dobivenog na bazi nestandardiziranih (proizvoljnih) debljina na raspored koji daje »najbliže standardne debljine« (npr. Knežević, 1954).

Koliko je nama poznato sve te metode sastavljanja rasporeda pila vode računa o nadmjerama zbog utezanja, no ne i o razlikama između tangencijalnog i radijalnog utezanja. Većina autora uzima postotak utezanja kao linearnu funkciju širine odnosno debljine piljenice, što nije dovoljno tačno.

U tim istraživanjima nije se vodilo računa o nadmjerama na netočnosti piljenja i vrlo je malo rečeno o kvalitativnom odnosno kompleksnom vrijednosnom iskorišćenju.

Što se tiče zakrivljenosti debela i eliptičnosti presjeka daju se instrukcije bazirane na empiriji. Tako Titkov (1955) navodi mogućnost rezanja po krivini ili prepiljivanje trupca u dva dijela, dok Knežević (1956) navodi da duža os eliptičnog presjeka trupca mora biti kod raspiljivanja postavljena horizontalno.

Od svih istraživanja iz te grupe izdvojili bismo dva.

Kao prve autore Karnauhova i Eljkin (1960) koji su izdali Album rasporeda za propiljivanje trupaca za građevinske sortimente. Taj album za zadane dimenzije trupca daje nekoliko mogućih rasporeda sa popisom i volumenom građe koja se time dobiva te postotkom kvantitativnog iskorišćenja dotičnog trupca. Spominjemo taj rad jer je kao što će se kasnije vidjeti blizak našoj ideji o optimalizaciji.

Sasvim nov pristup problemu dao je Kugler (1965), koji ne traži optimalno kvantitativno iskorišćenje trupca, već polazi od pretpostavke da pilana mora piliti prema neposrednoj narudžbi kupca koji zahtijeva određenu količinu određenih sortimenata. Metodom linearnog programiranja Kugler rješava problem koliko kakvih trupaca treba raspiliti da bi se izradila tražena količina traženih sortimenata a da se kod toga utroši najmanje materijala. Sa stanovišta problema zadovoljenja tržišta ta je metoda primjenljiva i korisna. Očito je međutim da u tome nedostaje i kalkulacija troškova, jer će pilana za takvu narudžbu morati zaračunati više, između ostalog i zbog toga što trupce koje je raspilila nije raspilila (svakog zasebno) na optimalan način (bez obzira na narudžbu) u smislu volumnog i vrijednosnog iskorišćenja.

Sve navedene metode, iako u svoje doba vrijedne, nedovoljno su točne i nedovoljno fleksibilne s obzirom na potrebe suvremene pilanske industrije i suvremenih mogućnosti računanja rasporeda pila sa stanovišta ne samo kvantitativnog već i kvalitativnog i vrijednosnog iskorišćenja trupaca.

b) Do novih, boljih piljenja pokušalo se doći i eksperimentalno. Točnije rečeno istraživač bi zamislio određen način piljenja, te bi eksperimentalnim piljenjem pokušao dokazati ili oboriti tvrdnju da je taj novi način bolji (u izvjesnom smislu) od prethodnih. Budući da se eksperimentalno piljenje ne može provesti sa svakim strogo definiranim trupcem (vrsta drva; promjer, pad promjera, kvaliteta, dužina) pojavljuje se kod takvih metoda problem generalizacije zaključka. Naime, novu metodu možemo smatrati boljom samo za takve trupce iz kojih je izdvojen slučajni uzorak za eksperimentalno piljenje.

Osim toga, pri tom se pojavljuje i problem uzimanja dovoljno velikog uzorka, organizacijske i druge teškoće oko ekzaktne izmjere i prikupljanja potrebnih podataka te velikih troškova oko sprovođenja naučno fundiranih probnih piljenja. Nema međutim nikakve sumnje da će se probna piljenja i dalje provoditi i da će njihova vrijednost biti velika, no ona će dobiti više funkciju provjera i dopune rezultata teoretskih istraživanja na području optimalizacije iskorišćenja u pilani.

Razvojem elektronskih računara otvaraju se nove mogućnosti u pronalaženju boljih načina piljenja. To tim više što je elektronski računar po svojoj cijeni već danas dostupan svakom poduzeću. Prednost elektronskog računara je u praktički neograničenim mogućnostima variranja načina piljenja i simuliranja eksperimenta bilo da se radi o raznim rasporedima pila u jarmači bilo da se radi o variranju karakteristika trupaca. Ako je priključen na primarni stroj zajedno sa odgovarajućim uređajima

elektronski računar može u dovoljno kratkom vremenu ocijeniti karakteristike svakog trupca posebno i izračunati najbolji mogući raspored na jarmači uzевši u obzir i ograničenja koja vrijede za brzu promjenu rasporeda, odnosno najpogodniji prvi rez ako se radi o tračnoj pili.

Već je Hallock (1970) nagovijestio velike mogućnosti koje pružaju elektronička računala u pronalaženju boljih načina piljenja u smislu poboljšanja iskorišćenja, dok Brežnjak (1975) ispituje poboljšanja iskorišćenja trupaca automatskim podešavanjem dvostruke kružne pile. Hallock prikazuje i mogućnosti detektiranja grešaka na piljenicama te prenošenje tih podataka u kompjuter koji tada određuje način krojenja. Pliessing i Sondermann navode podatak da se piljenjem deblovine i piljenjem trupaca pomoću kompjutera, uz pomoć određenih senzora, za određivanje parametara trupaca relevantnih za njegovo raspiljivanje, iskorišćenje povećava za 3,1%. Oni već tada daju kibernetički model kretanja informacija i donošenja odluka za elektronsko vođenje prerade trupaca.

U USA je izrađen program za elektronski računar nazvan BOF (Best Opening Face, što bi u slobodnom prijevodu značilo »najbolje otvaranje trupca«), koji na temelju karakteristika trupca (promjer, pad promjera i duljina) daje optimalan način »otvaranja« trupca. Kasnije se taj program podvrgava daljnjem istraživanju koje vodi računa o zakrivljenosti trupaca (Hallock, 1976; Leslie). U razvijenim zemljama je problem »najboljeg otvaranja trupaca« već riješen i sada se intenzivno radi na preciznom određivanju svojstva (ne samo dimenzija) trupca neposredno prije njegovog raspiljivanja. To je druga faza upotrebe kompjutera u preradi oblovine. Kako je ipak još daleko dan kada ćemo zaista za svaki trupac moći odrediti baš njemu pripadni raspored, nastojanja su uperena u grupiranje trupaca prema izvjesnim svojstvima. U tim istraživanjima dolaze do izražaja teorijske pretpostavke odnosno teorijski raspored pila zajedno sa eksperimentalnim piljenjem. Metodama simulacije na kompjuterima možemo provesti (simulirati) eksperiment brzo i jeftino, te rezultate dobivene eksperimentom usporediti sa teoretskim (Maun, 1977; Pnevmaticos, 1973).

Istraživanjima u PRL (Princes Risborough Laboratory) postignuta je 98%-tna podudarnost između simuliranog i faktičnog piljenja (News of timber research from PRL, 1976). To dozvoljava da se za piljenje pojedinih grupa trupaca određuju najbolji načini piljenja metodom simulacije.

Elektronski računar dakle omogućuje da se za svaki točno definirani trupac odredi optimalan raspored pila s obzirom na kvantitativno odnosno kompleksno vrijednosno iskorišćenje, vodeći računa o dimenzijama i kvaliteti građe koju možemo, odnosno želimo dobiti. Takav pristup problemu ima naročito smisla kada znademo da već danas postoje jarmače sa djelomičnim podešavanjem razmaka pila za svaki trupac, dakle sa mogućnošću »brze reakcije«.

Niz autora navodi problem korišćenja kompjutera i sa ekonomske strane. Svi su ti izvještaji pozitivni u smislu ekonomičnosti upotrebe kompjutera. Navode se podaci (Maun, 1977) (Lesli) da se investicije u kompletnu opremu u srednjoj pilani (20.000 m³ godišnje) rentira za jednu do

dvije godine. Lewis (1978) je u referatu, održanom 1978. godine u Münchenu na Interforstu, iznio podatak da je upotrebom kompjuterskog određivanja načina piljenja u nekim pilanama u USA iskorišćenje povećano 10 do 15%.

Istraživanja su nastavljena i danas već mnoge zemlje raspolažu metodama i programima za optimalno korišćenje trupaca na pilanama.

Rangiranje rasporeda pila s obzirom na volumno iskorišćenje —
Ranging of saw settings in respect to the quantity yield

Budući da je zbog tehnoloških uvjeta i propisa standarda mogući broj rasporeda konačan (čak niti ne naročito velik broj), to se javlja logična ideja da između mogućih rasporeda odaberemo najbolji.

U tu svrhu je potrebno poznavati moguće rasporede i moći izvršiti procjenu što koji od odabranih rasporeda može dati (piljenice, piljevinu i krupni ostatak). Moguće rasporede poznajemo jer su više manje određeni standardima, tehnološkim mogućnostima, a i iskustvo je uzrok izvjesnim ograničenjima. Kasnije će se vidjeti da broj mogućih rasporeda možemo praktički proizvoljno proširiti sa svim rasporedima za koje možemo smatrati da ih ima smisla »isprobati«.

Kao prvi kriterij optimalnosti odabrali smo volumno iskorišćenje trupca drva jele ili smreke.

Potrebno je dakle za svaki trupac izračunati volumen građe koju daje pojedini od odabranih rasporeda. Taj postupak nije jednostavan. Za njega smo načinili program za elektronski računar i nazvali ga RARAVO (RAn-giranje RAsporeda prema VOlumnom iskorišćenju).

Tom metodom osim najboljeg rasporeda dobivamo i položaj ostalih rasporeda u rangiranom nizu s obzirom na volumno iskorišćenje. Takva informacija svakako olakšava neposredni izbor (Iako je volumno iskorišćenje vrlo važan faktor ipak na izbor rasporeda kojim će se piliti utječu i drugi faktori).

Program je pisan u FORTRANU, a preveden je i na BASIC.

Navest ćemo ULAZ i IZLAZ za program RARAVO

ULAZ: Podaci o trupcu, podaci o građi, širina raspiljka na jarmači, skup od N rasporeda zadanih u nominalnim debljinama odnosno širinama piljenice, dozvoljeni postotak građe ispod nominalne debljine, varijabilnost debljine građe uzrokovana netočnošću piljenja, širina raspiljka kružne pile krajčarice, širina raspiljka kružne pile rubilice, broj KNR koliko rasporeda želimo ispisati rangiranih prema volumnom iskorišćenju.

IZLAZ: Podaci o trupcu, podaci o građi, količina i struktura dobivene građe, postotak volumnog iskorišćenja, raspored dan bez nadmjera, raspored dan sa nadmjerom na utezanje i netočnost piljenja, struktura građe prema dužinskim grupama, volumen i postotak dobivene piljevine, volumen i postotak usuha, volumen i postotak izgubljen zbog netočnosti piljenja, volumen i postotak krupnog ostatka, rekapitulacija koja sadrži KNR — rasporeda ispisanih redom prema veličini volumnog iskorišćenja.

Rangiranje rasporeda pila s obzirom na vrijednosno iskorišćenje —
Ranging of saw settings in respect to the value yield

Uz maksimalno volumno iskorišćenje za kriterij optimalnosti može se odabrati i vrijednosno iskorišćenje trupca.

Piljenice, piljevina i krupni otpad imaju cijenu. Piljenice se sortiraju u dužinske grupe. Grupa u kojoj se nalazi piljenica također određuje njezinu cijenu.

Interesantno je dakle promatrati vrijednosti dobivenih proizvoda koje pripadaju trupcu raspiljenom različitim rasporedima. Program koji je u tu svrhu načinjen nazvali smo RAVIDI (RANGiranje prema Vrijednosnom iskorišćenju s obzirom na Dimenzije piljene građe). Program je također pisan u FORTRANU i preveden na BASIC. Za razliku od programa RARAVO ovdje se kao ulazni podaci pojavljuju i podaci o cijenama piljenica (prema dužinskim grupama), piljevini i krupnog otpada. U IZLAZU su rasporedi rangirani prema vrijednosti i ispisane su vrijednosti pojedine vrste produkata piljenja.

Matematičke osnove programa RARAVO — Mathematical bases of the RARAVO program

Osim ostalih koristit ćemo i slijedeće oznake

2d = VISP — visina prizme

L = ITL — duljina trupca

R — polumjer veće baze

r — polumjer manje baze

PP = (2R-2r)/L — pad promjera trupca

c — udaljenost vanjske strane piljenice od osi trupca

K = PP/2

B — duljina piljenice

A — širina piljenice u prosušenom stanju

à — širina piljenice u vlažnom stanju

D₀ — standardna debljina piljenice (u prosušenom stanju) (nominalna debljina)

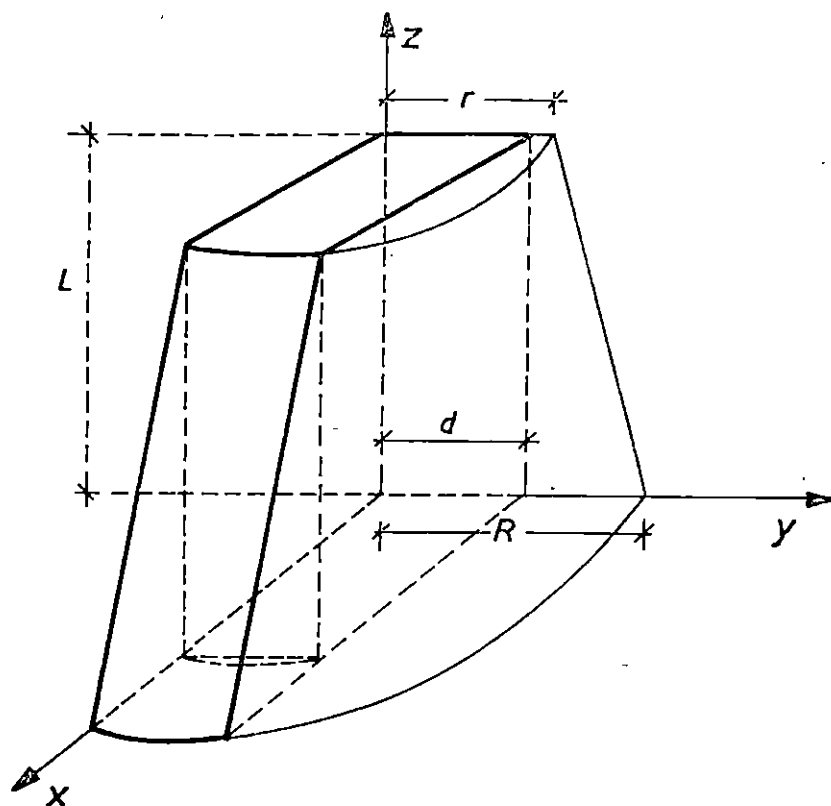
Prizma — Prism

Volumen prizme dat je izrazom

$$v = 4 \int_0^d dy \int_0^{\sqrt{r^2-y^2}} L dx + 4 \int_0^d dy \int_0^{\sqrt{r^2-y^2}} \frac{L}{R-r} (R - \sqrt{x^2 + y^2}) dx$$

Izračunamo li taj integral dobit ćemo formulu za volumen prizme

$$V = \frac{4}{PP \cdot 10000} \left(F\left(\frac{d}{R}\right) - F\left(\frac{d}{r}\right) - G\left(\frac{d}{R}\right) + G\left(\frac{d}{r}\right) \right) m^3,$$



Sl. — Fig. 9. Četvrtina prizme — A quarter of a prism

gdje je

$$F(x) = \frac{1}{2} \left(\frac{d}{x} \right)^3 (\arcsin x + x \sqrt{1-x^2})$$

$$G(x) = \frac{d^3}{3} \ln(R \sqrt{1-x^2} + R) + R^3 \left(\frac{1}{6} \arcsin x - \frac{1}{6} x \sqrt{1-x^2} - \frac{1}{9} x^3 \right)$$

$$PP = \frac{L}{2(R-r)} \text{ m/cm}$$

Utezanje zbog usušivanja — Shrinkage due to drying out

Trupci se raspiljuju sa postotkom relativne vlage većim od onog gdje počinje utezanje drva. Piljenice se suše do vlažnosti 20% te se kod toga utežu po širini i debljini. Zakonitost po kojoj se dimenzije smanjuju tokom

sušenja nije dovoljno istražena (ovisi o drvu i drugim faktorima), te smo se poslužili podacima standarda SSSR-a (GOST 6782—58, 1961). Empirijske podatke koji su dani tabelarno izjednačili smo pravcem. Ako sa y označimo dimenziju u sirovom (vlažnom) stanju, a sa x dimenziju u prosušenom stanju (vlažnost 20%), tada je veza između tih veličina dana jednadžbom

$$y = 1,0237 x + 0,29$$

Model pretpostavlja funkcionalnu vezu, iako je jasno da je veza stohastička. No, sve dok ne budu izvršena potrebna istraživanja, morat ćemo se time zadovoljiti.

Netočnost piljenja — Sawing inaccuracy

Ako je poslije raspiljivanja debljina piljenice u sirovom stanju označena sa D , tada je D slučajna varijabla normalno distribuirana $D:N(E(D), VAR(D))$. Standardna devijacija varijabla D je mjera rasipanja dimenzija piljenice zbog netočnosti piljenja. Ta je varijabilnost kod nas već dosta istražena te rezultate tog istraživanja možemo koristiti.

Nadmjera na netočnost piljenja i utezanje u širinu — Overmeasure due to sawing inaccuracy and shrinkage in width

Razmak između pila moramo zadati sa nadmjerom kako bismo poslije raspiljivanja i usušivanja postigli standardnu (željenu) debljinu D_0 .

Debljina vlažne piljenice je slučajna varijabla (varijabilnost je uzrokovana netočnošću piljenja) $D:N(E(D), VAR(D))$. Debljina piljenice u prosušenom stanju je također slučajna varijabla $D':N(E(D'), VAR(D'))$.

Vrijedi

$$D = 1,0237 D' + 0,29$$

odnosno

$$E(D) = 1,0237 E(D') + 0,29.$$

Budući da prema standardu mora vrijediti

$$P(D' < D_0) = 0,1,$$

to proizlazi

$$P(U < U_0) = 0,1,$$

gdje je

$$U_0 = \frac{D_0 - E(D')}{\text{SQR}(\text{VAR}(D'))}, \quad U;N(0; 1),$$

odnosno

$$U_0 = -1,28.$$

Nakon sređivanja dobivamo

$$E(D) = 1,0237 D_0 + 0,29 + 1,28 \text{ SQR}(\text{VAR}(D)).$$

Veličina $E(D)$ je razmak koji moramo postaviti između pila, pa da uz zadane uvjete 10% piljenica bude tanje od nominalne debljine D_0 .

Svaki raspored zadan u nominalnim debljinama je gornjom jednadžbom transformiran. Tako npr. želimo li iz trupca dobiti piljenice

$$4/22 \qquad 1/45 \qquad 2/22 \qquad R/16,$$

na jarmači ćemo postaviti raspored $(\text{VAR}(D') = 0,2)$

$$4/23,1 \qquad 1/4,6 \qquad 2/23,1 \qquad R/16,9.$$

Optimalno krojenje piljenice — Optimal lumber cutting

Podsjetimo se da pretpostavljamo da je trupac krnji stožac. Smjestimo li vrh stošca u ishodište koordinatnog sustava tada je jednadžba tog stošca

$$z = \frac{L}{R-r} \sqrt{x^2 + y^2}$$

Siječemo li stožac ravninom $y = c$, dobit ćemo u ravnini XOZ presjek iz kojeg moramo iskrojiti piljenicu.

Jednadžba tako dobivenog presjeka je hiperbola

$$z = \left(\frac{L}{R-r} \right) \sqrt{x^2 + c^2}$$

Duljini piljenice b odgovara širina a prema relaciji

$$a = 2 \sqrt{(R - KB)^2 - c^2} \qquad K = \frac{R-r}{L}.$$

Površina piljenice u vlažnom stanju je

$$P = a \cdot B$$

Maksimalni volumen imat će ona piljenica koja ima maksimalnu površinu

$$P = A \cdot B$$

Postupak određivanja vrijednosti a i B za koje je P maksimum izvodi se tako da se za svaku moguću duljinu piljenice (uzetom sa nadmjerom na dužinu od 0,02 m) izračuna pripadna širina. Dobivena širina se utegne prema zakonima utezanja i zaokružuje na više ili na niže te se dobije širina stranice u prosušenom stanju.

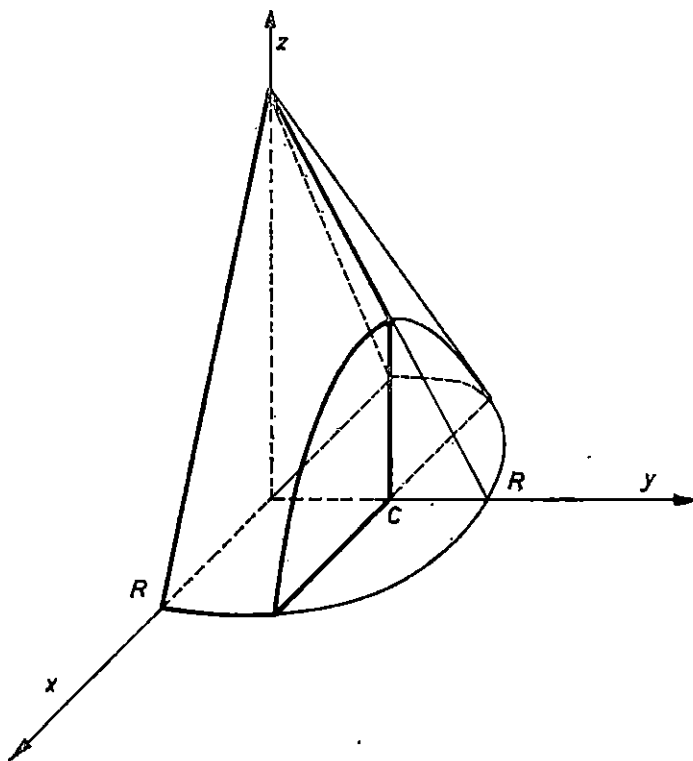
Postupak se nastavlja, dok se ne iscrpu sve moguće duljine za taj presjek. Duljina B i pripadna širina A kod kojih je površina najveća su optimalne dimenzije piljenice.

Piljevina — Saw dust

Volumen piljevine računat je nešto drugačije nego što je to običaj u pilanskim istraživanjima. Niz aproksimacija kojima se obično služimo, ovdje nismo morali upotrijebiti jer komplicirani matematički izrazi nisu problem za elektronski računar.

Prikazat ćemo način računanja piljevine piljenjem dasaka čija je udaljenost od osi trupca jednaka c.

Za računanje volumena piljevine prvo smo izveli formulu za volumen dijela stošca radiusa baze R, visine $L + \frac{1}{K}r$ omeđenog ravninom koja prolazi kroz njegovu os te njoj paralelnom ravninom na udaljenosti c od osi. Slika 10.



Sl. — Fig. 10. Dio stošca potreban za računanje volumena piljevine — A part of cone necessary for calculation of saw dust quantity

Kako je jednadžba tog stošca

$$Z = \frac{1}{K} (R - \sqrt{x^2 + y^2}),$$

to je traženi volumen

$$\text{FOS}(c, R) = \frac{2}{K} \int_0^c dy \int_0^{\sqrt{R^2 - y^2}} (R - \sqrt{x^2 + y^2}) dx.$$

Riješimo li taj integral dobivamo izraz

$$\text{FOS}(c, R) = (2Rc \sqrt{R^2 - c^2} + R^3 \arcsin \frac{c}{R} - c^3 \ln \left(\frac{R}{c} + \sqrt{\left(\frac{R}{c} \right)^2 - 1} \right)) \frac{200}{3PP}.$$

Ako je dimenzija pada promjera PP jednaka cm/m tada je dimenzija volumena FOS jednaka kubu dimenzija koje imaju veličine c odnosno R.

Ako se radi o centralnoj zoni rasporeda pila tj. ako je udaljenost X vanjskog ruba propiljka od osi trupca manja od manjeg radiusa trupca, tada je volumen takvog propiljka jednak

$$\text{VOL}(X, R, r, c) = \text{FOS}(X, R) - \text{FOS}(X, r) - \text{FOS}(c, R) - \text{FOS}(c, r).$$

Izradom jedne prizme iz trupca dobivamo volumen piljevine

$$\text{PILJ} = 2 \cdot \text{VOL}(d + PR, R, r, d)$$

gdje je PR širina propiljka na jarmači.

Propiljak na jarmači — Saw kerf on frame saws

Izradom dviju prizama iz trupca dobivamo volumen piljevine

$$\text{PILJ} = 2(\text{FOS} \left(\frac{PR}{2}, R \right) - \text{FOS} \left(\frac{PR}{2}, r \right) + \text{VOL} \left(D + \frac{3}{2} PR, R, r, D + \frac{PR}{2} \right))$$

Budući da svaku piljenicu dobivenu na prvoj jarmači okrajčujemo, računali smo piljevinu dobivenu okrajčivanjem. Tako dobivena piljevina ovisi o duljini i debljini piljenice i o veličini propiljka na krajčarici.

$$\text{CGD} = \sqrt{R^2 - c^2},$$

tada za slučajeve od a. do e. vrijedi:

a.	$c < CG$	$T > ITL$
b.	$CG < c$ $r < CGD$	$T > ITL$
c.	$r < c < CGD$	$T < ITL$
d.	$CGD < c < r$	$T > ITL$
e.	$CGD < c$	$T < ITL$

Simulaciju piljenja provodimo na način da počevši od osi trupca prema njegovoj periferiji »vadimo« piljenicu po piljenicu. Debljine tih piljenica definirane su zadanim rasporedom pila, a postupak se nastavlja sve dok se iz preostalog dijela trupca može »izvaditi« piljenica odgovarajuće debljine i ostalih dimenzija.

Svakoj piljenici koja je dobivena na udaljenosti c od osi trupca odnosno prizme odgovara barem još jedna takva piljenica. Ako su na prvoj jarmači bile proizvedene dvije prizme i ako na drugoj jarmači postoji jedna piljenica na udaljenosti c od osi, tada postoje još tri isto takve piljenice.

U ovom pregledu računanja piljevine pokazat ćemo kako se računa piljevina za piljenice dobivene na udaljenosti c od osi prizme.

a. Piljevina iz dijela prizme gdje nema rubljenja niti krajčenja izračunata je tako da je površina piljenice pomnožena sa veličinom propiljka

$$PILJ = 2(\text{duljina} + 2 \text{ cm}) (\text{debljina}) (\text{propiljak na krajčarici})$$

a) Ako je

$$c + PR < r,$$

$$PILJ = VOL(c + PR, R, r, c).$$

b) Ako je

$$c + PR > r,$$

$$PILJ = FOS(c + PR, R) - FOS(c, R).$$

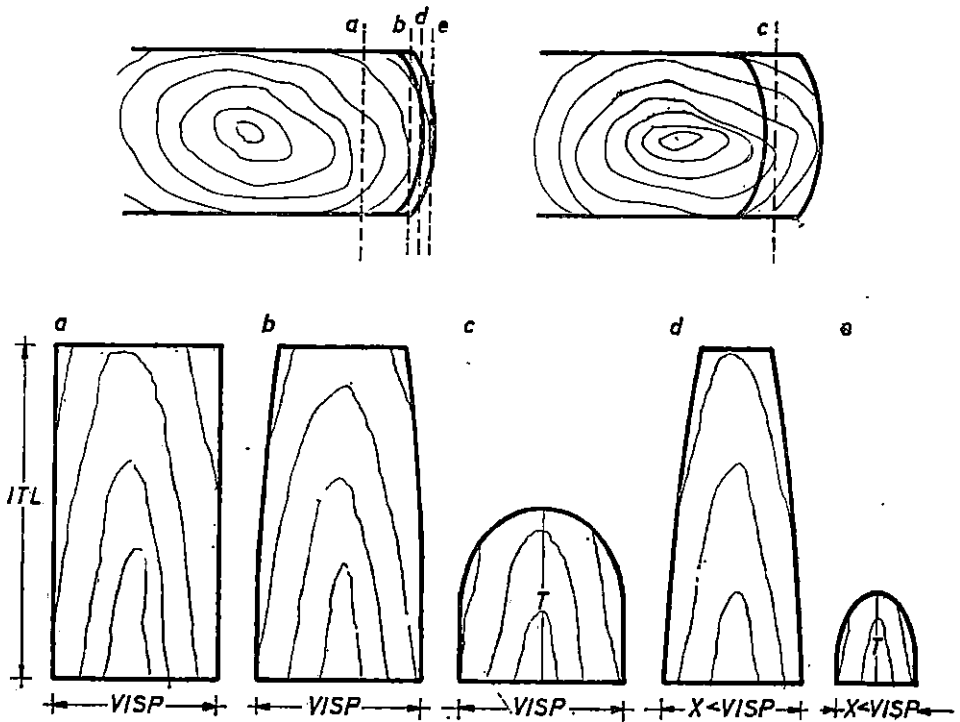
Konačno, ako je duljina piljenice manja od duljine trupca piljenica se porubljuje te se dobiva piljevina

$$PILJ = (\text{širina}) \cdot (\text{debljina}) \cdot (\text{propiljak na rubilici})$$

I kod rubljenja i kod krajčenja zanemarili smo dio piljevine dobiven prolaskom pile kroz lisičavi dio piljenice.

U slučaju kada se ne pili prizmiranjem već u cijelo postupak je analogan ovom koji je iznesen, samo što se ne radi o prizmi odnosno prizma-
ma već o jednoj odnosno dvije centralne piljenice.

Piljevinu dobivenu raspiljivanjem prizme računali smo uzevši u obzir pet mogućih slučajeva položaja reza. Shematski su ti slučajevi prikazani na slici 11.



Sl. — Fig. 11. Različiti slučajevi položaja reza — Various cases of cutting position

Označimo sa T visinu tjemena hiperbole koja se dobiva presjekom stošca, čiji je trupac jedan dio. Označimo li nadalje

$$CG = \sqrt{r^2 - c^2}, \text{ odnosno}$$

$$PE = (\text{dužina} + 2 \text{ cm}) \cdot (\text{širina}) \cdot (\text{propiljak}).$$

Tako dobiven volumen treba još pomnožiti sa brojem rezova koji imaju površinu spomenute piljenice. Na drugoj se jarmači mogu, kao rezultat piljenja na prvoj jarmači, pojaviti dvije ili jedna prizma. Svaka od tih prizama može se piliti sa neparnim ili parnim rasporedom. Kod parnog rasporeda potrebno je razlikovati da li su piljenice u centru ili nisu.

Označimo sa

- I01 = 1 jedna prizma na prvoj jarmači
- I01 = 2 dvije prizme na prvoj jarmači
- I02 = 1 neparan raspored na drugoj jarmači
- I02 = 2 paran raspored na drugoj jarmači.

Broj rezova ćemo označiti sa KOM i dati pregledno slučajeve koji se mogu pojaviti

	I01	I02	KOM
	1	2	2
	2	1	4
centralne piljenice	1	2	3
	2	2	6
piljenice izvan centra	1	2	2
	2	2	4

Piljevina dobivena u slučaju a. je dakle

$$PILJ = KOM \cdot PE$$

Za izračunavanje volumena piljevine dobivene u slučajevima od b. do e. potrebna nam je površina ispod presjeka stošca ravninom paralelnom sa njegovom osi. Smjestimo li stožac čiji je nagib izvodnice jednak $1/K$ u vrh koordinatnog sustava, tada je jednadžba hiperbole koja je presjek tog stošca na udaljenosti c od osi

$$K^2z^2 = c^2 + x^2,$$

Udaljenost po osi od vrha stošca do kruga (baze trupca) radiusa R iznosi R/K . Slika 12.

$$POT(x_1) = \frac{2}{K} \int_0^{x_1} \sqrt{c^2 + x^2} dx$$

Riješimo li taj integral dobivamo

$$POT(x) = \frac{200}{pp} (x \sqrt{x^2 + c^2} + c^2 \ln(x + \sqrt{x^2 + c^2}) - c^2 \ln c)$$

Uz pomoć funkcije POT(x) izrazili smo površine od b. do e. prikazane na slici 12 i slikama 13b, 13c, 13d i 13e.

U svim slučajevima od a. do e. volumen piljevine izračunava se kao

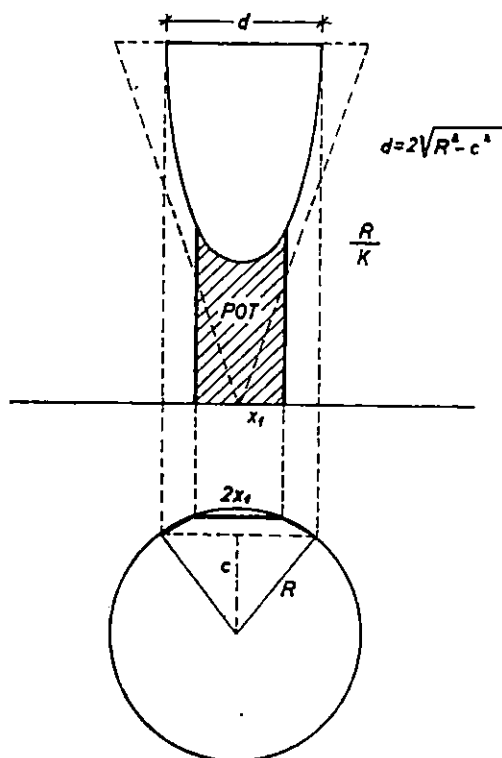
$$PILJ = POV \cdot PR - (I01 - 1) \cdot PR^2$$

Ako je duljina dobivene piljenice manja od duljine trupca, piljevini dobivenoj na jarmači dodajemo piljevinu zbog rubljenja:

$$PILJ = 2 \cdot I01 (\text{širina}) (\text{debljina}) (\text{propiljak na rubilici})$$

Konačno, ako je dobivena piljenica uža od visine prizme tada dobivenoj piljevini moramo dodati još piljevinu zbog krajčenja

$$PILJ = 4(\text{duljina piljenice}) \cdot (\text{debljina piljenice}) \cdot (\text{propiljak na krajčarici})$$



Sl. — Fig. 12. Površina POT (x), pomoću koje se računa volumen piljevine —
 The area POT (x), by which the saw dust quantity is calculated

Gubici zbog utezanja — Losses due to shrinkage

Volumen piljenice je

$$V = A \cdot B \cdot D$$

gdje je

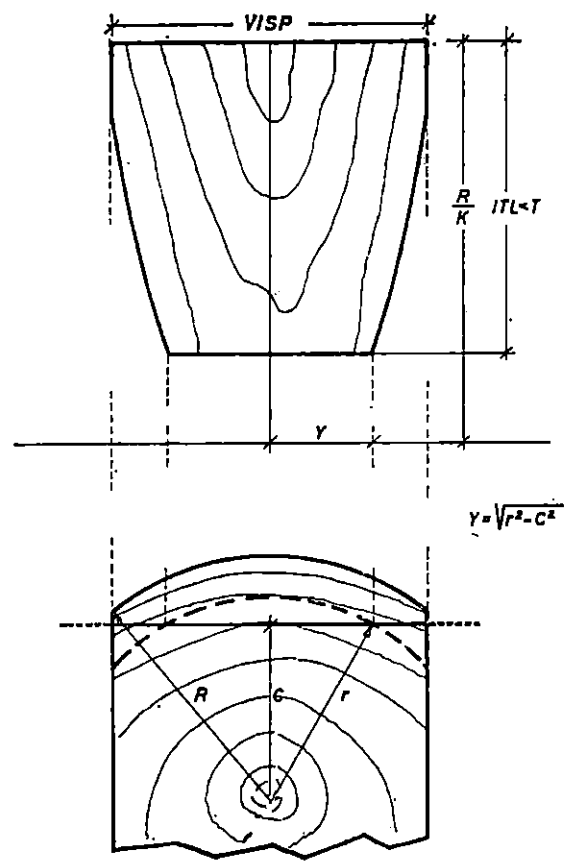
- A širina piljenice,
- B duljina piljenice,
- D debljina piljenice.

Volumen piljenice u vlažnom stanju je

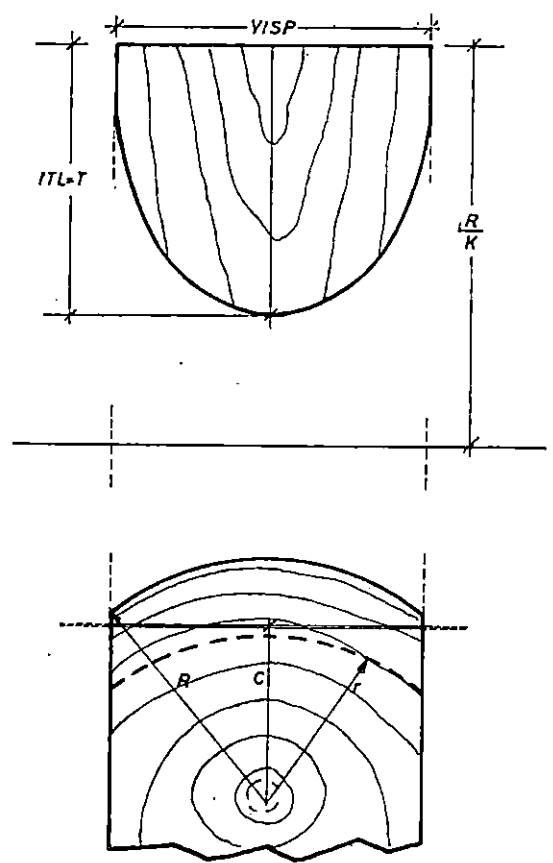
$$V + \Delta V = (A + \Delta A) (D + \Delta D) \cdot B,$$

gdje je

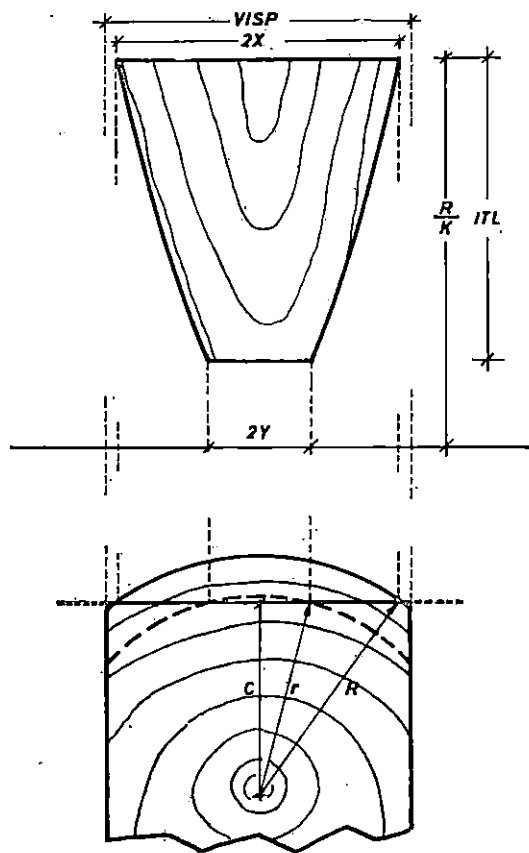
$$\begin{aligned} \Delta A &= 1,0237A + 0,29 - A, & i \\ \Delta D &= 1,0237D + 0,29 - D. \end{aligned}$$



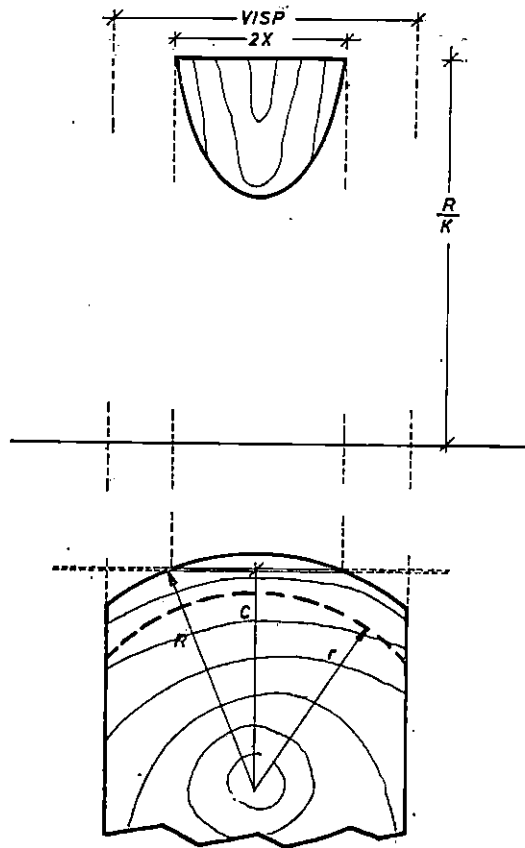
Sl. — Fig. 13b. Površina presjeka za slučaj b. sa slike 11 — The area of the section for the case b. in the fig. 11



Sl. — Fig. 13c. Površina presjeka za slučaj c. sa slike 11 — The area of the section for the case c. in the fig. 11



Sl. — Fig. 13d. Površina presjeka za slučaj d. sa slike 11 — The area of the section for the case d. in the fig. 11



Sl. — Fig. 13e. Površina presjeka za slučaj e. sa slike 11 — The area of the section for the case e. in the fig. 11

Razlika ΔV je približno jednaka totalnom diferencijalu funkcije V ;

$$dV = \frac{dV}{dA} \Delta A + \frac{dV}{dD} \Delta D,$$

odnosno

$$dV = B D \Delta A + A D \Delta D.$$

Gubitak zbog usuha jednak je dakle

$$USUH = \sum dV,$$

gdje se sumacija provodi preko svih dobivenih piljenica.

Gubici zbog nadmjere na netočnost piljenja — Losses due to overmeasure on
sawing inaccuracy

Istraživanja koja su vršena u vezi točnosti piljenja na primarnim strojevima pokazala su da su varijabilnosti debljina piljenica poslije piljenja na jarmači toliko značajne da o tome treba voditi računa kod uzimanja nadmjera zbog postizavanja željene debljine. Te varijabilnosti ovise o vrsti drva, o stroju na kojem se pili, kao i o nekim drugim faktorima. Kod nas su istraživanja o faktorima koji utječu na točnost piljenja vršena i u literaturi se mogu naći podaci o varijabilnosti debljine piljenica uzrokovanoj netočnosti piljenja.

U ovom su radu korišćeni rezultati Brežnjaka i Heraka (1970).

Kako bi izbjegli pojavu da prevelik broj piljenica ima debljinu manju od propisane standardom, a do čega može doći zbog netočnosti piljenja, pridu na usuh smo dodali i prid na netočnost.

Ako standard dozvoljava da $100\alpha\%$ piljenica ima debljinu manju od nominalne, te ako označimo standardnu devijaciju debljina uzrokovanu netočnosti piljenja sa $VAR(D)$, tada ćemo smatrati da je prid na netočnost piljenja jednak

$$u_0 \cdot SQR(VAR(D)),$$

gdje je u_0 takva vrijednost standardizirane normalne varijable za koju je

$$P(U < u_0) = \alpha.$$

Prid na netočnost piljenja smo »algebarski« dodali pridu na usuh iz razloga koji su već navedeni.

Volumen trupca koji se gubi zbog nadmjere na netočnost piljenja je dakle

$$TEN = \sum (1,0237A + 0,29) (B - 2) u_0 SQR(VAR(D))$$

gdje se sumira preko svih dobivenih piljenica, a A i B znače širinu odnosno dužinu piljenice u prosušenom stanju.

Volumen krupnog ostatka — Volume of coarse residue

Volumen krupnog ostatka dobiven je kao razlika volumena trupca i sume volumena građe, piljevine, gubitka zbog usuha i gubitka zbog netočnosti piljenja.

$$\text{OSTATAK} = \text{Volumen trupca} - (\text{GRAĐA} + \text{USUH} + \text{TEN}).$$

Rangirani rasporedi pila — Comparison of saw arrangements

Rečeno je da se svaki trupac definiranog promjera, duljine, i pada promjera, raspiljuje sa proizvoljno mnogo rasporeda, bilo u cijelo bilo prizmiranjem. Neka je tih rasporeda N , i neka je I -ti raspored dao volumno iskorišćenje POIS (I).

Redni broj rasporeda koji daje najveće volumno iskorišćenje označimo sa NAJ . Pođemo li od pretpostavke da je $NAJ = 1$, te $POIS(NAJ)$ uspoređujemo sa $POIS(I)$, $I = 2, N$ i pridružimo NAJ onom indeksu I za koji je $POIS(I) > POIS(NAJ)$, pronašli smo redni broj rasporeda koji je povećao volumno iskorišćenje. Postupak nastavimo sa preostalim $N-1$ rasporeda, sve dok ne dobijemo redne brojeve prvih KNR rasporeda koji daju najveća volumna iskorišćenja.

Tih KNR rasporeda je ispisano redom prema rangu koji imaju u veličini volumnog iskorišćenja. Uz svaki raspored je ispisano pripadno volumno iskorišćenje, pripadni volumen piljevine, volumen zbog nadmjere, te volumen krupnog ostatka zajedno sa odgovarajućim postocima.

Veličine KNR , tj. broj rasporeda koji želimo da bude u rekapitulaciji ispisan zadaje se kao parametar zajedno sa ostalim podacima.

Skretnica ISVE odlučuje da li će izlaz sadržavati čitavu strukturu sortimenata ili samo rekapitulaciju sa KNR rangiranih rasporeda. Ta je mogućnost unesena u program zbog toga jer ćemo pomoću njega vršiti analize nekih faktora koji utječu na volumno odnosno vrijednosno iskorišćenje. Budući da su kod takve analize važni samo konačni rezultati uveli smo mogućnost izostavljanja pisanja strukture dobivene građe.

Fotokopir izlaza programa RARAVO prikazana je u tabeli 8.

5.2 Analiza faktora koji utječu na volumno iskorišćenje trupaca —
Analysis of factors which effect the quantity yielded of logs

Razvojem programa RARAVO ostvarene su mogućnosti za kompleksne analize piljenja trupaca na jarmačama. Jedan od najinteresantnijih problema koji se može istraživati odnosi se na utjecaj pojedinih faktora na volumno iskorišćenje trupaca odnosno na izbor optimalnog rasporeda piljenja.

Budući da se trupci prije raspiljivanja sortiraju u boksove sa namjedom da se u isti boks stavljaju trupci koji će se piliti istim rasporedom, to spomenuta istraživanja mogu doprinijeti kod donošenja odluka o načinu (kriterijima) sortiranja trupaca.

Tab. 8. Fotokopija izlaza programa RARAVO — Photocopy of the program RARAVO output

R A R A V O Z I D I		DATE 040280	PAGE 16
RANGIRANJE RASPOREDA PREMA VOLUMNOM ISKORISTENJU			
MIDST DIAMETER	40 CM	SAW KERF WIDTH ON FRAME SAW	5,0 MM
BUT END DIAMETER	43,0 CM	SAW KERF WIDTH ON CROSS CUTT SAW	5,0 MM
TOP END DIAMETER	37,0 CM	SAW KERF WIDTH ON RIPS AW	4,5 MM
LOG LENGTH	5,0 M	% OF UNDERSIZED LUMBER	10,0
LOG TAPER	1,5 CM/	SANINGTH ACCURACY	.20 MM.
MINIMUM LUMBER LENGTH	100 CM		
MINIMUM LUMBER WIDTH	8 CM		
LOG VOLUME	.50269 CUBIC METERS		
S A W S E T T I N G S			
		LUMBER	SAWDUST
		M3	M3
		%	%
		OVERMEASURE	RESIDUE
		M3	M3
		%	%
5	2/ 46,6 1/ 46,6 3/ 23,1 10/ 16,9	.335 66,7	.067 13,3
		.027 5,5	.073 14,5
4	1/ 46,6 2/ 46,6 2/ 23,1 10/ 16,9	.335 66,7	.069 13,7
		.027 5,3	.072 14,3
1	1/ 229,8 2/ 23,1 10/ 16,9		
	2/ 46,6 1/ 46,6 3/ 23,1 10/ 16,9	.328 65,3	.078 15,6
		.022 4,5	.074 14,7
3	1/ 230,9 2/ 23,1 10/ 16,9		
	1/ 46,6 5/ 23,1 10/ 16,9	.319 63,5	.088 17,6
		.024 4,8	.071 14,1
2	2/ 113,2 2/ 23,1 10/ 16,9		
	2/ 23,1 1/ 23,1 1/ 46,6 2/ 23,1 10/ 16,9	.313 62,2	.088 17,6
		.020 3,9	.062 12,3

Uvod — Introduction

Ovdje će biti prikazani rezultati istraživanja utjecaja na volumno iskorišćenje trupaca odnosno na izbor optimalnih rasporeda pila slijedećih faktora: promjer, dužina i pad promjera trupca te širine raspiljka i veličina netočnosti piljenja.

Prvi, nama poznati izvještaji potječu od Sledckog (1947) odmah nakon rata.

Daljnja istraživanja Knežević (1956), Bell (1951), i dr. dala su rezultate koji su poznati te se ovdje neće detaljnije navoditi, već će se dati samo općenit prikaz metoda i rezultata tih istraživanja. Znanja o utjecaju faktora, o kojima je ovdje riječ, na volumno iskorišćenje trupaca baziraju se na dvije metode:

Teorijska istraživanja. Pretpostavivši da je trupac kružni stožac, istraživači su vršili računanje volumnog iskorišćenja za razne dimenzije trupaca, razne raspiljke i razne rasporede piljenja. Budući da su takva računanja vrlo komplicirana, morala su biti ograničena na relativno mali broj rasporeda piljenja i relativno grubu podjelu svakog od promatranih faktora na manje dijelove njegovih dimenzija. Praktički je bilo nemoguće simultano varirati ova tri faktora s promjenom širine raspiljka, nadmjerom, promjenom dozvoljenog postotka piljenica ispod nominalne debljine i mnogim mogućim rasporedima pila. Teško je također bilo uzeti u obzir posljedice usušivanja drva, kao i optimalno krojenje piljenica. Kao rezultati istraživanja davani su prosjeci, koji su bili korisni, no danas premalo precizni. Poznato je da je prosječni porast iskorišćenja po 1 cm porasta promjera oko 0,2 do 0,4%. To je prosjek za različiti pad promjera, razne rasporede, razne dužine trupaca i ostale faktore. Takav prosjek je koristan, no, kao uostalom i prosjeci uopće, nedovoljno precizan. Prednost teorijskih istraživanja leži u generalnim informacijama, no dedukcija na posebne uvjete je nesigurna.

Eksperimentalna istraživanja. Eksperimentalna istraživanja vršena su na pojedinim pilanama s određenim, više manje, reprezentativnim uzorcima trupaca. Rezultati tih istraživanja poklapaju se s onim dobijenim teorijskim putem (i to onim najopćenitijim), dok ima detalja gdje se ti rezultati i jako razlikuju. Prednost eksperimenta je u tome što, ako se pravilno provede, daje sliku o određenim trupcima, na određenoj pilani u određeno vrijeme, uz određenu tehnologiju i dr. Problem je indukcije tih rezultata na ostale pilane, odnosno strukture trupaca, ljude, tehnologiju i dr. Nedostatak eksperimenta je također njegova velika cijena. I jedna i druga metoda imaju, dakle, svojih prednosti i mana.

Metoda simulacije eksperimenta, ili kraće metoda simulacije, je kombinacija eksperimenta i teorijskih istraživanja.

Tom se metodom može vrlo precizno simulirati realni eksperiment, te tako dobiti rezultate koji su vredniji bilo od samo teorijskog ili samo eksperimentalnog istraživanja. Naravno da i simulacija (neki upotrebljavaju sinonim: oponašanje) može biti bolja ili lošija. Sve ovisi o tome koliko se

vjerno uspjelo matematičkim jezikom opisati trupac i tehnologiju njegovog raspiljavanja. Za to je u krajnjoj liniji potreban i eksperiment, no mnogo toga se može načiniti i bez eksperimenta.

Posljednjih je godina u svijetu izrađeno dosta programa za elektro- ničko računalo, pomoću kojih se može vršiti simulacija piljenja trupaca.

Istraživanja koja je proveo Butković (1979) pokazala su zadovoljavajuće slaganje između rezultata dobivenih simuliranim piljenjem pomoću programa RARAVO i rezultata dobivenih eksperimentalnim piljenjem.

U ovom radu simulacija piljenja izvršena je sa sedam debljinskih grupa trupaca.

Svako debljinskoj grupi je pridruženo 10 različitih rasporeda (Hitrec, 1982), kojima su trupci u toj grupi piljeni.

Utjecaj promjera, pada promjera, duljine trupca, širine raspiljka i netočnosti piljenja na volumno iskorišćenje trupca — Effect of diameter, log taper saw kerf width and sawing inaccuracy on the quantity yield of a log

Kao što je već navedeno, promatrano je 7 debljinskih grupa trupaca: 20—24 cm, 25—29 cm, . . . 50—54 cm promjera. U svakoj od navedenih debljinskih grupa izvršeno je simulirano piljenje s 10 rasporeda. Rasporedi su od grupe do grupe mijenjani. Debljina trupca je mijenjana s intervalom od 1 cm. Za svaku debljinu mijenjan je pad promjera od 0,5 cm/m do 2,5 cm/m, s pomakom od 0,5 cm/m, te dužina trupca od 3 do 6 m, s pomakom od 0,5 m.

Izvršeno je, dakle $7 \times 5 \times 5 \times 7 \times 10 = 12250$ simulacija piljenja. Za svako piljenje je izračunato volumno iskorišćenje za svaki od 10 rasporeda. Rasporedi su prema veličini volumnog iskorišćenja i rangirani. Izračunato je i prosječno volumno iskorišćenje za najboljih 5 rasporeda. Tehnološki uvjeti i metode piljenja opisani su ranije kod opisa programa RARAVO.

Rezultati dobiveni simulacijom su prikazani tabelarno, te su na temelju tih tabela načinjeni grafikoni. Ovdje su prikazani samo grafikoni.

Grafikon 1. prikazuje prosječno volumno iskorišćenje najboljih 5 rasporeda kao funkciju promjera, duljine i pada promjera trupca. Iz grafikona 1. je očito slijedeće:

a) Općenito porast volumnog iskorišćenja u odnosu na porast promjera trupca (kao teorijska postavka poznata već otprije).

b) Porast iskorišćenja s porastom promjera (jedina iznimka je kod duljine od 6 m u debljinskoj grupi 40—44 cm) unutar svake debljinske grupe.

c) Prelaskom u drugu debljinsku grupu trupaca, dakle prelaskom na nove rasporede, dolazi do stagnacije porasta, a u nekim slučajevima čak i do pada volumnog iskorišćenja.

Ta se pojava može pripisati neadekvatno odabranim rasporedima. Izgleda, naime; da je izbor rasporeda prilagođen promjeru srednjeg trupca iz pro-

matrane grupe, a taj izbor ne odgovara svim trupcima iz grupe, čiji se promjeri nalaze u intervalu od 5 cm. Iz toga je očito da se rasporedi mogu bolje odabrati, odnosno da bi trebalo razmotriti opravdanost finijeg sortiranja trupaca prema promjeru. Ta je pojava uočena već ranije (Hitrec, 1982), pa je istaknuto da izbor rasporeda može biti »osjetljiv« na svaki centimetar promjene debljine trupca. No, potrebno je navesti da se spomenuta pojava manje ispoljava, čak bi se moglo reći da ne postoji za trupce dužine 3 m.

Ovdje nije zadatak traženje boljih rasporeda, no to će biti potrebno učiniti u daljnjim istraživanjima.

d) Kraći trupci imaju redovno veće iskorišćenje od dužih, osim nekoliko iznimaka kod tanjih trupaca (što je već od prije poznato).

e) Pad promjera znatno utječe na volumno iskorišćenje trupaca. Taj je utjecaj značajniji kod dužih nego kod kratkih trupaca. To je vidljivo i po tome što su krivulje koje pripadaju dužim trupcima strmije (grafikon 1.). Nismo u stanju objasniti ekstremno značajan utjecaj pada promjera na volumno iskorišćenje u debljinskoj grupi 35—39 cm (grafikon 1, $V_1\%$ od 57% do 72%). Da li je to samo utjecaj odabranih rasporeda ili toj debljinskoj grupi (za mali pad promjera) naročito odgovaraju standardi o dimenzijama piljenica, o kojima je vođeno računa kao piljenja, to bi se moralo provjeriti dodatnim simulacijama.

f) Što su trupci većeg promjera, to su linije na dijagramu, koje prikazuju volumno iskorišćenje za različite promjere, građe (ima manje lomo-va). Može se reći da su promatrane veze gotovo funkcionalne. To se objašnjava većim volumnim iskorišćenjem debljih trupaca, gdje su relativno manja odstupanja, zbog neadekvatnog rasporeda, manje uočljiva.

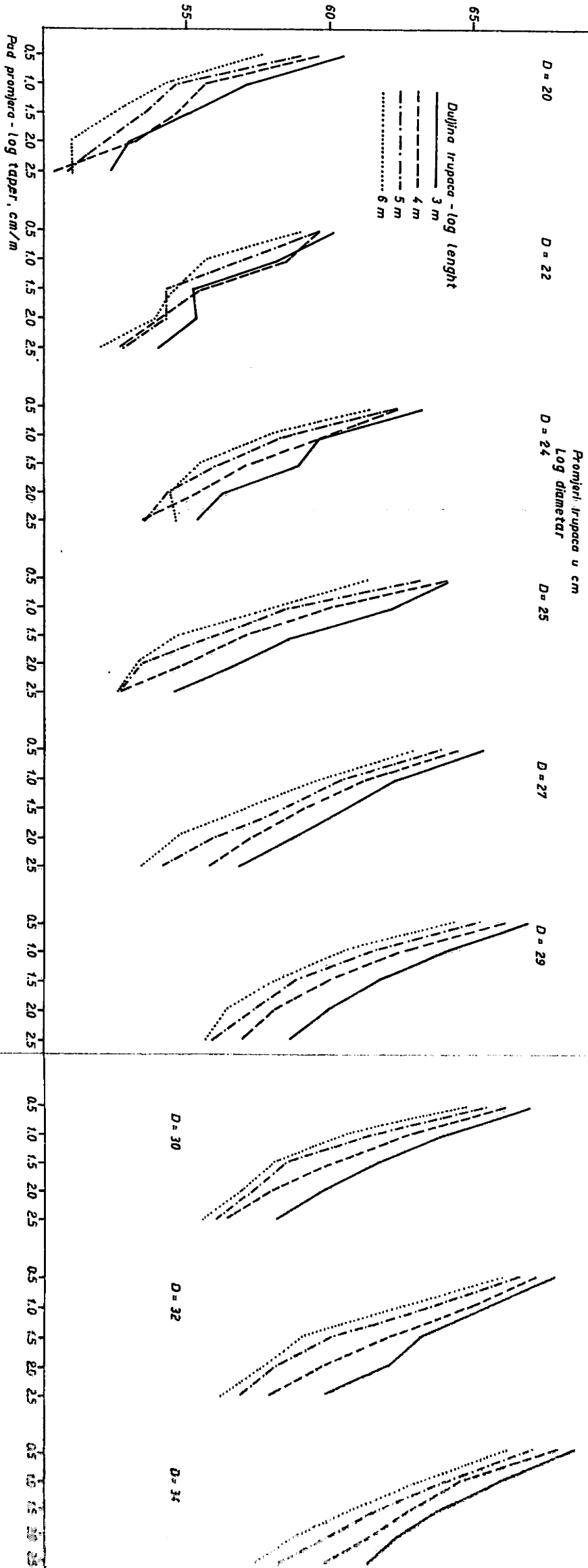
Iako se raspolaže podacima o tome kako promatrani faktori djeluju na volumno iskorišćenje, kod najboljeg od 10 promatranih rasporeda, ti rezultati ovdje nisu iznijeti, no, treba izvijestiti da su analogne linije manje glatke, što je i razumljivo jer se ne radi o prosjecima volumnih iskorišćenja najboljih 5 rasporeda, te da su volumna iskorišćenja najboljeg rasporeda za 1,5 do 2,0 postotka veća od prosječnog volumnog iskorišćenja najboljih 5 rasporeda.

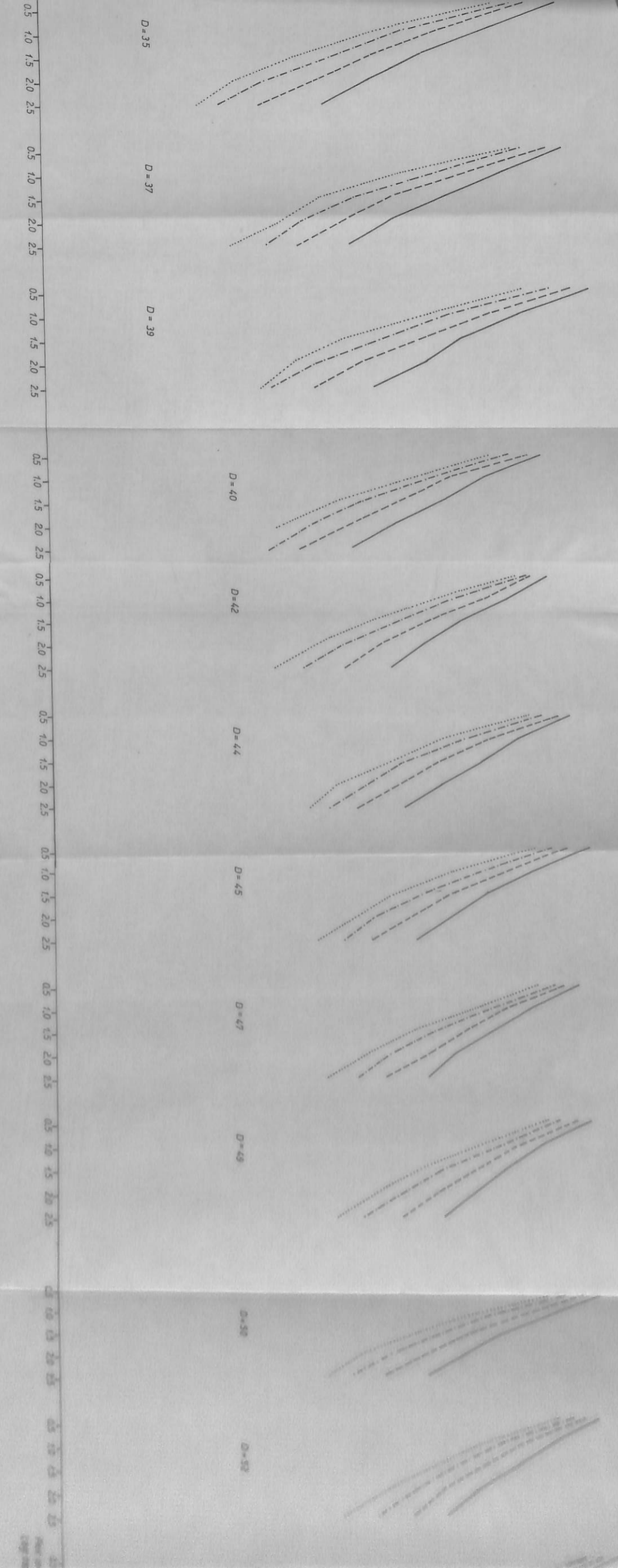
Potrebno je spomenuti da se već istaknuta pojava ekstremno velikog utjecaja pada promjera na volumno iskorišćenje trupaca kod grupe 35—39 cm pojavljuje i ovdje, kada se promatra samo najbolji raspored. To svakako navodi na pomisao da uzrok toj pojavi nije izbor rasporeda.

Grafikon 2. prikazuje prosječnu promjenu volumnog iskorišćenja ($\Delta V\%$), za promjenu debljine trupca za 1 cm i naznačene četiri kombinacije pada promjera, odnosno duljine trupaca. Vidljivo je, da je porast postotka volumnog iskorišćenja, kod promjene debljine trupca za 1 cm, to manji što je trupac deblji. Povećanjem debljine trupca za 1 cm, volumno iskorišćenje se povećava za 0,7—1,0 postotka kod tanjih trupaca, dok je kod debljih trupaca to povećanje manje i ne prelazi 0,5 postotka. To smanjivanje promjene volumnog iskorišćenja, s povećanjem promjera, je izraženo kod trupaca s manjim padom promjera (linije br. III i I na grafi-

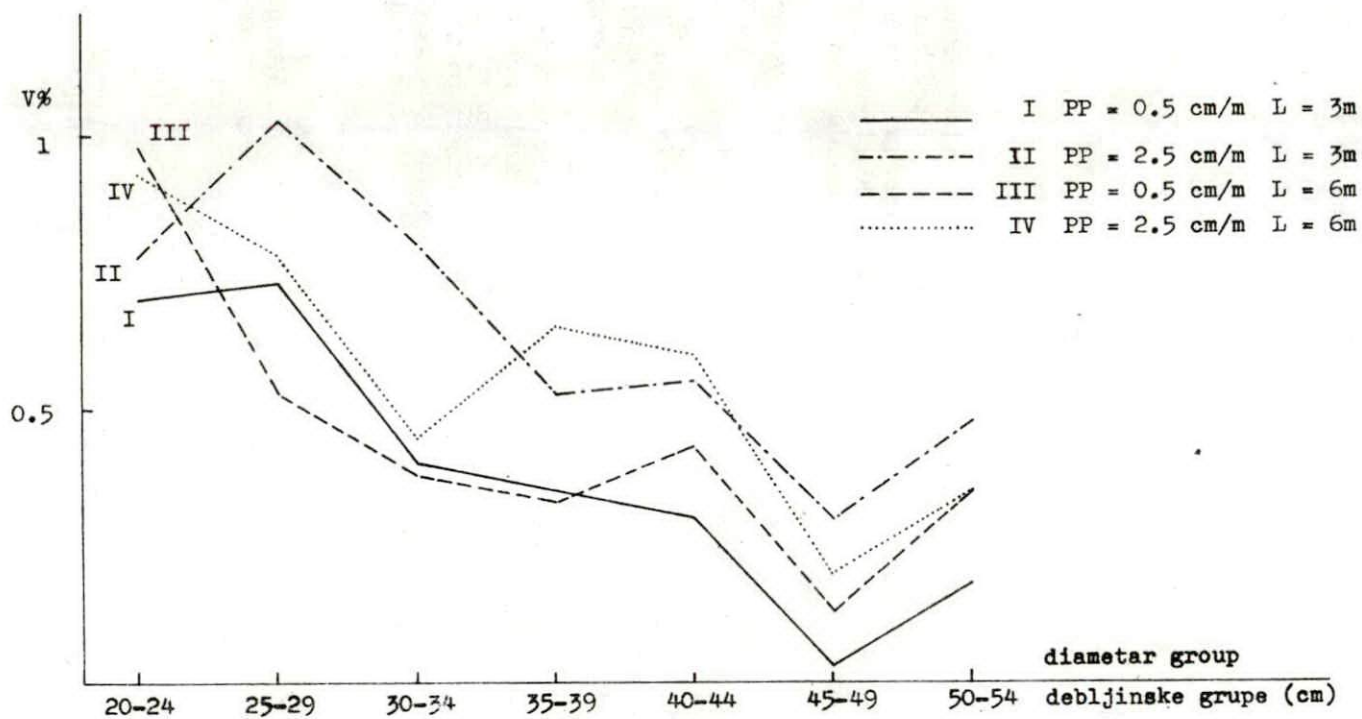
Volumno iskorišćenje - quantity yield (%)

GRAF. - GRAPH 1
 PROSEČNE VRIJEDNOSTI VOLUMNOM ISKORIŠĆENJA TRUPACA ZA NAJBOLJIH 5 RASPOREDA PILA ZA RAZLIČITE PROMJERE,
 PADOVE PROMJERA I DULJINE - AVERAGE VALUE OF THE QUANTITY YIELD OF LOGS FOR THE FIVE BEST SAW SETTINGS,
 PADOVE PROMJERA I DULJINE





Graf. — Graph. 2. Prosječna promjena volumnog iskorišćenja trupca kod promjene debljine trupca za 1 cm — Average change of the quantity yield of a log by change of the log thickness by 1 cm



konu 2 su niže od linija II i IV). Odatle proizlazi opći trend, što je trupac deblji i što mu je pad promjera veći to daljnja promjena debljine manje utječe na njegovo volumno iskorišćenje. To je ilustrirano i na grafikonu 3.

Kako promjena dužine trupca od 0,5 m, odnosno promjena pada promjera za 0,5 cm/m, utječe na promjenu volumnog iskorišćenja, vidljivo je na grafikonu 4.

Označi li se sa $V_{i,j}$ volumno iskorišćenje koje pripada dužini trupca »i«, te padu promjera »j«, tada su četiri ordinate na grafikonu 4 slijedeće:

$$I \dots (V_{3, 0.5} - V_{3, 2.5})/4$$

$$II \dots (V_{6, 0.5} - V_{6, 0.5})/4$$

$$III \dots (V_{3, 0.5} - V_{6, 0.5})/6$$

$$IV \dots (V_{3, 0.5} - V_{6, 2.5})/6$$

Te su vrijednosti računane za sve navedene promjere. Prvo što se može vidjeti iz grafikona 4 je da su promjene volumnog iskorišćenja osjetljivije na promjenu pada promjera od 0,5 cm/m, nego na promjenu dužine od 0,5 m. Prosječno promjena dužine od 1,5 m daje istu promjenu volumnog iskorišćenja kao promjena pada promjera za 0,5 cm/m. Kod promjene pada promjera za 0,5 cm/m, volumno iskorišćenje se promijeni za oko 1,8 do 3,0 postotaka (prosječno preko 2 postotka). Promjena volumnog iskorišćenja kod promjene dužine trupca za 0,5 m manja je od 1,0 postotka. Taj podatak može biti interesantan kod sortiranja trupaca, jer za bolji izbor rasporeda pila (s obzirom na volumno iskorišćenje) važnija je promjena pada promjera od 0,5 cm/m nego promjena dužine za 1,5 m.

Interesantno je da su te promjene volumnog iskorišćenja uzrokovane padom promjera i dužinom trupca neovisne od debljinske grupe, što je također vidljivo iz grafikona 4.

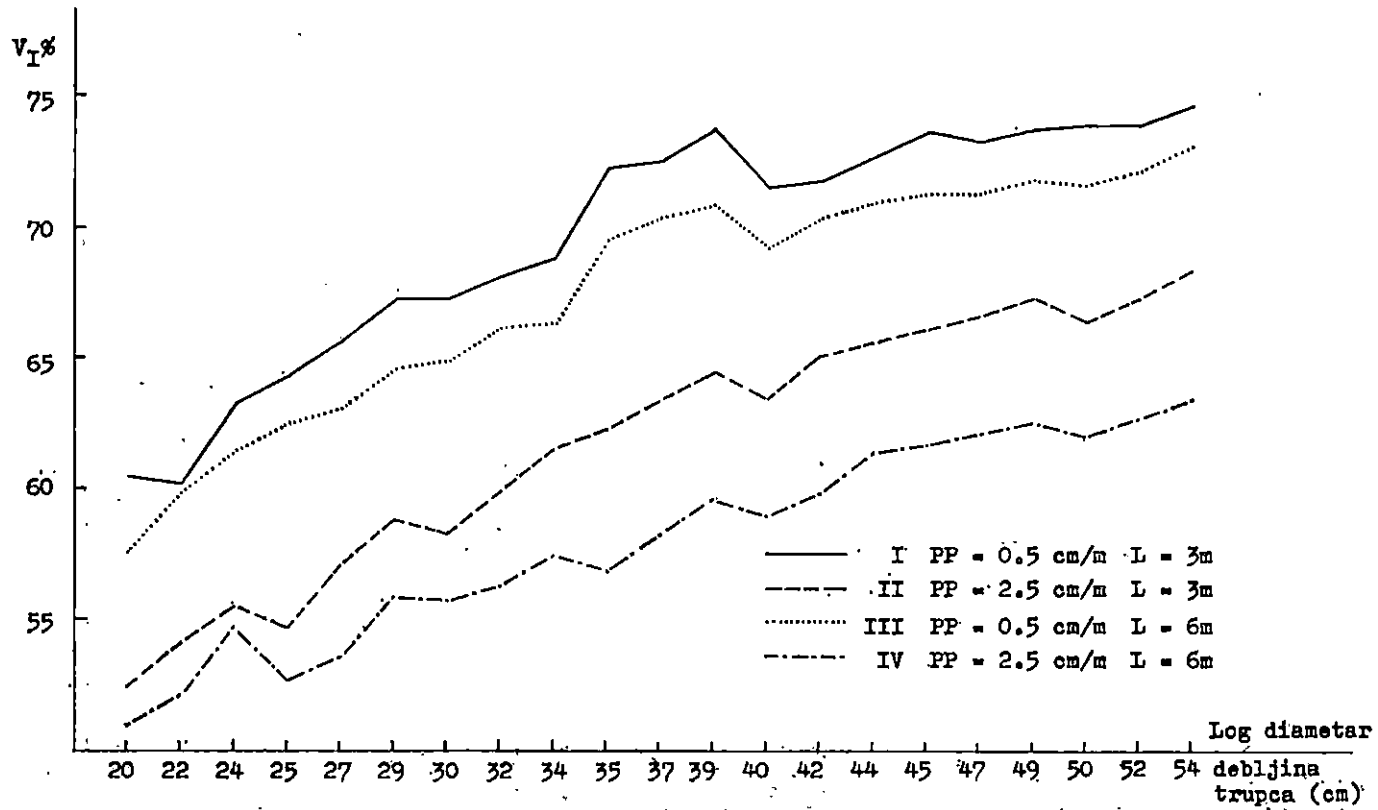
Rezultati izneseni ovdje, koji govore o utjecaju pada promjera na promjenu volumnog iskorišćenja, slažu se s rezultatima koje su dobili Klem i Karlsen (1951), dok su rezultati Kneževića (1956) znatno niži. Rezultati koji se odnose na utjecaj promjera po iznosu su ovdje različiti od rezultata koje je dobio Šapiro, prema Sledceckij (1957). Slažu se jedino u debljinskoj grupi 45—49 cm, dok je ovdje dobiven utjecaj promjera 3 do 5 puta veći.

Za slijedeći simulirani eksperiment trupci su bili podijeljeni u 7 debljinskih grupa. Uzeti su samo trupci dužine 4 metra i pada promjera 1,5 cm/m. U svakoj od 7 debljinskih grupa promatrano je 5 trupaca različitih debljina (razlika u promjeru iznosila je 1 cm). Svaki trupac iz pojedine debljinske grupe »raspiljen« je s 10 različitih rasporeda, kao što je ranije navedeno (Hitrec, 1982).

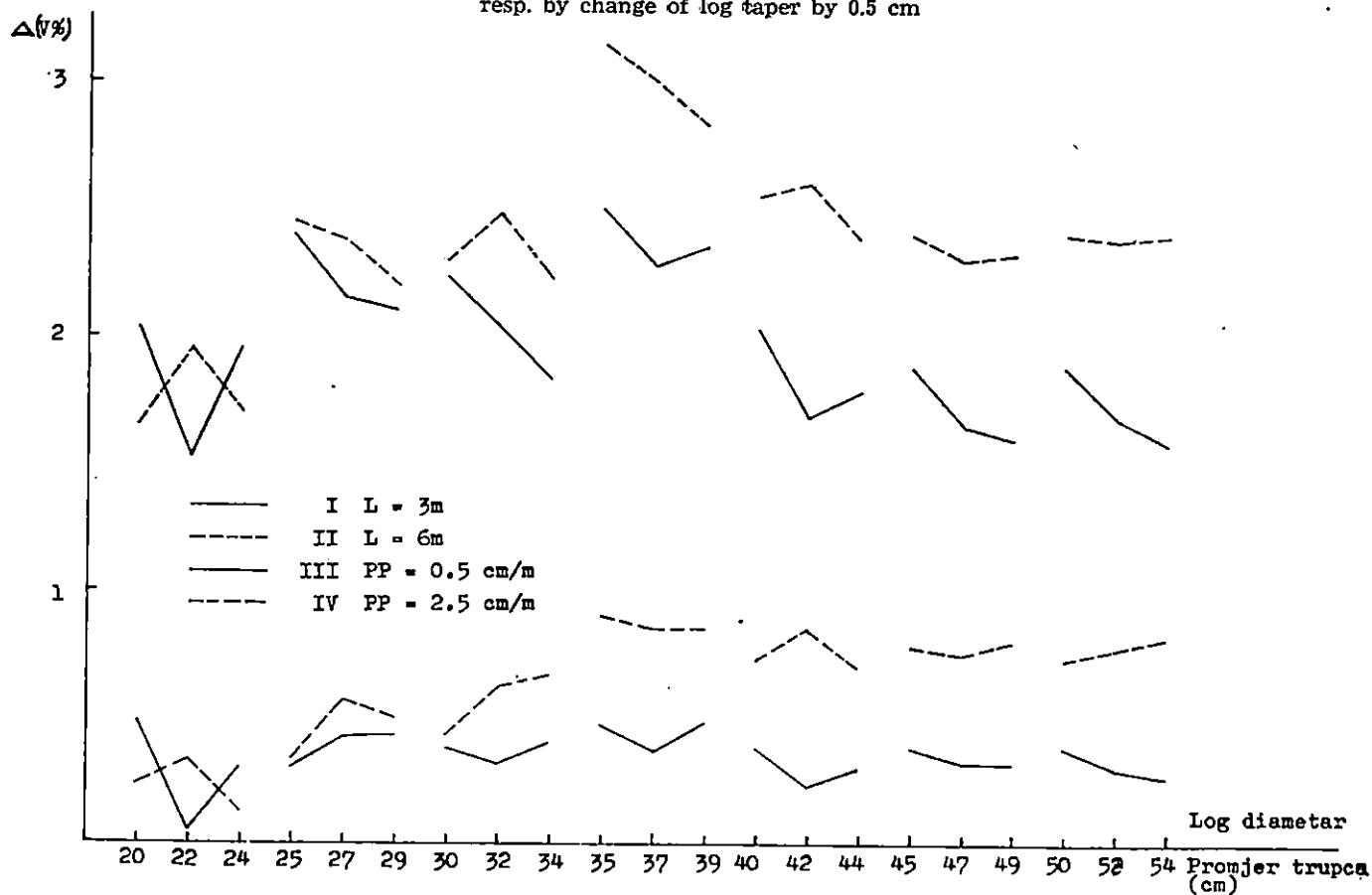
Širina raspiljka na jarmači varirala je od 3,0 do 4,0 mm, s pomakom od 0,2 mm.

Netočnost piljenja, izražena jednom standardnom devijacijom netočnosti, mijenjana je od 0,1 do 0,4 mm, s pomakom 0,1 mm. Raspiljeno je, dakle, $5 \times 7 = 35$ različitih trupaca, svaki na $6 \times 4 \times 10 = 240$ različitih načina. »Izvršeno« je $35 \times 640 = 8400$ prolaza trupaca kroz jarmaču.

Graf. — Graph. 3. Volumno iskorišćenje trupaca — The quantity yield of logs

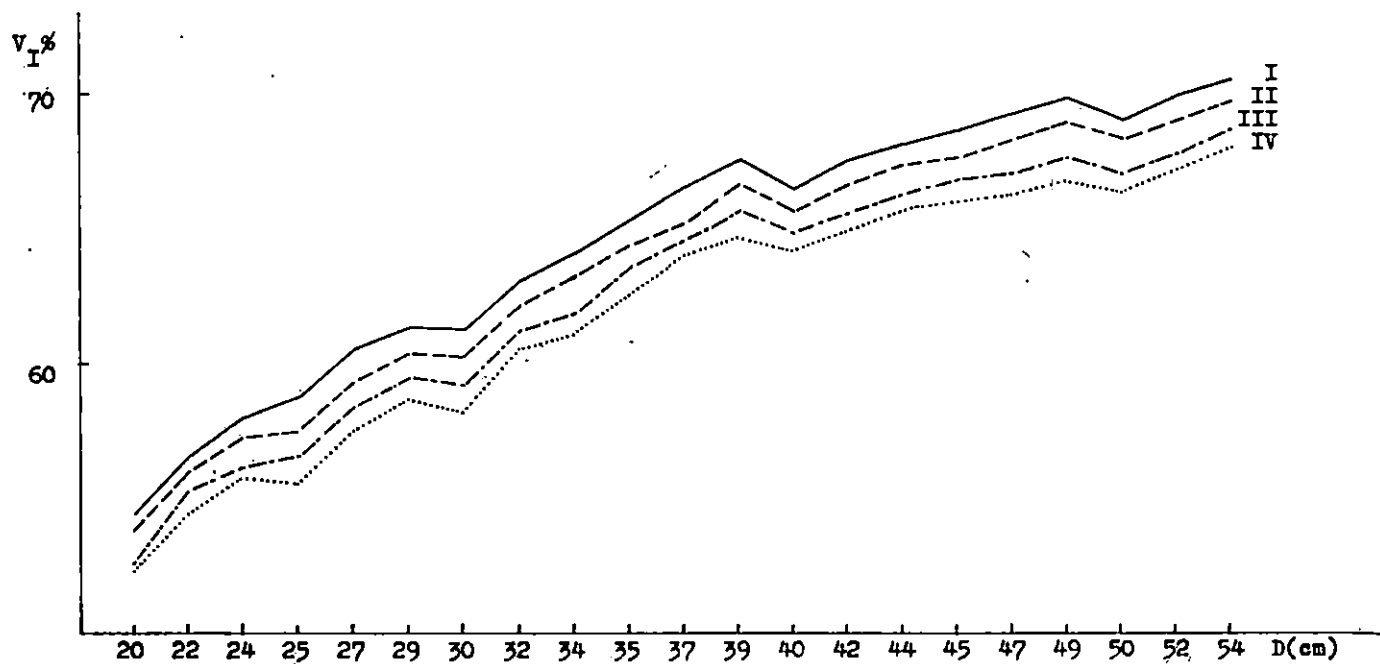


Graf. — Graph. 4. Prosječna promjena volumnog iskorišćenja trupca kod promjene dužine trupca za 0.5 m, odnosno promjene pada promjera za 0.5 cm — Average change of the quantity yield of a log by change of a log length by 0.5 m, resp. by change of log taper by 0.5 cm



Graf. — Graph. 5. Volumno iskorišćenje trupca dužine 4 m i pada promjera 1.5 cm — The quantity yield of a log of 4 m length and log taper 1.5 cm

	Netočnost piljenja sawing inaccuracy	Propiljak Saw kerf
I	0.1 mm	3.0 mm
II	0.4 mm	3.0 mm
III	0.1 mm	4.0 mm
IV	0.4 mm	4.0 mm



Hitec V.: Matematički modeli i rješenja nekih problema u šumarstvu i tehnologiji drva.
 Glasnik za šum. pokuse 23:25-94, Zagreb, 1985.

Za svaki trupac je izračunato volumno iskorišćenje i raspoređeni su prema tom iskorišćenju rangirani.

Rezultati se pregledno tabelirano obrađeni, te su na temelju tih tabela načinjeni odgovarajući dijagrami. Zbog ograničenog prostora tabele ovdje nisu prikazane.

Na grafikonu 5. prikazano je volumno iskorišćenje za pojedine debljine trupaca (dugih 4 m s padom promjera od 1,5 cm/m) i četiri kombinacije vrijednosti netočnosti piljenja, odnosno širine raspiljka.

Također je istraživana utjecaj promjena širine raspiljka i netočnosti piljenja na volumno iskorišćenje trupaca. Promjena volumnog iskorišćenja, uzrokovana netočnošću piljenja, odnosno veličinom raspiljka, gotovo i ne ovisi o debljini trupca. Odatle proizlazi da su ti faktori relativno manje značajni kod debljih nego kod tanjih trupaca.

Zbog konstantnosti tih promjena, ima smisla računati prosjeke. Tako promjena netočnosti piljenja za 0,1 mm uzrokuje, kod veličine raspiljka od 3,0 mm, smanjenje volumnog iskorišćenja za 0,30 postotaka, a kod veličine raspiljka od 4,0 za 0,25 postotaka.

Uz pretpostavku da se održava konstantna netočnost piljenja od 0,1 mm, promjena širine raspiljka za 0,1 mm smanjit će volumno iskorišćenje za 0,19 postotaka. Ako je netočnost piljenja 0,4 mm, tada ista promjena veličine raspiljka uzrokuje smanjenje volumnog iskorišćenja za 0,19 postotaka. Smatra se da te razlike nisu značajne.

Da 0,1 mm povećanja netočnosti piljenja uzrokuje veću promjenu volumnog iskorišćenja od povećanja širine raspiljka za 0,1 mm, jasno je, jer se veličina netočnosti piljenja množi s faktorom 1,28. Taj je faktor uzet iz tabele za normalnu distribuciju, a proizlazi iz uvjeta da 10% piljenica smije biti tanje od nominalne debljine (JUS D.Cl.041, 1955).

Ovdje se ne bi moglo dati zadovoljavajuće objašnjenje zašto je promjena volumnog iskorišćenja uzrokovana netočnošću piljenja veća od veće širine raspiljka na jarmači. Ova pojava će se nastojati kasnije objasniti.

Utjecaj promjera, pada promjera, duljine trupca, širine raspiljka i netočnosti piljenja na izbor optimalnog rasporeda — Effect of diameter, log taper the log length, saw kerf width and sawing inaccuracy on selection of the optimum setting.

Prije raspiljivanja trupci se sortiraju u boksove uglavnom samo prema promjeru i to sa točnošću od 2 cm. Pitanje je da li je opravdano tako »fino« sortiranje po debljini i zanemarivanje duljine i pada promjera.

Simuliranim piljenjem može se ispitati da li je raspored koji je optimalan u smislu volumnog iskorišćenja, za trupac debljine npr. 20 cm duljine 4 m i pada promjera 1,5 cm/m optimalan i za ostale vrijednosti pada promjera.

U tu svrhu izvršeno simulirano piljenje trupaca različitih promjera, duljina i pada promjera.

Trupci su razvrstani u sedam debljinskih grupa.

Rasporedi su mijenjani za svaku grupu. U svakoj grupi varirano je pet različitih promjera, 5 pada promjera i 7 duljina. Ukupno dakle $7 \times 5 \times 5 \times 7 = 1225$ različitih trupaca.

Svakoj debljinskoj grupi pripadalo je 10 rasporeda piljenja.

Izvršeno je svega 12250 »piljenja«.

Raspiljivanje je izvršeno sa slijedećim uvjetima:

Širina propiljka na jarmači: 3,4 mm;

Širina propiljka na krajčarici: 5,0 mm;

Širina propiljka na rubilici: 4,5 mm;

Dozvoljeni postotak građe ispod nominalne debljine: 10,0;

Netočnost piljenja: $\sigma = 0,20$ mm;

Postotak vlažnosti do koje se građa suši: 20,0;

Minimalna dužina građe: 100 cm;

Minimalna širina građe: 8 cm;

Porast dužine građe po 25 cm.

Porubljivanje i okrajčivanje vršeno je tako da bi se dobio maksimalni volumen građe.

Za analizu dobivenih rezultata formirane su tabele i grafikoni.

U ovom je radu iznijet samo manji dio rezultata. Zainteresiranog čitaoca upućujemo na literaturu (Hitrec, 1982, 1984).

Podaci u tabeli 9 dobiveni su tako da su za naznačenu dužinu, promjer i pad promjera trupca ispisani redni brojevi (bez točke) onih rasporeda pila koji čine prvih pet po rangu (od promatranih 10). Najbolji raspored napisan je u tabeli na najvišem mjestu i ima rang 5, zatim ispod njega drugi sa rangom 4 itd. Iz tabela je vidljivo kako se položaj rasporeda u rangiranom nizu mijenja s promjenom dimenzija trupaca. Kod čitanja tih tabela potrebno je imati u vidu da se rasporedi mijenjaju s promjenom debljinskog stupnja. Linija koja po vertikali spaja pojedine rasporede označuje da je postotak volumnog iskorišćenja tih rasporeda jednak u prvoj decimali.

Promotrimo dio tabele 9 koji sadrži podatke za trupce debljinske grupe 25—29 cm. Među prvih 5 najboljih nalazi se svih 10 promatranih rasporeda. To možemo u izvjesnom smislu smatrati kao verifikaciju iskustva na temelju kojeg su rasporedi sastavljeni. No, kao optimalni dominiraju samo dva rasporeda: 1 i 8. Od 60 mogućih oni se nalaze na 55 prvih mjesta, a dominiraju i na drugom mjestu. Iako dominiraju samo dva rasporeda ipak možemo uočiti da je izbor optimalnog rasporeda osjetljiv osim na debljinu trupca i na pad promjera i na njegovu duljinu. U promatranoj debljinskoj grupi od 48 promjena pada promjera uz konstantnu duljinu i debljinu trupca u 22 (46%) slučajeva došlo je do promjene optimalnog rasporeda. Slično je od 40 promjena debljina trupca (uz konstantnu duljinu i pad promjera) do promjena u optimalnom rasporedu došlo u 29 slučajeva (73%). Za duljinu trupca taj je podatak 16 od 45, dakle 36%.

Interesantno je te odnose izračunati u ostalim debljinskim grupama (tabela 10).

Tab. 9. Rasporedi po rangu s obzirom na promjer, pad promjera i duljinu trupca —
Settings by the range with respect to diameter, decrease of diameter and the log
length

	3m					4m					5m					6m				
D	1.	8	8	8	8	8	8	8	8	5	8	8	8	5	5	8	8	5	5	5
20	2.	3	3	3	3	3	3	3	3	7	3	3	3	8	7	3	3	8	7	2
cm	3.	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	3	6	1	1	3	10	6
	4.	6	10	4	4	4	10	5	4	5	10	6	4	5	1	10	5	1	6	7
	5.	9	5	9	2	9	6	10	9	7	8	10	10	7	10	2	6	4	10	8
PP	.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5				

D	1.	5	5	5	8	8	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	5	8	3	3
22	2.	4	8	10	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	8	3	4
cm	3.	7	3	8	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	10
	4.	8	1	3	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	6
	5.	3	4	1	7	10	1	10	6	7	10	10	10	7	2	9	7	7	4	9	1
PP	.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5					

D	1.	5	5	8	8	8	5	5	8	8	8	5	8	8	3	3	5	8	8	3	1
24	2.	6	7	3	3	3	6	8	3	3	3	7	3	3	8	8	8	3	3	8	3
cm	3.	7	10	1	1	1	7	3	1	1	1	8	1	1	1	1	3	1	1	1	8
	4.	10	8	2	2	9	8	1	2	4	4	3	2	9	4	5	1	2	5	5	4
	5.	8	3	4	4	2	3	2	4	9	9	1	5	4	2	10	7	4	4	7	5
PP	.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5					

Rasporedi po rangu

	3m					4m					5m					6m				
D	1.	1	8	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	9	8	1	1	9	2
25	2.	7	1	8	8	3	8	8	8	6	8	8	8	3	7	1	8	2	7	10
cm	3.	3	7	7	3	2	3	7	5	6	2	7	7	3	6	2	7	6	6	9
	4.	8	10	5	5	5	7	10	3	3	1	9	3	6	1	10	3	5	3	2
	5.	10	3	3	10	10	10	9	7	2	10	3	2	5	5	5	10	3	5	10
PP	.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5				

D	1.	8	8	8	8	8	8	8	8	1	1	8	8	8	1	1	8	8	1	1
27	2.	1	1	1	1	1	1	1	1	8	8	1	1	1	8	6	1	1	8	10
cm	3.	6	6	2	2	2	6	5	9	7	3	6	2	7	3	2	2	3	9	2
	4.	5	3	6	6	4	5	2	2	9	7	5	5	3	9	3	6	2	7	8
	5.	10	10	3	5	6	10	3	6	3	4	2	9	9	7	10	5	6	2	7
PP	.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5				

D	1.	1	8	1	1	1	1	8	1	8	8	8	1	8	8	1	8	1	8	8
29	2.	8	1	8	8	8	8	1	8	1	1	1	8	1	1	8	1	8	1	1
cm	3.	4	5	7	9	2	9	5	10	10	3	4	9	10	3	3	4	5	10	2
	4.	9	4	9	10	10	4	2	9	4	2	9	2	7	4	4	7	9	2	9
	5.	7	7	5	2	4	7	9	7	2	7	2	7	2	6	5	5	7	3	3
PP	.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5					.5 1.0 1.5 2.0 2.5				

Rasporedi po rangu

Tab. 10. Broj i postotak alternacija optimalnog rasporeda zbog promjene promjera, duljine i pada promjera trupca — Number and percentage of alterations of the optimum settings with respect to change of diameter, length and log taper

Debljinske grupe Diameter groups	D		L		PP	
	n	%	n	%	n	%
20 — 24 cm	21	53	13	29	15	31
25 — 29 cm	29	73	16	36	22	46
30 — 34 cm	9	23	9	20	8	17
35 — 39 cm	15	38	20	44	21	44
40 — 44 cm	21	53	20	44	22	46
45 — 49 cm	26	65	24	53	27	56
50 — 54 cm	27	68	21	47	28	58
Ukupno — Total	148	53	123	39	143	43

Promatramo tri varijable: debljinu (D), duljinu (L) i pad promjera (PP) trupca. Neka je »alternacija« promjena bilo koje od tih varijabli uz konstantnu vrijednost ostale dvije. U svakoj debljinskoj grupi promatrajmo tada 40 alternacija varijable D (po 2 cm), 45 alternacija varijable L (po 1 m) i 48 alternacija varijable PP (po 0,5 cm/m). U tabeli 1 za svaku od promatranih varijabli i svaku debljinsku grupu napisan je broj alternacija n, kod kojeg je došlo do promjene u optimalnom rasporedu.

Broj, odnosno postotak upravo definiranih »alternacija« možemo prihvatiti kao mjeru osjetljivosti izbora optimalnog rasporeda na promatrane parametre trupca.

Osjetljivost je minimalna za trupce debljinske grupe 30—34 cm, dok porastom debljine osjetljivost raste.

Vjerojatno se to može pripisati izboru rasporeda, te bi svakako bilo potrebno promatrati iste rasporede za sve debljinske grupe.

Gledajući ukupno vidimo da je osjetljivost značajna i za promjenu pada promjera i za duljinu trupca, a ne samo za promjer kako se uglavnom do sada smatralo. Tome će biti posvećeno više pažnje u točki 5.3.

Slijedeći faktori čiji je utjecaj na rang rasporeda ispitan bili su širina raspiljka na jarmači i netočnost piljenja (izražena kao standardna devijacija debljina). Širina raspiljka je varirana od 3 mm do 4 mm s porastom 0,2 mm a netočnost piljenja od 0,1 mm do 0,4 mm sa porastom 0,1 mm.

Zbog jednostavnosti promatrani su samo trupci dužine 4 m, s padom promjera 1,5 cm/m.

U svakom od 7 debljinskih stupnjeva upotrebljeni su isti rasporedi koji su navedeni u literaturi (Hitrec, 1982).

Ispitano je, dakle $4 \times 6 \times 5 \times 7 = 840$ različitih trupca, svaki s po 10 rasporeda što je ukupno 8400 piljenja.

Tab. 11. Rasporedi po rangu s obzirom na promjer i veličinu propiljka na jarmači, za netočnost piljenja od 0.1 do 0.4 mm — Settings by the range with respect to the diameter and the size of saw kerf on the frame saw, for sawing inaccuracy from 0.1 to 0.4 mm

			3.0				3.2				3.4				3.6				3.8				4.0								
D	1.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
20	2.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
3.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
cm	4.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
5.	2	2	9	9	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	2	9	9	2	2	9	9	2	2	9	9	2	2	4	9		
net. pilj.	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4			
D	1.	5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
22	2.	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
3.	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
cm	4.	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
5.	6	6	10	6	6	6	6	7	6	6	7	10	7	7	7	7	6	6	10	7	6	6	7	7	6	6	7	7	7	7	
net. pilj.	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4			
D	1.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
24	2.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
3.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
cm	4.	4	4	4	4	4	4	2	4	4	2	4	5	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
5.	2	2	2	2	2	2	4	9	2	4	2	4	4	4	4	4	4	5	2	4	9	2	2	9	2	2	9	5	5		
net. pilj.	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4			
			3.0				3.2				3.4				3.6				3.8				4.0								
D	1.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
25	2.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
3.	9	2	2	9	9	2	9	4	9	4	9	4	9	4	4	9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
cm	4.	10	9	9	5	2	9	5	5	5	5	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	2	10	10	2		
5.	2	5	5	10	10	5	10	10	10	10	10	5	2	10	5	2	2	5	2	2	10	2	2	10	2	2	10	10	10		
net. pilj.	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4			
D	1.	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4		
47	2.	4	3	3	9	4	2	4	4	3	4	2	4	4	2	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	9		
3.	9	2	2	2	2	3	2	2	9	2	4	2	2	2	4	9	9	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
cm	4.	2	9	9	4	9	9	9	2	9	9	9	9	9	9	2	9	10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
5.	8	10	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	6	10	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
net. pilj.	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4			
D	1.	3	9	3	3	3	9	10	3	9	10	9	10	9	9	10	9	9	4	10	10	4	10	10	4	10	10	10	10		
49	2.	9	3	9	9	10	9	10	9	10	9	10	2	2	10	2	2	10	10	10	9	2	10	9	2	10	9	9			
3.	4	10	10	10	9	2	2	2	10	2	2	3	9	10	2	4	10	2	5	2	4	9	2	2	4	9	2	2			
cm	4.	10	4	2	5	4	10	4	3	5	3	3	2	3	3	3	5	3	4	2	3	5	2	3	3	3	3	3			
5.	2	2	5	4	2	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	9	4	5	9	4	9	3	5	4	4	9	5	4			
net. pilj.	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4			

Dio rezultata prikazan je u tabeli 11. Lako je uočljivo da je rang rasporeda osjetljiviji na promjenu propiljka na jarmači kod debljih nego kod tanjih trupaca. Detaljnija slika o utjecaju promatranih činioca može se dobiti promatrajući odgovarajuće grafikone koje smo ovdje izostavili (Hitrec, 1982, 1984).

5.3. Razmatranje o sortiranju trupaca na stovarištu — Observation on assorting of logs in the log yard

Istražujući simulacijom utjecaj promjera, pada promjera i dužine trupca na određivanje optimalnog rasporeda pila uočili smo da su za izbor optimalnog rasporeda osim promjera značajni i duljina i pad promjera trupca. U tabeli 1 u 5.2.3. prikazana je osjetljivost promjene pojedine od tih veličina na izbor optimalnog rasporeda. Uočeno je da se izvjesni rasporedi pojavljuju kao optimalni u različitim debljinskim razredima i da za jedan razred postoji više optimalnih rasporeda (ovisno o duljini i padu promjera trupca).

Debljinski razredi dakle nisu skupovi na kojima je izbor optimalnog rasporeda definiran.

Budući da se sada sortiranje trupaca na stovarištu vrši uglavnom prema kriteriju debljine trupaca, te budući da se za tako sortirane trupce vrši izbor optimalnog rasporeda, to je zbog svega što je rečeno nužno kriterije sortiranja podvrci kritičkoj analizi.

Na kolokviju o pilanskoj preradi drva u Zalesini, na proljeće 1983. godine, izvjestili smo o tim idejama. Izvještaj je pobudio interes te su istraživanja nastavljena.

Istraživanja su ograničena na praktične probleme budući da bi općenita analiza bila doslovno glomazna i za praksu neinteresantna. Odlučili smo da simuliramo eksperiment sa uvjetima koji se najčešće pojavljuju.

Promatrali smo trupce debljine 20, 22, 24, . . . , 40 cm, svaki sa padom promjera 0.25, 0.76, 1.25, 1.75 i 2.25 cm/m.

Svi promatrani trupci bili su duljine 4 m.

Ukupno smo dakle promatrali $11 \times 5 = 55$ različitih trupaca.

Svaki od tih trupaca raspilili smo sa tri različita raspiljka: 3.2, 3.4 i 3.6 mm.

— minimalna duljina građe	100 cm
— minimalna širina građe	8 cm
— propiljak na krajčarici	3.5 mm
— propiljak na rubilici	4.0 mm
— postotak građe sa debljinom ispod nominalne	10
— netočnost piljenja	0.2 mm

Prema dosadašnjem iskustvu trupci se sortiraju u razrede od po 2 cm promjera (ili u još širim grupama), te se raspiljuju rasporedima prikazanim u tabeli 12.

Tab. 12. Rasporedi pila korišćeni za simulaciju zbog analize sortiranja trupaca —
Saw settings used for simulation because of analysis of assorting of logs

20—25 cm						
1.)	1/170,	10/24		10/24		
2.)	1/170,	10/24		2/24,	2/38,	10/24
3.)	2/48,	10/24,		—		
4.)	3/38,	10/24,		—		
5.)	1/120,	10/24,		10/24		
6.)	1/150,	10/24,		10/24		
25—29 cm						
7.)	1/170,	10/24		3/48,	10/24	
8.)	2/76,	10/24		2/76,	10/24	
9.)	2/76,	10/24		—		
10.)	1/190,	1/38,	10/24	2/24,	2/38,	10/24
11.)	1/160,	10/24		1/24,	1/38,	10/24
12.)	1/70,	10/24		4/38,	10/24	
13.)	1/20,	10/24		2/34,	1/66,	10/24
30—35 cm						
14.)	1/220,	10/24		4/48,	10/24	
15.)	2/100,	10/24		15/24		
16.)	1/240,	1/38,	10/24	2/24,	2/38,	10/24
17.)	2/96,	10/24		3/48,	10/24	
18.)	1/190,	10/24		4/38,	10/24	
19.)	1/220,	10/24		5/38,	10/24	
20.)	1/210,	1/38,	10/24	2/24,	2/38,	10/24
21.)	1/220,	1/38,	10/24	3/24,	1/66,	4/24
22.)	1/160,	10/24		3/48,	10/24	
23.)	1/180,	10/24		2/24,	1/76,	10/24
24.)	1/190,	10/24		2/24,	2/38,	10/24
35—40 cm						
25.)	2/96,	10/24		2/96,	10/24	
26.)	2/96,	10/24		4/48,	10/24	
27.)	1/220,	10/24		5/38,	10/24	
28.)	1/250,	1/38,	10/24	6/38,	10/24	
29.)	1/250,	1/38,	10/24	4/48,	10/24	
30.)	1/240,	1/48,	10/24	2/24,	2/48,	10/24
31.)	1/230,	1/38,	10/24,	2/24,	2/48,	10/24
32.)	1/240,	1/38,	10/24	2/24,	2/38,	10/24
33.)	1/260,	1/48,	10/24	3/24,	2/48,	10/24
34.)	1/220,	10/24		2/24,	2/38,	10/24
35.)	1/180,	1/38,	10/24	3/24,	1/76,	10/24
36.)	1/240,	10/24,		3/24,	2/38,	10/24
37.)	1/240,	10/24		4/24,	1/66,	10/24
38.)	1/240,	1/38,	10/24	4/24,	1/66,	10/24
39.)	1/250,	1/38,	10/24	3/24,	1/48,	1/38,
						10/24

Tab. 13. Rasporedi iz tabele 12 koji su postigli najbolji rang — Settings from the Table 12 which achieved the best range

PAD PROMJERA LOG TAPER (cm/m)	PP = 0.25			PP = 0.75			PP = 1.25			PP = 1.75		
	Širina raspiljka Saw kerf (mm)			Širina raspiljka Saw kerf (mm)			Širina raspiljka Saw kerf (mm)			Širina raspiljka Saw kerf (mm)		
	3.2	3.4	3.6	3.2	3.4	3.6	3.2	3.4	3.6	3.2	3.4	3.6
20	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
22	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3
24	3	3	3	3	3	3	4	4	3	20	20	20
26	4	3	4	4	4	4	13	13	13	7	7	13
28	4	4	4	4	3	3	3	3	3	17	17	7
30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	7	7
32	4	4	4	4	3	3	4	4	4	21	21	21
34	3	4	4	3	3	3	14	14	3	14	14	14
36	9	9	9	9	9	9	3	3	3	21	21	21
38	4	9	9	4	4	9	35	9	9	9	9	33
40	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Hirce V.: Matematički modeli i rješenja nekih problema u šumarstvu i tehnologiji drva. Glasnik za šum. pokuse 23:25-94, Zagreb, 1985.

Tab. 14. Rasporedi drugi po rangu — The second settings in the range

Pad promjera Log taper (cm/m)	PP = 0,25			PP = 0,75			PP = 1,25			PP = 1,75		
	Srednji promjer Midst diameter (cm)			Širina rasiljka Saw kerf (mm)			Širina rasiljka Saw kerf (mm)			Širina rasiljka Saw kerf (mm)		
	3,2	3,4	3,6	3,2	3,4	3,6	3,2	3,4	3,6	3,2	3,4	3,6
20	12	4	12	4	4	4	20	20	20	3	3	3
22	17	17	17	20	20	20	4	4	4	20	20	20
24	25	25	25	7	7	7	20	20	11	11	11	11
26	3	4	3	12	3	3	13	4	7	20	20	17
28	27	27	27	3	4	27	17	7	4	7	7	17
30	9	9	9	4	4	9	4	4	4	7	3	12
32	3	3	3	3	4	4	21	21	3	7	13	13
34	4	3	3	4	4	4	3	3	14	21	3	3
36	3	3	3	3	3	3	4	4	4	14	14	14
38	9	4	4	9	9	4	9	35	35	21	33	14
40	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	14	3

Tab. 15. Rasporedi treći po rangu — The third settings in the range

Pad promjera Log taper (cm/m)	PP = 0,25			PP = 0,75			PP = 1,25			PP = 1,75		
	Srednji promjer Midst diameter (cm)			Širina rasiljka Saw kerf (mm)			Širina rasiljka Saw kerf (mm)			Širina rasiljka Saw kerf (mm)		
	3,2	3,4	3,6	3,2	3,4	3,6	3,2	3,4	3,6	3,2	3,4	3,6
20	11	12	11	11	11	11	3	3	3	13	13	13
22	3	3	3	17	3	3	20	20	20	11	11	11
24	11	9	4	4	4	4	3	3	17	4	4	4
26	30	30	12	7	12	12	4	7	4	4	4	20
28	26	26	26	27	27	4	7	4	7	13	12	20
30	14	14	14	9	9	27	7	7	7	3	12	3
32	9	9	9	9	9	9	3	3	21	23	23	14
34	9	9	9	9	9	9	4	25	4	25	25	25
36	14	14	14	4	4	4	21	14	21	4	4	4
38	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	9
40	4	4	4	4	4	4	14	4	14	14	3	14

Spomenimo ovdje da jedna od osnovnih teoretskih postavki optimalnog raspiljivanja trupaca, kod piljenja tehnikom prizmiranja, koja zahtijeva da je visina prizme $2d = 1.4r$ nije niti ovdje u praksi poštivana. Razlozi za ovakvu praksu mogu biti i drugačiji osim teoretskog postizanja maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja.

Ne vodeći računa o dosadašnjim kriterijima izvršili smo simulirano piljenje svakog od 55 trupaca sa svih 39 rasporeda (sa svakim od tri spomenuta raspiljka).

Redne brojeve najboljih rasporeda po pojedinim kombinacijama unijeli smo u tabelu 13. Redni brojevi rasporeda koji su bili drugi odnosno treći po rangu unijeti su u tabelu 14, odnosno tabelu 15.

Dobiveni rezultati su iznenađujući.

Informacije do kojih možemo doći promatrajući spomenute tabele su slijedeće:

1. Prije svega očito je da se ne potvrđuje pravilo da je optimalan način piljenja prizmiranjem sa prizmom visokom 1.4r.

2. Dominiraju rasporedi »u cijelo«.

3. Od svih 39 promatranih rasporeda kao optimalni se pojavljuju samo njih 11 i to tri od njih su na prvom mjestu u 79% slučajeva (sva tri su piljenje u cijelo).

4. Rasporedi sa visokom prizmom se praktički ne pojavljuju.

5. Promatramo li rasporede koji zauzimaju bilo prvo bilo drugo bilo treće mjesto u rangu, ponovno dominiraju rasporedi »u cijelo«. Rasporedi 3, 4 i 9 se nalaze u 63% promatranih slučajeva bilo na prvom, bilo na drugom bilo na trećem mjestu u rangu. Ako tim rasporedima dodamo rasporede r. 14 i 20 tada je »zauzeto« 74% od prva tri mjesta.

6. Ukupno se na prva tri mjesta pojavljuju svega 18 (dakle manje od polovine) rasporeda.

7. Očito je da za kriterij izbora optimalnog rasporeda nije dovoljno promatrati samo srednji promjer trupaca.

8. Sortiranje bi bilo potrebno vršiti prema grupama koje su optimalne za isti raspored. Neke od takvih grupa su u tabeli 2 istaknute.

Naravno da zaključak zahtijeva i dublju tehnološku analizu, no to je izvan domene ovog rada.

LITERATURA — REFERENCES

- Bell, G. E., 1951.: Factor Influencing the Manufacture of Sawlogs, Into Lumber in Eastern Canada. For. Prod. Lab. Div. Canada, Bulletin No. 99, Ottawa.
- Bethel, J. S. & A. C. Barefoot & D. A. Stecher, 1951.: Quality Control in Lumber Manufacture. Proceedings of the National Annual Meeting Forest Products Research Society 5 (26—32), London.
- Bethel, J. S. & A. C. Barefoot, 1958.: Can Lumber Compete? For. Prod., Jour., 8 (7) (9A—14A), London.
- Brežnjak, M., 1960.: Statistička kontrola kvalitete u pilanskoj industriji. Drvna industrija 11 (1/2) (2—11), Zagreb.
- Brežnjak, M. & V. Herak, 1970.: Kvaliteta piljenja na suvremenim primarnim pilanskim strojevima. Drvna industrija 21 (1/2) (2—13), Zagreb.

- Brežnjak, M., A. Garnæs, S. Holyen & B. Lier, 1975.: Automatic setting of a twin circular saw, NTI, Meddelelse (52) (1—33), Blindern.
- Brežnjak, M., 1979.: Optimization Through Computer Promed Sawing of Softwood. Sixth Wood Machining Proceedings, Richmond, USA.
- Butković, D., 1979.: Komparativna istraživanja volumnog iskorišćenja trupaca kod simuliranog i eksperimentalnog piljenja. Bilten ZIDI 7 (5) (15—34), Zagreb.
- Eaton, N. J., 1980.: Optimising sawing schedules to best match the sawlog intake and sawn timber demand in a sawmill. Abstracts IUFRO Div. V Conference, p. 92, Oxford.
- Emrović, B., 1970.: Kontrola kvalitete — matematičko statističke osnove. Bilten ZIDI 1 (1) (1—21), Zagreb.
- Giese, J. P. & K. A. McDonald, 1982.: Optyld — A Multiple Rip-First Computer Program to Maximize Cutting Yields. USDA For. Serv. For. Prod. Lab. Res. Pap. 412.
- Hallock, H. & E. H. Bulgrin Tomorrow, 1970.: Computer — Made Sawing decision 24th Annual Meeting of FPRS, Miami Beach.
- Hallock, H. Y., A. Stern, D. W. Lewis, 1976.: How sawing methods, log factors and conversion efficiency are related. XVI IUFRO Congress, Oslo.
- Halusek, F., 1972.: Kontrola kvalitete proizvodnog procesa kao faktor industrijskog nivoa produkcije. Drvna industrija 23 (9/10) (163—173), Zagreb.
- Hitrec, V., 1973.: Izjednačenje podataka metodom najmanjih kvadrata bez Gaussovih normalnih jednadžbi. Šumarski list 97 (7/8) (293—297), Zagreb.
- Hitrec, V., 1974.: Neka teorijska pitanja konstrukcije kontrolnih karata. Drvna industrija 25 (5/6) (116—121), Zagreb.
- Hitrec, V., 1976.: Curve fitting by the Method of Least Squares Without Normal Gaussian Equations, Diskusion Paper, XVI World Congress, Oslo.
- Hitrec, V., 1978.: Optimalizacija piljenja korišćenjem kompjutorske tehnike. Rangiranje rasporeda pila za piljenje jelovih trupaca s obzirom na kvalitativno iskorišćenje. Bilten ZIDI 6 (3) (1—42), Zagreb.
- Hitrec, V., 1979.: RARAVO — ZIDI, program za elektronski računar — rangiranje rasporeda piljenja na jarmači pri volumnom iskorišćenju. Bilten ZIDI 7 (1) (1—52), Zagreb.
- Hitrec, V., 1979.: Određivanje rasporeda pila za piljenje jelovih trupaca metodom simuliranja. Bilten ZIDI 7 (5) (35—41), Zagreb.
- Hitrec, V., 1980.: Arrangement of the saw blades by using computer technique while sawing softwood on frame saws IUFRO, Division 5 Conference, Abstracts p. 94, Oxford.
- Hitrec, V., 1981.: Određivanje rasporeda pila metodom simuliranog piljenja trupaca na jarmačama. Drvna industrija 32 (1/2) (13—20), Zagreb.
- Hitrec, V., 1982.: Kvalitativna komparacija različitih rasporeda, s obzirom na volumno iskorišćenje trupaca kod piljenja na jarmačama. Utjecaj debljine, dužine i pada promjera trupca, te širine raspiljka i netočnosti piljenja. Drvna industrija 33 (3/4) (59—73), Zagreb.
- Hitrec, V., 1983.: Utjecaj debljine, dužine i pada promjera trupca, te širine raspiljka i netočnosti piljenja na volumno iskorišćenje trupca kod piljenja na jarmačama te neke ideje za sortiranje trupaca. Bilten ZIDI 11 (4) (49—64), Zagreb.
- Hitrec, V., 1984.: Matematički modeli i rješenja nekih problema u šumarstvu i tehnologiji drva. Disertacija, Prirodoslovno matematički fakultet, Zagreb.
- Karnauhova, Z. M. & G. A. Elkin, 1960.: Album postavov dlja raspilovki breven na stroiteljnije pilomaterijali, GOSLESBUMIZDAT, Moskva.
- Klem, G. G. & O. Karlsen, 1951.: Skurutbytets vark. NTI., Nr. 1. Meddelelser.
- Knežević, M., 1954.: Najbolje kvalitativno iskorišćenje trupaca pri rezanju jednakih debljina dasaka, Glasnik za šum. pokuse 8 (43—62), Zagreb.
- Knežević, M., 1956.: Racionalna prerada drveta na gateru. Institut za ispitivanje materijala NR Srbije, »Građevinska knjiga«, Beograd.
- Kugler, M., 1965.: Linearno programiranje u proizvodnji piljenog drva. Drvna industrija 16 (1/2) (8—13), Zagreb.
- Leslie, H. C.: Increased lumber recovery with computerized sawing, FPL, Madison. (Separat kod autora ovog rada, bez podataka o izvoru).

- Lewis, D. W., 1977.: Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung (Computerisierung) zur komplexen Leistung — und Kostenerfassung von der Sortenkalkulation, Internationaler Kongress für die Sägenindustrie, München.
- Maun, K. W., 1977.: An economically viable computer-aided conversion system for British sawmills. Bre information PRL. Buckinghamshire.
- Pearson, E. S., 1926.: A further note on the distribution of Range in samples taken from a normal population. *Biometrika* 18 (173—195), Cambridge.
- Pliessing, H. & E. Sondermann: Cutting for maximum value using computer programming techniques. (Separat kod autora ovog rada, bez podataka o izvoru).
- Pranjić, A., 1970.: Sastojinske visinske krivulje hrasta lužnjaka. *Šumarski list* 94 (7/8) (201—220), Zagreb.
- Sledeckij, I. F., 1947.: Postava na raspilovku breven. Moskva-Leningrad.
- Tippet, L. H. C., 1925.: On the Extreme Individuals and the Range of Samples taken from a Normal Population, *Biometrika* 7 (364—388), Cambridge.
- Titkov, G.G., 1955.: Kratkoe rukovodstvo po sostavljeniu i rasčotu postavov. GOSLESBUMIZDAT, Moskva.

VLADIMIR HITREC

MATHEMATICAL MODELS AND SOLUTION
OF CERTAIN PROBLEMS IN FORESTRY
AND WOOD TECHNOLOGY

Summary

1. About four methods of determining volume of all logs in a pile

Since an accurate measurements of certain objects is never possible, we must always be satisfied with approximations. An approximation becomes sufficient information only when the information of error stands by it. If there is no information of error, then only a half-truth is available, which can cause more damage than lack of information.

In saw-milling the volume of logs in a pile is estimated by four different methods.

$$V = \frac{\pi}{4} \sum h_i \cdot d_i^2 \quad (1)$$

$$V_1 = N \cdot \frac{\pi}{4} \left(\frac{1}{N} \cdot \sum h_i \right) \cdot \frac{1}{N} \sum d_i^2 \quad (2)$$

$$V_2 = N \cdot \frac{\pi}{4} \left(\frac{1}{N} \cdot \sum h_i \right) \cdot \left(\frac{1}{N} \sum d_i \right)^2 \quad (3)$$

$$V_3 = \frac{\pi}{3} \sum h_i (R_i^2 + R_i r_i + r_i^2). \quad (4)$$

It is summed up by i over all N logs and h_i , d_i , R_i , resp. r_i are length, diameter in the length midst and the diameter of a larger or smaller i -th log.

The use of relation (1) is given by standard. Relations (2) and (3) are often used for simplicity, because we have available data about the average diameter, resp. the average length of logs. Relation (4) is used recently because of a need for an accurate calculation and the possibilities which the computers offer.

We showed that

$$\Delta = V - V_1 = \frac{N \cdot \pi \cdot \text{rod}^2 \cdot \text{oh}}{4}$$

and we made some estimates for a relative error Δ/V .

We also made an estimate for the error $\delta = V_3 - V$. In the end, it is underlined that $V_1 \geq V_2$ are always valid.

2. About one method of estimation

In practice we can often find the term »coefficient« meaning a certain constant by which »transformations« are performed from one value into another. In forestry and in timber industry practice we speak for inst. about the »coefficient of capacity yield«, »coefficient of material flow«, coefficient of quantity yield of logs«, »coefficient for calculation of fuel consumption«, etc. It relates to the following: On the elements of a basic statistical set the two features are defined: X and Y. On n elements of samples the values (x_i, y_i) , $(i = 1, \dots, n)$ are measured. Then the value k is calculated in one of the following two ways:

$$k = \frac{\sum y_i}{\sum x_i} \quad \text{or} \quad k = \sum \frac{y_i}{x_i},$$

and it is considered that

$$Y = k X$$

is valid.

We know that this is applied in other professions as well.

It is obvious that such an estimate is often erroneous.

It is pointed out, in this study, that such estimates might be erroneous and why they might be erroneous.

It is stated that correct models for such problems are models of regression analysis.

The models proposed attracted attention of researches and specialists.

3. Fitting of measuring data by functions of the form $y = C + Af(x, B)$

A set of points has been given $T(x_i, y_i)$, $(i = 1, \dots, n)$.

It is necessary to determine A, B and C so that

$$SS = \sum (Y_i - C - Af(x_i, B))^2. \rightarrow \text{minimum}$$

If the function $f(x, B)$ is such that it does not lead to a linear system of the Gaussian equations, then certain transformations should take place which »linearize« the problem, however there is no more the optimum solution, because the minimum deviation of measuring data is not required, but for inst. the minimum deviations of their logarithms or reciprocal values.

In forestry practice such non-optimum solutions are corrected by so-called Mayer's corrections, however the optimum results still have not been obtained.

In this work, a method for arbitrarily accurate fitting for a very wide class of functions $f(x, B)$ has been described. The method is based on the possibilities offered by computers.

4. About construction and interpretation of control charts

The use of control charts as a statistical method for production process control requires fulfilment of certain conditions from theory of samples. In practice they are often neglected and frequently it is impossible to fulfill them completely.

The study discusses certain models used in practice and suggests new models. A notion »PRIMARY MODEL« has been introduced. A doubt has been expressed in useful application of so-called R-chart and it has been pointed out that contemporary calculation possibilities decrease the advantage of use of ranges as variables for the variance estimate.

A table has been attached which can be used in decisionmaking whether the process is out of control.

5. Optimization of sawing of logs by use of computers

A program for simulation of sawing on computers was made.

The program for optimization of sawing according to the quantity yield criterion was named RARAVO, and the program for optimization of sawing according to the value yield was named RAVIDI.

Both programs were developed by taking into account numerous relevant technological factors for sawing fir logs on frame saws.

For a defined log and defined technology of sawing and standards of lumber using these programs we can calculate the quantity of the obtained wood assortments, coarse residue, saw dust and the values of the loss in respect to shrinkage and sawing inaccuracy. Such calculations are feasible for arbitrary saw settings. If for a given log and technology different saw settings are given we can use these programs to calculate the ranged sequence of saw settings concerning the quantity or the value yield.

By changing the factors which effect the quantity yield of logs sawn on frame saws (average diameter, log taper, length) by simulation of sawing we can obtain very detailed data concerning the effects of each of individual factors. Among other results the most interesting is the result of a very significant action of log taper. From these results some facts about assorting of logs prior to conversion logically follow. »Fine« assorting by average diameter (of 2 cms) is not so efficient as when assorting also by log taper.

Received February 11, 1985.

Accepted March 31, 1985.

Author's address:

Faculty of Forestry
Department of Forest
Mensuration
41001 Zagreb, Box 178
Yugoslavia

Joso VUKELIĆ

DOPRINOS FOTOINTERPRETACIJSKE
ANALIZE VEGETACIJSKOM ISTRAŽIVANJU
ŠUMSKIH ZAJEDNICA
NACIONALNOG PARKA »RISNJAK«

BEDEUTUNG DER
LUFTBILDINTERPRETATIONSANALYSE FÜR
DIE VEGETATIONSFORSCHUNG
DER WALDGEMEINSCHAFTEN
IM NATIONALPARK »RISNJAK«

Prispjelo 11. veljače 1985.

Prihvaćeno 31. ožujka 1985.

U radu je istražena mogućnost primjene fotointerpretacijske analize u kartiranju šumske vegetacije Nacionalnog parka »Risnjak«. Pri tom su upotrebljavani pankromatski aerosnimci približnog mjerila 1:15000, a od instrumenata zrcalni stereoskop s kartirajućim stereomikrometrom i Antiskop II. Istražena je i opisana najpovoljnija metodologija u sličnim radovima, pri čemu se kartiranje obavlja u tri faze: faza sobne fotointerpretacije u kojoj se daju prvi prognostički rezultati kartiranja, zatim terenska faza istraživanja koja verificira, dopunjuje i eventualno korigira sobnu fotointerpretaciju i na kraju sinteza svih rezultata istraživanja i izrada konačne vegetacijske karte. Također su istraženi i opisani svi geomorfološki, slikovni i neki taksacijski parametri koji su bitni za točnu identifikaciju i precizno razgraničavanje šumskih zajednica. Kao rezultat provedenih istraživanja izrađen je detaljno raščlanjeni fotointerpretacijski ključ koji je primjenljiv pri identičnim radovima u vegetacijski i sinekološki sličnim područjima.

Ključne riječi: fotointerpretacijska analiza, identifikacija i razgraničavanje šumskih zajednica, Nacionalni park »Risnjak«, fotointerpretacijski ključ.

UVOD — EINLEITUNG

Fotointerpretacija je djelatnost pri kojoj se analiziraju fotosnimci ili samo njihovi dijelovi da bi se identificirali objekti na njima, odredilo njihovo značenje i međusobna povezanost. Primjenjuje se u širokom krugu znanstvenih disciplina, u geologiji, geografiji, arhitekturi, arheologiji, vodoprivredi, poljoprivredi, šumarstvu, građevinarstvu, geodeziji i dr. Osno-

vne prednosti fotointerpretacije pred ustaljenim istraživačkim metodama u navedenim znanstvenim područjima su ekonomičnost, jednostavnost i brzina, uz postizanje pouzdanih rezultata. Njena vrijednost došla je naročito do izražaja u ovo naše vrijeme, kad se u cijelom svijetu svakodnevno ulažu veliki naponi radi što jačega i što bržega privrednog i ekonomskog uzdizanja.

U šumarskim znanostima primjena fotogrametrije i fotointerpretacije je vrlo široka, a naročito u području taksacijskih izmjera i u kartiranju šumske vegetacije. Zadatak ovoga rada jest da istraži kolika je mogućnost primjene fotointerpretacije u istraživanju i kartiranju šumskih zajednica jednog dijela Dinarida, odnosno šumske vegetacije Nacionalnog parka »Risnjak«. Pri tome je potrebno naglasiti da ovdje osnovni predmet istraživanja i kartiranja predstavlja biljni pokrov (šuma), a to je na aerosnimcima vrlo uočljiv, direktno vidljiv, za studij i dešifriranje neposredno dostupan, pa prema tome idealan objekt za fotointerpretaciju.

Treba odmah reći, fotointerpretacija nas ne oslobađa potpuno terenskog rada, jer se neke važne vegetacijske i gospodarske karakteristike biljnog pokrova za sada ne mogu na aerosnimcima utvrditi. Međutim, prije izlaska na teren moguće je odgovarajućim fotointerpretacijskim materijalom, a posebnim stereoskopskim studijem, pojedine šumske zajednice identificirati i prostorno razgraničiti, a potom na terenu prema potrebi pobliže vegetacijski odrediti i opisati.

Šumara fitocenologa ovdje u prvom redu zanima šumska vegetacija, njena sistematska raščlanjenost, biljni sastav i kartiranje, pri čemu je šumska zajednica (fitocenoza) uzeta kao osnovna jedinica istraživanja. Dakako da takvo fotointerpretacijsko istraživanje vegetacije uključuje i opširan studij i detaljno poznavanje geomorfoloških, geoloških, klimatskih, pedoloških i biotskih procesa koji su se tu tijekom vremena odvijali i koji su doveli do određenog stadija razvitka biljnih zajednica.

Područje Nacionalnog parka »Risnjak« predstavlja upravo idealan objekt za fotointerpretacijska istraživanja. Raznolik vegetacijski pokrov, kao izraz specifičnih životnih prilika tog područja, pruža fotointerpretatoru obilje informacija koje se mogu upotrijebiti u najrazličitijim istraživanjima.

U istraživanjima sam se koristio pankromatskim aerosnimcima približnog mjerila 1:15000, fotoskicama približnog mjerila 1:5000 i dijelovima Osnovne državne karte mjerila 1:5000. To je važno istaći jer se identifikacija pojedinih točaka na fotoskicama i na karti jednostavno i brzo provodi. Snimci su učinjeni polovicom lipnja, dakle u vrijeme vegetacijskog perioda što je za ovakva istraživanja vrlo bitno.

Od fotogrametrijskih instrumenata koristio sam se zrcalnim stereoskopom s kartirajućim stereomikrometrom (Zeiss Aerotopograph, München), koji je dodatkom durbina četverostrukog povećanja prikladan instrument za ovakva istraživanja. Džepnim stereoskopom sam se služio vrlo malo, uglavnom pri manjim terenskim potrebama. Da bih šumske zajednice koje sam delineirao na vrlo prozirnom crtačem materijalu (astralonu) postavljenom iznad kontaktnih kopija prenio na kartu Nacionalnog parka »Risnjak«, upotrebljavao sam jednostavni objektivno optički redreser —

Antiskop II (firme Liesegang, Düsseldorf). Greške u točnosti pri prenošenju slike smanjuju se na minimum jer je vrlo mala razlika mjerila aerosnimaka i karte, rad se ograničava uglavnom na centralne dijelove snimka, a kartiranje (redresiranje) vrši se u manjim dijelovima snimka (dio po dio), unutar kojih se mogu zanemariti visinske razlike terena koje izazivaju deformacije. Precizna crtača podloga (Osnovna državna karta mjerila 1:10000) i obilje čvrstih točaka u koje se kartirajući dijelovi mogu uklopiti u potpunosti to dopuštaju.

Neobično je važno istaći da fotointerpretacijski materijal (fotograme, fotoskice i dijelove Osnovne državne karte) i fotogrametrijske instrumente (džepni i stolni stereoskop) kojima sam se koristio danas posjeduje gotovo svaka služba za uređivanje šuma u Hrvatskoj, a neki su nabavili i antiskop novije proizvodnje. Uzme li se k tome u obzir činjenica da je glavni cilj ovoga rada kartiranje šumske vegetacije — zadatak s kojim se šumarska praksa svakodnevno susreće, to sam uvjeren u punu opravdanost provedenih istraživanja i primjenu njihovih rezultata.

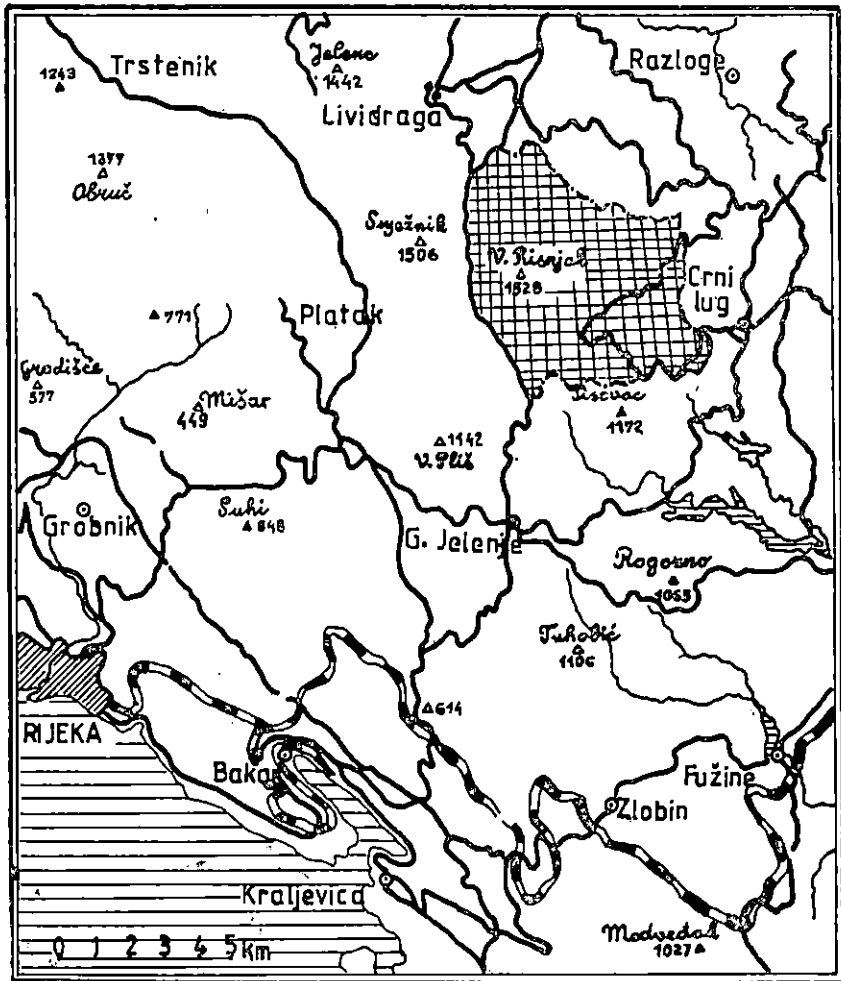
Mora se napomenuti da fotomaterijal pruža izvanredne mogućnosti za dalja istraživanja na području Nacionalnog parka »Risnjak«, a pogotovo za izradu prostornog plana Parka (planiranje i uređivanje prilaza, staza, odmarališta, vidikovaca, konačišta i sl.), ali mene je kao šumara fitocenologa u prvom redu zanimala vegetacija Nacionalnog parka i mogućnost njena kartiranja fotointerpretacijskim putem.

OPĆI PODACI O ISTRAŽIVANOM PODRUČJU — ALLGEMEINE ANGABEN ÜBER DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

Zemljopisni položaj Nacionalnog parka »Risnjak« — Geographische Lage des Nationalparks »Risnjak«

Nacionalni park »Risnjak« nalazi se u Gorskom kotaru u najzapadnijem dijelu Dinarida; njegov središnji dio udaljen je od Rijeke zračnom linijom oko 15 km, a od izvora Kupe oko 8 km (slika 1). Površina mu je 3198 ha, a najmarkantnija točka je vrh Velikog Risnjaka 1528m, smješten uz zapadnu granicu Parka, pa je najveći dio površina eksponiran prema istoku i jugoistoku. Nacionalnim parkom proglašen je 1953. godine na prijedlog prof. I. Horvata, a od 1956. godine dijeli se na dva dijela: uži, koji prema prijedlogu za proglašenje nacionalnim parkom treba biti očuvan u svom iskonskom obliku, i širi, u kojem bi se osim sanitarnih sječa vršili i šumskouzgojni zahvati. Taj bi dio ujedno služio i kao zaštitna zona užeg, netaknutog područja.

Zemljopisni položaj risnjačkog masiva, a i cijelog Gorskog kotara, čini to područje vrlo interesantnim jer predstavlja snažnu klimatsku i vegetacijsku pregradu između kontinentalnog dijela Hrvatske i Hrvatskog primorja. To je dakle pregrada između, s jedne strane, područja hrasta kitnjaka i običnog graba i, s druge strane, primorskih obronaka obraslih šumom i šikarama bijelog i crnog graba i ostalih vrsta prilagođenih na duži vegetacijski period, više temperature i ljetne suše. Između ta dva područja



Sl. — Abb. 1. Zemljopisni položaj Nacionalnog parka »Risnjak« — Geographische Lage des Nationalparks »Risnjak«

dižu se vrhovi gorskokotarskog masiva, većinom obrasli veličanstvenim šumama bukve i jele, u višim područjima uglavnom pretplaninskim bukovim šumama, a oni najviši izgrađuju pojas klekovine bora.

Spomenuto područje je prirodna veza između Alpa i balkanskih planina i ima izrazito prijelazni karakter, iako u biti ipak predstavlja balkansku vegetaciju. Razlika planinske vegetacije Alpa i balkanskih planina uvjetovana je prema Horvatu, (1953) više povijesnim razvitkom flore, a manje današnjim klimatskim i geografskim prilikama, pa nije na Risnja-

ku tako markantno izražena. U glacijalu, za vrijeme prodora alpskih i arktičkih vrsta prema balkanskim planinama, velik broj zaustavio se na planinama Gorskog kotara i Velebita, dok s druge strane Risnjak predstavlja krajnju zapadnu granicu brojnim balkanskim endemskim vrstama. Stoga je prijelazni oblik očit i vrlo značajan za mnoga istraživanja.

Određujući granice risnjačkoga nacionalnog parka, vodilo se računa da se na što manjem području obuhvate najtipičniji fenomeni geomorfoloških, geoloških, vegetacijskih, pedoloških, šumskih i poljoprivrednih karakteristika, a da se u Parku, kao cjelini, skupe i svi najznačajniji estetski elementi. Ti zahtjevi, uz relativno lak pristup Parku i neznatan antropogeni utjecaj, odredili su današnje granice Parka.

Geomorfološke karakteristike — Geomorphologische Kennzeichen

U geomorfološkom pogledu područje Nacionalnog parka »Risnjak« pripada u sjeverozapadne Dinaride i neobično je bogato svojim morfološkim izgledom, osebujnošću i ljepotom.

Na gotovo cijelom području ističu se površine vapnenca i dolomita, sa svim jasno izraženim fenomenima kraša. Brojni usponi, polja, uvale, doline, škrape, ponori i naročito ponikve, karakteristika su toga kraškog područja, a od bitnog su utjecaja na pridolazak i rasprostranjenost vegetacije, na genezu i svojstva tla.

Tako se npr. uvale, spomenimo samo one najveće Lazac i Lesku, nalaze u području bukve i jele, ali su najčešće obrasle smrekom ili jelom i livadama koje su zauzele nekadašnje šumske površine. Pridolazak smreke uvjetovan je njenom vezanošću za mrazišta, a ona su uvjetovana konfiguracijom kraškog terena. Jela se pak javlja na bitno različitoj geološkoj podlozi i tlu u uvali Lesci.

Ipak, od svih spomenutih kraških fenomena svakako su najizrazitije i najznačajnije ponikve u kojima se javljaju poremećaji i obrati visinskih pojasa vegetacije. Dna ponikava na području Parka nalaze se i do 200 m ispod visine okolnih obronaka i u njima vladaju specifični životni uvjeti i pridolazi vegetacija prilagođena na te uvjete. Svakako je najznačajnija Viljska ponikva između Viljskih stijena, Cajtnika i Južnog Malog Risnjaka, čije dno leži na 1184 m, točno 200 m niže od njena gornjeg ruba.

U fizionomiji područja također se ističu stjenoviti predjeli i rudine — planinski pašnjaci prilagođeni kratkom vegetacijskom periodu, niskim temperaturama i jakom vjetru. Razvijene su u području klekovine, koje klimatski i pedološki ne odgovara šumskoj vegetaciji.

Osim Velikog Risnjaka još se visinom ističu vrhovi: Južni Mali Risnjak 1446 m, Sjeverni Mali Risnjak 1437 m, Cajtnik 1411 m, Viljske stijene 1384 m i Janjičarski vrh 1308 m. Najniža točka Parka nalazi se u uvali Lesci na 676 m.

Geološko-litološka građa — Geologisch-lithologische Struktur

Na području Parka jasno se ističu dvije glavne vrste različitih stijena koje su nastale u različito vrijeme i pod djelovanjem različitih procesa.

Sam risnjački masiv je većinom sastavljen od vapnenačkih i dolomitnih stijena jurske starosti (lias, dogger, malm). To su vrlo teško trošive stijene jakih korozivnih procesa. Oni su uvjetovali bogatstvo kraškog reljefa sa svim njegovim danas jasno izdiferenciranim oblicima. Hidrografska karakteristika tih stijena je kao i u svim vapnenačko-dolomitnim područjima oskudica vode i nerazvijenost.

Osim tih teško trošivih i propusnih stijena u istočnom dijelu Parka razvijene su starije, lako trošive, ali nepropusne stijene: permkarbonski pješčenjaci, škriljavci i konglomerati, a na rubovima blago prelaze u trijaskne sedimente — rabeljske naslage, lapore i naročito norički dolomit. To je područje normalno razvijene hidrografije, s izvorima i vodotocima, oblici reljefa mnogo su blaži i umjereniji pa su velika suprotnost vapnenačko-dolomitnim stijenama. U tom području osobito se ističe uvala Leska sa šumama jele s rebračom.

Slične uvale nalazimo i u zapadnom dijelu Parka i u njegovoj bližoj okolici. Nadmorske visine su ovdje ipak mnogo veće, a dna tih uvala prekrivena su diluvijalnim naplavinama kršja, valutica, šljunka i pijeska koji su se u drugim klimatskim prilikama spustili s okolnih vrhova.

Klimatske prilike — Klimatische Verhältnisse

U Nacionalnom parku »Risnjak« nema meteorološke stanice, niti se trenutno vrše bilo kakva mjerenja. Za prikaz klime ovog područja poslužiti će podaci meteorološke stanice Lividraga (Vukelić, 1984), a odnose se na razdoblje 1971—1980. godine.

Lividraga se nalazi u području bukve i jele, na nadmorskoj visini 939 m s koordinatama: 12° 15' 00" istočne geografske dužine i 45° 29' 00" sjeverne geografske širine. Od centralnog dijela, risnjačkog masiva udaljena je oko 5 km.

Srednja godišnja temperatura iznosi 5,4 °C. Najvišu srednju mjesečnu temperaturu ima srpanj 14,2 °C, a najnižu siječanj —2,0 °C. Srednje godišnje kolebanje temperature iznosi dakle 16,2 °C. Najveći porast srednje mjesečne temperature jest između travnja i svibnja, i to za 5,4 °C (od 3,4 °C na 8,8 °C).

Apsolutni minimum u razdoblju motrenja iznosi —28 °C, a izmjeren je u ožujku 1976. godine. Apsolutni maksimum iznosi 28,9 °C, a izmjeren je u srpnju 1972. i u rujnu 1975. godine.

Srpanj je najtopliji mjesec sa srednjom maksimalnom temperaturom 19,9 °C, a prosinac je najhladniji sa srednjom minimalnom temperaturom —5,4 °C. Srednja temperatura vegetacijskog perioda iznosi 12,0 °C.

Zanimljivo je da u periodu motrenja nema mjeseca kojemu apsolutna minimalna temperatura nije ispod 0 °C. Tako je npr. 24. VII 1978. godine izmjerena temperatura od —1,0 °C, a 24. VIII 1980. čak —2,0 °C.

To je vrlo važno zbog pojave mrazova i kako ćemo vidjeti po Walterovu klimadijagramu, u vegetacijskom periodu nema razdoblja bez mrazova.

Tab. 1. Srednjaci nekih klimatskih elemenata i pojava, neki klimatski faktori i indeksi za meteorološku stanicu Lividragu (razdoblje 1971—1980. godine) — Mittelwerte einiger Klimatelemente und Erscheinungen, und einige Klimafaktoren und Indexe für die meteorologische Station Lividraga (Zeitspanne 1971—1980).

Klimat. elementi, pojave, faktori i indeksi Klimatelemente, Erscheinungen, Faktoren und Indexe	M j e s e c i M o n a t e.												Godišnje Jährlich
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Srednjak temperature zraka — °C Jahresmittel der Lufttemperatur	—2,0	—1,4	0,7	3,4	8,8	12,5	14,2	13,3	10,0	5,7	1,6	—1,5	5,4
Srednjak relativne vlage zraka — % Jahresmittel der relativen Luft- feuchtigkeit	93	93	93	94	95	93	93	94	95	95	94	93	94
Srednjak količine oborina — mm Jahresmittel der Niederschläge	409	317	347	338	229	249	190	166	268	374	488	395	3770
Srednjak broja dana s kišom (≥ 0,1 mm) Mittlere Zahl der Tage mit Regen	9	8	8	11	14	14	13	12	10	12	10	8	129
Srednjak broja dana sa snijegom Mittlere Zahl der Tage mit Schneeniederschlag (≥ 0,1 mm)	10	10	10	8	1	—	—	—	1	2	6	6	54
Srednji broj dana s grmljavinom Mittlere Zahl der Donnertage	—	—	—	—	2	3	3	1	1	1	1	—	12
Srednjak broja dana s maglom Mittlere Zahl der Nebeltage	5	4	2	2	1	1	2	1	1	4	3	5	31
Srednjak stupnja naoblake (0—10) Jahresmittel des Bewölkungsgrades	7,5	7,0	6,3	5,9	5,4	5,3	4,5	4,4	5,0	6,1	6,7	5,9	5,8
Mjesečni kišni faktori Monatliche Regenfaktoren	—	—	496	99	26	20	13	12	27	66	305	—	644
Humidnost Humidität	—	—	ph	ph	ph	ph	h	h	ph	ph	ph	—	ph
Toplinski karakter klime Wärmeklimacharakter	h	n	h	h	ut	t	t	t	ut	uh	h	n	uh

Vukelić J.: Dopunski fotointerpretacijske analize vegetacijskom istraživanju šumskih zajednica nacionalnog parka »Risnjak«, Glasnik za šum. pokuse 23:95—140, Zagreb, 1985.

Srednja relativna godišnja vlaga zraka iznosi 93,7% i prema Jurčićevoj ljestvici područje Parka ima jako visoku relativnu zračnu vlagu. Čak 334 dana na godinu imaju u 14 sati relativnu zračnu vlagu iznad 80%.

Istraživanja Penzara (1959) pokazala su da Gorski kotar ima najveću količinu oborina u Hrvatskoj, i to upravo risnjački masiv. Srednja godišnja količina oborina za Lividragu iznosi 3770 mm. Po mjesecima, najviše oborina ima studeni 488 mm, a najmanje kolovoz 166 mm. Mnogo veća količina padne dakle u hladnijem dijelu godine, ali je i ljetni minimum dovoljan za razvitak veoma bujne vegetacije. Apsolutnu maksimalnu količinu oborina u razdoblju motrenja imao je mjesec prosinac 1976. godine, čak 1219 mm, a apsolutno minimalnu kolovoz 1973, i to 31 mm.

Od klimatskih pojava, broj dana s kišom je 129 na godinu, sa snijegom 54, a snijeg se zadržava prosječno na tlu 139 dana. Broj dana s maglom iznosi 31, a s grmljavinom 12. Maksimalna visina snijega iznosila je 270 cm, a izmjerena je u ožujku 1976. godine.

Srednja godišnja naoblaka iznosi 5,8 stupnjeva, ili prema Letniku (1942) nebo je dakle u prosjeku više nego poluoblačno. Najveću naoblaku ima siječanj 7,5 stupnjeva, a najmanju kolovoz 4,4 stupnja. Promatrajući broj vedrih i oblačnih dana, vidimo da Lividraga ima 101 vedar i 154 oblačna dana na godinu, dok u ostale dane iznosi između 2 i 8 stupnjeva.

Na području Nacionalnog parka »Risnjak« uglavnom pušu dva glavna vjetra: bura, hladni sjeveroistočnjak, čije je mehaničko djelovanje obzirom na plitko zakorjenjivanje smreke i bukve često loše i jugo, topli jugozapadnjak, koje dok puše, prema Franciškoviću, može u Gorskom kotaru podići temperaturu i za 5 °C.

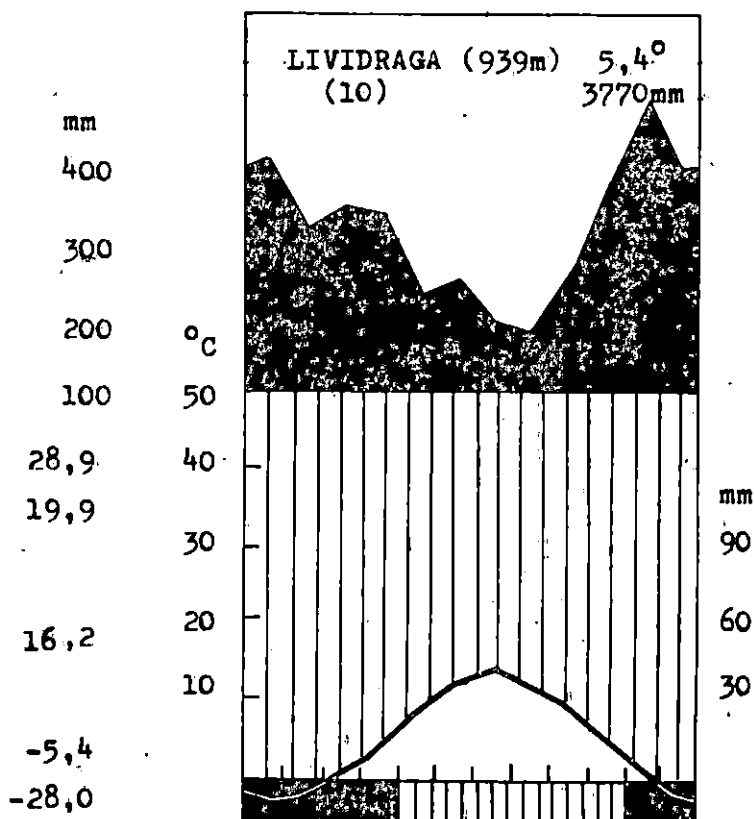
Rezultati promatranja meteorološke stanice Lividrage detaljnije su prikazani u tablici 1.

Langov godišnji kišni faktor iznosi 644 i označava perhumidni karakter klime, a srednja godišnja temperatura od 5,4 °C prema Gračani u označava umjereno hladnu klimu.

Prema Köppenovoj klasifikaciji klima je na području Nacionalnog parka »Risnjak« tipa Cfsbx. Ti su rezultati promatranja većinom identični s Bertovićevim (1975) istraživanjima na meteorološkim stanicama koje se nalaze u području šume bukve i jele dinarske varijante. Nesumnjivo bi podaci iz pretplaninskog pojasa Risnjaka pokazali nešto drugačije vrijednosti, ali šuma bukve i jele iz koje su ovdje prikazani podaci zauzima na području Parka tri četvrtine površine.

Rezimiramo li dosadašnji prikaz klime Parka, vidimo da na njegovu području vlada perhumidna, umjereno hladna klima, s velikom količinom oborina, visokom zračnom vlagom, čestim klimatskim pojavama, čestim mrazovima, kratkim vegetacijskim periodom, velikim sniježnim pokrivačem koji se dugo zadržava na tlu. Takvi klimatski uvjeti pogoduju uspijevanju bukve, jele i smreke.

Walterov klimatski dijagram za meteorološku stanicu Lividragu prikazan je na slici 2.



Sl. — Abb. 2. Klimadijagram prema H. Walteru (razdoblje 1971—1980.) — Klimadiagramm nach H. Walter (Zeitspanne 1971—1980.)

Tla istraživanog područja — Die Böden des untersuchten Gebietes

Prema Martinoviću (1973) na istraživanom području ističu se ovi glavni razvojni pravci tla:

a) na dolomitima: organogena rendzina — organomineralna i posmeđena rendzina — smeđe tlo na dolomitu (kalkokambisol)

b) na čistim vapnencima: organogena crnica (kalkomelansol) — organomineralna i posmeđena crnica — smeđe tlo (kalkokambisol) — ilimerizirano tlo (luvisol)

c) na klastičnim veznim sedimentima: humusno silikatno tlo (ranker) — kiselo smeđe tlo (distrični kambisol) — smeđe podzolasto tlo (brunipodzol) — podzol.

Promatra li se uz navedeno, korelacija između pojedinih tipova tala i vegetacijskog pokrova, dolazimo do ovih zaključaka: u preplaninskom po-

jasu na vapnenačko-dolomitnoj podlozi prevladavaju crnice (kalkomelansol) na kojima se razvila klekovina bora i dijelom pretplaninska bukva; isključivo crnica dolazi također na raskidanim vapnenačkim blokovima na kojima se razvila zajednica jele i smreke s milavom; na crnici sa sirovim humusom pridolazi pretplaninska smrekova šuma. Najveće površine u Nacionalnom parku »Risnjak« zauzima smeđe šumsko tlo (kalkokambisol) sa šumama bukve i jele i dijelom pretplaninske bukove šume. Ta zajednica ima vrlo široku amplitudu pridolaska, pa se javlja i na ostalim tlima, osobito na ilimeriziranim. Na distrično smeđim i smeđim podzolastim tlima razvile su se zajednice jele s rebračom i gorske smrekove šume.

To su glavni tipovi tala, uz napomenu da se oni javljaju u mnogim podtipovima, varijetetima i formama. Zbog površine na kojoj su razvijeni smeđe šumsko tlo (kalkokambisol) i vapnenačko-dolomitnu crnicu (kalkomelansol) izdvajamo kao najznačajnije.

Osim velikog značenja na pridolazak i rasprostranjenost vegetacije istraživanja su pokazala da u tom području tlo ima bitan utjecaj na kvantitativnu produkciju glavnih vrsta drveća.

Istražujući korelaciju proizvodnosti jele (Cestar i dr., 1973) i bukve (Bertović i dr., 1971) s dubinom i sastavom tla na području Gorskog kotara, došlo se do zaključka da je dubina tla jedan od glavnih faktora za proizvodnost navedenih vrsta. Manji prirast redovito prati manja dubina tla.

Istraživanja su također pokazala (Gračanin, 1962; Martinović, 1973), da slično kao i u vegetacijskom smislu postoji i vertikalna zonalnost tala. Dominacija kalkokambisola i luvisola u području gorskih šuma i dominacija crnice u pretplaninskom području Nacionalnog parka »Risnjak« to najbolje potvrđuju.

Biotiski utjecaji — Biotische Einflüsse

Fauna je na risnjačkom području vrlo bogata i zanimljiva. Veoma raznolik životinjski i ptičji svijet našao je u izoliranosti i miru risnjačkih šuma svoje prebivalište i uvećao prirodoznanstveni karakter i vrijednost tog područja.

Šume Nacionalnog parka »Risnjak« čine jedan vrlo stabilan i dinamičan prirodni sustav pa su štete od zoogenih i fitogenih faktora bile vrlo rijetke. Tek u razdoblju 1955—1958. godine došlo je do značajnijeg sušenja jelovih stabala zbog napada jelova moljca, ali se opsežnije zaštitne mjere nisu ni tada provodile.

Antropogeni utjecaji na Risnjaku manje su izraženi nego na bilo kojem prirodoznanstvenom objektu u Hrvatskoj. Gospodari su se mijenjali, od Frankopana, Batthanya i Thurn-Taxisa do današnjih dana, ali priroda je ostala najvećim dijelom sačuvana budućim pokoljenjima da uče na jednom objektu velikog prirodoznanstvenog, kulturno-prosvjetnog i društvenog značenja.

PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA — ÜBERBLICK DER BISHERIGEN UNTERSUCHUNGEN

Od dosadašnjih istraživanja koja su koristila u ovom radu potrebno je zasebno prikazati dosadašnja prirodoznanstvena istraživanja na području Nacionalnog parka »Risnjak« i općenita fotointerpretacijska istraživanja u nas i u svijetu.

a) Dosadašnja prirodoznanstvena istraživanja na Risnjaku — Die bisherigen naturwissenschaftlichen Forschungen auf dem Risnjak

Hirc 1905. godine piše: »Veliki Risnjak privukao je na sijedo svoje tjeme mnogoga prirodopisca i planinara, da sa njeđa pozdravi daleku domovinu i sinje ono more hrvatsko«.

Prema istom autoru (1896) istraživanja flore Risnjaka počinju 1825. godine dolaskom J. Sedlara, pristava peštanskog muzeja u Hrvatsku, »... koji se je prvi uzpeo na Veliki Risnjak i mnogu bilinu zabilježio.

Poslije njega uzpeo se na Risnjak 28. srpnja g. 1876. dr V. Borbas, a 14. srpnja 1877. i 5. kolovoza 1878. Lj. Vukotinović, a iste godine 16. srpnja Stošić ml.

Ja sam Risnjak posjetio tri puta: 5. kolovoza g. 1878. sa nekim članovima hrvatskog planinarskog društva i 11. kolovoza iste godine sa prof. Stošićem st. i 30. srpnja g. 1885. sa prof. E. Pospichalom« (Hirc, 1896).

To su prva i ujedno najznačajnija istraživanja risnjačkog biljnog pokrova u 19. stoljeću, a njihovi glavni rezultati prikazani su u citiranoj studiji »Vegetacija Gorskog kotara«, tiskanoj 1896. godine.

Horvatova istraživanja Gorskog kotara počinju 1927. godine, pa je već 1930. i 1931. g. u »Vegetacijskim studijama o hrvatskim planinama I i II obradio vegetaciju planinskih rudina i stijena Risnjaka i Snježnika. Istodobno je započeo i sustavna istraživanja ostale vegetacije, naročito livada, vriština i šuma.

Godine 1947. Horvat zajedno sa Z. Gračaninom i J. Šafarom nastavlja »... proučavati veličanstvene, tada još gotovo nepromijenjene risnjačke prašume« (Horvat, 1962), da bi 1948. godine potporom Instituta za šumarska istraživanja cijela ekipa stručnjaka iz različitih područja (botaničari, šumari, pedolozi, poljoprivrednici, klimatolozi, mikrobiolozi itd.) pod rukovodstvom I. Horvata započela vegetacijska istraživanja i kartiranja po suvremenim znanstvenim metodama. Ta su istraživanja završena 1955. godine, a imala su mnogostruko značenje: od primjene stečenog iskustva u ostalim vegetacijskim istraživanjima cijele plejade mladih stručnjaka, pa sve do proglašenja Risnjaka nacionalnim parkom.

Glavne rezultate tih opsežnih istraživanja objavio je Horvat 1962. godine u studiji »Vegetacija planina zapadne Hrvatske — sa 4 karte biljnih zajednica sekcije Sušak«. Također su mnogi stručnjaci rezultate vlastitih istraživanja iz tog perioda objavili u posebnim radovima.

U isto vrijeme Zlatarić (1953) vrši značajna istraživanja nekih taksacijskih elemenata u odnosu na ekologiju i razdiobu šuma na risnjačkom području, a Klepac (1956. a, 1956. b) istražuje prirast jele u različitim fitocenoza u kojima jela pridolazi u ovom području.

Nakon tog perioda smanjuje se opseg znanstvenih istraživanja u Nacionalnom parku »Risnjak«. Provode se geološka i pedološka istraživanja radi izrade Osnovne geološke i Osnovne pedološke karte Jugoslavije. Također su u tom periodu izrađene dvije osnove gospodarenja šumama Nacionalnog parka »Risnjak«. Prvu je 1958. godine izradio inž. N. Šepić, a drugu 1981. godine inž. I. Navratil. Godine 1962. Urbanistički institut izradio je Generalni uređajni plan Nacionalnog parka »Risnjak«, pišan vrlo temeljito i ambiciozno, ali je od njega vrlo malo realizirano.

Sva navedena istraživanja stvorila su temelje za stacionarna istraživanja, koja će se obavljati na trajnim plohama. Ona su započeta 1984. godine u okviru međunarodnog projekta »Čovjek i biosfera« i u tu svrhu na području Nacionalnog parka »Risnjak« osnovane su 4 trajne plohe (kvadrata) svake veličine od 1 ha, u četiri različita ekosistema. Sigurno je da će rezultati tih dugoročnih istraživanja pridonijeti još boljem poznavanju Risnjaka i njegove biogeneze (Rauš, 1984).

Iz ovog prikaza vidimo da se risnjačko područje istražuje već 160 godina (1825—1984), a da još svojim prirodnim bogatstvima, ljepotama i raznolikostima predstavlja izazov mnogim istraživačima iz najrazličitijih područja.

b) Šumarska fotointerpretacijska istraživanja u nas i u svijetu — Forstliche Luftbildinterpretationsforschungen bei uns und in der Welt

Što je od šumarske fotogrametrije i fotointerpretacije ostvareno do danas u Jugoslaviji?

Tomašegović (1981), na to pitanje daje ovaj odgovor: »Prema poznatim referencijama prvi se sa šumarskih redova javio Franjo pl. Kružić iz Križevaca krajem prošlog stoljeća. Između dva svjetska rata Šumarski je list otvorio nekolicini stručnjaka (Milovanović, 1927; Petrović, 1937; Bobkov, 1937; Frančišković, 1940) svoje stranice, da bi šumarskoj struci predočili mogućnosti primjene fotogrametrije i fotointerpretacije. Od godine 1945. do danas relativno su najviše publicirali u zemlji i inozemstvu članovi Šumarskog fakulteta u Zagrebu (Tomašegović, Kalafadžić, Pranjić, Lukić), pa iz Instituta za šumarska istraživanja (Cestar, Kalinić, Hren), iz Instituta za jadranske kulture i melioracije krša (Jedlowski, Vrdojlić), a iz šumarske operative Fabijanić je napisao svoj magistarski rad s područja šumarske fotogrametrije. Aktivni su bili i šumari iz Tolmice u Sloveniji. U vremenu od godine 1945. do danas na području Hrvatske snimljen je i zatim kartiran uz sudjelovanje Instituta za šumarska istraživanja Nacionalni park Plitvička jezera; suradnjom šumarske operative i Katedre za geodeziju Šumarskog fakulteta u Zagrebu izrađen je ftoplan Turopoljskog luga i Savskih vrbaka (zagrebačka Posavina); izrađene su na osnovi aerosnimanja topografske karte 1:5000 šumarije Zelesina u Gorskom

kotaru i Lubardenika i Jamaričkog brda kod Banove Jaruge; zagrebačka sekcija za uređivanje šuma pod vodstvom šumarskog savjetnika inž. D. Đukića pedesetih godina primjenjuje aerosnimak za opis sastojina; splitski šumarski stručnjaci inž. D. Jedlowski i Ž. Vrdoljak upotrebljavaju 1955. godine aerosnimke za izradu vegetacijske karte Mosora i Kozjaka; Šumsko gospodarstvo Karlovac pristupilo je inventarizaciji starih hrastika u četiri gospodarske jedinice kombiniranim fotogrametrijsko-terestričkim metodama; stručnjaci iz biroa za uređivanje šuma u Titogradu kartirali su vlastitim stereotopom (C. Zeiss-Oberkochen) šume u dolini Tare, a uz suradnju Katedre za geodeziju Šumarskog fakulteta u Zagrebu šume Mejdanica-Lisa; Šumarski institut Jastrebarsko izvršio je fotointerpretaciju činjeničnog stanja sačuvanih i degradacijskih stadija šumske vegetacije na području općine Vrbovsko, što je poslužilo kao osnova za kartiranje u mjerilu 1:10000; Gozdno gospodarstvo Brežice na osnovi Tomašegovićeve projekta kartiralo je topolike. Time su nabrojani samo najznačajniji zahvati posljednjih decenija u kojima je primijenjena fotogrametrija i fotointerpretacija.

Počeci fotogrametrije, a i fotointerpretacije u svijetu datiraju od prošlog stoljeća (prvi aerosnimci načinjeni su iz letećih zrnjaveca i balona), a najveći napredak fotointerpretacija je doživjela četrdesetih godina ovog stoljeća, uglavnom u vojne svrhe. Prednjačile su Velika Britanija, SAD i Njemačka. Danas su se fotogrametrija i fotointerpretacija »udomaćile« u velikom dijelu zemaljske kugle, pa gotovo da nema ni jedne razvijene zemlje gdje nisu dosegle visok nivo.

U ovim istraživanjima korišteni su prikazi i rezultati objavljeni u sadašnjim radovima Bertovića (1962, 1983), Cestara i Hrena (1967), Jedlowskog i Vrdoljaka (1955), Donasya, Oluića i Tomašegovića (1983), Tomašegovića (1956, 1963, 1973, 1981), a od stranih istraživača Baumanna (1957), Krausea (1955), Schneidera (1974), Spurra (1947), a pri konstrukciji fotointerpretacijskog ključa Reya (1953), Zsilinszkog (1966) i tima američkih fotointerpretatora čija su istraživanja opisana u »Manual of photographic interpretation« 1960. godine.

VLASTITA ISTRAŽIVANJA — EIGENE UNTERSUCHUNGEN

METODA RADA — ARBEITSMETHODE

Kvalitetno i potpuno obavljanje postavljenih fotointerpretacijskih istraživanja vegetacije, a s tim u vezi i postizanje pouzdanih rezultata, treba obaviti u tri faze. To su: sobna pripremno-početna, terenska i završna istraživanja. Njihovom sukladnošću (uz poznavanje sinekoloških i vegetacijskih zakonitosti na istraživanom području, potreban stupanj naobrazbe i iskustva fotointerpretatora i kvalitetni radni materijal) moguće je dobiti pouzdane rezultate koji će se sa sigurnošću moći primijeniti u šumarskoj praksi.

SOBNA FOTOINTERPRETACIJA — ZIMMER LUFTBILDINTERPRETATION

Ta su istraživanja isključivo kabinetske prirode, a započeta su detaljnim studijem potrebne literature vezane za problematiku istraživanja. Nakon nabave potrebnog tehničkog materijala (fotogrami, fotoskice, karte) pristupilo se prvom detaljnom proučavanju trodimenzionalnog modela što ga čine aerosnimci s odgovarajućim uzdužnim prijeklopom. Proučavanje se odnosi na geomorfološke (oblik reljefa, nagibi, izloženosť, kamenitost, nadmorske visine, vodotoci), slikovne (ton preslikavanja, sastojinska tekstura, oblik krošanja, sklop) parametre, čije je poznavanje za identifikaciju vegetacije prijeko potrebno a koji se pouzdano uočavaju na stereomodelu.

Na osnovi rezultata sobne fotointerpretacije navedenih parametara pristupilo se prvim izlučivanjima vegetacijskih jedinica — u ovom slučaju šumskih zajednica. Ti su radovi urađeni uglavnom na paus-papiru postavljenom iznad fotoskica, u tri boje. Crveno su označene geomorfološke karakteristike područja, modrom bojom su označeni vodotoci, a zelenom bojom ograničene su promjene u vegetaciji, uočene na temelju slikovnih karakteristika. Osim toga unešene su sa Osnovne državne karte nadmorske visine, nazivi predjela, imena vrhova i ostalo.

Time je završena pripremno-početna faza istraživanja (sobna fotointerpretacija) i dobiveni su prvi prognostički rezultati kartiranja šumske vegetacije Nacionalnog parka »Risnjak«, koji će u nastavku biti prikazani po spomenutim parametrima.

Fotointerpretacija geomorfoloških parametara — Luftbildinterpretation der geomorphologischen Faktoren

a) Reljef — Relief

Reljef (obličje krajine, konfiguracija terena) se od svih geomorfoloških faktora u fotointerpretaciji najznačajnije ističe. Krševito risnjačko područje, s brojnim ponikvama i uvalama, visoki gorski stupovi uvjetovali su ne samo bitno različitu sliku kraja, nego i bitno različite uvjete za prido-lazak biljnog pokrova. Reljef sam proučavao pažljivim stereoskopskim promatranjem, nastojeći pritom uočiti što više karakterističnih detalja. Naglašavam, da efekt reljefa stvoren stereoskopski, sa svojim optičkim nadvišenjima (»hipertrofijom«) predstavlja nenadmašnu pomoć pri analizi rasprostranjenosti pojedinih biljnih zajednica. On je ovdje vrlo jasan i izražajan, potpuno saglediv, daleko bolje uočljiv nego pri terenskom reko-gnosciranju ili na topografskoj karti. Dakako, da bi se izlučili pojedini faktori reljefa moramo biti sposobni prepoznati njihove površinske izraze i značenje.

Proučavajući reljefne karakteristike Nacionalnog parka »Risnjak« na stereomodelu, jasno se mogu uočiti tri cjeline:

Prva, ujedno i najmarkantnija cjelina je područje od Sjevernog Malog, preko Velikog, do Južnog Malog Risnjaka, sa osnovnim pravcem pružanja sjever-jug. Taj dio svojom visinom, izražajnošću, razvedenošću, znatno od-skače od ostalih dijelova Parka, a naročito se ističu stjenoviti vrhovi bez

šumske vegetacije. To je tipično vapnenačko područje, sa svim jasno izdiferenciranim oblicima dinarskoga krša. Promatrajući te stijene, uočava se da one naprosto »strše u vis« i da se ne spuštaju ako pogledamo kote s topografske karte ispod 1350 m nadmorske visine. Dna njihovih, vegetacijom oskudnih ponikava bila su za vrijeme snimanja prekrivena snijegom. Rubovi stijena su vrlo oštri i izbrazdani i jasno odaju svoje vapnenačko porijeklo. Vezano uz vegetaciju, tu cjelinu karakterizira bitno različita vegetacija od ostalog dijela Nacionalnog parka. To je uglavnom klekovina bora i klekovina bukve. O karakteristikama i značenju te vegetacije bit će kasnije govora.

Osim u najužem području risnjačkog masiva sličan stjenovit reljef nalazimo u Nacionalnom parku »Risnjak« još samo u području Bijelih stijena. No, nadmorske visine su ondje dosta niže, a od vegetacije prevladavaju jelo i smrekove šumske zajednice.

Pažljivo proučavanje reljefa otkriva drugu cjelinu, koja se u jednom amfiteatralnom obliku spušta prema istočnoj i dosta strmije prema jugozapadnoj granici Parka. Oblici reljefa su tu dosta umjereniji, vrhovi zaobljeni i niži, a cijelo područje je jednolično prekriveno šumskom vegetacijom. To je ipak još uvijek krško područje, vapnenačko-dolomitne podloge. Prijelazi grebena nisu tako uočljivi i izražajni, usponi i padine nisu tako strmi i ne strše goli stjenoviti vrhovi. Stijene, i to mnogo manje vide se tek mjestimično na strmijim nagibima između jelinih krošanja, jer na tim strmim kamenitim padinama pridolazi zajednica jele s milavom. Ipak, najveći dio tog područja nalazi se pod klimatogenom zajednicom bukve i jele, a samo lokalno su razvijene ostale zajednice.

Treća izdiferencirana cjelina u istočnom dijelu Parka jest uvala Leska i njena uža okolica. Reljef je tu u usporedbi s ostalim dijelovima Parka »miran«, bez izrazitih uspona i padina. Očito je da se promijenila geološka podloga, a u vezi s tim tu se odvijaju drukčiji pedogenetski i vegetacijski procesi. Geološka podloga je silikatna, dakle nepropusna, a u sredini uvale jasno se uočava manja površina, čiji ton i način preslikavanja na aeroxnimcima (pankromatskim) odaje promjenu u hidrografskim svojstvima tog dijela zemljine površine u odnosu na okolicu. Terenska istraživanja su to kasnije vrlo dobro potvrdila, jer je ta površina vrlo vlažna i nalazi se na najmanjoj nadmorskoj visini u Nacionalnom parku »Risnjak« — na 676 m. Također se s južnih vrhova uvale jasno uočava nekoliko manjih vodotoka, koji se gube spuštanjem u uvalu i uglavnom podzemnim putovima završavaju u spomenutoj vlažnoj površini. Jedan od vodotoka je dosta izražen i njime završava zajednica jele s rebračom, koja okružuje uvalu. Dna vodotoka nisu direktno vidljiva, jer su prekrivena krošnjama drveća, ali način na koji su preslikane krošnje, zatim karakteristično »usijecanje« reljefa vegetacije daju sa sigurnošću naslutiti da se radi o vodotocima na silikatnoj podlozi. Terenska istraživanja su tu pretpostavku potvrdila.

Za to područje važno je uočavanje vegetacijskih promjena pri znatnijoj promjeni reljefa. Naime, zajednica jele s rebračom osim u samoj uvali proširuje se i na okolne uspone, ali samo do jedne određene visine i onda gotovo sa slojnicom od 700 m počinje povećanje udjela bukve, a za-

tim i promjena spomenute šumske zajednice u šumu bukve i jele. Od te granice zajednica reljef se naglo izdiže, usponi su strmí, a mijenja se geološka i pedološka podloga.

Slična Lesci je i uvala Lazac, koja se nalazi u krajnjem sjeverozapadnom dijelu Parka, samo se tu umjesto jele prostire smreka, odnosno gorska smrekova šuma. Smreka je izvanredno razvijena u uvالي i na rubovima, ali i mali porast nadmorske visine, odnosno reljefa, uvjetuje velike promjene u pedosferi i mikroklimi, pa smreku opet zamjenjuje šuma bukve i jele. Lazac je ipak geološki i pedološki različito građen od Leske, a i klimatski uvjeti su dosta oštriji. To su glavni razlozi što se u tom području optimalno razvila smreka, a u Lesci jela.

Potrebno je naglasiti značenje stereoskopskog viđenja reljefa istraživanog područja pri identifikaciji paraklimaksnih zajednica jele s milavom (*Calamagrosti-Abietetum*) i pretplaninske smrekove šume (*Piceetum croaticum subalpinum*). Naime, pridolazak obje zajednice vezan je za vrlo strme padine, naročito brojnih ponikava. Nakon temeljitoga stereoskopskog proučavanja izvanredno se identificiraju otvorene, kamenite, sunčane i vrlo strme padine obrasle šumom jele s milavom, dok je isto tako strme, ali zatvorene, donje dijelove padina, sjenovite ne tako vidljivo kamenite, zauzela pretplaninska smrekova šuma. Uz to, zajednice su i različitim tonovima preslikane, ali reljef i izloženost su tu glavni uočljivi parametri za razlučivanje navedenih zajednica. Te razlike zaista imponiraju, jer te zajednice na mnogo mjesta u Parku međusobno graniče, pa je njihovo razlikovanje lakše nego bi se očekivalo s obzirom na to da je smreka prisutna u obje zajednice — kako su to kasnije pokazala terenska istraživanja.

Sve uočene i ovdje navedene karakteristike reljefa istraživanog područja paralelno se stereoskopskim proučavanjem označavane su na paus-papiru iznad fotoskica. Glavni pravci pružanja gorskih grebena, padine, žljebovi, uvale, ponikve, vrhovi označavani su dakle na posebnoj oleati i zajedno s oleatom vegetacijskih jedinica predstavljaju glavno sredstvo za identifikaciju pojedinih šumskih zajednica i njihov pridolazak. Naravno da je uz to bilo odlučujuće poznavanje geološke građe dinarskog krša i korelacije između pojedinih šumskih zajednica i uvjeta u kojima žive.

b) Izloženost — Exposition

Izloženost (ekspozicija) nije toliko markantan parametar kao reljef, ali je za područje Nacionalnog parka »Risnjak« gdje visinska razlika iznosi oko 850 m značajan. Naime, izloženost tu uvjetuje razlike u lokalnoj klimi, a s tim u vezi i razlike u vegetacijskom pokrovu. Razlike u izloženosti padina uvjetuju različito zagrijavanje, isparavanje, količinu primljenog svjetla, dužinu dana, topljenje snijega, zračnu vlagu, početak vegetacije i slično.

Stereoskopski model daje odličnu mogućnost proučavanja izloženosti šumskih zajednica. Najuočljiviji je već spomenuti primjer šume jele s milavom i pretplaninske smrekove šume. Jela s milavom redovito zauzima tople, izložene, otvorene, južne ekspozicije i u ponikvama zauzima rubove.

Pretplaninska smreka zauzima hladne, zasjenjene, zatvorene, sjeverne ekspozicije i dna ponikava. U brojnim risnjačkim ponikvama te se zajednice nalaze jedna nasuprot drugoj.

U ponikvama viših pojasa, pogotovo u najvećoj, Viljskoj ponikvi, stereoskopsko proučavanje otkriva prilagođenost šumskih zajednica pojedinih ekspozicijama (slika 3). Klekovina bora je u toj ponikvi zauzela sjevernu, hladniju i zasjenjenu stranu i spustila se dosta niže od svoje donje granice (čak na 1184 m). Nasuprot klekovini bora, toplije, južnije strane u ponikvi, za život pogodnije, zauzela je pretplaninska bukova šuma. Cjelovitim stereoskopskim uviđom u granicu rasprostranjenosti klekovine bora uočavamo da je bor bolje i jednoličnije razvijen na sjevernoj strani risnjačkog masiva i da u tim područjima dolazi i na same vrhove. Nasuprot tome, područje klekovine je na južnoj i zapadnoj strani masiva isprekidano, a mjestimično klekovina pretplaninske bukve čini gornju granicu vegetacije.

Iz navedenih primjera jasna je važnost pravilnog shvaćanja izloženosti padina i poznavanje zakonitosti koje promjena ekspozicije nekog područja uvjetuje. Stereomodel omogućuje potpun uvid i daje cjelovitu sliku ekspozicija i biljnog pokrova na njima u istraživanom području. Tako kompletnu sliku ne može se dobiti ni detaljnim rekognosciranjem terena.

c) Nagib — Neigung

Nagib (inklinacija) terena je vrlo usko vezan uz oblik reljefa i izloženost, pa ću ga tako i razmatrati. Fotointerpretacijska istraživanja veze između nagiba terena i vegetacije na području Nacionalnog parka »Risnjak« otkrivaju ove odnose:

— Na ravničarskom terenu, kakvih je na istraživanom području malo, pridolazi gorska smrekova šuma u uvalama Lazac, Donji Podi i na uskom rubu uvale Gašparca. Središnji dijelovi tih uvala su pod pašnjačkom vegetacijom. Već mala promjena u reljefu, odnosno i blago povećanje nagiba terena uvjetuje prestanak te zajednice i pridolazak druge (uglavnom šume bukve i jele).

Slično je i sa šumom jele s rebračom koja zauzima rubove uvale Leske, ali ona osim na manjem; ravnom dijelu te uvale pridolazi i na njenim strmijim obroncima. Njen prestanak nastaje pri većem povećanju nagiba terena.

— Strme, a mjestimično vrlo strme padine u najvećem dijelu Parka zauzela je šuma bukve i jele, a u višim predjelima pretplaninska bukova šuma. Kao što je poznato, ta je zajednica na tim stranama karakteristična po iskrivljenim deblima u donjem dijelu zbog velikog i dugotrajnog pritiska snijega. Zajednica bukve i jele nema izrazitih zahtjeva za svoj pridolazak što se tiče nagiba terena, kao što je to slučaj sa šumom gorske smreke.

Ovdje treba napomenuti da je jasno da povećanje nagiba terena ne uvjetuje prestanak pridolaska smreke, već je s tim došlo do znatnih promjena i ostalih sinekoloških faktora koji pogoduju uspijevanju smreke (mijenja se i geološka podloga, tlo i naročito mikroklimatski uvjeti).

— Vrlo strme padine u istraživanom području zauzele su zajednice pretplaninske smrekove šume, šume jele s milavom i klekovina bora. One su često na vrlo strmim padinama (iznad 45 stupnjeva).

Iz prikazanoga se vidi da na području Nacionalnog parka »Risnjak« nalazimo sve nagibe: od ravnice u Lascu, preko umjerenih i strmih, do vrlo strmih na najvišim risnjačkim vrhovima. Najstrmiji, gotovo vertikalni dijelovi su stijene bez šumske vegetacije.

Stereoskopski model, kao i u prethodnoj analizi drugih geomorfoloških parametara, omogućuje da sve navedene karakteristike nagiba uočimo i pouzdano istražimo.

d) Nadmorska visina — Meereshöhe

U stereomodelu se sa zadovoljavajućom točnošću može mjeriti apsolutna i relativna nadmorska visina. Međutim, kako sam se u ovim istraživanjima služio s vrlo preciznom Osnovnom državnom kartom mjerila 1:10000, to sam nadmorske visine upisivao direktno s karte u fotokolicu. Budući da je Osnovna državna karta izrađena na osnovi postojećih aerosnimaka, to se identifikacija mjesta kojima sam želio odrediti nadmorsku visinu brzo i jednostavno provodi.

Prema Osnovnoj državnoj karti najviša nadmorska visina u Parku je 1528 m (vrh Veliki Risnjak), a najniža 676 m (u uvali Lesci). Razlika najviše i najniže točke (visinska amplituda) iznosi dakle 852 m. Prateći rasprostranjenost pojedinih šumskih zajednica s obzirom na nadmorske visine lokaliteta na kojima pridolaze, ustanovio sam:

- klekovina bora pridolazi približno od 1400 do 1500 m n. v.;
- pretplaninska bukova šuma približno od 1150 do 1450 m n. v.;
- šuma bukve i jele približno od 700 do 1250 m n. v.;
- pretplaninska smrekova šuma od 950 do 1250 m n. v.;
- šuma jele s milavom od 950 do 1350 m n. v.;
- gorska šuma smreke na približno 950 i 1100 m n. v. i
- šuma jele s rebračom približno od 680 do 800 m n. v.

Zaključujući ovaj detaljni prikaz geomorfoloških parametara na području Nacionalnog parka »Risnjak«, treba istaći značajnu prednost stereoskopskog istraživanja. Reljef (grebeni, vrhovi, padine, uvale, stijene, ponikve, vodotoci i sl.), njegovi nagibi i izloženost, »preneseni na naš radni stol«, cjelovito sagledani, dobro uočljivi, jasni i izražajni, odlučujuće su sredstvo za vrlo pouzdanu identifikaciju sinekoloških faktora, bitnih za pridolazak i rasprostranjenost pojedinih šumskih zajednica.

Jasno je da je pri tom potrebno detaljno poznavati zakonitosti koje između navedenih faktora i biljnog pokrivača vladaju. To znači da ustanovljivanjem pojedinih sinekoloških faktora, metodom eliminacije pretpostavljamo biljne zajednice koje na istraživanom području mogu doći. Nastavkom istraživanja doći ćemo do stvarnih šumskih zajednica istraživanog područja. Upravo u tom drugom koraku odlučujuću ulogu imaju slikovni parametri (ton i način preslikavanja krošanja, sastojinska tekstura, sjene i samosjene i dr.).

Fotointerpretacija slikovnih parametara — Luftbildinterpretation der Bildfaktoren

Fotointerpretacijskom analizom geomorfoloških parametara završen je tek prvi dio istraživanja u determinaciji šumskih zajednica. Naime, pretpostavili smo, budući da fotointerpretaciju vrši šumar fitocenolog, koje bi sve šumske zajednice s obzirom na istraženu geomorfologiju mogle doći u Nacionalnom parku »Risnjak«. Za dešifriranje stvarnih šumskih zajednica odlučni su upravo slikovni faktori istraženi kako za jednu vrstu (bukva, jela, smreka, krivulj), tako i za šumske zajednice. Slikovni parametri su ton preslikavanja, oblik krošnje i vrha, sastojinska tekstura, bačene sječne rubnih stabala, samosjene u krošnjama i sl. Također se i fenologija smatra važnim parametrom, ali ovdje sam se odlučio samo za nabrojene jer su snimci učinjeni 15. lipnja, dakle u vrijeme pune vegetacije svih vrsta drveća.

a) Tonovi krošanja (stupnjevi zacrnjenosti) — Farbtöne der Baumkronen

Budući da pankromatski filmovi imaju sličnu osjetljivost na tonove kao ljudsko oko, tako i odnosi tonova na snimcima približno odgovaraju onima kakve ih uočavamo u prirodi. Najopćenitiji primjer za to jest činjenica da se listače preslikavaju svjetlije nego četinjače. Tonovi koje vizualno uočavamo na snimcima su sive boje, od svijetlosive (gotovo bijele) do tamnosive (gotovo crne). Ti su ekstremni tonovi na istraživanom području mnogo manje izraženi. Intenzitet sivog tona na snimcima ovisi o mnogo faktora (vrsta i osjetljivost filma, način laboratorijske obrade, udaljenost promatranog detalja od središta fotograma, inklinacija i ekspozicija terena, prostor u međukrošnjama i sl.), no najvažnije je koliko ovisi o vegetacijskom pokrovu, odnosno pojedinim vrstama drveća.

Na temelju monoskopskog proučavanja fotoskica i stereoskopskog promatranja stereoparova može se zaključiti da se na istraživanom području najtamnije preslikao bor krivulj, mjestimično gotovo crno. Po stupnju zacrnjenosti slijedi jela, zatim smreka, a najsvjetlije se preslikava svakako bukva. Do zaključka da se jela preslikava tamnije od smreke dođe se usporedbom čiste jelove šume u Lesci i čiste smrekove šume na Lascu. Međutim, valja biti vrlo oprezan kod pretplaninske smrekove šume (*Piceetum croaticum subalpinum*). Ta je zajednica, kako je to ranije objašnjeno, vezana za zasjenjenje donje padine ponikava, u kojima ima vrlo malo svjetla u usporedbi sa slobodnom okolinom. To je razlog da se ta zajednica mjestimično preslikala tamnije nego što se smreka preslikava. Za vrijeme terenskih istraživanja i sami smo se uvjerali u specifičnost klimatskih prilika i malu količinu svjetla u tim ponikvama. Klimatološka istraživanja Metzgera (1949) pokazuju da ta zajednica ima četiri puta manju količinu dnevne svjetlosti od zajednice jele i smreke s milavom u istoj ponikvi koja pridolazi na sunčanoj ekspoziciji i pri vrhu ponikve. To su glavni razlozi zašto se ta zajednica mjestimično preslikala izrazito tamno. Ipak, pažljivo proučavanje vrhova i izloženijih dijelova krošanja (sklop je u toj zajednici vrlo često prekinut) smreka odaju svjetliji ton, onakav ka-

kav ima gorska smrekova šuma (*Piceetum croaticum montanum*) na Lascu. Tonovi preslikavanja bukovih krošanja su svjetlije sivi (izloženi grebeni i visoka područja) do tamnije sivi (mjestimično u jarcima, usjecima i sjeno-vitim padinama grebena). No, opća slika tona bukovih krošanja je izrazito siva. Donji dio krošnje je zbog samosjene kod krupnijih stabala niže područja nešto tamnije preslikano.

Primijenimo li zaključke o preslikavanju pojedinih vrsta na šumske zajednice u kojima pridolaze, vidimo da se najtamnije preslikala klekovina bora, a zatim slijede redom šuma jele s rebračom, šuma jele i smreke s milavom, pretplaninska smrekova šuma, gorska smrekova šuma, šuma bukve i jele, a najsvjetlije pretplaninska bukova šuma.

b) Oblik preslikanih krošanja i vrhova — Form der abgebildeten Baumkronen und Gipfel

Oblik krošnje je vrlo značajan i dobro uočljiv parametar, ali se razlikuje za pojedinu vrstu na različitim udaljenostima od središta (glavne točke fotograma).

Za bor krivulj ne može se govoriti o obliku krošnje, jer on svojom visinom dostiže tek dva do tri metra. O njemu će biti govora kod teksture snimka. Jela i smreka se samo na prvi pogled slično preslikavaju. Pomnim stereoskopskim proučavanjem i komparacijom šumskih zajednica u kojima su te vrste dominantne (jela u šumi jele s rebračom, smreka u gorskoj smrekovoj šumi) može se zaključiti: krošnje dominantnih jela su nepravilno kružne, na perifernim dijelovima snimka konveksne, a vrh širok, zaobljen, tup (rodino gnijezdo). Krošnja smreke je također kružna, ali ne toliko nejednolično. Na perifernim dijelovima snimka krošnja smreke je stožasta, a vrh smreke izrazito ušiljen. To su ujedno glavne razlike po kojima se na temelju slikovnih parametara mogu razlikovati jela i smreka. Te su razlike uočljive i u ostalim njihovim zajednicama, ali nisu tako markantne. Smatram da bi na snimcima krupnijeg mjerila (idealno bi bilo imati bar mjestimično aerosnimke približnog mjerila (1:500) s velikom pouzdanošću razlikovali i pojedinačna stabla u zajednicama gdje su pomiješana. Također se uočava poznata činjenica da obje vrste u višim predjelima imaju užu krošnju zbog manjeg prirasta zato što su oštiri i siromašniji životni uvjeti (tlo). Krošnja bukve je preslikana nepravilno kuglasto, nejednolična ruba. Bukve viših predjela, napose onih od 1300 m nadmorske visine, imaju dosta uže, mjestimično »srasle« i vrlo zbijene krošnje, pa se pojedinačna stabla teže uočavaju.

c) Sastojinska tekstura — Bestandstextur

Za fotointerpretacijsku analizu šumske vegetacije važna je slikovna tekstura preslikanih vrsta drveća. Tekstura slike krošanja, kao rezultat prostornog rasporeda, oblika i veličine krošanja, javlja se u istraživanom području u raznim oblicima.

U Nacionalnom parku »Risnjak« najveća po površini je zajednica bukve i jele, u kojoj udio bukve vrlo često prevladava. Zbog toga u općoj slici teksture prevladava krupnospužvasta bukova tekstura, u kojoj se odlično uočavaju mnogo tamnije jele. To je dakle po tonovima heterogena, ali izražajna tekstura. Smrekove zajednice, a naročito jelove imaju vrlo grubu rasterastu, lako prepoznatljivu teksturu. Pretplaninska bukova šuma ima u nižim predjelima također spužvastu teksturu, ali sitniju nego što je opisana — u šumi bukve i jele. U višim predjelima, iznad 1350 metara nadmorske visine, bukva ima jednu vrlo karakterističnu, jednoličnu, baršunastu teksturu gusto zbijenih krošanja bez međuprostora. Klekovina bora ima specifičnu, tamnu, dosta glatku i homogenu teksturu, koju mjestimično prekidaju stijene.

Općenita tekstura na tom području je zbog prisutnosti četinjača a i listača heterogena, izražajna, nejednolična — tipična za preborne šume sličnih područja.

Smatram da je vrlo važno uočiti tipičnu teksturu (test-figura) jedne šumske zajednice, jer »naviknuto oko« vrlo lako identificira komparacijom tu istu zajednicu na drugom lokalitetu.

d) Sjene i samosjene — Schatten und die Selbstschatten in den Baumkronen

Baćene sjene rubnih stabala i samosjene u krošnjama značajni su parametri za fotointerpretacijsku identifikaciju pojedinih vrsta drveća, a time i šumskih zajednica. Sjene naročito dolaze do izražaja u zajednicama koje sačinjavaju četinjače. Rubna smrekova stabla u Lascu u zajednici gorske smrekove šume bacaju izvanredno uočljivu i dobro prepoznatljivu stožastu sjenu ušiljena vrha — kako je to već francuski botaničar Rey (1953) ustanovio. Sjene jelovih stabala u Lesci su konveksne, nepravilna ruba, s tupim, zaobljenim vrhom, odražavajući izvanredno jelin habitus. Sjene bukovih stabala su okrugle, nepravilne kao i krošnja, ali nemaju veliko značenje u identifikaciji bukovih zajednica.

Samosjene su važan parametar u rjeđim sastojinama ili u onima gdje je sklop prekinut. Takvih sastojina je na području Parka vrlo malo, zahvaljujući činjenici da je risnjačko područje tijekom vremena ostalo u dobroj mjeri izvan negativnog utjecaja čovjeka i katastrofalnih prirodnih pojava.

U uvodnom dijelu o slikovnim parametrima istaknuta je njihova važnost u fotointerpretaciji šumskih zajednica. Na kraju proučavanja svakog parametra posebno stvara se sve potpunija slika vegetacijskog pokrova na istraživanom području i nakon cjelokupnoga sagledavanja geomorfoloških i slikovnih parametara može se pouzdano na stereomodelu identificirati i uglavnom razgraničiti svaka šumska zajednica. Jedini je problem mjestimično razgraničavanje zajednica u slabije izražajnim i netipičnim područjima. Takvi problemi moraju se riješiti terenskim istraživanjima.

Fotointerpretacija taksacijskih parametara — Luftbildinterpretation der Taxationsparameter

Od taksacijskih elemenata fotointerpretacijskim putem su mjerljivi, odnosno procjenjivi: visina i broj stabala na određenoj površini, širina krošanja, sklop, površina sastojine, a poznavanjem tih elemenata i njihovih korelacija mogu se procijeniti s ograničenom točnošću bonitet, prsni promjeri i drvena masa sastojina. Poznavanje tih elemenata nije toliko važno za identifikaciju i kartiranje šumskih zajednica kako je to bilo sa slikovnim i geomorfološkim parametrima.

S obzirom na perspektivu iz koje se vrši aerosnimanje, a i istraživanje (»odozgo«), širinu projekcije krošnja smatram najvažnijim i najpouzdanijim, direktno mjerljivim parametrom — karakterističnim za pojedine vrste drveća, a time i za njihovu identifikaciju i razgraničavanje. Taj je parametar to važniji, što pojedine vrste drveća, npr. bukva, u različitim nadmorskim visinama i različitim šumskim zajednicama imaju i različite širine krošanja.

Dimenzije krošanja stabala u ovim istraživanjima određivao sam i na pojedinačnim snimcima i na stereomodelu, služeći se prostornom markicom i klinastim razmjernikom kao praktičnijim i jednostavnijim pomagalom s kojim se može vrlo brzo »klupirati« velik broj krošanja. Mjerenja su pokazala da širina bukove krošnje, i to u šumi bukve i jele, iznosi 6 do 12 m. Međutim, širina bukovih krošanja i najviše varira, tako da porastom nadmorske visine u pretplaninskoj bukovoj šumi iznosi do 6 m, a u istoj zajednici, ali u klekovini, zbog velike zbitosti malih krošanja ona je nemjerljiva na korištenim aerosnimcima. Širina jelovih krošanja u zajednici jele s rebračom u Lesci iznosi od 5 do 9 m. Smreka na Lascu u gorskoj smrekovoj šumi ima krošnju široku 5 do 8 m. Na višim visinama pretplaninskog pojasa u paraklimaksnim zajednicama jele s mlilavom i pretplaninske smrekove šume obje vrste su dosta uže i krošnje su im široke 4 do 7 m. Naravno, o širini krošnje bora krivoljja, mjerenoj na taj način, ne može biti govora.

Ove rezultate smatram karakterističnim za pojedine vrste drveća i za šumske zajednice u kojima te vrste pridolaze, pa se mogu uvrstiti i u ključ za identifikaciju pojedinih šumskih zajednica.

Treba napomenuti da pri mjerenju širina krošanja stereomodel pruža, s obzirom na pogled odozdo, gotovo nezamjenjivu mogućnost.

Rezultati sobne fotointerpretacije — Ergebnisse der Zimmer — Luftbildinterpretation

Detaljnim istraživanjem pojedinih geomorfoloških, slikovnih i taksacijskih parametara i objedinjavanjem njihovih rezultata završena je pripremno-početna faza istraživanja. U njoj su ostvareni ovi rezultati:

Na području Nacionalnog parka »Risnjak« fotointerpretacijskom analizom šumske vegetacije utvrđeno je sedam šumskih zajednica. To su:

1. Šuma bukve i jele (*Abieti-Fagetum illyricum*),
2. Pretplaninska bukova šuma (*Aceri-Fagetum subalpinum*)
3. Šuma jele s milavom (*Calamagrosti-Abietetum*)
4. Šuma jele i rebrače (*Blechno-Abietetum*)
5. Gorska smrekova šuma (*Piceetum croaticum montanum*),
6. Pretplaninska smrekova šuma (*Piceetum croaticum subalpinum*)
7. Klekovina bora (*Pinetum mughi croaticum*)

Te zajednice u potpunosti (osim stjenovitih vrhova i središnjih dijelova uvala Lazac i Leska) prekrivaju područje Nacionalnog parka »Risnjak«.

O uočenim geomorfološkim, slikovnim i taksacijskim karakteristikama bilo je detaljno govora, a sumarni prikaz dat će se u konačnim rezultatima istraživanja i diskusiji. Ovdje je važno istaći mogućnost razgraničavanja pojedinih šumskih zajednica. Drugim riječima, navest ću na temelju dosadašnjih istraživanja koliko su pojedine šumske zajednice »kontrastne« u odnosu na okolinu, koliko je moguće pouzdano kartirati njihove granice i s kojom točnošću.

Očito je da će se šumske zajednice u čijem su sastavu četinjače odlično uočiti i izdvojiti u odnosu na listače. Dosadašnja istraživanja pokazuju da je moguće vrlo precizno povući granice ovih zajednica: klekovine bora, šume jele s milavom, gorske smrekove šume, pretplaninske smrekove šume, a samo mjestimično teže je precizno razgraničiti šumu bukve i jele i pretplaninsku bukovu šumu. To su lokaliteti gdje te dvije zajednice granice, a u šumi bukve i jele potpuno dominira bukva.

Zajednica jele s rebračom najteže je u istraživanom području za fotointerpretacijsko razgraničavanje. Naime, ona pridolazi u uvali Lesci, dijelu Parka koji je najviše bio eksploatiran i gdje je antropogeni utjecaj najočitiji. Osim toga, izvan uvale zajednicu okružuje šuma bukve i jele, ali mjestimično je bukve vrlo malo ili je i nema. Prijelaz jele i rebrače u šumu bukve i jele je razvučen, nije uočljiv, pa se na taj dio mora obratiti posebna pažnja u terenskim istraživanjima (slika 4). Prema tome, može se pretpostaviti da je prirodna stabilnost zajednice u tom području narušena, ili je došlo do nekih drugih promjena. Terenska istraživanja će dati odgovor na to pitanje.

Konačan rezultat pripremno-početnih fotointerpretacijskih istraživanja jest djelomična vegetacijska karta, s naznakama spornih lokaliteta gdje se moraju izvršiti terenske dopune rezultata prognostičkog kartiranja.

Terenska fitocenološka istraživanja — Phytocönologische Untersuchungen im Gelände

Terenska fitocenološka istraživanja uslijedila su nakon provedene sobne fotointerpretacije. Ona imaju dva zadatka:

— terestričkim istraživanjima u šumskim zajednicama treba verificirati rezultate prethodnih istraživanja i kartiranja;

— riješiti uočene probleme razgraničavanja šumskih zajednica i sve eventualne nejasnoće koje su se javile u prethodnoj fazi fotointerpretacijskih istraživanja.

Metoda rada — Arbeitsmethode

Biljni sastav, sistematsku fitocenološku pripadnost, ostale znanstveno važne i praktične osobitosti u opisu šumskih zajednica obavio sam po uobičajenim principima i metodama škole Zürich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1964).

Opisi šumskih zajednica izvršeni su u prvom redu na temelju vlastitih terenskih istraživanja i na temelju opisa Horvata (1953, 1962, 1963), te Rauša i Vukelića (1984).

U fitocenološkim tablicama životni oblici navedeni su prema Raunkiaeru, a preuzeti su od Rauša (1967) i Horvata (1938). Narodni nazivi uzeti su prema Raušu (1965).

Socijalnu pripadnost pojedinih vrsta odredio sam prema Horvatu (1938, 1949, 1962), Oberdorferu (1957), Horvatu, Glavaču i Ellembergu (1974) i prema Raušu (1975).

Sistematski položaj istraženih šumskih zajednica — Systematische Stellung der erforschten Waldgemeinschaften

Istražene šumske zajednice Nacionalnog parka »Risnjak« mogu se sistematski svrstati u ove jedinice:

Veg. krug: Jugoistočna i srednja Evropa (*Quercu-Fagetales*)

Razred: *Quercu Fagetea* Br.-Bl. et Vlieg 1937

Red: *Fagitalia* Pawl. 1928

Sveza: *Fagion illyricum* Horv. 1938

Ass: *Abieti-Fagetum illyricum* Horv. 1938

Ass: *Aceri-Fagetum subalpinum* Horv. 1938

Veg. krug: Zapadno-evropski borealni (*Quercu-Piceetales*)

Razred: *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939

Red: *Vaccinio-Piceetalia* (Pawl.) Br.-Bl. 1939

Sveza: *Abieti-Calamagrostion* Horv. 1954

Ass: *Calamagrosti-Abietetum* Horv. 1950

Sveza: *Piceion excelsae* Pawl. 1928

Ass: *Blechno-Abietetum* Horv. 1950

Ass: *Piceetum croaticum montanum* Horv. 1950

Ass.: *Piceetum croaticum subalpinum* Horv. 1950

Sveza: *Pinion mughi* Pawl. 1928

Ass.: *Pinetum mughi croaticum* Horv. 1938

Opis istraženih šumskih zajednica — Beschreibung der erforschten Waldgemeinschaften

Šuma bukve i jele — Der Buchen — Tannenwald
(*Abieti Fagetum illyricum* Horv. 1938)

To je po površini najveća šumska zajednica u Nacionalnom parku »Risnjak«. Zauzima gotovo dvije trećine površine i nema izrazitih zahtjeva

BIOLOŠKI OBLIK — LEBENSFORM	Broj snimke — Aufnahmenummer		1		3		2		5		4	
	Lokalitet — Lokalität	Staza ispod M. Bukovca	Odjel 7	Odjel 15	Prašuma B. stijene	Pogled						
Veličina snimke, m ² — Aufnahmefläche, m ²	400											
Datum	VI—83.	IX—83.	VI—83.		IX—83.							
Nadm. visina, m — Seehöhe, m	970	890	930	1050	1180							
Expozicija — Exposition	J—Z	Z	J—I	I	S							
Inklinacija — Hangneigung	40°	10°	15°	30°	30°							
Geološka podloga — Geologische Unterlage	vapnenac i dolomit											
Tlo — Bodenart	kalkokambisol											
Pokrovnost (‰) — Deckungsgrad (‰)												
— sloja drveća — Baumschicht	90	95	85	100	95							
— sloja grmlja — Strauchschicht	10	10	15	5	30							
— prizemnog rašća — Krautschicht	80	80	90	25	95							
— sloja mahova — Mooschicht	0	3	0	0	0							
Ukup. pokrovnost (‰) — Gesamtdeckungsgrad (‰)	100	100	100	100	100							

STUPANJ UCESCA — ANTEILSGRAD

FLORISTIČKI SASTAV — FLORIST. ZUSAMMENSETZUNG

I Sloj drveća — Baumschicht

Svojstvene vrste asocijacija, svezje i reda — Assoz., -Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:

PH	<i>Abies alba</i> Mill.	2.1	2.1	3.2	3.4	2.3	V
PH	<i>Fagus sylvatica</i> L.	3.3	3.3	2.2	2.2	2.3	V
PH	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	1.1	+	+	+		IV
PH	<i>Ulmus montana</i> Gled.	+	.	.	+	1.1	III
Pratilice — Begleiter:							
PH	<i>Picea abies</i> Karst.	.	+	.	1.1	.	II
PH	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	+	.	.	.	.	I

II Sloj grmlja — Strauchschicht

Svojstvene vrste asocijacija, svezje i reda — Assoz., -Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:

PH	<i>Fagus sylvatica</i> L.	1.1	+	1.1	+	2.2	V
PH	<i>Daphne mezereum</i> L.	+	+	+2	+		IV
PH	<i>Abies alba</i> Mill.	+	+	+	+	1.1	III
PH	<i>Daphne laureola</i> L.	+	+	+	.	.	III
PH	<i>Lonicera xylosteum</i> L.	+	+	+	.	+	III
PH	<i>Lonicera alpigena</i> L.	1.2	.	1.2	.	.	II
PH	<i>Corylus avellana</i> L.	.	.	+	.	2.2	II
PH	<i>Ulmus montana</i> Gled.	.	.	.	+	+	II
PH	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	+	.	.	.	+	II
PH	<i>Evonymus latifolia</i> (L.) Mill.	.	.	+	.	.	I
Pratilice — Begleiter:							
PH	<i>Rhamnus fallax</i> Boiss.	1.2	2.2	2.3	+	2.2	V
PH	<i>Sambucus racemosa</i> L.	R	R	+	.	+	III
PH	<i>Sorbus aria</i> (L.) Cr.	R	.	R	.	.	II
PH	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	R	.	R	.	.	I
PH	<i>Rubus idaeus</i> L.	.	.	+	.	.	I

III Sloj prizemnog rašća — Krautschicht

Svojstvene vrste asocijacija, svezje i reda — Assoz., -Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:

G	<i>Anemone nemorosa</i> L.	1.2	2.2	2.3	+2	+2	V
G	<i>Mercurialis perennis</i> L.	1.2	3.3	1.2	.	3.4	IV
H	<i>Carex sylvatica</i> Huds.	+2	1.2	+2	+2	.	IV
H	<i>Cardamine trifolia</i> L.	+	+2	+2	1.2	.	IV
H	<i>Polystichum lobatum</i> (Huds.) Pres.	+2	+2	.	.	1.2	IV
CH	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	+	+	+2	+2	.	IV
H	<i>Galeobdolon luteum</i> L.	2.2	+2	+2	.	2.2	IV
G	<i>Asperula odorata</i> L.	+2	1.2	1.2	.	.	III
H	<i>Sanicula europaea</i> L.	+	1.2	1.2	.	.	III
PH	<i>Fagus sylvatica</i> L.	1.2	+	.	.	1.1	III
H	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	+2	+2	.	.	+	III
H	<i>Hacquetia epipactis</i> (Scop.) D. C.	+	1.1	1.2	.	.	III
H	<i>Cardamine enneaphylos</i> L.	+	.	1.1	.	1.1	III
H	<i>Cirsium cristatales</i> (Jacq.) Scop.	2.2	+	1.2	.	.	III
CH	<i>Omphalodes verna</i> Mch.	1.1	+	1.1	.	.	III
H	<i>Lamium orcalia</i> L.	1.1	.	.	+	1.1	III
PH	<i>Daphne laureola</i> L.	.	1.1	+	+	.	III
PH	<i>Abies alba</i> Mill.	+	+	+2	.	.	III
H	<i>Actaea spicata</i> L.	+	+	+	.	.	III
G	<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	+	+	+	+	.	III
H	<i>Viola sylvestris</i> Lam.	R	+	R	.	1.2	III
H	<i>Milium effusum</i> L.	R	+	R	.	.	III
G	<i>Neottia nidus avis</i> (L.) Rish.	+	+	+	+	.	III
H	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Rehb.	.	+	+2	.	+	III
H	<i>Cardamine bulbifera</i> L.	.	+	.	+2	.	II
CH	<i>Ruscus hypoglossum</i> L.	R	.	+	.	.	II
PH	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	+	+	+	.	+	II
PH	<i>Daphne mezereum</i> L.	.	+	.	.	+	II
G	<i>Paris quadrifolia</i> L.	.	+	.	.	.	II
G	<i>Arum maculatum</i> L.	.	+	(+)	+	.	II
G	<i>Lilium martagon</i> L.	.	+	+	.	.	II
H	<i>Calamintha grandiflora</i> (L.) Mch.	.	+	R	.	.	I
H	<i>Cardamine polyphylla</i> L.	+	.	.	.	.	I
PH	<i>Ranunculus platensis</i> L.	+	.	.	.	.	I
PH	<i>Lonicera alpigena</i> L.	+	.	.	+2	.	I
H	<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) R. et Sch.	.	.	R	.	.	I
PH	<i>Corylus avellana</i> L.	.	.	.	.	.	I
G	<i>Lathyrus cornus</i> (L.) Bernh.	R	.	.	.	.	I
Pratilice — Begleiter:							
H	<i>Anemone nemorosa</i> L.	+	+	+	+	1.1	V
H	<i>Viola sylvatica</i> L.	+	+	+	+	1.1	IV
G	<i>Prenanthes purpurea</i> L.	+	R	+	R	.	IV
G	<i>Cyclamen europaeum</i> L.	R	+	+	+2	.	IV
H	<i>Athyrium filix femina</i> (L.) Roth	+2	.	+2	+2	.	III
H	<i>Nephridium filix mas</i> (L.) Rich.	1.2	.	.	1.2	+2	III
PH	<i>Rhamnus fallax</i> Boiss.	.	.	1.2	.	.	III
H	<i>Arenaria agrimonoides</i> (L.) Neck.	.	+	+	+	+	III
H	<i>Rubus hirtus</i> W. K.	R	.	+	+	R	III
H	<i>Scelopendrium vulgare</i> (L.) Sm.	.	.	+	+	2.2	III
H	<i>Helleborus niger</i> L.	.	R	+2	.	.	II
H	<i>Gentiana aclepiades</i> L.	.	.	+2	.	.	II
H	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	.	.	2.3	.	.	II
H	<i>Malanthemum bifolium</i> (L.) Schm.	+	+	+	.	.	II
H	<i>Primula alba</i> Gartin.	.	+2	+	.	.	II
G	<i>Symphitum tuberosum</i> L.	.	+	+	.	.	II
H	<i>Veronica urticifolia</i> Jacq.	R	+	+	.	.	II
H	<i>Hemipogon agrifolia</i> (Scop.) Cass.	+	+	+	.	.	II
CH	<i>Euphorbia corollata</i> Jacq.	+	+	+	.	.	II
CH	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.	+2	.	.	.	.	I
H	<i>Silene trilobum</i> (Jacq.) Cr.	+	.	+	.	.	I
H	<i>Helleborus multifidus</i> Vis.	+	.	+	.	.	I
G	<i>Dryopteris phegopteris</i> (L.) Ch.	.	.	+	.	.	I
H	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	.	R	.	.	.	I
H	<i>Hieracium montanum</i> L.	.	.	+	.	.	I
G	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Hump.	.	.	R	.	.	I
H	<i>Galium rotundifolium</i> L.	+	.	.	.	.	I
PH	<i>Rubus idaeus</i> L.	.	+	.	.	.	I
G	<i>Lactuca scariola</i> L.	R	.	.	.	.	I
H	<i>Angelica sylvestris</i> L.	.	.	R	.	.	I
H	<i>Aruncum dioecium</i> Rostk.	R	.	.	.	.	I
PH	<i>Rubus saxatilis</i> L.	.	.	.	.	R	I
CH	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	.	.	.	.	.	I
H	<i>Hieracium umbellatum</i> L.	.	.	R	.	.	I

IV Sloj mahova — Mooschicht

CH	<i>Polypodium atriplicatum</i> Moench	.	.	1.3	.	.	II
CH	<i>Dryopteris septentrionalis</i> (L.) Hedw.	.	.	1.3	.	.	II

za postojanost određenih sinekoloških faktora kao što je slučaj s ostalim zajednicama tog područja. Ta klimatogena šumska zajednica na istraživa-
nom području pridolazi najčešće u dva facijesa.

a) Facijes: *Mercurialis perennis*

Taj facijes pridolazi na umjereno strmim i razvedenim padinama, bez većih kamenih gromada na površini, a tlo pokriva sitnije oštrorubo kame-
nje. Zauzima pretežno toplije ekspozicije i zaobljenije vrhove, a razvijen
je na plićim tlima.

Mercurialis perennis je vrsta koja taj facijes vrlo dobro karakterizira
i ekološki i florno. Osobina facijesa je kvalitativna i kvantitativna osiroma-
šenost flornog sastava. Ta negativna diferencijacija vrlo dobro razluču-
je facijes *Mercurialis perennis* od ostalih varijanta te zajednice.

Rast drveća je u tom facijesu slabiji, što je u vezi s relativno slabim
produkcijskim potencijalom biotopa. Zbog plitkog tla koje slabo veže ko-
rijenski sustav drveća tu je broj izvaljenih stabala od vjetrova najveći. Na-
stale otvore u sklopu ispuni podmladak bukve, a jela se slabije podmla-
đuje.

Najznačajnije biljke ekološkog skupa koje karakteriziraju tu zajedni-
cu i daju temeljni pečat biotopu u kojem treba da se prirodno obnovi za-
jednica jesu:

U sloju drveća *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus* i *Ul-
mus montana*.

U sloju grmlja osim vrsta koje tvore i sloj drveća još pridolaze *Lonic-
era xylosteum*, *Daphne mezereum*, *Corylus avellana*, *Lonicera alpigena*,
Rhamnus fallax i dr.

Sloj prizemnog rašća tvore u prvom redu *Mercurialis perennis*, zatim
Asperula odorata, *Sanicula europaea*, *Anemone nemorosa*, *Pulmonaria of-
ficinalis*, *Omphalodes verna* i dr.

b) Facijes: *Omphalodes verna*

Facijes *Omphalodes verna* nalazimo na svim ekspozicijama, na blago
razvedenom reljefu, na platoima i zaravnima, u plitkim vrtačama, uglav-
nom tamo gdje su dobri uvjeti za razvoj dubljega smeđega karbonatnog
tla.

Velika frekvencija vrste *Omphalodes verna* daje karakterističan iz-
gled tom facijesu. U sloju prizemnog rašća uvjerljivo prevladavaju bazo-
filno-neutrofilni elementi bukovo-jelovih šuma. Kombinacija tih vrsta uka-
zuje na dobro, plodno, biološki vrlo aktivno tlo, odnosno stanište s vrlo
visokim produkcijskim potencijalom. Velika proizvodna sposobnost bioto-
pa i konkurentno nasilje bukve često uvjetuju mjestimičnu dominaciju bu-
kve na osvijetljenim mjestima u sastojini.

U fitocenološkoj tablici 2. glavne vrste ekološkog skupa koje karakte-
riziraju taj facijes (plohe 1, 3 i 2) jesu: u sloju drveća *Fagus sylvatica*,
Abies alba, *Acer pseudoplatanus*, u sloju grmlja *Lonicera xylosteum*, *Daph-
ne laureola*, *Corylus avellana* i ostale, a u sloju prizemnog rašća *Omphalo-
des verna*, *Sanicula europaea*, *Carex sylvatica*, *Asperula odorata*, *Anemo-
ne nemorosa* i dr.

Omphalodes verna tvori osnovni facijes u prebornim bukovo-jelovim šumama Gorskog kotara. U njemu dominiraju vrlo lijepa i kvalitetna stabla s velikom drvnom zalihom pa hektaru.

Biološki spektar životnih oblika daje ovu sliku: *phanerophyta* 21%, *chamaephyta* 9%, *hemikryptophyta* 51%, *geophyta* 19% i *therophyta* 0%. Na osnovi toga može se zaključiti da se radi o *hemikrypto-phanerophytskoj* (51 + 21%) zajednici uz velik udio *geophyta* (19%), što je sasvim normalno s obzirom na uvjete u kojima zajednica živi.

Pretpplaninska bukova šuma — Der subalpine Ahorn — Buchenwald (*Aceri-Fagetum subalpinum* Horv. 1938)

To je klimatogena zajednica, značajna za sva pretpplaninska područja hrvatskih planina, a na Risnjaku dolazi iznad 1150 metara nadmorske visine; nadovezujući se na pojas šume bukve i jele. To je po prostranstvu druga zajednica u Nacionalnom parku »Risnjak«, razvijena na gornjim padinama najviših vrhova, a na zapadnoj granici se grebenima spušta sve do ceste Gornje Jelenje — Lividraga.

Odlikuje se specifičnim izgledom, jer bukova stabla, isprva dobro i lijepo razvijena, s porastom nadmorske visine postaju sve niža, zdepastija i zavinuta, da bi na jugozapadnoj ekspoziciji potpuno polegla i pridošla pod sam vrh stjenovitoga Velikoga Risnjaka. Takav izgled bukve najvjernije odražava uvjete u kojima živi. Kratak vegetacijski period, niske ljetne temperature, obilan snijeg, vrlo česti mrazovi, jaki vjetrovi i vrlo intenzivna zračna strujanja klimatske su karakteristike pretpplaninskog područja na Risnjaku. Nigdje se tako snažno ne odražavaju klimatske prilike na izgled vegetacijskog pokrova kao u klekovini te zajednice.

Pretpplaninska bukova šuma poput prstena okružuje risnjački masiv, tvoreći mjestimično i gornju granicu šumske vegetacije, ali se većinom na nju nadovezuje klekovina bora. Najveće površine zaprema u jugozapadnom dijelu Parka oko Cajtnika, Viljskih stijena i Janjičarskog vrha, a krajnja istočna granica pridolaska su vrhovi Veliki i Mali Bukovac i greben koji ih spaja.

Zajednica je u višim predjelima svog pridolaska (klekovina bukve) razvijena na vapnenačkoj crnici (kalkomelansol), ali su najveće površine razvijene na jednom humoznom varijetetu smeđeg tla na vapnencu (kalkokambisol).

U sloju drveća prevladava bukva, a obilnije pridolazi i gorski javor. Jela se javlja samo pojedinačno na donjoj granici pridolaska zajednice, a smreka zakržljala, lošeg izgleda i prirasta javlja se pojedinačno tli u manjim grupama i u višim predjelima.

Sloj grmlja, kako se to vidi iz fitocenološke tablice br. 3, slabije je na tom području izražen, a u sloju prizemnog rašća susrećemo mnoge vrste iz gorskih i pretpplaninskih, napose bukovih šuma: *Ranunculus platanifolius*, *Cardamine enneaphylos*, *Valeriana tripteris*, *Hacquetia epipactis*, *Astrantia elatior*, *Helleborus niger* subsp. *macranthus*, *Allium ursinum*, *Aposeris foetida*, *Homogyne sylvestris* i dr.

Broj snimke — Aufnahmeummer	1	2	3	4	5
Lokalitet — Lokalität	Vilje	Vilj.	Stijene	Cajtnik	Janjič. vrh
Veličina snimke, m ² — Aufnahmefläche, m ²			400		
Datum	VI—83	VI—84	IX—83.		VI—83.
Nadm. visina, m — Seehöhe, m	1190	1300	1250	1360	1280
Expozicija — Exposition	Z	Z	S—Z	J—Z	J
Inklinacija — Hangneigung	35°	25°	45°	30°	35°
Geološka podloga — Geologische Unterlage	vapnenac i dolomit				
Tlo — Bodenart	kalkokambisol i kalkomelansol				
Pokrovnost (%) — Deckungsgrad (%)					
— sloja drveća — Baumschicht	80	90	95	80	85
— sloja grmlja — Strauchschicht	5	30	15	10	10
— prizemnog rašća — Krautschicht	70	70	60	50	40
— sloja mahova — Moosschicht	0	0	0	0	0
Ukup. pokrovnost (%) — Gesamtdeckungsgrad (%)	100	100	100	100	100

BIOLOŠKI OBLIK — LEBENSFORM

STUPANJ UČESCA — ANTEILSGRAD

FLORISTIČKI SASTAV — FLORIST. ZUSAMMENSETZUNG

I Sloj drveća — Baumschicht

Svojtvene vrste asocij., sveze i reda —
Asoz.,-Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:

PH	<i>Fagus sylvatica</i> L.	5.5	5.5	5.5	4.5	5.5	V
PH	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	1.1	1.1	2.1	2.1	.	IV
PH	<i>Ulmus montana</i> With.	.	.	+	.	.	I
Pratilice — Begleiter:							
PH	<i>Picea abies</i> Karst.	R	.	.	.	+	II
PH	<i>Sorbus aria</i> (L.) Cr	+	.	.	.	.	I
PH	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	.	.	+	.	.	I
PH	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	.	R	.	.	.	I

II Sloj grmlja — Strauchschicht

Svojtvene vrste asocij., sveze i reda —
Asoz.,-Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:

PH	<i>Fagus sylvatica</i> L.	1.2	2.3	2.3	2.2	2.3	V
PH	<i>Daphne mezereum</i> L.	1.2	+	+	1.2	.	IV
PH	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	+	+	.	+	.	III
PH	<i>Lonicera alpigena</i> L.	.	1.2	.	.	+	II
PH	<i>Abies alba</i> Mill.	.	R	.	+	.	II
Pratilice — Begleiter:							
PH	<i>Rosa alpina</i> L.	+	+	.	.	+	III
PH	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	(+)	R	.	R	.	III
PH	<i>Rhamnus fallax</i> Boiss.	.	R	.	.	.	II
PH	<i>Sorbus aria</i> (L.) Cr.	.	+	.	.	.	I

III Sloj prizemnog rašća — Krautschicht

Svojtvene vrste asocij., sveze i reda —
Asoz.,-Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:

H	<i>Cirsium erisithales</i> (Jacq.) Scop.	+	1.1	1.1	1.2	1.2	V
G	<i>Anemone nemorosa</i> L.	+	1.2	+	2.2	1.1	V
G	<i>Mercurialis perennis</i> L.	1.2	+	2.3	1.1	+	V
CH	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	+2	+2	1.2	+2	.	IV
G	<i>Asperula odorata</i> L.	.	+2	+2	+2	1.2	IV
H	<i>Phyteuma spicatum</i> L.	+	+	.	1.1	1.1	IV
H	<i>Ranunculus platanifolius</i> L.	+	+2	+	1.1	.	IV
H	<i>Viola sylvestris</i> Lam.	+	+	+	.	1.1	IV
H	<i>Hacquetia epipactis</i> (Scop.) DC.	1.2	.	1.2	+2	.	III
H	<i>Saxifraga rotundifolia</i> L.	+2	1.2	.	+2	.	III
H	<i>Calamintha grandiflora</i> (L.) Mch.	+2	.	+2	.	.	III
G	<i>Cardamine enneaphylla</i> (L.) Cr.	.	.	+	1.1	2.1	III
G	<i>Cardamine trifolia</i> L.	.	+	+2	+	.	III
H	<i>Cyclamen europaeum</i> L.	1.2	.	+2	+	.	III
G	<i>Salvia glutinosa</i> L.	1.2	+2	+	.	.	III
H	<i>Galium sylvaticum</i> L.	+2	+	+	+2	.	III
H	<i>Carex sylvatica</i> Huds.	+	.	+2	.	+2	III
H	<i>Aposperis foetida</i> (L.) Less.	1.1	+	.	+	+2	III
G	<i>Lilium martagon</i> L.	+	+	.	+	.	III
PH	<i>Fagus sylvatica</i> L.	+	.	.	+	+	III
H	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Rehb.	.	.	.	.	.	III
H	<i>Festuca sylvatica</i> L.	2.3	1.2	.	1.2	.	III
H	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	+	+	+	+	.	III
PH	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	+	+	.	.	.	II
H	<i>Valeriana tripteris</i> L.	R	+	.	.	.	II
H	<i>Santivula europaea</i> L.	.	.	.	+	R	II
H	<i>Vicia oroboides</i> Wulf.	(+)	.	+	.	.	II
H	<i>Anemone hepatica</i> L.	+	.	.	.	.	I
G	<i>Neottia nidus avis</i> (L.) Rich.	.	(+)	.	.	.	I
G	<i>Allium ursinum</i> L.	.	.	.	.	(+)	I
Pratilice — Begleiter:							
H	<i>Homogyne sylvestris</i> (Scop) Cass.	+	+2	.	+2	+	IV
G	<i>Prenanthes purpurea</i> L.	R	+	1.2	.	1.2	IV
H	<i>Aremonia agrimonoides</i> (L.) Neck.	+	+	.	1.1	1.1	IV
H	<i>Helleborus niger</i> L.	.	.	.	.	.	III
H	<i>Veronica macranthus</i> Freyn	4.3	1.2	3.3	.	.	III
PH	<i>Veronica urticifolia</i> Jacq.	1.2	1.2	+	.	R	III
H	<i>Rubus idaeus</i> L.	.	+	+	.	.	III
G	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.	+	+	+	R	.	III
H	<i>Neprodium filix-mas</i> (L.) Rich.	.	+2	.	+2	+2	III
H	<i>Siler trilobum</i> (Jacq.) Cr.	+	+2	.	.	R	III
H	<i>Primula elatior</i> (L.) Schreber	+	.	+	R	.	III
H	<i>Solidago virgaurea</i> L.	+	+	.	.	.	II
H	<i>Fragaria vesca</i> L.	+	+	.	+	.	II
CH	<i>Euphorbia carnolica</i> Jacq.	+	+	+	.	.	II
H	<i>Epilobium montanum</i> L.	+	+	.	.	R	II
H	<i>Melittis mellisophyllum</i> L.	+	.	.	R	.	II
H	<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	+	.	.	.	.	II
H	<i>Athyrium filix femina</i> (L.) Roth.	.	.	+2	.	1.1	II
H	<i>Heracleum montanum</i> L.	1.1	.	.	R	.	II
H	<i>Helleborus multifidus</i> Vis.	+2	.	.	.	R	II
H	<i>Senecio nemorensis</i> L.	+	+	.	R	.	II
H	<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	+	R	.	.	.	II
H	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	+2	.	.	+2	.	II
H	<i>Peucedanum oreoselinum</i> (L.) Mch.	+	.	.	.	.	I
H	<i>Scrophularia nodosa</i> L.	+	+	.	.	.	I
H	<i>Diphysalum saletifolium</i> L.	(+)	.	.	.	.	I
PH	<i>Picea abies</i> Karst.	.	.	.	.	R	I

BROJ SNIMKE — AUFNAHMENUMMER	1	3	2	5	4	STUPANJ UCESCA — ANTEILSGRAD
	Kloštar	Markov brlog	Lazi	Bijele stijene		
Lokalitet — Lokalität						
Veličina snimke, m ² — Aufnahmefläche, m ²			400			
Datum	VI—83.		IX—83.		VI—83.	
Nadm. visina, m — Seehöhe, m	1200	1000	950	980	1050	
Expozicija — Exposition	J	I	J	J—I	J—I	
Inklinacija — Hangneigung	30°	40°	30°	40°	30°	
Geološka podloga — Geologische Unterlage		vapnenac				
Tlo — Bodenart		crnica (kalkomelansol)				
Pokrovnost (%) — Deckungsgrad (%)						
— sloja drveća — Baumschicht	60	50	50	60	65	
— sloja grmlja — Strauchschicht	5	25	40	50	35	
— prizemnog rašća — Krautschicht	40	50	40	60	50	
— sloja mahova — Moosschicht	0	5	0	3	3	
Ukup. pokrovnost (%) — Gesamtdeckungsgrad (%)	85	95	95	100	100	

FLORISTIČKI SASTAV — FLORIST. ZUSAMMENSETZUNG

I Sloj drveća — Baumschicht

Svojtstvene vrste asoci., sveze i reda —

Assoz.,-Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:

PH	<i>Abies alba</i> Mill.	4.4	3.3	4.5	5.5	4.4	V
PH	<i>Picea abies</i> Karst.	1.1	2.2	1.1	+	1.1	V
Pratilice — Begleiter:							
PH	<i>Fagus sylvatica</i> L.	+	.	.	.	R	II
PH	<i>Sorbus aria</i> L. (Cr.)	.	R	.	.	.	I
PH	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	.	R	.	.	.	I
PH	<i>Ulmus montana</i> With.	.	.	+	.	.	I

II Sloj grmlja — Strauchschicht

Svojtstvene vrste asoci., sveze i reda —

Assoz.,-Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:

PH	<i>Picea abies</i> Karst.	+	1.2	+	+	+	V
PH	<i>Abies alba</i> Mill.	.	2.2	1.1	1.1	+	IV
PH	<i>Juniperus nana</i> L.	+.2	.	R	1.2	+.2	IV
PH	<i>Lonicera nigra</i> L.	.	+.2	R	+	1.2	IV
PH	<i>Rosa alpina</i> L.	1.1	+.2	.	+	+	IV
PH	<i>Lonicera alpigena</i> L.	.	.	+	.	R	II
Pratilice — Begleiter:							
PH	<i>Daphne mezereum</i> L.	1.1	+	R	+	.	IV
PH	<i>Rosa spinosissima</i> L.	+.2	+.2	1.1	+	.	IV
PH	<i>Rhamnus fallax</i> Boiss.	.	R	2.2	.	+	III
PH	<i>Sambucus racemosa</i> L.	+.2	+.2	.	R	.	III
PH	<i>Rubus idaeus</i> L.	.	+.2	1.2	+	.	III
PH	<i>Solanum dulcamara</i> L.	.	+	R	.	.	II
PH	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	.	.	.	+	.	I
PH	<i>Lonicera xylosteum</i> L.	.	.	2.2	.	.	I
PH	<i>Ulmus montana</i> With.	.	.	+	.	.	I

III Sloj prizemnog rašća — Krautschicht

Svojtstvene vrste asoci., sveze i reda —

Assoz.,-Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:

H	<i>Calamagrostis arundinacea</i> L. (Roth.)	3.3	2.3	2.3	3.3	2.3	V
H	<i>Valeriana tripteris</i> L.	+.2	2.2	1.2	1.2	+.2	V
H	<i>Cirsium erisithales</i> (Jacq.) Scop.	.	1.1	R	+	1.1	V
H	<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	+.2	+.2	+	R	R	V
H	<i>Asplenium trichomanes</i> L.	.	1.2	+.2	+	+	IV
PH	<i>Clematis alpina</i> (L.) Mill.	+	+	+	+	.	III
PH	<i>Picea abies</i> Karst.	+	+	+	+	.	III
G	<i>Polygonatum verticillatum</i> L.	+	+	+	+	.	III
PH	<i>Abies alba</i> Mill.	+.2	.	R	.	+	III
H	<i>Festuca sylvatica</i> L.	.	+	.	.	+	II
G	<i>Dryopteris phegopteris</i> L.	.	+	.	.	R	II
CH	<i>Lycopodium selago</i> L.	+	.	.	.	R	II
CH	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	R	.	.	+	.	II
H	<i>Arenaria agrimonoides</i> (L.) Neck.	.	.	.	.	R	II
H	<i>Veronica urticifolia</i> Jacq.	.	+	.	.	.	I

Diferencijalne vrste —

Differential-Arten:

H	<i>Homogyne sylvestris</i> (Scop.) Cass.	2.3	1.2	1.2	+	1.2	V
CH	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	+	R	.	.	1.2	III
H	<i>Cardamine trifolia</i> L.	.	+.2	.	+	1.2	III

Pratilice — Begleiter:

G	<i>Mercurialis perennis</i> L.	1.2	1.2	.	1.2	+	IV
H	<i>Solidago virgaurea</i> L.	+	+	1.1	+	.	IV
CH	<i>Omphalodes verna</i> Mch.	.	+.2	1.2	1.2	.	III
G	<i>Cyclamen europaeum</i> L.	+.2	.	+.2	.	+	III
PH	<i>Rosa spinosissima</i> L.	+	+	.	.	R	III
H	<i>Actaea spicata</i> L.	+	+	+	.	.	III
H	<i>Calamintha grandiflora</i> (L.) Mch.	+	+	+	.	.	III
H	<i>Scopolia carniolica</i> Jacq.	.	1.1	+	+.2	.	III
G	<i>Prenanthes purpurea</i> L.	.	R	+	+	.	III
H	<i>Polystichum lobatum</i> (Huds.) Chevall.	.	+.2	+	+	.	III
H	<i>Siler trilobum</i> (Jacq.) Cr.	+	+	+	.	.	II
T	<i>Geranium robertianum</i> L.	+	+	+	.	.	II
H	<i>Salvia glutinosa</i> L.	.	+.2	.	.	R	II
H	<i>Carex alba</i> Scop.	.	.	+	.	.	II
G	<i>Nephrodium spinulosum</i> (Mill.) Stremp.	.	1.2	+	+.2	.	II
CH	<i>Moehringia muscosa</i> L.	+	.	.	.	.	I
H	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Rehb.	+	.	.	.	.	I
CH	<i>Euphorbia carniolica</i> Jacq.	.	.	.	.	.	I
CH	<i>Gallium sylvaticum</i> L.	.	+	.	.	.	I
H	<i>Anemone hepatica</i> L.	.	1.2	.	.	.	I
CH	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	.	+	+	.	.	I
G	<i>Paris quadrifolia</i> L.	.	R	+	.	.	I
H	<i>Polystichum lonchitis</i> (L.) Roth.	.	+.2	.	.	.	I
H	<i>Nephrodium filix-mas</i> (L.) Rehb.	.	+.2	.	.	.	I
H	<i>Ranunculus platanifolius</i> L.	.	+	+	.	.	I
H	<i>Aruncus sylvestris</i> Kostel.	.	+	+	.	.	I
H	<i>Peucedanum oreoselinum</i> (L.) Mch.	.	+	+	.	.	I
H	<i>Senecio nemorensis</i> L.	.	+	+	.	.	I
H	<i>Asplenium nigrum</i> L.	.	.	R	.	.	I
H	<i>Fragaria vesca</i> L.	.	.	.	+	.	I
CH	<i>Polypodium vulgare</i> L.	.	.	(0)	.	.	I
H	<i>Asplenium ruta muraria</i> L.	.	R	.	.	.	I

IV Sloj mahova — Moosschicht:

CH	<i>Dicranum scoparium</i> (L.) Hedw.	.	1.2	.	1.2	1.2	III
CH	<i>Polypodium juniperinum</i> Wild.	.	1.2	.	.	.	I

Biološki spektar životnih oblika vrlo je sličan onome u šumi bukve. Jele: *phanerophyta* ima 20%, *chamaephyta* 3%, *hemikryptophyta* 58%, *geophyta* 19% i *terophyta* 0%.

Šuma jele i smreke s milavom — Der Reitgras-Tannenwald
(*Calamagrosti-Abietetum piceetosum* Horv. 1950)

Pretplaninska šuma jele i smreke s milavom razvijena je u Nacionalnom parku »Risnjak« u području bukve i jele u nižim, a u području pretplaninske bukove šume u višim predjelima. To je subasocijacija koja zauzima najkamenitije i najraskidanije, vrlo strme, ali vrlo sunčane padine i rubove ponikava — najčešće nasuprot pretplaninskoj smrekovoj šumi.

Ta je subasocijacija vezana dakle za izložene tople ekspozicije, za raskidane vapnenačke blokove i na često tanki sloj crnice između ili iznad tih blokova. Upravo stoga i impresionira golema snaga kojom jela i smreka obrašćuju te blokove i teže prirodnom razvitku u smjeru bukve i jele, a u višim područjima u smjeru pretplaninske bukove šume, kao klimato-genih zajednica tog područja.

Prema Gospodarskoj osnovi Nacionalnog parka »Risnjak« od 1980. godine ta subasocijacija zauzima nešto manje od 400 ha u Parku. Fragmentarno je razvijena, a značajniji kompleksi nalaze se u predjelu Bijelih stijena, Smrekovca i Kloštra. Inklinacija padina na kojima pridolazi često je preko 40 stupnjeva, a kamenitost i do 80%.

Na području Nacionalnog parka »Risnjak« rasprostranjena je samo ta subasocijacija, jer u sloju drveća uz jelu redovito je zastupljena smreka. Osim jele i smreke javlja se i bukva ali mnogo manje. Mukinja (*Sorbus aria*) i gorski brijest dolaze tek mjestimično. Treba napomenuti da u nižim predjelima Markova brloga, odmah iznad ceste, na oko 940 m pridolazi pojedinačno i lipa kao pratilica te subasocijacije. Sloj grmlja često varira od potpuno siromašnog do dobro razvijenog, a osim jele i smreke svakako je najznačajnija kletica (*Juniperus nana*), zatim crno pasje grožđe (*Lonicera nigra*), planinska ruža (*Rosa alpina*), sitno pasje grožđe (*Lonicera alpigena*). Od pratilica u sloju grmlja stalniji je obični likavac (*Daphne mezereum*) i žestika (*Rhamnus fallax*).

U sloju prizemnog rašća (tablica 4) obilnije su zastupljene ove vrste: trava milava (*Calamagrostis arundinacea*), odoljen (*Valeriana tripteris*), osjak (*Cirsium erisithales*), planinska pavit (*Clematis alpina*), šumska sirištara (*Gentiana asclepiadea*) i dr. Od diferencijalnih vrsta koje tu subasocijaciju dijele od subasocijacije jele i lipe s milavom (*Calamagrosti-Abietetum tilietosum* Horv. 1950) zastupljene su obilnije: šumska urezica (*Homogyne sylvestris*), borovnica (*Vaccinium myrtillus*) i trolisna režuha (*Cardamine trifolia*).

Sloj mahova nije tako dobro razvijen kao u smrekovim šumskim zajednicama tog područja, ali se stalnošću ističe *Dicranum scoparium*.

Biološki spektar za tu subasocijaciju ima ovu sliku: *phanerophyta* 28%, *chamaephyta* 16%, *hemikryptophyta* 43%, *geophyta* 11% i *terophyta* približno 2%.

Suma jele i rebrače — Der Rippenfarn-Tannenwald (*Blechno-Abietetum* Horv. 1950)

Suma jele i rebrače je jedna od najznačajnijih zajednica u šumskogospodarskom i prirodoznanstvenom pogledu. Pokriva velike prostore na silikatima Gorskog kotara. U sloju drveća izrazito dominira jela, pridružuje joj se rijetko na tom području smreka, ali zato bukva ima važan udio. Od ostalog drveća stalno je prisutna jarebika (*Sorbus aucuparia*).

Svojstvene vrste asocijacije imaju regionalan karakter, ali zajednicu jasno ograničavaju prema ostalim zajednicama u istom pojasu. To su vrste: *Blechnum spicant*, *Nephrodium oreopteris*, *Campylopus flexuosus*, *Melampyrum vulgatum* i ostale (Horvat, 1962).

Ta asocijacija na području Nacionalnog parka »Risnjak« pridolazi u dvije subasocijacije:

a) *Blechno-Abietetum galietosum rotundifolii (typicum)* Horv. 1950.

To je najrašireniji tip čiste jelove šume. U istraživanom području najbolje je razvijena na padinama prema uvali Lesci i na rubovima same uvale. U sloju drveća izrazito dominira jela, a mjestimično je obilnija bukva, i to u podstojnoj etaži.

U sloju grmlja najzastupljenije su: bukva, lijeska, jarebika i jela.

Kako ta subasocijacija dolazi na distrično smeđem i smeđem podzlostom tlu, a na silikatnoj podlozi, to u sloju prizemnog rašća pridolazi mnogo acidofilnih elemenata: okruglolisna broćika (*Galium rotundifolium*), borovnica (*Vaccinium myrtillus*), rebrača (*Blechnum spicant*), crvotočina (*Lycopodium clavatum*) i dr. Od svojstvenih vrsta sveze i reda stalnije su: zečje zelje (*Oxalis acetosella*), bekica (*Luzula forsteri*), *Luzula sylvatica*, *Luzula nemorosa*), runjika (*Hieracium murorum*), a od pratilica velevjetna marulja (*Calamintha grandiflora*), bijeli lopuh (*Petasites albus*), muška paprat (*Aspidium filix mas*), žuta kadulja (*Salvia glutinosa*), žuta mrtva kopriiva (*Galeobdolon luteum*), lazarkinja (*Asperula odorata*) i dr.

Sloj mahova relativno je dobro razvijen, a stalnošću se ističu kopičasti vlasak (*Polytrichum attenuatum*) i mah (*Dicraum scoparium*).

Za tu se subasocijaciju mora istaći da su ekonomski najvrednije šume u tom području, pa su zato najviše i sječene. Čak i danas, trideset godina poslije proglašenja Risnjaka nacionalnim parkom, šuma u Lesci se tretira kao čista gospodarska šuma.

b) Subasocijacija *Blechno-Abietetum jagetosum* Rauš 75.

Intenzivnom sječom i otvaranjem sklopa prelazi šuma jele s rebračom na toplijim staništima lako u bukovo-jelovu šumu, ali se u njoj brzo pojavljuje podmladak jele, koji najzad opet pretegne i sastavlja krasnu punodrvnu jelovu šumu pravilnog rasta i izvanrednih dimenzija (Rauš, 1984.).

Takav slučaj imamo na području Nacionalnog parka »Risnjak« u predjelu Sove (odjel 1) i u manjem dijelu uvale Leske. To je subasocijacija

BIOLOŠKI OBLIK — LEBENSFORM	Broj snimke — Aufnahmenummer	1	3	2	4	5	STUPANJ UČESCA — ANTEILSGRAD
	Lokalitet — Lokalität	Lazac		Donji podi		Šegine	
	Veličina snimke, m ² — Aufnahmefläche, m ²				400 m ²		
	Datum	IX—83.		VI—83.	IX—83.	VI—83.	
	Nadm. visina, m — Seehöhe, m	1070			1086	970	
	Expozicija — Exposition						S—1
	Inklinacija — Hangneigung	ravno					5°
	Geološka podloga — Geologische Unterlage	pješčenjак					
	Tlo — Bodenart	podzol					
	Pokrovnost (‰) — Deckungsgrad (‰)						
	— sloja drveća — Baumschicht	100	100	100	80	80	
	— sloja grmlja — Strauchschicht	10	15	10	10	30	
	— prizemnog rašća — Krautschicht	80	70	80	60	90	
	— sloja mahova — Moosschicht	10	5	10	3	15	
	Ukup. pokrovnost (‰) — Gesamtdeckungsgrad (‰)	100					

FLORISTIČKI SASTAV — FLORIST. ZUSAMMENSETZUNG

I Sloj drveća — Baumschicht							
Svojestvene vrste asocij., sveže i reda —							
Assoz.,-Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:							
PH	<i>Picea abies</i> Karst.	4.5	4.5	4.5	4.4	5.5	V
PH	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	+	.	+	.	R	III
PH	<i>Abies alba</i> Mill.	1.1	1.1	1.1	.	.	III
Pratilice — Begleiter:							
PH	<i>Fagus sylvatica</i> L.	1.2	1.2	+	1.1	.	IV
PH	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	.	.	.	+	.	I
II Sloj grmlja — Strauchschicht							
Svojestvene vrste asocij., sveže i reda —							
Assoz.,-Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:							
PH	<i>Picea abies</i> Karst.	+	+	+	R	1.1	V
PH	<i>Abies alba</i> Mill.	+	+	R	.	1.1	IV
PH	<i>Lonicera nigra</i> L.	2.3	+	1.2	.	2.3	IV
PH	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	1.2	.	+	.	+	III
Pratilice — Begleiter:							
PH	<i>Fagus sylvatica</i> L.	+2	1.2	1.2	1.2	1.2	V
PH	<i>Daphne mezereum</i> L.	.	.	.	+	+	II
PH	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	.	.	.	+	.	I
PH	<i>Salix grandifolia</i> Ser.	.	.	.	.	+	I
III Sloj prizemnog rašća — Krautschicht							
Svojestvene vrste asocij., sveže i reda —							
Assoz.,-Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:							
CH	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	2.3	1.2	1.2	2.2	1.3	V
PH	<i>Picea abies</i> Karst.	1.1	1.1	+	R	+	V
II	<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	1.2	+2	1.2	1.2	1.2	V
G	<i>Dryopteris phegopteris</i> L.	+2	1.2	+2	.	+2	IV
H	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	+2	+	.	1.2	+2	IV
G	<i>Polygonatum verticillatum</i> L.	+2	1.2	1.2	.	1.2	IV
H	<i>Arenaria agrimonoides</i> (L.) Neck.	.	+	+	.	+	III
PH	<i>Abies alba</i> Mill.	R	R	R	.	.	III
CH	<i>Lycopodium annotinum</i> L.	1.2	+2	.	.	1.2	III
H	<i>Luzula forsteri</i> (Sm.) D C	+2	.	.	+2	.	II
H	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) Schm.	.	.	.	.	.	I
Pratilice — Begleiter:							
H	<i>Cardamine trifolia</i> L.	1.2	2.3	1.2	1.2	+2	V
PH	<i>Rubus idaeus</i> L.	+	1.2	+2	+	1.2	V
CH	<i>Omphalodes verna</i> Mch.	+2	+	+	+	+	V
H	<i>Oralis acetosella</i> L.	2.3	3.3	2.3	.	1.2	IV
H	<i>Calamintha grandiflora</i> (L.) Mch.	+	+2	+	R	.	IV
H	<i>Doronicum austriacum</i> Jacq.	+	+	+	+	.	IV
G	<i>Prenanthes purpurea</i> L.	+	+	+	+	.	III
CH	<i>Euphorbia carniolica</i> Jacq.	+	+	+	.	.	III
H	<i>Nephradium spinulosum</i> (Mull.) Stremp.	1.2	1.2	2.2	.	.	III
H	<i>Galeobdolon luteum</i> L.	.	+2	+	+2	.	III
H	<i>Veratrum album</i> L.	+	+	+	.	.	III
H	<i>Luzula forsteri</i> (Sm.) D C	+2	.	.	+2	.	II
H	<i>Sanicula europaea</i> L.	.	.	.	+2	+	II
PH	<i>Fagus sylvatica</i> L.	(+)	.	R	.	.	II
G	<i>Symphytum tuberosum</i> L.	+	R	.	.	.	II
G	<i>Allium maritagon</i> L.	.	+	R	.	.	I
H	<i>Chaerophyllum sylvaticum</i> L.	.	+	.	.	.	I
H	<i>Hypericum perforatum</i> L.	.	R	.	.	.	I
H	<i>Ajuga reptans</i> L.	.	.	R	.	.	I
G	<i>Lysimachia nemorum</i> L.	+2	.	.	.	.	I
H	<i>Aposeris foetida</i> (L.) Less.	.	+	.	.	.	I
CH	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	.	.	R	.	.	I
H	<i>Cardamine eneaphylos</i> L.	.	.	+	.	.	I
H	<i>Nephradium filix mas</i> (L.) Rich.	.	.	+2	.	.	I
H	<i>Senecio nemorensis</i> L.	.	.	.	+	.	I
H	<i>Aruncus spicestrus</i> Kastel.	.	.	.	.	+	I
H	<i>Festuca sylvatica</i> L.	.	.	.	.	+	I
H	<i>Actaea spicata</i> L.	.	.	.	.	+	I
H	<i>Athyrium filix femina</i> (L.) Roth.	+	.	.	.	.	I
H	<i>Potentilla tormentilla</i> Stokes	+2	.	.	.	.	I
IV Sloj mahova — Moosschicht							
CH	<i>Polytrichum attenuatum</i> Menz.	2.3	1.2	+	.	1.3	IV
CH	<i>Dieranum scoparium</i> (L.) Hedw.	1.2	+	1.2	.	.	III
CH	<i>Sphagnum</i> sp.	.	.	.	1.2	+	II
CH	<i>Polytrichum juniperinum</i> Wild.	.	.	.	.	1.2	I

šume jele i rebrače s bukvom (*Blechno-Abietetum fagetosum* Rauš). Zajednica je razvijena na silikatima i škriljercima s blagim nagibom i različitim ekspozicijama. Tla su duboka, smeđa kisela na silikatima s vrlo malo sitnog skeleta.

Karakteristika biljnog sastava jest veći udio elemenata iz bukovo-jelovih šuma (*Sanicula europaea*, *Aposeris foetida*, *Omphalodes verna*, *Actaea spicata*, *Polygonatum multiflorum* i dr.).

U sloju drveća prevladava jela, ali naginje stablimičnoj strukturi, što nije karakteristika tipične šume jele s rebračom. Na otvorenijim mjestima prevladava trava milava (*Calamagrostis arundinacea*) što otežava podmlađivanje jele.

Fitocenoza jele i rebrače pridolazi samo u istočnom dijelu Parka, što je vezano sa silikatnom podlogom i kiselim tlima na njoj. Za to područje su prema tome vezani i jedini vodotoci u Nacionalnom parku »Risnjak«.

Biološki spektar zajednice jele i rebrače daje ovu sliku: od 91 vrste 18% su *phanerophyta*, 12% *chamaephyta*, 52% *hemikryptophyta*, 16% *geophyta* i 2% *terophyta*.

Gorska smrekova šuma — Der montane Fichtenwald (*Piceetum croaticum montanum* Horv. 1950)

To je paraklimaksna zajednica unutar šume bukve i jele, koja se na području Nacionalnog parka »Risnjak« prostire na zapadnoj strani uz cestu Gornje Jelenje-Lividraga. Zauzima zatvorene uvale Ĺazac (slika 5), Podi i Gašparac u kojima je veća koncentracija hladnog zraka, a u vezi s tim i niske temperature. To su dakle tipična mrazišta, pogodna za rast i razvoj smreke. Prema istraživanjima Maksića (1949) temperatura se u smrekovoj šumi u Lascu u kolovozu noću često spusti do $-0,1$ °C. Karakteristično je za te uvale da su na hladnijim stranama redovito obrasle gorskom smrekovom šumom, a na ostalim, toplijim stranama šumom bukva i jele, u čijem području ta lokalno uvjetovana zajednica i pridolazi. Konfiguracija terena na kojima ona dolazi redovito je ravničarska i već uspon od nekoliko metara uvjetuje obilnije javljanje bukve, a time i promjenu zajednice u šumu bukve i jele. Već je ranije objašnjeno da se porastom visine mijenja geološka podloga i tlo i da je to uzrok za prestanak gorske smrekove šume. Na rubu uvale Gašparca ta je zajednica široka tek dvadesetak metara, a porastom nadmorske visine prelazi u srodnu pretplaninsku smrekovu šumu. U Lascu pridolazi na 1069 m, u Podima na 1086, a na rubu Gašparca na 970 m. Visinska razlika pridolaska od tih visina je svega nekoliko metara.

Prema geološkim istraživanjima, te su uvale prekrivene naplavinama kršja, valutica, šljunka i pijeska, što se tijekom vremena spralo s okolnih planina. Zbog toga su i visine i sastav ovih uvala različiti od onoga u Lascu. Tlo na kojem zajednica pridolazi je podzol.

Gorska smrekova šuma rasprostranjena je u Parku na oko 20 ha i veći dio se nalazi u gospodarskom dijelu Parka. S gospodarskoga gledišta to su jednolične, prekrasne smreke, visoke preko 30 m, velike ekonomske vrijednosti.

U izrazito razvijenom sloju drveća, uz dominantnu smreku pridolazi jela i bukva slabih dimenzija. Također se javlja i jarebika (*Sorbus aucuparia*) s većom stalnošću nego se to iz fitocenoloških snimaka (tablica br. 6) može vidjeti.

Sloj grmlja je veoma slabo razvijen i u njemu osim stalne i jednolične smreke obilno pridolazi crna kozokrvina (*Lonicera nigra*), mjestimično jarebika (*Sorbus aucuparia*), a od pratilica u manjim grupama bukva.

Sloj prizemnog rašća je vrlo bujan i obiluje acidofilnim vrstama, naročito velikim skupinama borovnice (*Vaccinium myrtillus*), smrekine crvotočine (*Lycopodium annotinum*), dlakave bekice (*Luzula pilosa*) i ostalih karakterističnih vrsta reda, sveze i asocijacije. Od pratilica obilno su zastupljene trolisna režuha (*Cardamina trifolia*), zečje zelje (*Oxalis acetosella*), malina (*Rubus ideaus*), mišje uho (*Omphalodes verna*) i ostali elementi, najčešće iz reda *Fagetalia*, čijim je zajednicama gorska smrekova šuma i okružena.

Sloj mahova je također vrlo dobro razvijen, a velikom stalnošću pridolaze: kopičasti vlasak (*Polytrichum attenuatum*), mah (*Dicranum scoparium*), mah tresetar (*Sphagnum* sp.) i ostali.

Nema sumnje da je ta zajednica nekada potpuno prekrivala spomenute uvale i zauzimala mnogo veće površine, ali je zbog intenzivne sječe radi dobivanja plodnih pašnjaka ustuknula pred ljudskim potrebama i danas se zadržala tek na rubovima uvala. To dokazuje i mnoge dobro utabane staze i kamene zidine torova u njima.

Biološki spektar za tu zajednicu pokazuje ovaj odnos: *phanerophyta* 18%, *chamaephyta* 18%, *hemikryptophyta* 51%, *geophyta* 13% i *terophyta* 0%.

Pretplaninska smrekova šuma — Der subalpine Fichtenwald (*Piceetum croaticum subalpinum* Horv. 1950)

Kao i gorska smrekova šuma, to je paraklimaksna zajednica koja pridolazi u nižim područjima u pojasu bukve i jela, a u višim u pojasu pretplaninske bukove šume. Vezana je za hladne, zasjenjene položaje brojnih ponikava, za područje visokog i dugotrajnog snijega, gdje je vegetacijski period kraći i uvjeti su drugačiji od uvjeta u uvalama gorske smrekove šume. Ta se razlika osim u biljnom sastavu očituje u dimenzijama i uzrastu stabala, u uskoj krošnji, spuštenim granama, uskim finim godovima, tvrdoći drveta i slično.

Zajednica zauzima na području parka oko 40 ha i najčešće je fragmentarno razvijena, od ponikve do ponikve. Najviše je rasprostranjena u predjelu Smrekovca, a veći se kompleksi nalaze u području Bijelih stijena i u trokutu između Gašparca, Bukova vrha i Kloštra.

Karakteristike terena na kojima ta zajednica pridolazi su veliki nagibi, često preko 40 stupnjeva, i velika kamenitost, više puta i preko 50%. To su veliki vapnenačko-dolomitni blokovi u kojima su izvanredno lijepo izraženi fenomeni krša. Velike škrape i provalije gotovo onemogućavaju kretanje u pojedinim dijelovima Bijelih stijena, pa takva konfiguracija i nepristupačnost daju sa sigurnošću naslutiti da u tim područjima nije ni-

BROJ SNIMKE — AUFNAHMENUMMER	1		2		3		4		5	
	Lokalitet — Lokalität		Gašparac	Markov brlog	Smrekovac	Bijeje	stijene			
Veličina snimke, m ² — Aufnahmefläche, m ²				400 m ²						
Datum		VI—83.	IX—83.	VI—83.	IX—83.					
Nadm. visina, m — Seehöhe, m		1050	960	1070	960	940				
Expozicija — Exposition		S	S	S—Z	S—I	S				
Inklinacija — Hangneigung		30°	25°	35°	20°	35°				
Geološka podloga — Geologische Unterlage				vapnenac i dolomit						
Tlo — Bodenart				crnica sa sirovim humusom						
Pokrovnost (‰) — Deckungsgrad (‰)										
— sloja drveća — Baumschicht		60	60	80	90	70				
— sloja grmlja — Strauchschicht		30	25	20	25	15				
— prizemnog rašća — Krautschicht		50	80	70	60	60				
— sloja mahova — Moosschicht		3	10	3	5	5				
Ukup. pokrovnost (‰) — Gesamtdeckungsgrad (‰)		85	100	100	100	90				

FLORISTIČKI SASTAV — FLORIST. ZUSAMMENSETZUNG

I Sloj drveća — Baumschicht

Svojstvene vrste asocij., sveze i reda —
Assoz., -Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:

PH	<i>Picea abies</i> Karst.	5.5	5.5	5.5	5.5	4.5	V
PH	<i>Abies alba</i> Mill.	+	.	1.1	.	1.1	III
PH	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	R	.	.	R	+	III

Pratilice — Begleiter:

PH	<i>Fagus sylvatica</i> L.	+	.	.	R	+	III
----	---------------------------	---	---	---	---	---	-----

II Sloj grmlja — Strauchschicht

Svojstvene vrste asocij., sveze i reda —
Assoz., -Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:

PH	<i>Picea abies</i> Karst.	1.1	2.3	+	2.2	1.1	V
PH	<i>Lonicera nigra</i> L.	2.2	1.1	+	1.2	+	V
PH	<i>Abies alba</i> Mill.	1.2	+	1.1	1.1	+	V
PH	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	1.2	1.1	+	.	R	IV
PH	<i>Rosa pendulina</i> L.	+	.	+	+	+	IV
CH	<i>Rubus saxatilis</i> L.	+	.	+	+	+	III
PH	<i>Salix grandifolia</i> Ser.	1.2	1.2	R	.	.	III

Pratilice — Begleiter:

PH	<i>Fagus sylvatica</i> L.	.	+	+	R	.	III
PH	<i>Sambucus racemosa</i> L.	1.2	R	.	.	R	III
PH	<i>Rubus idaeus</i> L.	+	.	R	.	.	II
PH	<i>Rosa spinosissima</i> L.	+	.	.	.	.	I
PH	<i>Daphne mezereum</i> L.	.	+	.	.	.	I

III Sloj prizemnog rašća — Krautschicht

Svojstvene vrste asocij., sveze i reda —
Assoz., -Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:

CH	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	1.2	2.3	2.2	+2	1.2	V
CH	<i>Vaccinium vitis idaea</i> L.	+2	+2	1.2	+2	2.3	V
CH	<i>Lycopodium annotinum</i> L.	1.2	1.2	1.3	2.2	1.3	V
H	<i>Homogyne sylvestris</i> (Scop.) Cass.	+2	1.2	+2	+	1.1	V
H	<i>Asplenium trichomanes</i> L.	+2	+	+2	+	+	V
PH	<i>Picea abies</i> Karst.	+	+	+	+	+	V
PH	<i>Abies alba</i> Mill.	+	+	+	+	+	V
CH	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	+	.	+	1.2	+	IV
H	<i>Valeriana tripteris</i> L.	+2	+2	+	+2	+	IV
H	<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	+2	+2	.	+	R	IV
PH	<i>Clematis alpina</i> (L.) Mill.	+	R	+	+	.	IV
H	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth.	+	1.2	1.2	+2	.	IV
H	<i>Veronica articulata</i> Jacq.	+	+	.	.	R	III
PH	<i>Rosa pendulina</i> L.	+	+	.	+	R	III
H	<i>Cirsium erisithales</i> Jacq. Scop.	.	+	+	+	+	III
CH	<i>Lycopodium selago</i> L.	.	+2	+	.	+2	III
G	<i>Listera cordata</i> (L.) R. Br.	+	+	+	+	R	III
H	<i>Asplenium viride</i> Huds.	.	+	+	+	1.1	III
H	<i>Malanthemum bifolium</i> (L.) Schm.	.	+	.	(+)	1.1	III
H	<i>Luzula sylvatica</i> (Huds.) Geud.	.	+	+	.	1.1	II
T	<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	.	+	.	.	1.1	II
CH	<i>Rubus saxatilis</i> L.	+	.	.	.	+	II
H	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	+	1.2	.	.	.	II
G	<i>Dryopteris phegopteris</i> L.	+	.	.	+2	.	II
G	<i>Polygonatum verticillatum</i> L.	.	.	R	.	1	I

Pratilice — Begleiter:

H	<i>Oxalis acetosella</i> L.	+	+	1.1	+	+	V
H	<i>Cardamine trifolia</i> L.	1.2	R	+	1.2	+	V
H	<i>Actaea spicata</i> L.	1.2	+	.	1.2	.	III
G	<i>Prenanthes purpurea</i> L.	+	+	(+)	.	.	III
PH	<i>Fagus sylvatica</i> L.	+	+	.	R	R	III
H	<i>Viola sylvestris</i> Lam.	.	+	.	+	.	II
CH	<i>Moehringia muscosa</i> L.	.	+	.	+	.	II
G	<i>Anemone nemorosa</i> L.	+	.	.	R	.	II
H	<i>Ranunculus platensis</i> L.	.	(+)	.	.	.	I
H	<i>Solidago virgaurea</i> L.	+	.	.	.	.	I
G	<i>Paris quadrifolia</i> L.	.	.	.	(+)	.	I
G	<i>Cardamine enneaphylos</i> (L.) Cr.	.	.	R	.	.	I
H	<i>Myosotis muralis</i> (L.) Rabh.	.	.	.	.	(+)	I
H	<i>Athyrium filix femina</i> (L.) Roth.	.	.	.	R	.	I

IV Sloj mahova — Moosschicht

CH	<i>Hylacomium loreum</i> B. et S.	.	+	+	1.2	1.2	IV
CH	<i>Sphagnum</i> sp.	1.2	+2	+2	+2	R	IV
CH	<i>Polypodium juniperinum</i> Willd.	+2	1.2	.	.	R	III
CH	<i>Polypodium attenuatum</i> Menz.	.	1.2	+	+	R	III
CH	<i>Dicranum scoparium</i> (L.) Hedw.	.	1.2	.	.	R	II

kada bilo antropogenih zahvata. Prašumska fizionomija zajednica to također mjestimično potvrđuje. Zbog takve konfiguracije terena sklop je često rijedak ili potpuno prekinut.

Pretplaninska smrekova šuma u tom je području razvijena na vapnenačko-dolomitnim blokovima, na jednom varijetetu crnice sa sirovim humusom (Martinović, 1973).

Biljnu gradu te zajednice vrlo je interesantno pratiti usporedo s gorskom smrekovom šumom. Zajednice su na području Gašparca udaljene tek nekoliko metara, ali su razlike u njihovoj građi evidentne.

Sloj drveća (tablica br. 7) sačinjava gotovo samo smreka, jela je mnogo rjeđa, dok je udio bukve sasvim neznatan. Još se u sloju drveća javlja jarebika (*Sorbus aucuparia*).

Sloj grmlja jače je razvijen nego u gorskoj smrekovoj šumi, a osim smreke, crne kozokrvine (*Lonicera nigra*) i jarebrike česta je i velelisna vrba (*Salix grandifolia*), dok je planinska kozokrvina rijetka (*Lonicera borbasiana*).

Usporedba sloja prizemnog rašća svakako je najinteresantnija i najbolje odražava biljnu gradu te zajednice. Osim acidofilnih elemenata koji pridolaze i u gorskoj smrekovoj šumi (*Vaccinium myrtillus*, *Lycopodium annotinum*, *Luzula pilosa* i dr.) u pretplaninskoj smrekovoj šumi pridolaze vrste koje jasno diferenciraju te dvije zajednice. To su: brusnica (*Vaccinium vitis idaea*), urezica šumska (*Homogyne sylvestris*), sleznica (*Asplenium trichomanes*), planinska pavit (*Clematis alpina*), osjak (*Cirsium erithales*), bijeli žabnjak (*Ranunculus platanoifolius*), odoljen (*Valeriana tripteris*) i koprivolisna čestoslavica (*Veronica urticifolia*).

Sloj mahova je vrlo dobro razvijen i s velikom stalnošću pridolaze *Hylocomium loreum*, *Sphagnum* sp., *Polytrichum* sp. i ostali mahovi.

Prema Horvatovim istraživanjima (1963) pretplaninska smrekova šuma je po biljnom sastavu vrlo slična u čitavom ovom arealu.

Biološki spektar pokazuje ovu sliku: *phanerophyta* 27%, *chamaephyta* 21%, *hemikryptophyta* 37%, *geophyta* 13% i *terophyta* 2%.

Klekovina bora krivulja — Der Kroatische Legföhrengebüsch (*Pinetum mughi croaticum* Horv. 1938)

Na pojas pretplaninske bukove šume, koja porastom nadmorske visine postaje sve niža i niža, da bi na svojoj gornjoj granici poprimila klekast oblik, na Risnjaku se nadovezuje također klimatogena zajednica — klekovina bora. Ona ujedno predstavlja i gornju granicu šumske vegetacije na tom području.

To je zajednica u kojoj sloj drveća zbog uvjeta u kojima živi nije razvijen. Vrlo kratak vegetacijski period, velike naslage snijega, vrlo niske temperature, jaki i česti vjetrovi omogućuju rast bora krivulja najčešće jedan do dva metra visine. Bukva koja je česta u sastavu te zajednice također je klekasta oblika i nešto viša od krivulja. Smreka se obično izdiže iznad krivulja, ali je veoma zakržljala, a grane i vrhovi su na strani jačeg udara vjetrova posve osušeni.

Klekovina bora je na risnjačkom području vrlo dobro razvijena i dosta sačuvana. Naime, poznato je, da su velike površine klekovine u Hrvatskoj i Bosni u prošlosti iskrčene i sačuvane fragmentarno tek na najstrmijim i najizložnijim grebenima, stijenama i točilima. Na Risnjaku, uglavnom zbog slabe naseljenosti tog područja, teške pristupačnosti i nemogućnosti razvoja planinskog stočarstva, klekovina je ostala većinom sačuvana. Naročito je dobro razvijena na sjevernoj strani masiva, gdje je prijelaz s preplaninske bukove šume vrlo oštar, dok je na ostalim, više ili manje toplijim ekspozicijama masiva klekovina često na prijelazu pomiješana s bukvom ili smrekom, ili pak iz pojasa klekovine vrlo često »izviru« gole risnjačke stijene.

Osnovni pravac rasprostranjenosti klekovine je sjever-jug, od Sjevernog Malog, preko Velikog, do Južnog Malog Risnjaka. Početak visinskog pridolaska je na oko 1400 m i već na 1410 m, na rubovima Schlosserove livade sasvim je dobro razvijena. Donja granica klekovine je na Risnjaku dake niža nego u drugim dijelovima Dinarida, što je uvjetovano specifičnim zemljopisnim položajem i prirodnim uvjetima risnjačkog masiva. Visinski pojas rasprostranjenosti klekovine ovdje je oko 100 m, od 1400 do 1500 m nadmorske visine.

Vrlo je značajno spuštanje klekovine, zbog obrata visinskih pojasa, u ponikvama, duboko u područja visoke šume. Kao što je već objašnjeno, ona u ponikvama redovito zauzima hladnije položaje, ponekad i samo dno. U Viljskoj ponikvi se spustila na 1184 m nadmorske visine. Takvih ponikava na području Nacionalnog parka »Risnjak« ima dosta, ali širina visinskog pojasa te klimatogene zajednice je od 1400 m naviše.

Zajednica pridolazi na vapnenačko-dolomitnoj podlozi, i to na vapnenačko-dolomitnoj crnici (kalkomelansol).

U biljnom sastavu (tablica br. 8) bor krivulj (*Pinus mugho*) na fitocenološkim snimcima prekriva gotovo 100% površine. Osim bukve i smreke u sloju grmlja su velikom stalnošću zastupljene vrste: planinska jarebika (*Sorbus aucuparia* var. *glabra*), mukinjica (*Sorbus chamaemespilus*), planinska ribizla (*Ribes alpinum*), vrbe (*Salix grandifolia*, i *Salix silesiaca*), dlakavi sleč (*Rhododendron hirsutum*) ruža (*Rosa pendulina*) i mnoge druge. Također je dosta zastupljena planinska kozokrvina (*Lonicera borbasiana*), sa sociološkog gledišta vrlo važan florni element jer prema Horvat u (1962), ne pridolazi u alpskoj klekovini, a nema je ni u srpskoj klekovini (*Pinetum mughi serbicum* Jov. 1955).

Biljni sastav prizemnog rašća i mahova jasno upućuje na pripadnost zajednice redu *Vaccinio-Piceetalia*, a od pratilica su uglavnom vrste roda *Fagetalia*, na čije se asocijacije klekovina bora kao klimatogena zajednica tog područja i nadovezuje.

Biološki spektar za klekovinu bora na tom području pokazuje ovaj odnos: *phanerophyta* 36%, *chamaephyta* 14%, *hemikryptophyta* 40%, *geophyta* 8% i *terophyta* 2%. Takav odnos (*phanerophyta* + *hemikryptophyta* = 76%) sasvim je u skladu s uvjetima u kojima zajednica živi.

Broj snimke — Aufnahmenummer	1	2	3	4	5
Lokalitet — Lokalität	Veliki Risnjak				
Veličina snimke, m ² — Aufnahmefläche, m ²	400 m ²				
Datum	VI—83.		IX—83		VI—83
Nadm. visina, m — Seehöhe, m	1400—1500 m				
Expozicija — Exposition	SZ—S—SI				
Inklinacija — Hangneigung	20—35°				
Geološka podloga — Geologische Unterlage	vapnenac i dolomit				
Tlo — Bodenart	crnica (kalkmelansol)				
Pokrovnost (‰) — Deckungsgrad (‰)					
— sloja grmlja — Strauchschicht	100	80	90	100	100
— prizemnog rašća — Krautschicht	25	25	25	25	25
— sloja mahova — Moosschicht	10	5	5	5	5
Ukup. pokrovnost (‰) — Gesamtdeckungsgrad (‰)	100	100	100	100	100

BIOLOŠKI OBLIK — LEBENSFORM

STUPANJ UCESCA — ANTEILSORAD

FLORISTIČKI SASTAV — FLORIST. ZUSAMMENSETZUNG

I Sloj grmlja — Strauchschicht
Svojevrsne vrste asocijacija, sveze i reda —
Asoz., -Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:

PH	<i>Pinus mughus</i> Scop.	3.4	3.3	4.5	5.5	5.5	V
PH	<i>Salix grandifolia</i> Ser	1.1	1.1	+	+	+	V
PH	<i>Lonicera borbasiana</i> (Kze.) Deg.	1.2	1.2	+2	1.2	+2	V
PH	<i>Sorbus chamaemespilus</i> (L.) Cr.	+	+	+	+	+	V
PH	<i>Picea abies</i> Karst.	+	+	+	+	+	V
PH	<i>Fagus sylvatica</i> (L.)	1.2	1.2	+2	+	+	V
PH	<i>Ribes alpinum</i> L.	+	+	+2	+	+	V
PH	<i>Juniperus nana</i> L.	1.2	1.2	+2	+	+	V
PH	<i>Clematis alpina</i> (L.) Mill.	+	+	+	1.2	+	V
PH	<i>Lonicera alpigena</i> (L.) Mill.	+	+	+	+	+	V
PH	<i>Rosa pendulina</i> L.	1.2	.	+	1.2	+	IV
PH	<i>Sorbus acupaira glabra</i> Hedl.	+	+	.	.	.	II
PH	<i>Rhododendron hirsutum</i> L.	+	+	.	.	.	II
PH	<i>Salix silesiaca</i> Willd.	.	+	+	.	.	II

Pratilice — Begleiter:

PH	<i>Rhamnus fallax</i> Boiss.	+	1.2	.	+	+	IV
PH	<i>Daphne mezereum</i> L.	+	.	.	.	+	II
PH	<i>Rosa spinosissima</i> L.	.	.	+	.	.	II
PH	<i>Juniperus sabina</i> L.	.	+	.	.	.	II
PH	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	+	.	.	+	.	II
PH	<i>Sorbus aria</i> L.	.	.	+	.	.	I
PH	<i>Clematis recta</i> L.	.	.	+	.	.	I

II Sloj prizemnog rašća — Krautschicht
Svojevrsne vrste asocijacija, sveze i reda —
Asoz., -Verb.-u. Ord.-Char.-Arten:

H	<i>Saxifraga rotundifolia</i> L.	+	+	+	+	+	V
CH	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	+2	+2	+2	+2	.	IV
CH	<i>Lycopodium annotinum</i> L.	+	+	+	+	+	IV
H	<i>Valeriana tripteris</i> L.	+	.	.	+	.	III
H	<i>Luzula forsteri</i> (Sm.) D C	R	.	+	+	R	III
H	<i>Veratrum album</i> L.	+	+	.	.	+	III
PH	<i>Rubus saxatilis</i> L.	+	.	+	+	.	III
CH	<i>Vaccinium vitis idaea</i> L.	R	.	+	R	.	III
H	<i>Luzula sylvatica</i> (Huds.) Gaud.	.	+2	.	+	R	III
CH	<i>Lycopodium selago</i> L.	R	.	.	+	R	III
G	<i>Polygonatum verticillatum</i> L.	.	.	+	.	.	II
H	<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	+2	.	+	.	.	II
G	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.	+2	.	.	+2	.	II
H	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth.	+2	.	.	+2	.	II
T	<i>Melampyrum vulgatum</i> L.	.	+	.	+	.	II
CH	<i>Arctostaphylos uva ursi</i> (L.) Spr.	+2	.	+2	.	.	II
H	<i>Nardus stricta</i> L.	.	+	.	.	.	I
CH	<i>Erica carnea</i> L. reg.	R	.	.	.	.	I
H	<i>Adenostyles alliariae</i> (Gon.) Kern.	.	.	R	.	.	I

Pratilice — Begleiter:

H	<i>Oxalis acetosella</i> L.	+	+	+	+	+	V
G	<i>Anemone nemorosa</i> L.	+	+	+	+	+	V
PH	<i>Rubus idaeus</i> L.	+	.	+	+	+	IV
H	<i>Siler trilobum</i> (Jacq.) Cr.	+	+	.	+	+	III
H	<i>Homogyne sylvatica</i> (Scop.) Cass.	+	+	.	.	.	III
G	<i>Allium martagon</i> L.	.	.	R	.	.	II
G	<i>Mercurialis perennis</i> L.	.	.	+	+	.	II
H	<i>Laserpitium latifolium</i> L.	.	.	+	+	.	II
H	<i>Aposeria foetida</i> (L.) Lesc.	.	+	.	+	.	II
H	<i>Polygala chamaebuxus</i> L.	+	.	.	.	.	II
H	<i>Laserpitium siler</i> L.	.	+	.	.	.	I
H	<i>Cirsium eristhales</i> (Jacq.) Scop.	+	.	.	.	.	I
H	<i>Hypericum perforatum</i> L.	.	.	+	+	.	I
H	<i>Peucedanum cervaria</i> (L.) Lap.	.	.	+	+	.	I
H	<i>Aconitum vulparia</i> Rehb.	.	.	+	.	.	I
H	<i>Lathyrus niger</i> (L.) Beenh.	.	.	.	.	.	I
H	<i>Ranunculus thora</i> L.	.	R	.	+	.	I
H	<i>Athyrium filix femina</i> (L.) Roth.	+	.	.	.	R	I
H	<i>Senecio nemorensis</i> L.	.	+	.	.	.	I

IV Sloj mahova — Moosschicht

CH	<i>Dicranum scoparium</i> (L.) Hedw.	1.2	+2	+2	+2	+2	V
CH	<i>Hylacomium loreum</i> B. et S.	+2	+2	+2	+2	+2	V
CH	<i>Sphagnum</i> sp.	+	.	+2	.	.	I

Rezultati terenskih istraživanja — Ergebnisse der Geländeuntersuchungen

Terenska istraživanja bila su usmjerena u dva pravca: prvi, fitocenološkim snimcima u svakoj biljnoj zajednici dokazati stupanj ispravnosti postignutih rezultata fotointerpretacijskom analizom i drugi, terestričkim načinom istražiti i kartirati granice između pojedinih zajednica koje su u prethodnim fotointerpretacijskim istraživanjima naznačene kao sporne. To se naročito odnosilo na razgraničavanje šumskih zajednica u uvali Lesci. Prema tome, terestrički su samo kartirane površine koje se sobnom fotointerpretacijom nisu mogle dovoljno točno i pouzdano razgraničiti, a komparacija ispravnosti fotointerpretacijskog kartiranja na ostalim dijelovima Parka izvršena je na osnovi vegetacijske karte za to područje koju je 1962. g. objavio Horvat.

Na osnovi obavljenih fotointerpretacijskih i terenskih istraživanja može se zaključiti:

1) Na području Nacionalnog parka »Risnjak« rasprostranjeno je sedam šumskih zajednica:

- šuma bukve i jele (*Abieti-Fagetum illyricum* Horv. 38)
- pretplaninska bukova šuma (*Aceri-Fagetum subalpinum* Horv. 38)
- šuma jele s milavom (*Calamagrosti-Abietetum* Horv. 50)
- šuma jele s rebračom (*Blechno-Abietetum* Horv. 50)
- gorska smrekova šuma (*Piceetum croaticum montanum* Horv. 50)
- pretplaninska smrekova šuma (*Piceetum croaticum subalpinum* Horv. 50)
- klekovina bora (*Pinetum mughi croaticum* Horv. 38)

2) Šuma bukve i jele (*Abieti-Fagetum illyricum*) razvijena je najčešće u dva facijesa: facijes s vrstom *Omphalodes verna* i facijes s vrstom *Mercurialis perennis*.

3) Pretplaninska bukova šuma (*Aceri-Fagetum subalpinum*) razvijena je kao tipična (*typicum*) i klekasta (*suffruticosum*).

4) Šuma jele s rebračom (*Blechno-Abietetum*) pridolazi u dvije subasocijacije: s okruglolisnom broćikom (*Galietosum rotundifolii* Horv.) i s bukvom (*fagetosum* Raus).

5) Šuma jele s milavom (*Calamagrosti-Abietetum*) razvijena je na cijeloj površini Parka kao subasocijacija sa smrekom (*piceetosum* Horv.)

6) Tih sedam zajednica je sistematski raspoređeno u dva vegetacijska kruga, dva razreda, dva reda i četiri sveze.

7) Biološki spektar u pridolazećim zajednicama pokazuje ovu sliku: u svim zajednicama najviše je *hemikryptophyta* i *phanerophyta*, a obilnije su zastupljena *geophyta* (bukove zajednice) i *chamaephyta* (naročito smrekove zajednice). Taj je odnos potpuno u skladu s klimatskim uvjetima koji u Nacionalnom parku vladaju.

Time je završena terenska faza istraživanja i predstoji objedinjavanje svih do sada postignutih rezultata u sobnoj fotointerpretaciji i na terenu.

Sinteza — Synthese

Karakteristika ove faze radova je objedinjavanje svih podataka, korigiranje prvih prognostičkih rezultata istraživanja i izrada definitivne vegetacijske karte.

Kako će utvrđeni podaci i dobiveni rezultati biti razmatrani u idućem poglavlju, to će ovdje prikazati korekcije i dopune rezultata pripremno-prognostičkog kartiranja s rezultatima terestričkih istraživanja.

U poglavlju o rezultatima sobne fotointerpretacije rečeno je da mjestimično nije bilo moguće sasvim pouzdano razgraničiti pojedine šumske zajednice. To se u prvom redu odnosilo na razgraničavanje jele s rebračom od šume bukve i jele u Lesci, zatim na razgraničavanje pretplaninske bukove šume od šume bukve i jele kad u toj izrazito dominira bukva. Također je napomenuto da su i ti dijelovi kartirani u sobnoj fotointerpretaciji, ali s manjom pouzdanošću od ostalih. Da bi se točno utvrdilo kojoj zajednici pripadaju, u njima su polagane fitocenološke snimke.

a) Prva korekcija odnosila se na dio uz zapadnu granicu Parka, uz cestu Gornje Jelenje-Lividraga, gdje je jedan dio šume bukve i jele kartiran kao pretplaninska bukova šuma. Razlog je bio taj, što je bukva izrazito dominantna i na aerosnimcima se dobro uočavaju samo bukove krošnje. Tek detaljan uvid u biljni sastav odaje da se radi o šumi bukve i jele. Napominjem da u visinama oko 1200 m, što je donja granica pretplaninske bukve, a gornja granica bukve i jele, bukove krošnje imaju približno jednaku širinu, pa nam i taj, inače značajan taksacijski parametar nije mogao pomoći.







b) U uvali Lesci i predjelu Sova (odjel 1) prijelaz šume jele s rebračom u šumu bukve i jele je »razvučen«, slabo uočljiv (slika 4). Detaljna terenska fitocenološka istraživanja pokazala su da se tu radi o dvije subasocijacije, tipičnoj (*Galiotusum rotundifolii*) i subasocijaciji s bukvom (*fagetosum*). Zbog intenzivnijih sječa u prošlosti međuprostore između jela ispunila je bukva, pa se na aerosnimcima uočava mješovita tekstura koja je karakteristična za šumu bukve i jele.

c) Druga korekcija u tom području odnosi se na šumu bukve i jele, čiji je jedan dio, neposredno uz granicu šume jele s rebračom, kartiran kao šuma jele i rebrače. Razlog je taj, što izrazito dominira jela, a samo pojedinačna, manja bukova stabla nalaze se u donjoj etaži. Na aerosnimku prevladavaju krošnje jelovih stabala, prepoznatljive po konveksnom obliku i zaobljenom vrhu. Tek detaljna fitocenološka istraživanja pokazala su potpunu odsutnost elemenata karakterističnih za šumu jele s rebračom i prisutnost velikog broja elemenata iz bukovo-jelove šume.

Sve navedeno daje naslutiti da područje Leske ima mjestimično prijelazni karakter (subasocijacija *fagetosum*) u vegetacijskom smislu, a mjestimično da se zbog izraženog antropogenog utjecaja (sječe) izgubila tipična preborna struktura u šumskim zajednicama tog područja.

Pogrešno bi bilo zaključiti, na temelju prikazanog da se šuma jele s rebračom ne može fotointerpretacijski istražiti i kartirati. Da se radi o toj zajednici u tom području, nije bilo sumnje (fotointerpretacija geomorfološ-

Karta šumskih zajednica dijela risnjškog masiva (mjerilo 1:10000) načinjena na temelju fotointerpretacije aerofotomaka.
Die Karte der Waldgemeinschaften eines Teiles des Risnjak-Massives (Maßstab 1:10000) wurde auf Grund einer Foto-interpretation der Luftaufnahmen hergestellt.

-  Klekovina bora krivulja
(*Pinetum mugi croaticum* Horv. 38)
-  Preplinarska šuma bukve
(*Aceri-Fagetum subalpinum* Horv. 38)
-  Šuma bukve i jele
(*Abieti-Fagetum illyricum* Horv. 38)
-  Šuma jele i smreke s milavom
(*Galiumgrosti-Abietetum piceoaeum* Horv. 50)
-  Preplinarska šuma smreke
(*Piceetum croaticum subalpinum* Horv. 50)
-  Površine bez šumske vegetacije

kih i slikovnih parametara to je jasno dokazala), ali nije bilo moguće sasvim pouzdano kartirati i povući precizne granice fitocenozna zbog navedenih razloga.

Na području šuma u Zalesini fotointerpretacija aerosnimaka šume jele s rebračom (subasocijacije *Galietosum rotundifolii* i *Hylocomium loreus*) pokazuje da se ta zajednica dobro identificira i razgraničuje (Martinović, 1982).

Nakon opisanih korekcija karta izrađena na temelju rezultata fotointerpretacijske analize dobila je svoj konačni oblik. Korekcije su, osim slučaja u Lesci u šumi jele s rebračom, bile neznatne i potvrdile su ranije izrečenu pretpostavku da već uz fotointerpretaciju geomorfoloških faktora nekog područja i uočavanja slikovnih karakteristika biljnog pokrova na snimcima možemo s velikom pouzdanošću identificirati i razgraničiti šumske zajednice koje tu pridolaze, ako fotointerpretaciju vrši šumar fitocenolog. Naravno, prethodnim studijem literature moraju se proučiti klimatske, pedološke, geološke i ostale karakteristike tog područja (iako se neke od tih karakteristika također mogu vrlo dobro uočiti na fotointerpretacijskom materijalu).

Napominjem da konačnu kartu šumske vegetacije Nacionalnog parka »Risnjak« koja je izrađena na temelju ovih istraživanja u mjerilu 1:25000 nije bilo moguće zbog tehničkih poteškoća priložiti uz ovaj rad. No, zato je priložen vegetacijski najinteresantniji dio Parka u mjerilu 1:10000 što je do sada najkrupnije mjerilo jedne vegetacijske karte ovog područja.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA — ERGBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN UND DISKUSSION

Rezultati fotointerpretacijske analize šumske vegetacije Nacionalnog parka »Risnjak« u identifikaciji i razgraničavanju pojedinih šumskih zajednica, koje sam već opisao, pokazali su da je na tom području pristup istraživanju vegetacije putem stereoskopskog modela potpuno opravdan. Kao metoda koja je poznata i koja se primjenjuje zbog jednostavnosti i ekonomičnosti, fotointerpretacija je u ovom slučaju postigla i vrlo pouzdane rezultate i time opravdala svoju primjenu. Provedena potrebna terenska istraživanja verificirala su u potpunosti dotadašnje rezultate u identifikaciji pojedinih šumskih zajednica, a uglavnom i rezultate u njihovu razgraničavanju.

Za kvalitetno obavljanje fotointerpretacijskih istraživanja vegetacije potrebno je respektiranje i detaljno poznavanje nekih ekoloških i fitocenoloških osobitosti, vezanih za istraživano područje. Polazeći od utvrđenih odnosa u pojedinim biljnim zajednicama, njihova flornog sastava, sistemske fitocenološke pripadnosti, socijalne pripadnosti pojedinih flornih elemenata, veze između biljnih zajednica i njihove okoline, ostalo je da se detaljno na stereomodelu istraže geomorfološke karakteristike područja, slikovni i neki taksacijski elementi preslikane vegetacije i, u vezi s tim, donesu odgovarajući zaključci. Detaljno poznavanje dosadašnjih rezultata

botaničkih, geoloških, klimatskih, pedoloških i ostalih istraživanja, provedenih na području na kojem se vrši fotointerpretacijska analiza, omogućuje da se fotointerpretacijska istraživanja usmjere ka šumskoj zajednici (fitocenozu) kao točno shvaćenju, određenoj i ograničenoj sistematskoj jedinici, koja je nesumnjivo najsigurnije polazište za fotointerpretacijska istraživanja vegetacije u nas.

Fotointerpretacijska proučavanja geomorfoloških osobitosti Nacionalnog parka »Risnjak« potvrdila su da je riječ o prirodnom objektu velikih raznolikosti i bogastva, savršeno razvijenih i izražajnih fenomena. Fotointerpretacija vegetacijskog pokrova (šumskog) potvrdila je da se radi o primjeru vertikalne raščlanjenosti vegetacije značajnom za veći dio Dinarida, te da su risnjačke šume svojim biljnim sastavom i izgledom prirodno-znanstveni objekt vrlo visoke vrijednosti.

Osim poznavanja prirodnih uvjeta koji su karakteristični za istraživano područje svakako su za fotointerpretaciju važne slikovne karakteristike, u prvom redu šumske vegetacije. Gradacija tonova na crnobijeloj fotografiji, fenološke karakteristike (prolistavanje, doba cvatnje, fruktifikacija, opadanje lista), bačene sjene rubnih stabala, samosjene u krošnji, sastojinska tekstura, struktura slike krošanja i drugi uočljivi slikovni elementi važni su za točno dešifriranje pojedine vrste drveća, a time i šumskih zajednica.

Kako su dakle istraživanja mogućnosti identifikacije i razgraničavanja šumskih zajednica fotointerpretacijom aerosnimaka bili konačan cilj ovih istraživanja, navest ćemo za svaku zajednicu posebno karakteristike koje su bitne za njeno prepoznavanje i prostorno razgraničavanje na temelju aerosnimaka. Redoslijed prikazivanja pojedinih parametara bit će kao i u istraživanjima: najprije geomorfološki parametri (reljef, nagibi, izloženost, kamenitost i nadmorske visine), zatim slikovni parametri (ton preslikavanja krošanja), oblik krošanja i vrha, bačene sjene i samosjene i sastojinska tekstura) i taksacijski parametri (širine krošanja i sklop). Također će se za svaku zajednicu dati fotografija (dio aerosnimka) na kojoj se zajednica karakteristično preslikala. Mjerila snimaka su približno 1:1500. Redoslijed prikazivanja zajednica bit će kao i u fotointerpretacijskom ključu od klekovine bora, visinski najviše zajednice, do jele s rebračom, zajednice koja na istraživanom području pridolazi na najmanjoj nadmorskoj visini.

a) Klekovina bora (*Pinetum mughi croaticum* Horv. 1938)

Ta zajednica pridolazi na centralnom dijelu risnjačkog masiva, na najvišim vrhovima i njihovim gornjim padinama. Nagibi su strmi i vrlo strmi. Najbolje je razvijena na sjevernim ekspozicijama, na nadmorskoj visini 1400—1500 m. Preslikava se izrazito tamno, mjestimično gotovo crno, jednolično i dosta glatko. Povećanjem se čini da ta tekstura nije glatka već izbrazdana. To je zbog veoma čestih promjena reljefa, koje prati vrlo niska i vrlo gusta klekovina. Zbog karakterističnog izgleda i visine (do 2 m) nije izraženo slojanje. Teren na kojem klekovina pridolazi je vrlo kamenit, pa se često između klekovine uočavaju stijene (slika 6). Odlično se identificira i razgraničava od okoline.

Značajno je spuštanje klekovine u ponikve. U njima zauzima najhladnija mjesta, katkad i samo dno. Osim nadmorske visine (ona je tu niža) zadržava ostale karakteristike. Klekovina je prikazana u Viljskoj ponikvi na fot. 4.

b) Pretplaninska bukova šuma (*Aceri-Fagetum subalpinum* Horv. 1938)

Ta zajednica poput prstena okružuje risnjački masiv, a dublje ulazi u područje Parka na sjevernoj strani. Zauzima blage do vrlo strme terene, na nadmorskoj visini od 1150 do 1400 m, a na jugozapadnoj strani Velikog Risnjaka do 1460 m. Karakteristično je da je morfološki bitno različita u svom pridolasku.

a) Na nižim područjima (srednje i donje padine najviših vrhova) do 1300 m nadmorske visine nešto tamnije sivo je preslikana zbog samosjena. Krošnje su kuglaste, uočljive pojedinačno, sastojinska tekstura sitno-spužvasta (slika 7). Sklop je potpun, krošnje su gusto zbijene, širina do 6 m. Mjestimično se teže diferencira od bukve i jele, ako je u toj zajednici bukva izrazito dominantna.

b) Na višim predjelima od 1300 m (gornje i srednje padine najviših vrhova) svjetlije sivo je preslikana, krošnje su veoma gusto zbijene, pojedinačno neuočljive, tekstura jednoličnija, baršunasta (slika 8). Vrlo je uočljiva u odnosu na okolinu, naročito u gornjoj granici pridolaska prema klekovini bora. Visina joj je do 5 m. Ta varijanta pretplaninske bukove šume (klekovina) lako se identificira i kartira.

Pretplaninska bukva se kao i klekovina bora spušta u ponikvama ispod granice svog pridolaska. Na takvim mjestima zauzima položaje nasuprot klekovini bora kao u Viljskoj ponikvi (fotografija 1).

c) Šuma bukve i jele (*Abieti-Fagetum illyricum* Horv. 1938)

To je po površini najveća zajednica u Nacionalnom parku »Risnjak«. Pridolazi na umjereno strmim i strmim padinama, ali na platoima i zaravnima između ponikava nižeg pojasa. Zauzima sve ekspozicije na visini od 700 do 1250 m, na neznatno do umjereno kamenitim terenima.

Na aerosnimku zajednica ima mješovitu, nejednoličnu teksturu vrlo lako prepoznatljivu. Bukova krošnja je kuglasta, nepravilna ruba, krupno-spužvaste teksture, a širina krošanja iznosi od 6 do 12 m. Jela ima karakterističnu kružnu krošnju, na rubovima snimka konveksnu, širine 5 do 9 metara. Vrh jele je zaobljen. Način preslikavanja te zajednice prikazan je na slici 9.

U razgraničavanju te zajednice treba biti vrlo oprezan na onim lokalitetima gdje jedna ili druga vrsta u njoj dominiraju, a susjedna zajednica je sastavljena od te ili slične vrste (npr. u Lesci, gdje u šumi bukve i jele izrazito dominira jela, a zajednica graniči sa šumom jele i rebrače).

d) Pretplaninska šuma jele i smreke s milavom (*Calamagrosti-Abietetum piceetosum* Horv. 1950)

Ta je subasocijacija razvijena u području bukve i jele i u području pretplaninske bukove šume na strmim do vrlo strmim terenima nadmorske

visine 950 do 1350 m. Ekspozicije su izložene, toplije, a kamenitost umjerena do znatna. Navedene geomorfološke parametre treba naročito uzeti u obzir pri identifikaciji te zajednice.

Preslikava se izrazito tamno, vrlo kontrastno u odnosu na svijetlu kamentu podlogu. Struktura krošanja i sklop su isprekidani. Sjene su mjestimično vrlo dobro uočljive, upravo zbog prekinutog sklopa. Uočava se da su jela i smreka uže nego u njihovim monodominantnim zajednicama nižeg područja (gorskoj smrekovoj šumi i šumi jele s rebračom). Širina krošanja je od 4 do 7 m. Razlikovanje pojedinačnih stabala jele i smreke vrlo je otežano, moguće je tek mjestimično uz pomoć bačene sjene i višestrukog povećanja.

Subasocijacija se veoma dobro identificira i razgraničava od okoline (slika 10).

e) Pretplaninska smrekova šuma (*Piceetum croaticum subalpinum* Horv. 1950)

Fragmentarno razvijena zajednica zauzima strme i vrlo strme, donje, zatvorene padavine nižih vrhova i vrtača. Pridolaze na hladnijim, sjevernim ekspozicijama na nadmorskoj visini od 950 do 1250 m. Te faktore naročito treba respektirati pri identifikaciji zajednice. Kamenitost je neznatna do velika, ali na snimcima slabo uočljiva.

Smreka je preslikana izrazito tamno zbog svjetlosnih prilika u ponikvama. Tekstura nejednolična, izražajna, na rubovima snimka klinolika. Vrhovi su šiljasti, širine krošanja su 4 do 6 m. Općeniti izgled zajednice često je nejasan, a vrhovi i izloženi dijelovi krošanja smreke su svjetlije preslikani. Način preslikavanja zajednice na aerosnimcima prikazan je na slici 11.

f) Gorska smrekova šuma (*Piceetum croaticum montanum* Horv. 1950)

Ta zajednica, identificirana na četiri mjesta u Nacionalnom parku »Risnjak«, pridolazi na ravnim do vrlo blago nagnutim terenima, uglavnom na hladnijim stranama uvala. Kamenitost je neznatna, a nadmorske su visine pridolaska od ruba uvale Gašparca na 970 m do Donjih Poda na visini od 1086 m.

Smreka se preslikava tamno, vrlo izražajno i stožaste teksture. Vrh je izrazito šiljast, sjene rubnih stabala su odlično uočljive (slika 12). Širine krošanja su 5 do 8 m. Nakon identifikacije zajednica se pouzdano kartira.

g) Šuma jele s rebračom (*Blechno-Abietetum* Horv. 1950)

Zajednica pridolazi na ravnim položajima u uvalama i na donjim i srednjim padinama grebena iznad uvala. Nikad ne ide do vrha grebena. Zbog silikatne podloge na kojoj se rasprostire uočljivi su vodotoci. Nadmorska visina pridolaska je od 680 do 800 m, a kamenitost terena neznatna.

Krošnja jele je tamno preslikana (tamnije od smreke), nejednolično kružna, na perifernim dijelovima snimka konveksna, širine 5 do 9 m. Vrh je izrazito tup, bačene sjene odlično uočljive, dobro odražavaju habitus jele (slika 13).

Determinacija zajednice na istraživanom području je vrlo pouzdana, ali razgraničavanje prema okolini mjestimično je otežano. U susjednoj zajednici bukve i jele prevladava jela vrlo sličnih karakteristika i dimenzija, a prijelaz do tipične strukture bukve i jele je vrlo širok. Stoga su na tim lokalitetima za pouzdano kartiranje potrebna terenska istraživanja.

EKONOMIČNOST PROVEDENIH FOTOINTERPRETACIJSKIH
ISTRAŽIVANJA U USPOREDBI S TERESTRIČKIM ISTRAŽIVANJIMA —
WIRTSCHAFTLICHKEIT DER DURCHFÜHRTEN
LUFTBILDINTERPRETATIONSUNTERSUCHUNGEN IM VERGLEICH ZU
DEN TERRESTRISCHEN UNTERSUCHUNGEN

Već je naglašeno da je jedna od bitnih prednosti fotointerpretacije pred ustaljenim terestričkim metodama istraživanja ekonomičnost. Ona se ogleda u mnogo manje potrebnom vremenu za obavljanje istih zadataka, što se konačno odražava na uloženim sredstvima.

Kako se radi o znanstvenim istraživanjima u kojima sam često morao pronalaziti najbolja rješenja i objašnjavati ih, to se vrijeme za koje su izvršena istraživanja ne može nikako uzeti kao potrebno vrijeme da bi se kartiralo 3200 ha, koliko približno ima Nacionalni park »Risnjak«.

Prema tome, predloženi ekonomski pokazatelji će biti procijenjeni na temelju iskustva u ovim istraživanjima.

Nacionalni park »Risnjak« je svojom konfiguracijom vrlo teško područje za terenska kretanja, pa bi se za jedan radni dan moglo kartirati najviše 100 ha. To znači da bi za cijelo područje bila potrebna 32 radna dana.

Jedan aerosnimak dimenzije 23 x 23 cm približnog mjerila 1:15000 pokriva površinu (P_u) oko 1190 ha. Uzdužni prijeklop stereoparova iznosi približno 60%, a poprečni po 20%, tako da korisna površina (P_k) svakog snimka iznosi približno 32% ili 380 ha. Iskustvo je pokazalo da se bez nprezanja vidi jedan stereopar, dakle približno 380 ha (korisna površina) može kartirati za jedan radni dan, što za područje Nacionalnog parka »Risnjak« iznosi oko 9 radnih dana. Prikazanim podacima treba dodati i tri terenska dana, koliko je trebalo za verifikaciju i dopunu prognostičkih rezultata sobne fotointerpretacije.

Iz predloženog je vidljivo da 12 dana fotointerpretacijskog kartiranja prema 32 dana terestričkog predstavlja uštedu radnog vremena i novčanih sredstava za približno 60%.

Te bi uštede povećanjem mjerila vegetacijske karte bile još veće, jer i nema bitnije razlike ako se radi fotointerpretacijska karta u mjerilu npr. 1:25000 ili 1:10000, dok je ta razlika pri terenskom kartiranju s obzirom na potrebno vrijeme i sredstva dosta veća.

Nije potrebno naglašavati koliko rad na terenu traži napora, snage, putovanja, ili koliko npr. kišni dani produžuju i poskupljuju rad.

Nabavku aerosnimaka, fotoskica i karata pokrivaju u cjelosti naknade za terenske dnevnice.

FOTOINTERPRETACIJSKI KLJUČ ZA IDENTIFIKACIJU I
RAZGRANIČAVANJE ŠUMSKIH ZAJEDNICA NACIONALNOG PARKA
»RISNJAK« — LUFTBILDINTERPRETATIONSSCHLÜSSEL FÜR DIE
IDENTIFIZIERUNG UND ABGRENZUNG DER WALDGEMEINSCHAFTEN
IM NATIONALPARK »RISNJAK«

Opisani rezultati istraživanja svakako će naći primjenu u šumarskoj praksi, koja se aerosnimmima koristi kao sredstvom pri geodetskim, taksacijskim i kao u ovom radu fitocenološkim radovima. Zato ove rezultate treba dati u jednom sažetijem obliku, lako čitljivom i primjenjivom. U tu svrhu može poslužiti fotointerpretacijski ključ. To je pomagalo namijenjeno što točnijoj i bržoj identifikaciji nekog objekta, te prosuđivanju njegova značenja na temelju načina preslikavanja. Smatram vrlo zornim ključ u obliku fotografije (još bolje čitavog fotograma) s kratkim, sažetim, primjenjivim opisom i grafičkim pojedinostima.

Napominjem da nije moguće dati jedan univerzalni ključ, već samo regionalni, koji vodi računa o geomorfologiji zemljišta, o klimi, očuvanosti prirodnog pokrova, zatim o vrsti i kvaliteti fotomaterijala, mjerilu snimka itd.

Tako je i priloženi ključ, kao konačan rezultat ovih istraživanja, primjenjiv u području srednjih i zapadnih Dinarida, koji su po svojim zemljopisnim, geomorfološkim i ostalim prirodnim karakteristikama slični području u kojem se nalazi Nacionalni park »Risnjak«. Područje primjenjivosti ovog ključa dakle vrlo je veliko jer je kako je napomenuto, Risnjak svojom vertikalnom raščlanjenošću vegetacijskog pokrova tipičan za veći dio naše zemlje.

Naravno, prije primjene takvih ključeva fotointerpretator fitocenolog mora detaljno poznavati osnovne prirodne uvjete područja na kojem želi interpretirati vegetacijski pokrov pomoću aerosnimka.

ZAKLJUČCI — SCHLUSSFOLGERUNGEN

Na osnovi provedenih fotointerpretacijskih istraživanja vegetacije na području Nacionalnog parka »Risnjak« može se zaključiti:

1) Istraživano područje ima specifičan zemljopisni položaj, izrazito razvijenu kršku geomorfologiju, a geološko-litološku građu čine vapnenci i dolomiti jurske starosti, permkarbonski pješčenjaci, škriljavci i konglomerati. Klima je na tom području perhumidna, umjereno hladna, tipa Cfsbx«. Od tala prevladavaju smeđa tla, vapnenačko-dolomitne crnice, a manje su prisutna distrično smeđa, smeđa podzolasta tla, podzol i rendzine.

2) U vegetacijskom smislu to je vrlo značajno područje jer je tipičan primjer vertikalne raščlanjenosti vegetacijskog pokrova za veći dio naših Dinarida. Unutar klimatogenih zajednica

— šume bukve i jele (*Abieti-Fagetum illyricum* Horv. 38)

— pretplaninske bukove šume (*Aceri-Fagetum subalpinum* Horv. 38) i

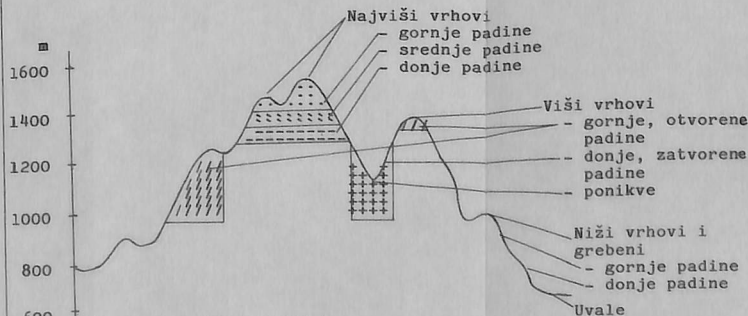
— klekovine bora (*Pinetum mughi croaticum* Horv. 38)

pridolaze paraklimaksne zajednice:

POSEBNE NAPOMENE I OBJAŠNENJA UZ FOTINTERPRETACIJSKI KLJUČ
 BESONDERE BEMERKUNGEN UND ERLÄUTERUNGEN ZUM LUFTBILDINTERPRETATIONSSCHLÜSSEL

<p>Klekovina bora krivulja (<i>Pinetum mughi croaticum</i>)</p>	<p>→ Vrlo dobro se identificira i razgraničava od okoline.</p>
<p>Klekovina bukve (<i>Aceri-Fagetum suffruticosum</i>)</p>	<p>→ Dobro se identificira i razgraničava od okoline.</p>
<p>Pretplaninska bukova šuma (<i>Aceri-Fagetum subalpinum</i>)</p>	<p>→ Dobro se identificira, ali teže razgraničava na donjoj granici - prema šumi bukve i jele ako u toj bukva izrazito dominira.</p>
<p>Šuma bukve i jele (<i>Abieti-Fagetum illyricum</i>)</p>	<p>→ Lako se identificira i dobro razgraničava uz oprez kad graniči s paraklimatsnim jelinim zajednicama, a u njoj izrazito dominira jela.</p>
<p>Pretplaninska šuma jele i smreke s milavom (<i>Calamagrosti-Abietetum piceetosum</i>)</p>	<p>→ Dobro se identificira i razgraničava, uz naročito respektiranje geomorfoloških karakteristika područja.</p>
<p>Pretplaninska smrekova šuma (<i>Piceetum croaticum subalpinum</i>)</p>	<p>→ Dobro se identificira i razgraničava, uz naročito respektiranje geomorfoloških parametara.</p>
<p>Gorska smrekova šuma (<i>Piceetum croaticum montanum</i>)</p>	<p>→ Lako se identificira i dobro razgraničava, uz naročito respektiranje slikovnih parametara.</p>
<p>Šuma jele i rebrače (<i>Blechno-Abietetum</i>)</p>	<p>→ Dobro se identificira. Mjestimično se teško razgraničava od šume bukve i jele kad u toj jela izrazito dominira. Tu se rezultati fotointerpretacije moraju nadopuniti rezultatima terestričkih istraživanja.</p>

1. Oblik reljefa



2. Nagibi (inklinacije)

- a) Blaga padina nagiba 5-15°
 - vrlo blaga do 5°
 - srednje blaga 5-8°
 - blaga 8-15°
- b) Strma padina nagiba 15-40°
 - umjereno strma 15-25°
 - strma 25-40°
- c) Vrlo strma padina nagiba preko 40°

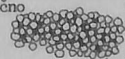

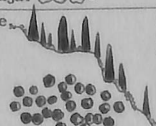
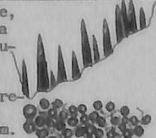


3. Ton preslikavanja

Stupanj zacrtnjenosti 4.	Stupanj zacrtnjenosti 3.	Stupanj zacrtnjenosti 2.	Stupanj zacrtnjenosti 1.
Izrazito taman ton, skoro ern.	Vrlo taman ton.	Tamnije sivi ton.	Svijetlo sivi ton.

Primjer čitanja ključa:

Detaljnim stereoskopskim studijem uočavamo da šumska zajednica koju želimo identificirati pridolazi na rubovima uvala i donjim padinama okolnih grebena. Usporedbom s topografskom kartom određujemo nadmorske visine od 650-800 m. Stanište karakteriziraju vodotoci, površinskog kamenja nema, ili se ne uočava. Izrazito dominira jedna vrsta drveća, vrlo tamno preslikana. Oblik krošnje kružan, na perifernim dijelovima snimka konveksan, vrh dominantnih stabala izrazito tup. Bačene sjene vrlo uočljive i dobro odražavaju opisani habitus. Širina krošnja do 10 m. Obzirom na opisane slikovne značajke zaključujemo da je to jela. Na temelju istraženih geomorfoloških karakteristika terena (rubovi uvala i donje padine grebena, nadmorske visine 650-800 m, izraženi vodotoci) i fotointerpretacije slikovnih parametara (pomoću kojih smo dokazali da se radi o jeli) zaključak je: šuma jele i rebrače (*Blechno-Abietetum*).

FOTOINTERPRETACIJSKI KLJUČ ZA IDENTIFIKACIJU I RAZGRANIČENJE ŠUMSKIH ZAJEDNICA NACIONALNOG PARKA "RISNJAK"
 LUFTBILDINTERPRETATIONSSCHLÜSSEL FÜR DIE IDENTIFIZIERUNG UND ABGRENZUNG DER WALDGEMEINSCHAFTEN IM NATIONALPARK "RISNJAK"

Geomorfološki parametri - Geomorphologische Parameter				Slikovni i neki taksacijski parametri - Bild- und einige Taxationsparameter			Naziv šumske zajednice Benennung der Waldgemeinschafft	
Oblik reljefa	Izloženosti	Nagibi	Nadmorska visina (m)	Ton preslikavanja	Oblik i širina uočljivih krošanja	Bačene sjene i samosjene u krošnjama	Sastojinska tekstura na pojedinačnom aerogramu	
Najviši vrhovi i njihove gornje padine. Donje, zasjenjene strane, rjeđe i dna ponikava.	U višim položajima sve, u ponikvama samo sjeverne.	Strme i vrlo strme padine.	1400-1500, u ponikvama spušta i do 1200.	Stupanj zacrnjenja 4.	Zbog visine i oblika bora krivolulja neuočljive.	Samosjena je jedan od glavnih razloga izrazito tamnog preslikavanja.	Jednolična, pod velikim povećanjem nejednolična.	Klekovina bora krivolulja (Pinetum mugii croaticum Horv. 38)
Gornje i srednje padine najviših vrhova.	Sve, ali bolje razvijena na sjevernim.	Strme i vrlo strme padine.	1300-1450.	Stupanj zacrnjenja 1.	Vrlo gusto zbijene krošnje, pojedinačno neuočljive.	Neuočljive.	Baršunasta.	Klekovina bukve (Aceri-Fagetum suffruticosum Horv. 38)
Srednje i donje padine najviših vrhova, viši vrhovi.	Sve, u visokim predjelima i ponikvama južne.	Blage do vrlo strme padine.	1150-1350.	Stupanj zacrnjenja 1.	Zbijene, pojedinačno uočljive krošnje široke do 6 m. 	Uočljive samosjene, ali bez značaja za identifikaciju i razgraničenje.	Sitno spužvasta, nejednolična.	Šuma pretplaninske bukve (Aceri-Fagetum subalpinum Horv. 38)
Bez izraženih zahtjeva za oblik reljefa.	Sve.	Ravni položaji, blage do vrlo strme padine.	700-1250.	Stupanj zacrnjenja 1, jela 3.	Bukva kuglasta nepravilna ruba, 6-12 m širokih krošanja. Jela zaobljena vrha, nejednolično kružna, 5-9 m širokih krošanja. 	Sjene u rjedem sklopu uočljive. Samosjene uočljive, bez značaja za fotointerpretaciju.	Nejednolična, mješovita, bukva krupno spužvasta.	Šuma bukve i jele (Abieti-Fagetum illyricum Horv. 38)
Gornje, otvorene padine viših vrhova i grebena.	Najčešće na južnim i jugoistočnim.	Strme i vrlo strme padine.	950-1350.	Stupanj zacrnjenja 3.	Krošnje kružne, 4-7 m široke. Sklop često prekinut. 	Na kamenitom staništu dobro uočljive bačene sjene.	Gruba, nejednolična, vrlo izražajna.	Pretplaninska šuma jele i smreke s milavom (Calamagrosti-Abietetum piceetosum Horv. 50)
Donje, zatvorene padine viših vrhova i ponikava. Često nasuprot šume jele i smreke s milavom.	Hladniji, sjenoviti sjeverni položaji.	Strme i vrlo strme padine.	950-1250.	Stupanj zacrnjenja 2.	Krošnje kružne, na rubu snimka klinoliko izdužene. Vrh šiljast. Sklop mjestimično prekinut. Širina krošanja 4-6 m. 	Sjene slabo uočljive zbog svjetlosnih prilika u ponikvama. Vršni i izloženi dio krošnje svjetlije preslikani.	Nejednolična, izražajna, na rubu snimka klinolika, rjeđe stožasta.	Pretplaninska šuma smreke (Piceetum croaticum subalpinum Horv. 50)
Uvale i blago nagnuti donji dijelovi okolnih grebena.	Sjeveru izložene, hladnije strane uvala.	Ravni i blago nagnuti položaji.	950-1150.	Stupanj zacrnjenja 2.	Profil stožast, vrh šiljast. Širina krošanja 5-8 m. Krošnje u centralnom dijelu snimka kružne. 	Izrazito uočljive bačene sjene stožasta profila i šiljasta vrha. Samosjene uočljive.	Nejednolična, naglašeno stožasta na rubnim dijelovima snimaka.	Gorska šuma smreke (Piceetum croaticum montanum Horv. 50)
Ravni položaji u uvalama, donji i srednji dijelovi nižih grebena. Dobro uočljivi vodotoci.	Bez izrazitih zahtjeva.	Ravni do umjereni strmi položaji.	680-800.	Stupanj zacrnjenja 3.	Profil krošanja naglašeno konveksan, u centralnom dijelu snimka nejednolično kružan. Vrh tup, širina krošanja 5-9 m. 	Vrlo izražajne sjene konveksna profila, nejelovita ruba i tupa vrha.	Nejednolična, gruba, u centralnom dijelu snimka kružna.	Šuma jele i rebrače (Blecho-Abietetum Horv. 50)

— pretplaninska šuma jele i smreke s milavom (*Calamagrosti-Abietetum piceetosum* Horv. 50),

— šuma jele s rebračom (*Blechno-Abietetum* Horv. 50),

— pretplaninska smrekova šuma (*Piceetum croaticum subalpinum* Horv. 50) i

— gorska smrekova šuma (*Piceetum croaticum montanum* Horv. 50).

3) Kao značajan i zanimljiv prirodoznanstveni objekat risnjačko područje je idealan model za fotointerpretaciju šumske vegetacije, pri čemu je šumska zajednica (asocijacija) osnovna jedinica istraživanja.

4) Cjelokupna istraživanja optimalno se, prema iskustvu u ovim istraživanjima, mogu provesti u tri faze:

— pripremno-početna, u kojoj će se dati prvi prognostički rezultati istraživanja (sobna fotointerpretacija);

— terenska, koja treba verificirati i eventualno korigirati prethodno postignute rezultate u determinaciji i razgraničavanju šumskih zajednica fotointerpretacijom;

— završna, u kojoj se sintetiziraju podaci iz prethodnih faza istraživanja, definiraju konačni rezultati i izrađuje vegetacijska karta.

5) Samu fotointerpretacijsku analizu šumske vegetacije poželjno je provesti na osnovi detaljnog stereoskopskog (manje monoskopskog) studija geomorfoloških, slikovnih i taksacijskih parametara koji su bitni za kvalitetnu i pouzdanu fotointerpretaciju.

6) Od geomorfoloških parametara u istraživanom području izrazito su stereoskopski uočljivi i za interpretaciju vegetacije putem aerosnimaka značajni: reljef (oblik krajine), nagibi (inklinacija), izloženost (ekspozicije) i nadmorske visine, koje se uz pomoć Osnovne državne karte vrlo točno i brzo određuju.

7) Od slikovnih parametara važnih za determinaciju i razgraničavanje šumskih zajednica u obzir za fotointerpretaciju dolaze: ton i oblik preslikanih krošanja, sastojinska tekstura, struktura sklopa, bačene sjene rubnih stabala i samosjene u krošnjama.

8) Od taksacijskih parametara na istraživanom području značajna je i pouzdano mjerljiva širina krošanja stabala, a može se odrediti i sklop. Ostali taksacijski parametri nisu toliko važni za identifikaciju pojedinih biljnih zajednica.

9) Pomnoj stereoskopskoj analizi i fotointerpretaciji navedenih parametara u istraživanju šumske vegetacije preduvjet je detaljno poznavanje osnovnih prirodnih uvjeta i biocenoza na istraživanom području.

10) Rezultati istraživanja su pokazali da se fotointerpretacijskom analizom na području Nacionalnog parka »Risnjak« vrlo sigurno može determinirati svih sedam pridolazećih šumskih zajednica, a da se osim u slučaju šume jele s rebračom i na nekim lokalitetima šume bukve i jele mogu za izradu vegetacijske karte vrlo dobro razgraničiti.

11) Nakon provedenih fotointerpretacijskih istraživanja, potrebno je terenskim radom verificirati njihove rezultate, a po potrebi i dopuniti.

12) Na temelju provedenih istraživanja za najinteresantniji dio Nacionalnog parka »Risnjak« izrađena je vegetacijska karta šumskih zajednica.

nica u mjerilu 1:10000. Izrada karte zasnovana je na temelju fotointerpretacije aerosnimka tog dijela Nacionalnog parka »Risnjak« (slika 14).

13) Usporedba ekonomičnosti provedenih fotointerpretacijskih istraživanja i ustaljenih, terestričkih istraživanja pokazuje da metoda fotointerpretacije ostvaruje približno 60% ušteda u vremenu i novčanim sredstvima.

14) Rezultat provedenih istraživanja je i izrada fotointerpretacijskog ključa kao pomagala pri identifikaciji i razgraničavanju šumskih zajednica (asocijacija) u područjima koja su po osnovnim prirodnim uvjetima slična Nacionalnom parku »Risnjak«. Fotointerpretacijski ključ je dakle primjenjiv u velikom dijelu srednjih i zapadnih Dinarida Jugoslavije.

LITERATURA — LITERATUR

- American Society for photogrametrie, 1960: Manual of photographic interpretation (prijevod), Washington.
- Bauman, H., 1957: Forstliche Luftbildinterpretation. Tübingen-Bebenhausen.
- Bertović, S., 1962: Međunarodni simpozij za fotointerpretaciju u Delftu, Šumarski list 11/12, str. 448—452, Zagreb.
- Bertović, S., 1975a: Prilog poznavanju odnosa klime i vegetacije u Hrvatskoj, Acta biologica VII/2, Prirodoslovna istraživanja JAZU, knjiga 41, Zagreb.
- Bertović, S., 1983: Kartografija. Šum. enciklopedija III str. 231, Zagreb.
- Bertović, S., D. Cestar, V. Hren & J. Martinović, 1971: Kvantitativna i kvalitativna proizvodnja bukovih šuma u zapadnom dijelu Hrvatske. Radovi Instituta br. 18. Zagreb.
- Braun-Blanquet, J., 1964: Pflanzensoziologie, Wien-New York.
- Cestar, D. & V. Hren, 1967: Primjena aerofotogrametrije u uređivanju i tipologiji šuma. Šumarski list br. 9/10, str. 400—418, Zagreb.
- Cestar, D., J. Martinović & Z. Pelzer, 1973: Analiza korelacije proizvodnosti jele (*Abies alba* Mill.) i nekih svojstava tala na kršu zapadne Hrvatske, Simpozij o šumskim zemljištima, Tjentište.
- Donasý, V., M. Olujić & Z. Tomašegović, 1983: Daljinska istraživanja u geoznanostima, Zagreb.
- Generalni uređajni plan Nacionalnog parka »Risnjak«, 1962, Zagreb.
- Gospodarska osnova za Nacionalni park »Risnjak«, 1958. god.
- Gospodarska osnova za Nacionalni park »Risnjak«, 1980. god.
- Gračanin, M., 1950: Mjesečni kišni faktori i njihovo značenje u pedološkim istraživanjima, Poljoprivredna znanstvena smotra, 12, Zagreb.
- Hirc, D., 1896: Vegetacija Gorskog kotara. Rad Jug. akad. 126. Zagreb.
- Hirc, D., 1905: Lice naše domovine, knjiga, Zagreb.
- Horvat, I., 1930: Vegetacijske studije o hrvatskim planinama. I — Zadruga na planinskim goletima. Rad. Jug. akad. 238, Zagreb.
- Horvat, I., 1931: Vegetacijske studije o hrvatskim planinama II. — Zadruga na planinskim stijenama i točcima. Rad. Jug. akad. 238, Zagreb.
- Horvat, I., 1938: Biljosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse 6. str. 127—279. Zagreb.
- Horvat, I., 1949: Nauka o biljnim zajednicama. Zagreb.
- Horvat, I., 1953a: Obrazloženje prijedloga za proglašenje Risnjaka narodnim parkom. Glas. biol. sekc. Hrvatskog prirod. društva 4—6 str. 209—221, Zagreb.
- Horvat, I., 1962: Vegetacija planina zapadne Hrvatske (sa 4 karte biljnih zajednica sekcije Sušak). Prirodosl. istraživanja 30. Zagreb.
- Horvat, I., 1963: Šumske zajednice Jugoslavije, Šum. enciklopedija II, str. 560—590, Zagreb.
- Horvat, I., V. Glavač & H. Ellenberg, 1974: Vegetationssüdosteuropas, Stuttgart.

- Jedlowski, D. & Z. Vrdoljak, 1955: Primjena fotogrametrije kod kartiranja šumske vegetacije. Hidrografski god. Split.
- Klepac, D., 1956a: Istraživanja debljinskog prirasta jele u najraširenijim fitocenoza Gorskog kotara, Glasnik za šumske pokuse br. 12, str. 225—256, Zagreb.
- Klepac, D., 1956b: Prirast jele u različitim fitocenoza zapadne Hrvatske, Šumarstvo, str. 688—694, Beograd.
- Maksić, B., 1954: Mikroklimatološka mjerenja u planinskom skupu Risnjaka i Snježnika (rukopis). Zagreb.
- Martinović, J., 1973: Tla sekcije Sušak 2 (karta i tumač). Zagreb.
- Martinović, J., 1982: Izvještaj o seminaru za pedologe, Bilten Savjeta za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju JAZU, br. 3, str. 20—21, Zagreb.
- Oberdorfer, E., 1957: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Jena.
- Penzar, B., 1959: Razdiobe godišnjih količina oborina u Gorskom kotaru. Rasprave i prikazi HMZ-a, 4, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1965: Imenik naučnih i narodnih naziva za naše najvažnije autohtono drveće, grmlje i prizemno rašće, (rukopis). Zagreb.
- Rauš, Đ., 1967: Tabele fitocenološkog snimanja u Zalesini, (rukopis). Zagreb.
- Rauš, Đ., 1975: Fitocenološka karta gospodarskih jedinica Kupjački vrh i Belevine u fakultetskoj šumi Zalesina. Tisak Grafički zavod Hrvatske, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1984: Znanstveni značaj Nacionalnog parka »Risnjak«, Šumarski list 3—4, str. 147—153, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1984: Šumska vegetacija na sjeverozapadnoj granici Balkanskog poluotoka. Šumarski list 5—8, str. 225—238, Zagreb.
- Rauš, Đ. & J. Vukelić, 1984: Šumska vegetacija Nacionalnog parka »Risnjak«. Zbornik III Kongresa ekologe Jugoslavije, knjiga II, str. 239—252, Sarajevo.
- Rey, P., 1957: Photographie aerielle et problems forestiers. Revue forestiere Francaise 11.
- Schneider, S., 1974: Luftbild und Luftbildinterpretation, New York.
- Sppurr, S. H., 1947: Photogrammetry and Photointerpretation, New York.
- Tomašegović, Z., 1956b: Razmatranje o fotoplanu Turopoljskog luga., Šumarski list 5—6, str. 154—166, Zagreb.
- Tomašegović, Z., 1963: Primjena fotometrije kod izrade šumsko-gospodarskih projekata. Šumarski list 3—4, str. 103—110, Zagreb.
- Tomašegović, Z., 1973: Fotometrija i fotointerpretacija u šumarstvu. Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Tomašegović, Z., 1981: Fotointerpretacija sa šumarskog stanovišta. Bilten br. 2 Savjeta za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju JAZU, str. 41—44, Zagreb.
- Vukelić, J., 1984: Osnovni sinekološki faktori Nacionalnog parka »Risnjak«. Zbornik radova III kongresa ekologe Jugoslavije, knjiga II, str. 253—258, Sarajevo.
- Zlatarić, B., 1953: Neki taksacijski elementi jele i bukve u odnosu na ekologiju i razdiobu šuma na Risnjaku. Glasnik za šumske pokuse br. 11, str. 111—162, Zagreb.
- Zsilinsky, V., 1966: Photographic interpretation of Tree species in Ontario Kanada.

JOSO VUKELIĆ

BEDEUTUNG DER
LUFTBILDINTERPRETATIONSANALYSE FÜR
DIE VEGETATIONSFORSCHUNG
DER WALDGEMEINSCHAFTEN
IM NATIONALPARK »RISNJAK«

Zusammenfassung

Da die Luftbildinterpretation als Methode bekanntlich einfach, ökonomisch und schnell ist, und dabei gute Ergebnisse liefert, wurde sie bei der Kartierung der Waldvegetation des Nationalparks »Risnjak« angewendet: hier werden die Ergebnisse geschildert.

Die Geländeforschungen wurden mit Hilfe der panchromatischen Luftbildern durchgeführt, wobei das Maßstab derselben etwa 1:15 000 und der Fotoskizzen 1:5 000 betragen hat. Die Bilder wurden im Juni 1976. gemacht, also im Laufe der Vegetationsperiode, was für Waldvegetationsforschungen wichtig ist. Von den Instrumenten haben wir am meisten das Zeiss'sche Spiegelstereoskop mit einer 4-fachen Vergrößerung und einem kartierenden Stereomikrometer verwendet, und zur Übertragung der ausgezogenen Grenzlinien auf durchsichtige Folien (mit denen die Luftbilder bedeckt wurden) und dann auf die Vegetationskarte das Antiskop II. Die Ergebnisse dieser Forschungen werden in der forstlichen Praxis allgemein verwendet.

Der Nationalpark »Risnjak« hat eine spezifische geographische Lage und ist geomorphologisch als Karstgebiet zu bezeichnen. Die geologisch-lithologische Struktur ist durch Jura-Kalke und Dolomite gekennzeichnet, in geringerem Masse kommen Permokarbonsandstein, Schiefer und Konglomerate vor. Das Klima des Gebietes ist perhumid, mässig kalt, des Types Cfsbx". Bodenkundlich herrschen Braunerden und Kalkstein-Dolomithumusböden vor: seltener begegnet man distrischen Braunerden, braunen Podsolböden, dem Podsol selbst und den Rendzinen.

Vegetationskundlich handelt es sich um ein interessantes Gebiet, da es ein typisches Beispiel für die Vegetationshöhengliederung des grössten Teiles der jugoslawischen Dinariden ist.

Innerhalb der Klimaxgesellschaften

- des Buchen-Tannenwaldes (*Abieti-Fagetum illyricum* Horv. 38)
- des subalpinen Ahorn-Buchenwaldes (*Aceri-Fagetum subalpinum* Horv. 38) und

- des kroatischen Legföhrengebüsches (*Pinetum mugii croaticum* Horv. 38)
kommen folgende Paraklimax-Waldgesellschaften vor:
- der Reitgras-Tannenwald (*Calamagrosti-Abietetum piceetosum* Horv. 50)
- der Rippenfarn-Tannenwald (*Blechno-Abietetum* Horv. 50)
- der subalpine Fichtenwald (*Piceetum croaticum subalpinum* Horv. 50)
- der montane Fichtenwald (*Piceetum croaticum montanum* Horv. 50)

Das Kartieren der Waldvegetation mittels Luftbildinterpretation ist, nach unserer Erfahrung, am besten in drei Phasen durchzuführen:

- Vorbereitungsphase, wo die erste prognostische Ergebnisse gegeben werden (»Zimmer-Luftbildinterpretation«)
- Geländephase, in welcher man die vorläufige Ergebnisse der Zimmer-Luftbildinterpretation in der Identifikation und Abgrenzung der Waldgemeinschaften verifiziert, ergänzt und eventuell korrigiert
- Endphase, wo die Daten durchgeführten Forschungen synthetisiert werden, die Endergebnisse definiert werden und die Vegetationskarte ausgearbeitet wird.

Die »Zimmer-Luftbildinterpretation« wird auf Grund eingehender stereoskopischen (seltener monoskopischen) Studien geomorphologischer, Bild- und Taxationsdaten, die für die Identifikation und Abgrenzung der Waldgemeinschaften im untersuchten Gebiet massgebend sind, durchgeführt.

Geomorphologisch gesehen sind im Nationalpark »Risnjak« folgende Erscheinungen stereoskopisch sichtbar und für die Luftbildinterpretationsskartierung wichtig: Formen des Geländes, Neigungen, Exposition, Offenheit der Vegetation (Grad der Verkastung) usw. Mit Hilfe der staatlichen topographischen Karte können Höhen ü. d. M. einfach und genau festgestellt werden, indem man einzelne Punkte auf den Aufnahmen und der Karte identifiziert. Es muss betont werden, dass die Mehrzahl dieser Erscheinungen im Stereomodell besser erkannt wird als beim Rekognoszieren im Gelände oder mittels einer topographischen Karte.

Von den »bildlichen« Erscheinungen, die für die Kartierung der Waldvegetation mittels Luftbildinterpretation wichtig sind, kommen in Frage: Farbton und Form der abgebildeten Baumkronen, Bestandstextur, Textur des Kronenschlusses, Bodenschatten der Rand- und Solitäräume und die Schatten in den Kronen selbst.

Von den Taxationsparametern ist auch die gut messbare Breite der Baumkronen wichtig, und es kann auch die Geschlossenheit festgestellt werden. Die übrigen Taxationselemente, die sonst im Stereomodell befriedigend genau ermittelt werden können, haben keinen grösseren Wert für die Identifikation und Abgrenzung der Waldgemeinschaften.

Um eine stereoskopische Analyse und Luftbildinterpretation dieser Erscheinungen, im Ziele der Kartierung der Waldvegetation, erfolgreich

durchzuführen können, muss eine Kenntnis bis in Einzelheiten der Naturbedingungen und der Biozöosen im erforschten Gebiete vorausgesetzt werden.

Die durchgeführten Untersuchungen ergaben, dass man mit Hilfe der Luftbildinterpretation im Gebiete des Nationalparks »Risnjak« mit Sicherheit alle sieben Waldgemeinschaften die dort vorkommen, determinieren kann: alle, mit Ausnahme des Rippenfarn-Tannenwaldes und des Buchen-Tannenwaldes auf gewissen Stellen, können bei der Ausarbeitung einer Vegetationskarte mittleren oder grösseren Maßstabs sehr gut begrenzt werden. Der Rippenfarn-Tannenwald (*Blechno-Abietetum* Horv. 50) weist im Nationalpark »Risnjak« stellenweise einen Übergangskarakter auf (Subassoziation *facetosum* Rauš 75) im vegetationskundlichen Sinne; stellenweise — wo der anthropogene Einfluss (Kahlschlag u. a.) grösser war — ist die sonst typische Plenterstruktur nicht mehr bemerkbar: deswegen ist die Abgrenzung gegen den umliegenden Buchen-Tannenwald ohne eingehender terrestrischen Untersuchungen nicht durchzuführen. Das gleiche gilt für gewisse Lokalitäten wo der subalpine Buchenwald und der Buchen-Tannenwald, in dem die Buche ausdrücklich dominiert, aneinander grenzen. Im Bezug auf die »von oben« Sicht im Stereomodell, überwiegt auf solchen Lokalitäten eine Schwammtextur der Buchenkronen: deswegen muss die Luftbildinterpretationskartierung jedenfalls durch Geländeuntersuchungen ergänzt werden.

Ein Vergleich der Luftbildinterpretationsuntersuchungen mit den üblichen terrestrischen Untersuchungen zeigt, dass die erste Methode ein Ersparnis von 50—60% im Bezug auf die Zeit und Mittel ermöglicht.

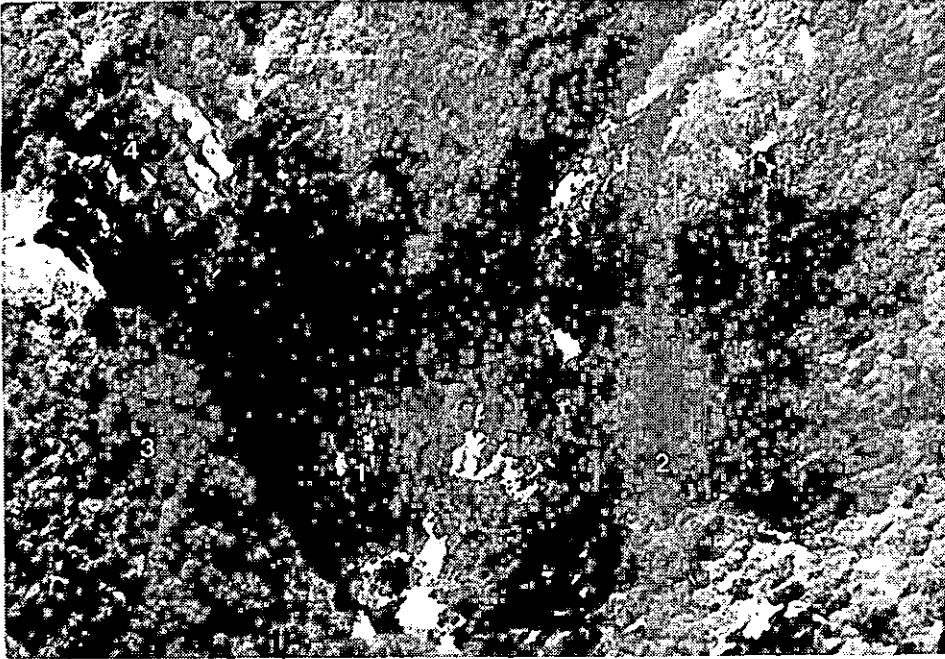
Ein wichtiges Ergebnis dieser Untersuchungen ist auch ein eingehend differenzierter Luftbildinterpretationsschlüssel, der bei Identifikation und Abgrenzung der Waldgemeinschaften die vegetationskundlich und synökologisch denen im Nationalpark »Risnjak« ähneln, gute Dienste leistet. Dieser Schlüssel ist also im Gebiete des Gorski Kotar gänzlich verwendbar, ebenfalls aber nützlich in den mittleren und westlichen Dinariden Jugoslawiens.

Eingegangen am 11 Februar, 1985.

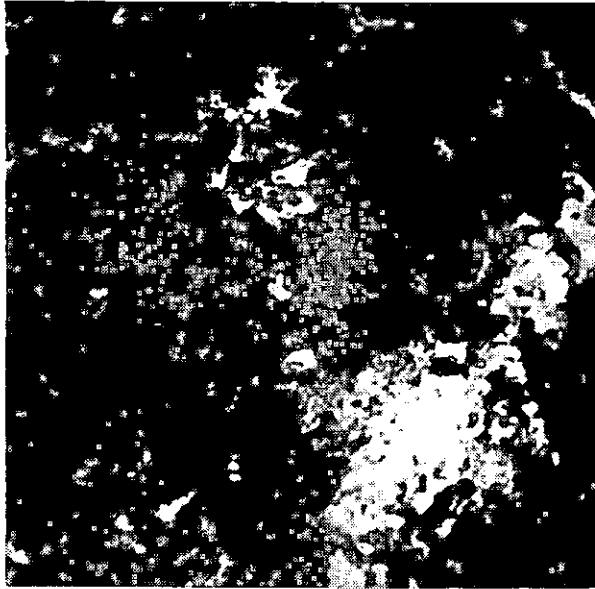
Akzeptiert am 31 März, 1985.

Die Adresse des Autors:

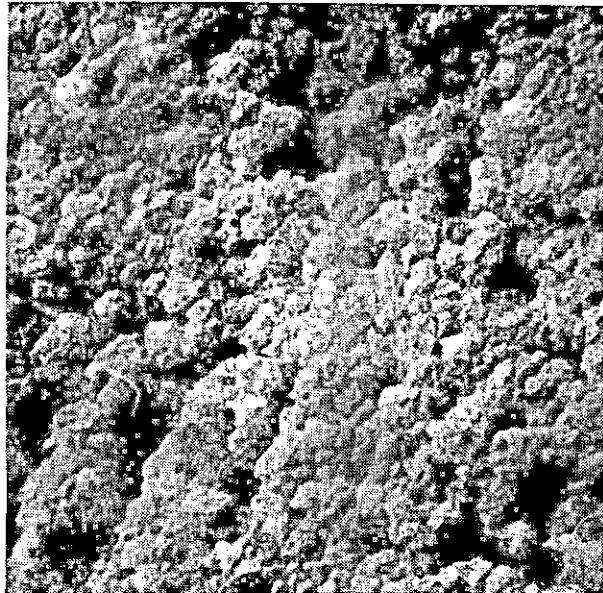
Forstliche Fakultät
41001 Zagreb, Postfach 178
Jugoslawien



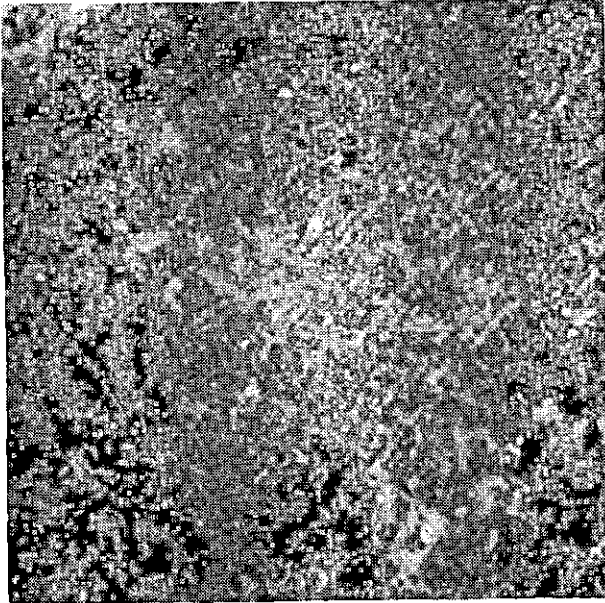
Sl. — Abb. 3. Aerosnimak Viljske vrtače. Točno se identificiraju ove šumske zajednice: 1. Klekovina bora krivulja (*Pinetum mughi croaticum* Horv.); 2. Pretplaninska smrekova šuma (*Piceetum croaticum subalpinum* Horv.); 3. Pretplaninska bukova šuma (*Aceri-Fagetum subalpinum* Horv.); 4. Šuma jele s milavom (*Calamagrosti-Abietetum* Horv.) — Luftbild der Doline »Viljska vrtača.« Folgende Waldgemeinschaften können genau erkannt werden: 1. Legföhrengebüsch; 2. Subalpiner Fichtenwald; 3. Subalpiner Ahorn-Buchenwald; 4. Reitgras-Tannenwald



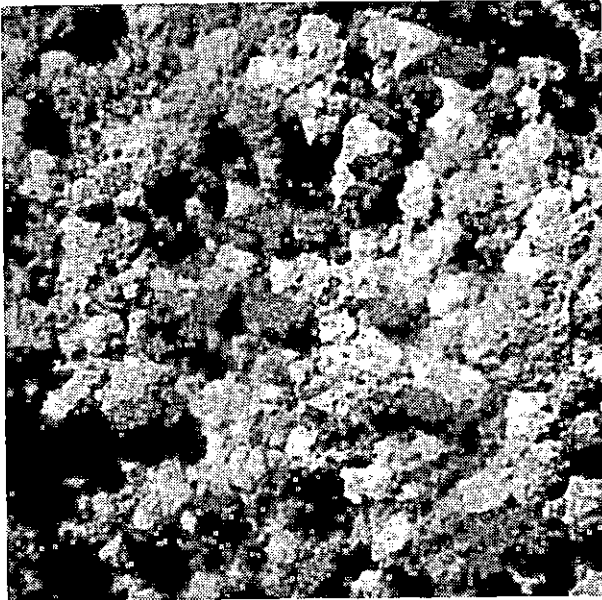
Sl. — Abb. 6. Isječak iz fotograma na kojem je preslikana klekovina bora kri-
vulja (*Pinetum mughi croaticum* Horv.). Ističe se vrlo tamni ton preslikavanja
zajednice i svjetla kamena podloga — Ausschnitt aus einem Fotogramm, wo das
Legföhrengbüsch abgebildet ist. Kennzeichnend sind dunklen Töne der Ge-
meinschaft und die lichte, steinere Unterlage



Sl. — Abb. 7. Gusto zbijene krošnje, pojedinačno uočljive i sitno spužvaste tek-
sture — karakteristika je preslikavanja tipične pretplaninske bukove šume
(*Aceri-Fagetum subalpinum* Horv.) — Dicht geschlossene Baumkronen, einzelne
und feinschwammige Texturen — Kennzeichen des typischen subalpinen
Buchenwaldes



Sl. — Abb. 8. Klekovina bukve (*suffruticosum*) na aerosnimku. Pojedinačno ne-uočljive krošnje, jednoličnija, baršunasta tekstura, dobro je diferenciraju od tipične varijante ove zajednice — Luftbild des Buchenkrummholzgebüsches. Einzelne Baumkronen sind nicht bemerkbar und es wird durch da eintönige Samttextur von der typischen Variante dieser Gemeinschaft unterschieden



Sl. — Abb. 9. Karakterističan, lako prepoznatljiv izgled šume bukve i jele (*Abieti-Fagetum illyricum* Horv.) na aerosnimku — Charakteristisches, gut erkennbares Aussehen des Buchen-Tannenwaldes auf dem Luftbild

RADOVAN KRIŽANEC

JEDINSTVENA OPĆA FORMULA ZA RAČUNANJE ETATA GLAVNOG PRIHODA U VISOKIM REGULARNIM ŠUMAMA

ALLGEMEINE EINHEITSFORMEL ZUR BERECHNUNG DES HAUPTNÜTZUNGSHIEBSATZES IN GLEICHALTRIGEN HOCHWÄLDERN

Prispjelo 11. veljače 1985.

Prihvaćeno 31. ožujka 1985.

Pojedina od poznatih formula za računanje etata glavnog prihoda u visokim regularnim šumama, primjenjiva je samo uz dobnu granicu za koju je izvedena. Ovim istraživanjima utvrdili smo, da se za računanje etata glavnog prihoda može upotrebljavati jedna nova formula koja nadomješta sve do sada poznate (Mantel-Massonovu, Méliardovu, Hufnaglovu, Klepčevu i opću Simonsovu), jer je u dijapazonu moguće praktične primjene, primjenjiva uz svaku dobnu granicu (x) unutar ophodnje (u).

Jedinstvena opća formula za računanje godišnjeg etata glavnog prihoda:

$$E_x = K \cdot \frac{V_x}{u}$$

u kojoj je K definiran izrazom:

$$K = \frac{2}{C_x}$$

temelji se na poznavanju konstante C_x , koju smo uspjeli metodom najmanjih kvadrata izraziti analitički po formuli za parabolu:

$$C_x = 1 + 0,0053 x - 1,0066 x^2$$

(V_x je dio drvene zalihe za koji se računa etat, u = ophodnja). Primjenom odgovarajuće konstante C_x uz izabranu dobnu granicu x , jedinstvena opća formula prilagođena je svakoj ophodnji i širini dobnih razreda. Kod praktične primjene dovoljno je za određenu dobnu granicu x izračunati ili iz priloženih tabela očitati C_x ili K , i uz ostale nužne parametre izračunati godišnji etat glavnog prihoda.

Ključne riječi: Visoka regularna šuma, etat glavnog prihoda, drvena zaliha, ophodnja, dobní razred

Ova studija izrađena je u okviru Projekta I, zadatka 6, teme 3, Općeg udruženja šumarstva, prerade drva i prometa papírom SRH (Zajednica šumarstva).

UVOD — EINLEITUNG

Visoke regularne šume u SR Hrvatskoj uređuju se po »Metodi razmjera dobnih razreda sa sastojinskim gospodarenjem« (Čl. 20 i 21 »Pravilnika o načinu izrade šumskogospodarskih osnova... — Narodne novine broj 19/1981).

Etat ili drvena masa predviđena Osnovom gospodarenja za sječū, sastoji se — kod ove metode uređivanja — iz dva međusobno bitno različita dijela:

- etata glavnog prihoda i
- etata proreda ili etata međuprihoda.

Etat glavnog prihoda realizira se u sastojinama zrelim za sječū (najčešće najstarijem dobnom razredu), odnosno sastojinama predviđenim za regeneraciju.

Etat proreda ili etata međuprihoda realizira se u ostalim sastojinama predviđenim za njegu, čišćenje, prorjeđivanje i provođenje ostalih šumskogospodarskih postupaka, izuzev sastojina u stadiju osnivanja (prvi dobní razred).

Drvne mase predviđene za sječū realiziraju se kod navedenih etata razlučeno po prostoru i vremenu i izvode različitim šumskogospodarskim postupcima. Zato se svaki etat računa posebno.

U ovom radu ograničili smo se na određivanje etata glavnog prihoda. Rad je logičan nastavak prethodne studije: »Nekoliko novih formula za računanje etata glavnog prihoda u visokim regularnim šumama« (Križanec, 1984).

SVRHA ISTRAŽIVANJA — ERFORSCHUNGSZWECK

Godišnji etat glavnog prihoda (E_g) u normalnoj visokoj regularnoj šumi općenito je definiran *Simmonsovom* formulom:

$$E_g = \frac{2u}{u^2 - x^2} \cdot C \quad (1)$$

u kojoj je:

u = ophodnja,

x = dobná granica iznad koje uzimamo dio od ukupne drvne zalihe za računanje etata,

C = dio od ukupne drvne zalihe za računanje etata.

Za $x = 0$, C u *Simmonsovoj* formuli prelazi u V , pa formula poprima oblik *Mantel-Massonove* formule za E_g :

$$E_g = \frac{2V}{u}$$

koja pokazuje, da se tijekom ophodnje kao etat glavnog prihoda realizira dvostruka drvena zaliha.

Iz Simmonsove formule mogu se izvesti i sve ostale formule za normalni godišnji etat glavnog prihoda (E_g), kako smo to pokazali u navedenoj studiji.

Iako smo izveli formule za gotovo sve slučajeve koji se mogu pojaviti u praksi s obzirom na različite dužine ophodnji i širine dobnih razreda, nastavili smo istraživanje sa ciljem da iznademo način računanja etata glavnog prihoda u dijapazonu moguće praktične primjene koji će isključiti izvođenje formula za svaki novi konkretni slučaj.

KONSTANTA C_x — KONSTANTE C_x

U nastavku istraživanja izveli smo iz opće Simmonsove formule za računanje normalne drvene zalihe (V)

$$V = \frac{u^2}{u^2 - x^2} \cdot C \quad (2)$$

formulu za računanje onog dijela drvene zalihe koji uz izabranu dobnu granicu uzimamo u obzir kod računanja etata:

$$C = \frac{u^2 - x^2}{u^2} \cdot V \quad (3)$$

Napr. kod Hufnaglove formule

$$E_g = \frac{2,66 M}{u}$$

koja se primjenjuje uz $x = u/2$ i gdje je $C = M$, pri obračunu etata glavnog prihoda uzimamo u obzir slijedeći dio od ukupne drvene zalihe V (vidi sl. 1):

$$M = \frac{u^2 - x^2}{u^2} \cdot V = \frac{u^2 - \frac{u^2}{4}}{u^2} \cdot V = \frac{\frac{3u^2}{4}}{u^2} \cdot V = \frac{3}{4} V, \text{ ili}$$

$$M = 0,75 V$$

Kad sa tom vrijednošću izrazimo dio drvene zalihe za koju ćemo računati E_g i supstituiramo u Hufnaglovu formulu, dolazimo do nove formule za računanje godišnjeg etata glavnog prihoda u kojoj je M izražen adekvatnim dijelom od ukupne drvene zalihe V :

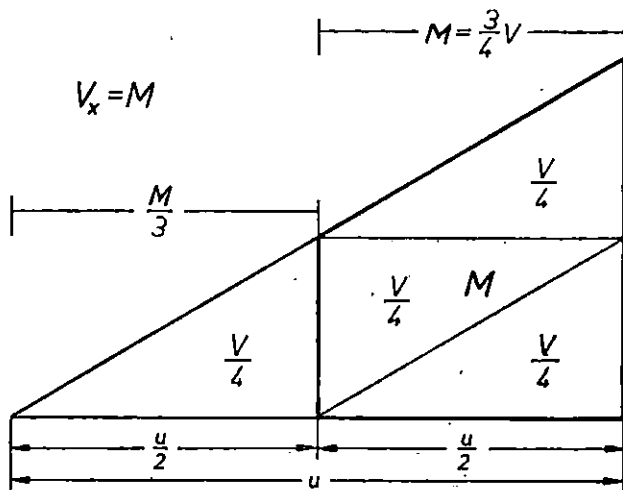
$$E_g = \frac{2,66 M}{u} = \frac{2,66 \cdot 0,75 V}{u} = \frac{2 V}{u}$$

Nova formula, nazovimo je *Opća formula* za računanje etata glavnog prihoda, identična je Mantel-Massonovoj, ali prilagođena konkretnoj dobnj granici (x).

Iz ovog primjera vidimo, da je za određivanje dijela drvene zalihe iznad izabrane dobne granice (x) na temelju kojeg se računa etat glavnog prihoda, mjerodavan prvi član formule (3):

$$C_x = \frac{u^2 - x^2}{u^2} \quad (4)$$

Označujemo ga indeksom x , jer predstavlja konstantu za pojedinu dobnu granicu (x), bez obzira na dužinu ophodnje i veličinu normalne zalihe. Za



Sl. — Abb. 1. Izvod Hufnaglove formule — Ausführung der Formel nach Hufnagl

svaki (x) izračunata konstanta C_x poprima nakon multiplikacije sa (V), vrijednost i oznaku (V_x). Indeks (x) pobliže označuje izabranu dobnu granicu, a (V_x) dio zalihe (V) iznad te dobne granice za koji ćemo računati (E_g).

Uz spomenutu supstituciju prvog člana, formula (3) prelazi u novu formulu za računanje onog dijela drvene zalihe (V_x), koji uz izabranu dobnu granicu uzimamo u obzir kod računanja etata glavnog prihoda:

$$V_x = C_x \cdot V \quad (5)$$

U navedenom primjeru taj dio zalihe iznosi:

$$V_x = 0,75 \cdot V$$

OPĆI ANALITIČKI IZRAZ ZA KONSTANTU C_x — ALLGEMEINER ANALYTISCHER AUSDRUCK FÜR DIE KONSTANTE C_x

Ishodište za daljnja istraživanja bili su broježani podaci donijeti u tabeli 1.

To su numerički izražene vrijednosti pojedinih simbolima označenih članova iz kolone 2 tabele 4 prethodno spomenutog rada (Križanec, 1984), ali razvrstani redom po veličini dobne granice x i dopunjeni podacima za dobne granice, koje se još mogu pojaviti u praksi.

U koloni 1 tabele 1 nalaze se vrijednosti za dobnu granicu x .

— Dobna granica (x) određena starošću iznad koje uzimamo dio od ukupne drvne zalihe za računanje etata, upisana je u tabeli 1 klasičnim načinom i kao dio ophodnje (u), koju smatramo jednakom jedinici ($u = 1$). Ova transkripcija ne mijenja smisao ophodnje a nužan je uvjet za daljnja istraživanja.

Napr. Dobna granica $x = 5/6 u$, iskazana je i kao

$$x = 0,833 u$$

a određena je za $u = 120$ godina ovako:

$$5/6 u = (5 \cdot 120) : 6 = 600 : 6 = 100 \text{ god.}$$

$$100 : 120 = 0,833 u \quad \text{ili} \quad 5 u : 6 = 0,833 u.$$

U koloni 2 iskazane su vrijednosti za konstantu C_x , izračunatu po formuli 4 za sve u koloni 1 navedene dobne granice x .

Kolona 3 sadrži broježani faktor iz brojnika odgovarajuće formule za računanje etata glavnog prihoda za dobnu granicu iz kolone 1. U glavi kolone 3 taj je faktor označen simbolom $K = 2/C_x$, jer se osim izvodom može izračunati i po tom izrazu.

Iz tabele 1 očigledno je, da se s porastom dobne granice x konstanta C_x pravilno smanjuje a kao posljedica tog smanjenja, broježani faktor iz brojnika formula za E_g pravilno povećava.

Zakovitost uočenog trenda promjena veličine C_x kad se mijenja dobna granica x odgovara krivulji paraboličnog oblika. To se dobro vidi na grafikonu slike 2, gdje su na apscisi nanijete vrijednosti za dobnu granicu x , a na ordinati za C_x .

Na temelju navedenog saznanja odredili smo za konstantu C_x opći analitički izraz po formuli za parabolu:

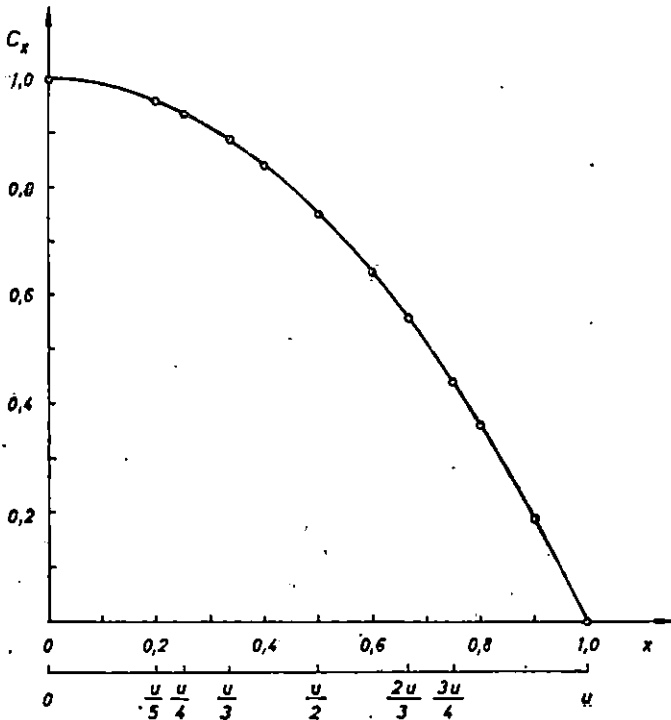
$$y = a + bx + cx^2 \quad (6)$$

Pomoću suma kvadrata podataka kolone 1, tabele 1 kao nezavisne i podataka kolone 2 iste tabele kao zavisne varijable, izračunali smo po normalnim jednadžbama

$$a \sum n + b \sum x + c \sum x^2 = \sum y \quad (6a)$$

Tab. 1

x (1)	C_x (2)	K (3)
$u = 0$	1,000	2,000
$u/9 = 0,111 u$	0,988	2,024
$u/8 = 0,125 u$	0,985	2,030
$u/7 = 0,143 u$	0,980	2,041
$u/6 = 0,167 u$	0,973	2,055
$u/5 = 0,200 u$	0,961	2,081
$u/4,5 = 0,222 u$	0,952	2,100
$u/4 = 0,250 u$	0,938	2,132
$2/7 u = u/3,5 = 0,286 u$	0,919	2,176
$u/3 = 2/6 u = 0,333 u$	0,890	2,247
$2/5 u = 0,400 u$	0,841	2,378
$3/7 u = 0,429 u$	0,817	2,448
$u/2,25 = 0,444 u$	0,804	2,488
$u/2 = 2/4 u = 3/6 u = 0,500 u$	0,751	2,663
$4/7 u = 0,571 u$	0,675	2,963
$3/5 u = 0,600 u$	0,641	3,120
$2/3 u = 4/6 u = u/1,5 = 0,667 u$	0,555	3,603
$5/7 u = 0,714 u$	0,491	4,073
$3/4 u = 0,750 u$	0,438	4,566
$4/5 u = 0,800 u$	0,360	5,556
$5/6 u = 0,833 u$	0,306	6,536
$6/7 u = 0,857 u$	0,265	7,547
$u/1,13 = 0,885 u$	0,216	9,259
$9/10 u = 0,900 u$	0,190	10,526



Sl. — Abb. 2. Odnos dobne granice (x) i konstante (C_x) — Beziehung zwischen der Altersgrenze (x) und Konstante (C_x)

$$a \sum x + b \sum x^2 + c \sum x^3 = \sum xy. \quad (6b)$$

$$a \sum x^2 + b \sum x^3 + c \sum x^4 = \sum x^2y \quad (6c)$$

parametre parabole (a , b i c) i postavili jednadžbu

$$y = 0,9992019 + 0,0052545 \cdot x - 1,006482 \cdot x^2$$

odnosno

$$C_x = 1 + 0,0053 \cdot x - 1,0065 \cdot x^2 \quad (7)$$

po kojoj se može analitički jednostavno izračunati prvi član formule (5) odnosno konstanta (C_x) za svaki po volji odabrani (x) unutar ophodnje u .

Kad se u u formulu (5) uvrsti analitički izraz za C_x , formula poprima ovaj konačan oblik:

$$V_x = (1 + 0,0053 \cdot x - 1,0065 \cdot x^2) \cdot V \quad (5a)$$

PRIMJENA KONSTANTE C_x — ANWENDUNG DER KONSTANTE C_x

Primjer 1. Uz dobnu granicu $x = \frac{2}{3} u$, odnosno $x = 0,667 u$, izračunali smo veličinu V_x (u formuli Klepca označenu simbolom V_3) pomoću konstante C_x (označenu simbolom C_3) ovako:

a. Po transkribiranoj Simmonsovoj formuli (3):

$$V_3 = C_3 \cdot V \quad (3a)$$

gdje je

$$C_3 = \frac{u^2 - x^2}{u^2}$$

$$V_3 = \frac{u^2 - x^2}{u^2} \cdot V = \frac{u^2 - \frac{4}{9} u^2}{u^2} \cdot V = \frac{5}{9} V$$

$$V_3 = 0,555 V$$

b. Po *novoj* formuli (5a):

$$V_3 = C_3 \cdot V \quad (5b)$$

gdje je

$$C_3 = 1 + 0,0053 \cdot x - 1,0065 \cdot x^2$$

$$V_3 = (1 + 0,0053 \cdot 0,667 - 1,0065 \cdot 0,667^2) \cdot V$$

$$V_3 = 0,555 V$$

Primjer 2. Za Hufnaglovu formulu, koja se primjenjuje uz $x = \frac{u}{2}$ odnosno $x = 0,5 u$, veličinu (V_x) označenu s (M) izračunali smo pomoću C_x kao i u prethodnom primjeru:

a. Veličinu $V_x = M$ odredili smo već na temelju slike 1:

$$M = \frac{3}{4} V = 0,75 V \quad (3b)$$

b. Po *novoj* formuli (5a):

$$M = (1 + 0,0053 \cdot 0,5 - 1,0065 \cdot 0,5^2) \cdot V = 0,75 V \quad (5c)$$

Primjer 3. Za Mantel-Massonovu formulu, koja se primjenjuje za $x = 0$, račun je identičan:

$$a. V_x = \frac{u^2 - x^2}{u^2} \cdot V = \frac{u^2 - 0}{u^2} \cdot V = 1 \cdot V \quad (3c)$$

$$b. V_x = (1 + 0,0053 \cdot 0 - 1,0065 \cdot 0^2) \cdot V = 1 \cdot V \quad (5d)$$

Po novoj formuli (5a) dobili smo uz određene dobne granice (x) iste vrijednosti za konstantu C_x kao i po formuli 3 (vidi kolonu 2, tabele 1). Međutim, prednost računanja konstante C_x očigledno je na strani nove formule (5a), jer promatrani odnos definira analitički jedinstvenom funkcijom za sve po volji odabrane dobne granice (x), a postupak računanja je brz, jednostavan i točan.

Ispravnost rezultata polučeni primjerom konstante C_x provjerili smo supstitucijom $V_3 = 0,555 V$ u Klepčevu formulu za E_g :

$$E_g = \frac{3,6 V_3}{u} = 3,6 \cdot \frac{0,555 V}{u} = \frac{2 V}{u}$$

Iz ovog izraza vidimo, da se primjenom pripadne konstante C_x u odgovarajućoj formuli za E_g (u ovom slučaju Klepčevoj) dobiva kao krajnji rezultat Mantel-Massonova formula. Tako smo spoznali da izračunata konstanta C_x zadovoljava osnovni princip, prema kojem se tijekom ophodnje kao etat glavnog prihoda realizira dvostruka drvena zaliha i da se može primijeniti pri obračunu E_g .

Kako je u formuli Klepca za $x = 0,667 u$, broječni iznos $3,6 = 2/C_x$ (vidi kolonu 3, tabele 1) a vrijednost $V_3 = C_x \cdot V = 0,555 \cdot V$, Klepčeva formula primjenom konstanti C_x i $2/C_x$ prelazi u novu Opću formulu za računanje etata glavnog prihoda (identičnu proširenoj Mantel-Massonovoj formuli):

$$E_g = \frac{2}{C_x} \cdot \frac{0,555 \cdot V}{u} \quad (8)$$

Nova Opća formula identična Hufnaglovoj za $x = 0,50 u$ bila bi (kao što smo to ranije pokazali):

$$E_g = \frac{2,66 M}{u} = \frac{2}{C_x} \cdot \frac{0,75 \cdot V}{u} = 2,66 \cdot \frac{0,75 V}{u} = \frac{2 V}{u}$$

Na opisani način može se provjeriti primjena konstanti C_x i $2/C_x$ i u ostalim formulama za E_g .

Opća formula za računanje etata glavnog prihoda može se upotrijebiti umjesto bilo koje dosad poznate formule (vidi tabelu 4 — Križanec, 1984, str. 411), jer primjenom konstanti C_x i $2/C_x$ postiže istovjetnost sa originalnim formulama za bilo koju dobnu granicu od $x = 0$ do $x = u$ odnosno 1.

MEĐUODNOS ZALIHE V, NJENOG DIJELA V_x I KONSTANTE C_x —
ZWISCHENBEZIEHUNG DES VORRATS V, SEINES ANTEILS V_x UND
KONSTANTE C_x

Sve što smo do sada utvrdili temelji se na saznanju, da se po formuli (5) $V_x = C_x \cdot V$, dio od ukupne drvne zalihe (V_x) na temelju kojeg se računa etat glavnog prihoda, može odrediti i iz ukupne drvne zalihe (V) pomoću odgovarajuće konstante C_x .

Ovu konstataciju objasniti ćemo na istom primjeru Klepčeve formule za etat glavnog prihoda.

Uz dobnu granicu $x = 2/3 u = 0,667 u$, ukupna drvna zaliha određena po Simmonsovoj formuli (2) jednaka je:

$$V = 1,8 V_x$$

a iz nje izračunat dio V_x :

$$V_x = \frac{V}{1,8} = 0,555 V$$

Konstanta C_x izračunata analitički po formuli (7) uz istu dobnu granicu x iznosi:

$$C_x = 1 + 0,0053 \cdot 0,667 - 1,0065 \cdot 0,667^2 = 0,555$$

Uz navedenu dobnu granicu dobivena je na oba načina ista konstanta $C_x = 0,555$ (vidi tabelu 1, kolona 2), s tom razlikom, što je iz opće formule (4) uvijek ponovno izvodimo za svaki novi konkretni slučaj, dok je po novoj formuli (7) računamo analitički po jedinstvenoj jednadžbi u svim slučajevima.

Napr. za ophodnju $u = 120$ godina, dobnu granicu $x = 2/3 u = 0,667 u$, određena je slijedećim brojem godina:

$$x = \frac{2 \cdot 120}{3} = 80 \text{ godina, ili } x = 0,667 \cdot 120 = 80 \text{ godina}$$

To znači, da dio od ukupne drvne zalihe (V_x) za koji će se računati E_g tvore sastojine starije od 80 godina.

Ukupna drvna zaliha je tada jednaka (formula 2):

$$V = \frac{u^2}{u^2 - x^2} \cdot V_x = \frac{120^2}{120^2 - 80^2} \cdot V_x = 1,8 V_x$$

Kako se tijekom ophodnje kao etat glavnog prihoda realizira dvostruka drvna zaliha, treba izraz određen po Simmonsovoj formuli (2) udvostručiti:

$$2 V = 2 \cdot 1,8 V_x = 3,6 V_x$$

potom odrediti dio za koji će se računati E_g :

$$V_x = \frac{2 V}{3,6} = 0,555 V$$

supstituirati veličinu V_x (formula 5) u brojniku Mantel-Massonove formule i po formuli Klepca primjenom konstante C_x izračunati E_g :

$$E_g = \frac{2 V}{u} = \frac{3,6 V_x}{u} = 3,6 \cdot \frac{0,555 V}{u}$$

Tako smo utvrdili, da je kod određene dobne granice konstantom C_x definiran stalan međuodnos osnovnih parametara za računanje etata glavnog prihoda.

IZVOD OPĆEG OBLIKA NOVE FORMULE ZA E_g — AUSFÜHRUNG DER ALLGEMEINEN FORM DER NEUEN FORMEL FÜR E_g

Mogućnost analitičkog određivanja konstante C_x za svaki po volji odabrani (x), iskoristili smo u daljnjem traženju najpovoljnijeg oblika formule za računanje E_g .

Iz formule (5) može se odrediti izraz za ukupnu drvenu zalihu (V):

$$V = \frac{V_x}{C_x} \quad (9)$$

Kad ovako izraženu drvenu zalihu uvrstimo u Mantel-Massonovu formulu za računanje normalnog godišnjeg etata glavnog prihoda

$$E_g = \frac{2 V}{u} = \frac{2 \cdot \frac{V_x}{C_x}}{u} \quad (10)$$

dobivamo novu Opću formulu za E_g :

$$E_g = \frac{2}{C_x} \cdot \frac{V_x}{u} \quad (11)$$

Formulu (11) moguće je izvesti i iz općeg oblika Simmonsove formule (1) za računanje godišnjeg etata glavnog prihoda:

$$E_g = \frac{2 u}{u^2 - x^2} \cdot C$$

Ako C zamijenimo izrazom izvedenim iz formule (5):

$$C_x = \frac{V_x}{V} \quad (12)$$

i uvrstimo u formulu (1) dobivamo:

$$E_g = \frac{2u}{u^2 - x^2} \cdot \frac{V_x}{V} = \frac{2V_x \cdot u}{V(u^2 - x^2)} \quad (1a)$$

Potom V definiran općim izrazom Simmonsove formule (2) uvrstimo u izraz (1a) i riješimo jednadžbu

$$E_g = \frac{2V_x \cdot u}{\frac{u^2}{u^2 - x^2} (u^2 - x^2) \cdot C}$$

dobit ćemo isti Opći oblik formule za računanje normalnog godišnjeg etata glavnog prihoda kao i prethodnim izvodom:

$$E_g = \frac{2}{C_x} \cdot \frac{V_x}{u} \quad (11)$$

Da je nova Opća formula (11) općeg oblika, pokazuje i slijedeći izvod:

Kad u formuli (11) supstituiramo C_x općim oblikom Simmonsove formule (3) za računanje mjerenog dijela drvne zalihe u kojoj je V definiran izrazom

$$V = \frac{V_x}{C_x}$$

formula prelazi u Simmonsovu:

$$E_g = \frac{2V_x}{\frac{u^2 - x^2}{u^2} \cdot \frac{V_x}{C} \cdot u} = \frac{2u}{u^2 - x^2} \cdot C$$

JEDINSTVENA OPĆA FORMULA (AUTORA) ZA RAČUNANJE E_g —
ALLGEMEINE EINHEITSFORMEL (DES AUTORS) ZUR BERECHNUNG E_g

Kad se uz određenu dobnu granicu x , u novi Opći oblik formule za računanje etata glavnog prihoda (11) umjesto C_x uvrsti analitički izraz (7), dobiva se Jedinствена opća formula za računanje godišnjeg etata glavnog prihoda:

$$E_g = \frac{2}{1 + 0,0053 \cdot x - 1,0065 x^2} \cdot \frac{V_x}{u} \quad (13)$$

prilagođena svakoj ophodnji, širini dobnih razreda i svakoj dobnjoj granici x unutar ophodnje u .

Kako je uz određenu dobnju granicu x kvocijent $2/C_x$ konstanta, obilježili smo je simbolom K i zbog jednostavnije primjene izračunali i prikazali za odgovarajuće dobnje granice u koloni 3 tabela 1 i 2.

Uz navedenu supstituciju, *Jedinstvena opća formula autora za računanje godišnjeg etata glavnog prihoda ima ovaj konačan oblik:*

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} \quad (13a)$$

Kad će se etat glavnog prihoda računati primjenom dijela zalihe V_x određenog izrazom (5a), formula (13a) pripada u grupu *normalnozališnih metoda*, a kad će se etat glavnog prihoda računati uz konkretni dio zalihe V_x , formula pripada u grupu *metoda po masi i prirastu*.

U formulama (8), (11) i (13) odnosno (13a), pojedini simboli imaju sljedeće značenje:

u = ophodnja,

(x) = dobnja granica uz koju će se računati etat glavnog prihoda,

$C_x = 1 + 0,0053 \cdot x - 1,0065 \cdot x^2$ = faktor (konstanta) za određivanje dijela drvene zalihe iznad dobnje granice (x) ,

V_x = dio od ukupne drvene zalihe, za koji će se — uz dobnju granicu (x) — računati etat glavnog prihoda,

$$K = \frac{2}{C_x} = \frac{2}{1 + 0,0053 \cdot x - 1,0065 x^2} = \text{konstanta Opće formule}$$

Da je *Jedinstvena opća formula* (13a) doista univerzalna proizlazi iz mogućnosti njene primjene pri obračunu E_g za sve dobnje granice (x) unutar tretirane ophodnje.

Ova tvrdnja može se dokazati odnosom *Mantel-Massonove i nove Opće formule* za E_g .

Supstitucijom za

$$V_x = C_x \cdot V \quad (5)$$

formula (11) prelazi u *Mantel-Massonovu* formulu:

$$E_g = \frac{2 V_x}{C_x \cdot u} = \frac{2 C_x \cdot V}{C_x \cdot u} = \frac{2 V}{u}$$

Tab. 2

(nastavak-Fortsetzung)

x (1)	C_x (2)	K (3)	x (1)	C_x (2)	K (3)
0,01	0,9999	2,000	0,46	0,789	2,535
02	0,9997	2,001	47	0,780	2,564
03	0,9993	2,002	48	0,771	2,594
04	0,9985	2,003	49	0,761	2,628
05	0,9977	2,004	0,50	0,751	2,663
06	0,9966	2,007	51	0,741	2,699
07	0,9954	2,009	52	0,731	2,736
08	0,9940	2,012	53	0,720	2,778
09	0,9923	2,015	54	0,709	2,821
0,10	0,990	2,020	55	0,698	2,865
11	0,988	2,024	56	0,688	2,907
12	0,986	2,028	57	0,676	2,959
13	0,984	2,033	58	0,664	3,012
14	0,981	2,039	59	0,653	3,063
15	0,978	2,045	0,60	0,641	3,120
16	0,975	2,051	61	0,629	3,180
17	0,972	2,058	62	0,616	3,247
18	0,968	2,065	63	0,604	3,311
19	0,965	2,073	64	0,591	3,384
0,20	0,961	2,081	65	0,609	3,284
21	0,956	2,092	66	0,565	3,540
22	0,952	2,101	67	0,552	3,623
23	0,948	2,110	68	0,538	3,717
24	0,943	2,120	69	0,524	3,817
25	0,938	2,132	0,70	0,511	3,914
26	0,933	2,144	71	0,496	4,032
27	0,928	2,155	72	0,482	4,149
28	0,923	2,167	73	0,468	4,274
29	0,917	2,181	74	0,453	4,415
0,30	0,911	2,195	75	0,438	4,566
31	0,905	2,210	76	0,423	4,728
32	0,899	2,225	77	0,407	4,914
33	0,892	2,242	78	0,392	5,102
34	0,885	2,260	79	0,376	5,319
35	0,879	2,275	0,80	0,360	5,556
36	0,871	2,296	81	0,344	5,814
37	0,864	2,315	82	0,328	6,098
38	0,857	2,334	83	0,311	6,431
39	0,849	2,356	84	0,294	6,803
0,40	0,840	2,378	85	0,277	7,220
41	0,833	2,401	86	0,260	7,692
42	0,825	2,424	87	0,243	8,230
43	0,816	2,451	88	0,225	8,889
44	0,807	2,478	89	0,207	9,662
0,45	0,799	2,503	0,90	0,190	10,526

Iz odnosa Mantel-Massonove i nove Opće formule za računanje normalnog godišnjeg etata glavnog prihoda

$$\frac{2V}{u} = \frac{2V_x}{C_x \cdot u}$$

proizlazi, da se brojnik svake formule za računanje (E_g) može izraziti Jedinstvenom općom formulom

$$2V = \frac{2}{C_x} \cdot V_x \quad (14)$$

(gdje je $C_x = 1 + 0,0053 \cdot x - 1,0065 \cdot x^2$)

i izračunati etat glavnog prihoda (E_g) za svaki po volji odabrani (x).

Primjer 1. Brojnik Mélardoye formule za računanje (E_g) uz $x = \frac{u}{3}$ odnosno $x = 0,333 u$, i $V_x = V_c$, računa se ovako:

$$2V = \frac{2}{1 + 0,0053 \cdot 0,333 - 1,0065 \cdot 0,333^2} \cdot V_c$$

$$2V = \frac{2}{0,890} \cdot V_c = 2,247 V_c = 2,25 V_c$$

Jedinstvena opća formula identična je Mélardovoj.

Primjer 2. Uz $x = \frac{2}{3} u = 0,667 u$, i $V_x = V_3$, brojnik formule Klepčeca za računanje E_g bio bi:

$$2V = \frac{2}{1 + 0,0053 \cdot 0,667 - 1,0065 \cdot 0,667^2} \cdot V_3$$

$$2V = \frac{2}{0,555} \cdot V_3 = 3,603 \cdot V_3 = 3,6 V_3$$

Jedinstvena opća formula identična je Klepčevoj.

Na istovjetan način može se po Jedinstvenoj općoj formuli izračunati brojnik u formulama za etat glavnog prihoda (E_g) za sve po volji odabrane dobne granice (x) unutar svake ophodnje.

VERIFIKACIJA JEDINSTVENE OPĆE FORMULE = VERIFIKATION DER ALLGEMEINEN EINHEITSFORMEL

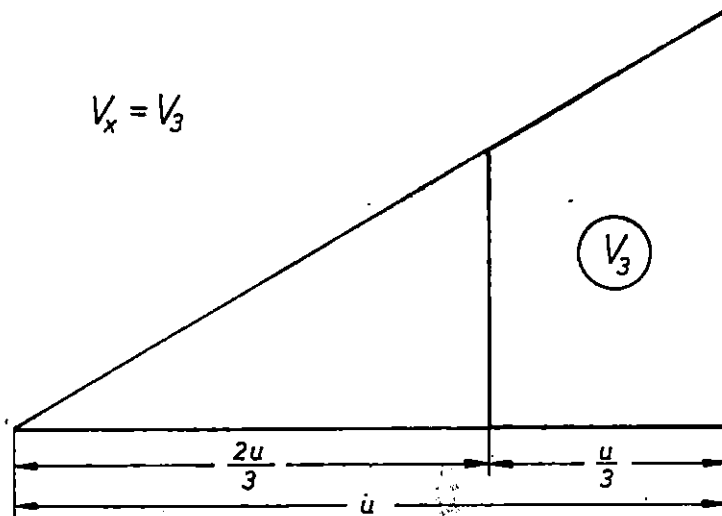
Primjenu formule (13a) prikazati ćemo u poredbi s do sada poznatim formulama na nekoliko primjera.

Primjer 1.

a. Za računanje normalnog godišnjeg etata glavnog prihoda uz dobnu granicu

$$x = \frac{2u}{3} \text{ i } V_x = V_3$$

dao je Klepac formulu, koja se može izvesti pomoću sl. 3.



Sl. — Abb. 3. Izvod formule Klepca — Ausführung der Formel nach Klepac

$$E_g = \frac{V_3}{\frac{u}{3}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{V_3}{\frac{5}{6}u} = \frac{3V_3}{10u} + \frac{6V_3}{u} = \frac{30V_3 + 60V_3}{10u}$$

$$E_g = \frac{36V_3}{10u} = \frac{3,6V_3}{u}$$

b. Uz iste vrijednosti $x = \frac{2u}{3}$ i $V_x = V_3$ može se formula Klepca izvesti iz Simonsove formule za (E_g) ovako:

$$E_g = \frac{2u}{u^2 - x^2} \cdot C = \frac{2u}{u^2 - \frac{4u^2}{9}} \cdot V_3 = \frac{2u}{\frac{5}{9}u^2} \cdot V_3$$

$$E_g = \frac{18u}{5u^2} \cdot V_3 = \frac{3,6V_3}{u}$$

c. Po *Jedinstvenoj općoj formuli*, dolazi se do formule Klepca uz isti $x = \frac{2u}{3}$, odnosno $x = 0,667u$, na slijedeći jednostavni način:

$$E_g = \frac{2}{C_x} \cdot \frac{V_x}{u} = \frac{2}{1 + 0,0053 \cdot 0,667 - 1,0065 \cdot 0,667^2} \cdot \frac{V_3}{u}$$

$$E_g = \frac{2}{0,555} \cdot \frac{V_3}{u} = \frac{3,6 V_3}{u}$$

d. Najjednostavniji način je, da se za $x = 0,667u$ očita vrijednost za K iz tabele 2 i uvrsti u formulu:

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} = 3,6 \cdot \frac{V_3}{u}$$

Primjer 2.

Po *Hufnaglovoj formuli* računa se normalni godišnji etat glavnog prihoda uz $x = \frac{u}{2}$, odnosno $x = 0,5u$ i $V_x = M$ na istovjetan način kao i u prethodnom primjeru:

a. Iz sl. 1 (vidi poglavlje Konstanta C_x) proizlazi:

$$E_g = \frac{M + i_v \cdot \frac{u}{4}}{\frac{u}{2}} = \frac{M + \frac{M}{3u} \cdot \frac{u}{4}}{\frac{u}{2}} = \frac{M + \frac{M}{3}}{\frac{u}{2}} = \frac{\frac{4}{3}M}{\frac{u}{2}} = \frac{8M}{3u} = \frac{2,66M}{u}$$

b. Iz opće *Simmonsove formule*:

$$E_g = \frac{2u}{u^2 - x^2} \cdot M = \frac{2u}{u^2 - \frac{u^2}{4}} \cdot M = \frac{2u}{\frac{3u^2}{4}} \cdot M = \frac{8u}{3u^2} \cdot M = \frac{2,66M}{u}$$

c. Po *novoj Jedinstvenoj općoj formuli*:

$$E_g = \frac{2}{C_x} \cdot \frac{V_x}{u} = \frac{2}{1 + 0,0053 \cdot 0,50 - 1,0065 \cdot 0,50^2} \cdot \frac{M}{u}$$

$$E_g = \frac{2}{0,75} \cdot \frac{M}{u} = \frac{2,66M}{u}$$

d. Za $x = 0,5 u$, uz K očitano iz tabele 2:

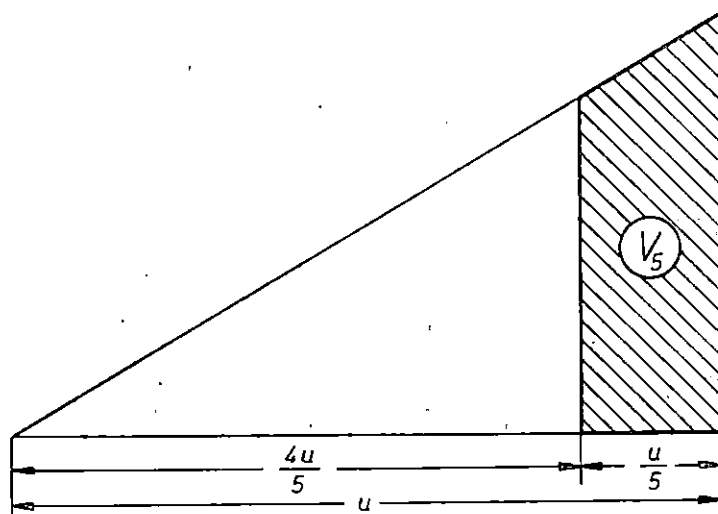
$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} = 2,66 \cdot \frac{M}{u}$$

Primjer 3.

U studiji spomenutoj u uvodnom dijelu izveli smo nekoliko novih formula za računanje normalnog godišnjeg etata glavnog prihoda, uz razne dobne granice (x).

Jednu od novih formula za $x = \frac{4u}{5}$, odnosno $x = 0,80 u$, izveli smo također na sva tri načina:

a. Iz sl. 4 proizlazi:



Sl. — Abb. 4. Izvod formule autora za E_g uz $x = 4/5 u$ — Ausführung der Formel für E_g bei $x = 4/5 u$

$$E_g = \frac{V_5}{5} + \frac{\frac{V_5}{9u} \cdot u}{5} = \frac{V_5}{5} + \frac{9}{5} = \frac{5V_5}{5} + \frac{5V_5}{9u}$$

$$E_g = \frac{45V_5 + 5V_5}{9u} = \frac{50V_5}{9u} = \frac{5,56V_5}{u}$$

b. Iz opće Simmonsove formule:

$$E_g = \frac{2u}{u^2 - x^2} \cdot V_5 = \frac{2u}{u^2 - \frac{16u^2}{25}} \cdot V_5 = \frac{2u}{\frac{25u^2 - 16u^2}{25}} \cdot V_5$$

$$E_g = \frac{2u}{\frac{9u^2}{25}} \cdot V_5 = \frac{50u}{9u^2} \cdot V_5 = \frac{5,56 V_5}{u}$$

c. Po novoj Jedinstvenoj općoj formuli:

$$E_g = \frac{2}{C_x} \cdot \frac{V_x}{u} = \frac{2}{1 + 0,0053 \cdot 0,80 - 1,0065 \cdot 0,80^2} \cdot \frac{V_5}{u}$$

$$E_g = \frac{2}{0,360} \cdot \frac{V_5}{u} = \frac{5,56 V_5}{u}$$

d. Uz očitane vrijednosti K iz tabele 2:

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} = 5,56 \frac{V_5}{u}$$

PRAKTIČNA PRIMJENA — PRAKTISCHE ANWENDUNG

Primjer 1.

U prvom primjeru pokazati ćemo obračun etata glavnog prihoda po *Jedinstvenoj općoj formuli* (u poredbi s ostalim formulama) za Formiranu gospodarsku jedinicu.

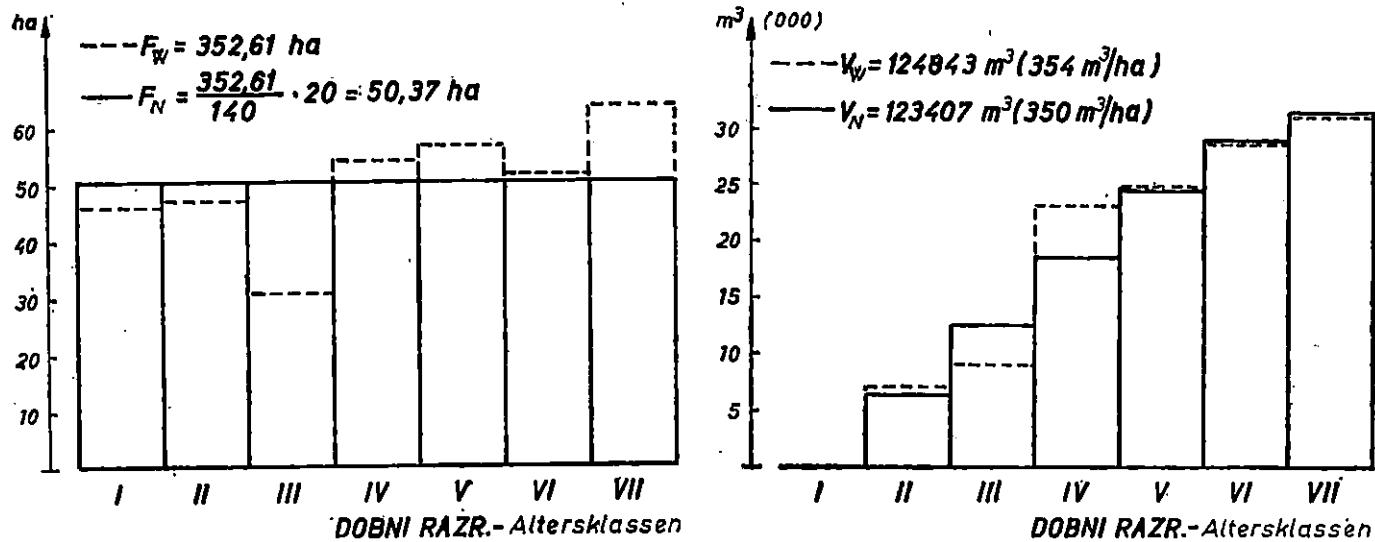
Formirana gospodarska jedinica (istovremeno i računska jedinica), uređena je po Metodi razmjera dobnih razreda sa sastojinskim gospodarenjem. Koristi se kao objekt za terensku nastavu studenata šumarstva iz Uređivanja šuma.

To je visoka regularna šuma hrasta lužnjaka i poljskog tjasena na I bonitetu, u kojoj se gospodari prema prirasnoprihodnoj tablici D. Klepca (tabela 3) uz ophodnju od 140 godina (vidi osnovne podatke u tabeli 4 i na sl. 5).

Sastojine su prema dobi razvrstane u 7 dobnih razreda širine $n = 20$ godina.

Prema Osnovi gospodarenja sastavljenoj za gospodarsko razdoblje od 20 godina, predviđena je realizacija etata glavnog prihoda u sedmom dobnom razredu tj. u sastojinama starijim od $140 - 20 = 120$ godina.

Etat glavnog prihoda treba — prema tome — izračunati uz dobnu granicu $x = 6/7 u = 0,857 u$ ($120 : 140 = 0,857$).



Sl. — Abb. 5. Razmjer dobnih razreda u Formiranoj gospodarskoj jedinici — Altersklassenverhältnis in der formierten Wirtschaftseinheit (FGJ)

Iz tabele 4, kolone 8 vidi se, da od ukupne konkretne drvene zalihe $V = 124\ 843\ m^3$, na sedmi dobní razred tj. na dio zalihe za koji ćemo računati E_g otpada $V_x = 31\ 303\ m^3$.

U tom dobnom razredu izmjeren je tečajni godišnji prirast $i_v = 1,8\ m^3/ha$, odnosno $64,23\ ha \times 1,8\ m^3/ha = 115,6\ m^3/god.$

Godišnji etat glavnog prihoda izračunati ćemo — usporedbe radi — na nekoliko načina:

a. Godišnji etat glavnog prihoda izračunat na temelju drvene mase zadnjeg dobnog razreda i izmjerenog prirasta (bez obzira na veličinu drvene zalihe i razmjer dobnih razreda) po jednostavnom izrazu, jednak je:

$$E_g = \frac{V_x}{n} + i_v \text{ god.} = \frac{31\ 303}{20} + 116 = 1\ 681\ m^3$$

b. Po *Jedinствenoj općoj formuli* uz $x = 6/7$ u $= 0,857$ u izračunati ćemo E_g uz konkretni V_x ovako:

Iz tabele 1 za $x = 0,857$ u očitamo: $C_x = 0,265$ i $K = 7,547$ i potom izračunamo etat:

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} = 7,547 \cdot \frac{31\ 303}{140} = 1\ 687\ m^3$$

Po *Jedinствenoj općoj formuli* polučen je isti rezultat kao i po izrazu a. Međutim, pitamo se, da li je to optimalni etat, koji bi se mogao realizirati uz postojeću konkretnu drvenu zalihu? Iz produkta $1687 \times 140 = 236\ 180\ m^3$ vidimo da nije ($2V = 249\ 686\ m^3$).

Kad po *Jedinствenoj općoj formuli* računamo etat, tada dio drvene zalihe za koji računamo etat čini drvena zaliha iznad izabrane dobne granice i polovica periodičkog prirasta.

$$V_x = 31\ 303 + (115,6 \times 10) = 32\ 459\ m^3$$

Uz $V_x = 32459\ m^3$, očitamo za $x = 0,86$ iz tabele 2:

$$C_x = 0,260; \quad K = 7,692$$

i izračunamo optimalni E_g :

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} = 7,692 \cdot \frac{32\ 459}{140} = 1\ 783\ m^3$$

Ovaj optimalni etat može se realizirati, jer pretpostavlja realizaciju dvostruke drvene zalihe $1\ 783 \times 140 = 249\ 620$ ($2V = 249\ 686\ m^3$) tijekom cphodnje.

c. Etat glavnog prihoda može se po *Jedinствenoj općoj formuli* izračunati i za svaki odjel posebno:

PRIRASNO PRIHODNA TABLICA ZA HRAST LUZNJAK NA I. BONITETU (D. KLEPAC)
Ertragstafel für Stieleiche (Quercus robur L.) - I Standortsklasse (D. KLEPAC)

Tab. 3

GLAVNA SASTOJINA (Verbleibender Bestand)											
a	N	D	G	h	m	z ₁	z ₂	P	M	Z ₁	Z ₂
god.		cm	m ²	m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
30	2900	10	20,3	16,0	130	5,0	4,3	9	139	7,6	4,6
40	1095	15	19,4	19,4	180	7,0	4,5	26	215	10,5	5,4
50	714	20	22,4	22,2	250	6,0	5,0	35	320	10,0	6,4
60	492	25	24,1	24,9	310	6,0	5,2	40	420	10,3	7,0
70	344	31	26,0	27,4	370	6,0	5,3	43	523	10,4	7,5
80	273	36	27,8	29,5	430	6,0	5,4	44	627	10,5	7,8
90	223	41	29,5	31,4	490	5,0	5,4	45	732	9,5	8,1
100	195	45	31,0	32,8	540	4,0	5,4	45	827	8,5	8,3
110	168	49	31,6	34,2	580	3,0	5,3	45	912	7,5	8,3
120	146	53	32,3	35,2	610	2,0	5,1	45	987	6,4	8,2
130	131	56	32,3	36,2	630	2,0	4,8	44	1051	6,4	8,1
140	119	59	32,4	37,0	650	1,0	4,6	44	1115	5,4	8,0
150	111	61	32,4	37,8	660	1,0	4,4	44	1169	5,4	7,8
160	104	63	32,4	38,2	670	1,0	4,2	44	1223	5,4	7,6

- (1) a = starost sastojine (Bestandsalter)
 (2) N = broj stabala (Stammzahl)
 (3) D = prsni promjer srednjeg stabla (Mitteldurchmesser)
 (4) G = temeljnica (Stammgrundfläche)
 (5) h = totalna visina srednjeg stabla (Mittelhöhe)
 (6) m = drvena masa na panju (Derbholzmasse des verbleibenden Bestandes)
 (7) z₁ = tečajni prirast drvene mase na panju (Laufender Zuwachs des verbleibenden Bestandes)
 (8) z₂ = poprečni prirast drvene mase na panju (Durchschnittlicher Zuwachs des verbl. Bestandes)

- (9) P = prorede (Derbholzvorerträge)
 (10) M = ukupno proizvedena drvena masa (Gesamt-Derbholzmasse)
 (11) Z₁ = sveukupni tečajni prirast (Laufender Derbholzzuwachs der Gesamtmasse)
 (12) Z₂ = sveukupni poprečni prirast (Durchschnittlicher Derbholzzuwachs der Gesamtmasse)

UKUPNA DRVNA ZALIHA U RAČUNSKOJ GOSPODARSKOJ JEDINICI (FGJ)
Gesamtholzvorrat in der rechnerischen Wirtschaftseinheit

Tab. 4

DOBNI RAZREDI Altersklassen (Jahre) (1)	I 1 - 20 (2)	II 21 - 40 (3)	III 41 - 60 (4)	IV 61 - 80 (5)	V 81 - 100 (6)	VI 101-120 (7)	VII 121-140 (8)	UKUPNO Gesamt (9)	PRIMJEDBA - Bemerkung (10)
KONKRETNA POVRŠINA (ha) Wirkliche Fläche (ha)	46,39	47,53	31,09	54,36	57,14	51,87	64,23	352,61	NORMALNA POVRŠINA DOBNOG RAZREDA (ha) Die normale Altersklassenfläche (ha)
NORMALNA POVRŠINA (ha) Normalfläche (ha)	50,37	50,37	50,37	50,37	50,37	50,37	50,37	352,61	
KONKRETNA DRVNA ZALIHA (m ³)(fm) Wirklicher Holzvorrat (m ³ /ha) (fm pro ha)	-	7207	9279	23421	24880	28753	31303	124843	$F_N = \frac{F}{u} \cdot n$
NORMALNA DRVNA ZALIHA (m ³) NA NORMALNOJ POVRŠINI (fm) Normalholzvorrat an der (m ³ /ha) Normalfläche (fm pro ha)	-	130	250	370	490	580	630	350	
RAZLIKA (m ³) Unterschied (fm)	+	659	3314	4784	199	462	430	-1436	$F_N = \frac{352,61}{140} \cdot 20 = 50,37 \text{ ha}$

Križanec R. Jedinствена општа формула за računanje ciala glavnog prihoda u visokim regularnim šumama.
Glasnik za šum. polje 23:141-175, Zagreb, 1985.

U odjelu 113 uz isti x , C_x i K (kao u slučaju 2 b), etat glavnog prihoda iznosi:

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} = 7,547 \cdot \frac{15\,777}{140} = 850 \text{ m}^3$$

u odjelu 121:

$$E_g = 7,547 \cdot \frac{15\,526}{140} = 837 \text{ m}^3$$

ili ukupno u VII dobnom razredu $850 + 837 = 1\,687 \text{ m}^3$.

I u ovom slučaju nužna je korekcija etata kao i u prethodnom. Uz pribrojenu polovicu 20 godišnjih priraštaja, optimalni etat jednak je:

odjel 113	$E_g = 898 \text{ m}^3 \times 140 = 125\,720 \text{ m}^3$
odjel 121	$E_g = 885 \text{ m}^3 \times 140 = 123\,900 \text{ m}^3$
VII dobni razred	$E_g = 1783 \text{ m}^3 \times 140 = 249\,620 \text{ m}^3$

d. Etat glavnog prihoda izračunat po Jedinствenoj općoj formuli — u kojoj je dio drvene zalihe za koji će se računati etat određen izrazom 5 odnosno 5 a

$$V_x = C_x \cdot V$$

kao adekvatni dio konkretne drvene zalihe srazmjernom normalnom dijelu normalne drvene zalihe V — jednak je prethodno izračunatom optimalnom etatu.

Za $x = 0,857$ u, konstante C_x i K možemo izračunati, očitati iz tabele 1 ili (za najbliži x) iz tabele 2. U sva tri slučaja dobiti ćemo isti rezultat.

Napr. za $x = 0,86$ u očitamo iz tabele 2:

$$C_x = 0,260; \quad K = 7,692$$

i izračunamo E_g :

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} = K \cdot \frac{C_x \cdot V}{u} = 7,692 \cdot \frac{0,260 \cdot 124\,843}{140} = 1783 \text{ m}^3$$

ili za $x = 0,857$ u, uz izračunate ili iz tabele 1 očitane konstante $C_x = 0,265$ i $K = 7,547$, dobiti ćemo optimalni E_g :

$$E_g = K \cdot \frac{C_x \cdot V}{u} = 7,547 \cdot \frac{0,265 \cdot 124\,843}{140} = 1\,783 \text{ m}^3$$

e. U tretiranoj računskoj jedinici kontrola po Mantel-Massonovoj formuli pokazuje, da je E_g u konkretnom slučaju jednak optimalnom:

$$E_g = \frac{2V}{u} = \frac{2 \cdot 124\,843}{140} = \frac{249\,686}{140} = 1\,783\,m^3$$

f. Razlika između godišnjih etata glavnog prihoda izračunatih uz konkretni V_x (b) i V_x koji bi se kao adekvatni dio ukupne zalihe srazmjernan normalnom trebao nalaziti u sedmom dobnom razredu (e) proizlazi odatle, što je konkretni V_x uz postojeću drvenu zalihu manji od srazmjernog normalnom.

To se može provjeriti formulom 12, kojom je C_x prilagođen konkretnom slučaju:

$$C_x = \frac{V_x}{V} = \frac{31\,303}{124\,843} = 0,2507$$

Ako u obračunu pod (d) zamijenimo konstantu C_x sa netom izračunatom, etat glavnog prihoda bi iznosio:

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} = K \cdot \frac{C_x \cdot V}{u} = 7,547 \cdot \frac{0,2507 \cdot 124\,843}{140} = 1\,687\,m^3$$

Polučen je isti rezultat kao i u slučajevima 2 a, b i c. E_g od $1\,687\,m^3$ smatrati ćemo realnim mogućim etatom glavnog prihoda, a E_g od $1\,783\,m^3$ optimalnim.

Razmatranje rezultata

U ovom primjeru izračunali smo za istu gospodarsku jedinicu dva po veličini međusobno različita etata.

Prvi etat od $1\,687\,m^3/god.$ može se sigurno realizirati i tako osigurati potrajnost glavnog prihoda. Međutim, na pitanje: da li je to optimalna potrajnost?, odgovor je negativan. Zašto?

Navedeni etat glavnog prihoda određen je na temelju konkretne drvene mase iznad usvojene dobne granice (u našem slučaju drvene mase VII dobnog razreda), a ta je drvena masa manja od one koja bi se s obzirom na veličinu ukupne drvene zalihe u normalnim uvjetima nalazila u VII dobnom razredu, pa je stoga i izračunati etat manji od raspoloživog.

Drugi etat od $1\,783\,m^3/god.$, izračunat na temelju srazmjernog dijela ukupne drvene zalihe koji bi se u normalnim uvjetima nalazio u VII dobnom razredu, osigurava optimalnu potrajnost. Uz ovaj etat realizirala bi se dvostruka drvena zalih:

$$1\,783\,m^3 \times 140\,god = 249\,620\,m^3$$

$$2V = 124\,843\,m^3 \times 2 = 249\,686\,m^3 \text{ (vidi tabelu 4, kolonu 9).}$$

Razlika između izračunatih etata, nastala zbog nenormalnog razmjera dobnih razreda je znatna, premda se radi o vrlo maloj gospodarskoj jedinici (352,61 ha):

1 783 m ³	1783 x 20 = 35660 m ³	1783 x 140 = 249620 m ³
—1 687 m ³	—1687 x 20 = 33740 m ³	—1687 x 140 = 236180 m ³
<hr/>		
96 m ³ x 140 = 13440 m ³	= 1920 m ³	= 13440 m ³

Utjecaj nenormalnog razmjera dobnih razreda ne odražava se samo u veličini, već i u mogućnosti realizacije etata od 1 783 m³/god. kojim je osigurana optimalna potrajnost. Naime, navedeni etat od 1.783 m³/god. ne može se namiriti samo u VII dobnom razredu, jer nema raspoloživih drvnih masa, pa bi razliku (96 m³ godišnje ili 1 920 m³ tijekom gospodarskog razdoblja) trebalo namiriti u sastojinama VI dobnog razreda. Na taj način povećala bi se ionako prevelika površina VII dobnog razreda, a razmjer dobnih razreda pogoršao.

Kako se navedene nepovoljne pojave ne mogu izbjeći u okvirima promatrane gospodarske jedinice, prikazane kalkulacije po klasičnim gospodarskim jedinicama (poput naše) vrše se u svrhu dobijanja slike stanja i mogućnosti realizacije etata, a konačni se obračuni potrajnosti prihoda na drvu kao i moguća realizacija optimalne potrajnosti glavnog prihoda obavljaju — sa manje poteškoća — u višim jedinicama prostorne podjele po tzv. računskim gospodarskim jedinicama.

Zaključak

Iz primjera 1 proizlaze ove činjenice:

Po *Jedinственоj опćoj formuli* mogu se izračunati:

— Godišnji etat glavnog prihoda za svaku sastojinu u kojoj se predviđa njegova realizacija,

— Ukupni godišnji etat glavnog prihoda svih sastojina starijih od usvojene dobne granice x , tj. za računsku gospodarsku jedinicu kao cjelinu.

— Godišnji etat glavnog prihoda na temelju konkretnog V_x kao dijela ukupne drvene zalihe V iznad usvojene dobne granice x , i izmjerenog pri-rasta, te

— Godišnji etat glavnog prihoda na temelju V_x kao dijela konkretne zalihe srazmjernog normalnom dijelu zalihe.

U svrhu postizanja optimalne potrajnosti etata glavnog prihoda, isti treba izračunati na oba, u ovom i ostalim primjerima navedena načina, tj. uz konkretni V_x iznad usvojene dobne granice (x), i uz $V_x = C_x \cdot V$ — kao dio ukupne drvene zalihe srazmjernan normalnom dijelu, iznad iste dobne granice.

Eventualne razlike između izračunatih etata — kao u našem slučaju — preporuča se provjeriti konstantom C_x izračunatom za konkretne veličine V_x i V

$$C_x = \frac{V_x}{V}$$

i potom po *Jedinственоj опćoj formuli* izvršiti kontrolu obračuna (primjer f).

Primjer 2.

U drugom primjeru izračunati ćemo etat glavnog prihoda po *Jedinstvenoj općoj formuli* (13 a) za računsku jedinicu s normalnim razmjerom dobnih razreda i normalnom drvnom zalihom od 124 843 m³, u kojoj se gospodari uz ophodnju od 140 godina. (Računsku jedinicu predstavlja u ovom slučaju Formirana gospodarska jedinica).

a. Uz pretpostavku da će se etat glavnog prihoda realizirati u zadnjem dobnom razredu, dio od ukupne drvene zalihe za koje će se računati etat tvore sve sastojine starije od 120 godina.

Dobna granica (x) i konstanta (C_x) odnosno (K) u tom slučaju iznose:

$$x = \frac{120}{140} = 0,857 u, \quad C_x = 1 + 0,0053 \cdot 0,857 - 1,0065 \cdot 0,857^2 = 0,265$$
$$K = 2/C_x = 7,547$$

Dio drvene zalihe za koji će se računati E_g jednak je:

$$V_x = C_x \cdot V = 0,265 \cdot 124\,843 = 33\,083 \text{ m}^3$$

Godišnji etat glavnog prihoda u tom slučaju bio bi:

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} = 7,547 \cdot \frac{33\,083}{140} = 1\,783 \text{ m}^3$$

b. Uz pretpostavku da se kao etat glavnog prihoda predviđaju sve sastojine starije od 100 godina, obračun E_g tekao bi ovako:

$$x = \frac{100}{140} = 0,714 u, \quad C_x = 1 + 0,0053 \cdot 0,714 - 1,0065 \cdot 0,714^2 = 0,491$$
$$K = 2/C_x = 4,073$$

$$V_x = C_x \cdot V = 0,491 \cdot 124\,843 = 61\,298 \text{ m}^3$$

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} = 4,073 \cdot \frac{61\,298}{140} = 1\,783 \text{ m}^3$$

c. Kada bi u istoj računskoj jedinici kao etat glavnog prihoda trebalo predvidjeti sve sastojine starije od 2/3 ophodnje, obračun bi izgledao ovako:

$$x = \frac{2u}{3} = \frac{2 \cdot 140}{3} = 93,3 \text{ god.}, \text{ ili izraženo ophodnjom}$$

$$x = \frac{93,3}{140} = 0,667 u$$

$$C_x = 1 + 0,0053 \cdot 0,667 - 1,0065 \cdot 0,667^2 = 0,555;$$

$$K = 2/C_x = 3,603$$

$$V_x = C_x \cdot V = 0,555 \cdot 124\,843 = 69\,288 \text{ m}^3$$

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} = 3,603 \cdot \frac{69\,288}{140} = 1\,783 \text{ m}^3$$

Po formuli Klepca, koja se primjenjuje uz $x = \frac{2u}{3}$, dobili bi ovaj E_g :

$$E_g = \frac{3,6 V_x}{u} = \frac{3,6 \cdot 69\,288}{140} = 1\,783 \text{ m}^3$$

d. Etat glavnog prihoda za sastojine starije od polovice ophodnje bio bi:

$$x = \frac{u}{2} = \frac{140}{2} = 70 \text{ god.}; \quad x = \frac{70}{140} = 0,5 u$$

Iz tabele 2 očitane konstante za $x = 0,5$ iznose:

$$C_x = 0,751 \quad K = 2,663$$

$$V_x = C_x \cdot V = 0,751 \cdot 124\,843 = 93\,757 \text{ m}^3$$

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} = 2,663 \cdot \frac{93\,757}{140} = 1\,783 \text{ m}^3$$

E_g izračunat po Hufnaglovoj formuli uz $x = \frac{u}{2}$ bio bi:

$$E_g = \frac{2,66 M}{u} = \frac{2,66 \cdot 93\,757}{140} = 1\,783 \text{ m}^3$$

e. Za sastojine starije od 1/3 ophodnje, etat glavnog prihoda iznosio bi:

$$x = \frac{u}{3} = \frac{140}{3} = 46,67 \text{ god.}; \quad x = \frac{46,67}{140} = 0,333 u$$

$$C_x = 1 + 0,0053 \cdot 0,333 - 1,0065 \cdot 0,333^2 = 0,890;$$

$$K = 2/C_x = 2,247$$

$$V_x = C_x \cdot V = 0,890 \cdot 124\,843 = 111\,110 \text{ m}^3$$

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} = 2,247 \cdot \frac{111\,110}{140} = 1\,783 \text{ m}^3$$

Isti rezultat daje Mélar d o v a formula, po kojoj se računa E_g uz $x = \frac{u}{3}$:

$$E_g = \frac{2,25 V_0}{u} = \frac{2,25 \cdot 111 \cdot 110}{140} = 1 \, 783 \, m^3$$

f. Etat glavnog prihoda određen na temelju ukupne drvene zalihe bio bi:

$$x = 0, \quad C_x = 1, \quad K = 2, \quad V_x = C_x \cdot V = 124 \, 843 \, m^3$$

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} = 2 \cdot \frac{124 \, 843}{140} = 1 \, 783 \, m^3$$

Rezultat odgovara E_g izračunatom po Mantel-Massonovoj formuli, koja se primjenjuje uz $x = 0$:

$$E_g = \frac{2 V}{u} = \frac{2 \cdot 124 \, 843}{140} = 1 \, 783 \, m^3$$

Zaključak

— Jedinstvena opća formula može se primijeniti za računanje etata glavnog prihoda umjesto bilo koje do sada poznate formule.

— Uz bilo koju dobnu granicu unutar ophodnje Jedinstvena opća formula zadovoljava osnovni princip Uređivanja šuma: osigurava godišnju potrajnost glavnog prihoda (u našem slučaju $1 \, 783 \, m^3/\text{god}$).

— Kad je V_x (kao dio od ukupne normalne drvene zalihe V) za koji ćemo računati E_g određen pomoću konstante C_x po obrascu (5):

$$V_x = C_x \cdot V$$

Jedinstvena opća formula pripada u grupu normalno zališnih metoda.

— Kad je godišnji E_g izračunat na temelju konkretnog V_x i izmjerenog prirasta, Jedinstvena opća formula pripada u grupu metoda po masi i prirastu.

DISKUSIJA — DISKUSSION

1. Nova Jedinstvena opća formula autora (13a) izvedena je iz dviju poznatih i do sada primjenjivanih formula: Opće Simmonsove i Mantel-Massonove.

Između ovih formula egzistira oprečan znanstveni tretman. Prva tj. opća Simmonsova formula smatrala se do sada najprikladnijom za računanje etata glavnog prihoda. Za drugu Klepac kaže: »Premda nije

mogla izdržati znanstvenu kritiku, Mantel-Massonova formula se zbog svoje jednostavnosti zadržala u praksi sve do danas» (Klepac, 1965, str. 232).

Izvodom *Jedinствене opće formule* iz Simmonsove i Mantel-Massonove, uspostavili smo među njima izvjesni opći oblik veze.

Ta veza odražava se u tome, što uz određenu dobnu granicu formula (13 a) daje jednako značajne parametre za računanje etata glavnog prihoda kao i izvorne formule pojedinih autora. Istovremeno zadovoljava osnovni princip definiran Mantel-Massonovom formulom, prema kojem se tijekom ophodnje može posjeći dvostruka drvena zaliha.

2. »Etat glavnog i prethodnog prihoda po vrstama drveća obračunava se i iskazuje prema postojećim proizvodnim mogućnostima stanja sastojina«. (Pravilnik čl. 20). Ovo opće poznato pravilo Uređivanja šuma definirano je konkretnije u čl. 21, prema kojem se etat glavnog prihoda utvrđuje »na osnovi dobne strukture sastojinskog gospodarenja i razmjera dobnih razreda, primjenom člana 20., stava 4«.

Član 20. stav 4 glasi: »Potrajnost prihoda kod jednodobnih sjemenjača osigurava se na temelju dobnih razreda«,...

Prema tome, visoke regularne šume u SRH uređuju se po »Metodi razmjera dobnih razreda sa sastojinskim gospodarenjem«, u kojoj je najvažniji elemenat uređivanja razmjer dobnih razreda, kojim je osigurana potrajnost prihoda.

Međutim, optimalna potrajnost prihoda osigurana je u bilo kojoj višoj jedinici prostorne podjele, samo uz normalan razmjer dobnih razreda.

Potrajnost prihoda po količini drvene mase jednake optimalnoj, može se postići i uz nenormalan razmjer dobnih razreda, kad su napr. u strukturi prejak zastupljene srednjedobne sastojine na račun zrelih sastojina, jer se tada manjak glavnog prihoda nadomješta etatom proreda. Međutim, izrađeni sortimenti po dimenzijama, kvaliteti, vrijednosti i kasnijem postotku iskorišćenja, znatno se razlikuju od istovjetnih optimalnih sortimenata realiziranih kao etat glavnog prihoda, što predstavlja materijalni i financijski gubitak.

Stoga je svojevrsteno pojam normaliteta hipertrofirao, jer se težilo uspostavljanju normalnog stanja po dobnim razredima u svakoj klasičnoj gospodarskoj jedinici.

Danas nije nužno uspostavljanje normalnog stanja u svakoj klasičnoj gospodarskoj jedinici, jer bi u težnji za normalitetom prouzročili navedene gubitke ili tzv. »gospodarske žrtve«. To se — bez gubitaka — postiže u višim jedinicama prostorne podjele, ali uz uvjet, da je postojeća prostorna podjela viših jedinica a posebno računskih gospodarskih jedinica postojana.

Pri tom će nemišnovno pozitivnu ulogu odigrati tipološka istraživanja i kartiranje šuma i šumskih staništa SRH (Cestari dr., 1983).

3. Iz primjera Formirane gospodarske jedinice od svega 352,61 ha jasno se naziru problemi računanja i mogućnosti realizacije etata glavnog prihoda, koji proizlaze iz nenormalnog razmjera dobnih razreda.

Posljedice su usvajanje i realizacija etata glavnog prihoda, različitog i često manjeg od onog koji bi se s obzirom na postojeću konkretnu drvenu zalihu mogao realizirati, ali se ne realizira zbog nepovoljnog razmjera dobnih razreda.

To je bio osnovni razlog, što su za izjednačenje etata tj. za realizaciju principa optimalne potrajnosti glavnog prihoda tijekom cijele ophodnje predložene jedinice prostorne podjele višeg reda: *šumsko-privredna područja i oblasti*, (Zakon o šumama čl. 33., Sl. list br. 106/1947), a za kalkulaciju etata novi tip gospodarskih jedinica, tzv. *računske gospodarske jedinice* (Klepac, 1952).

Osnovna razlika između računskih i klasičnih gospodarskih jedinica je u tome, što su klasične šumsko-uzgojne gospodarske jedinice izdvojene i označene na karti i na terenu, dok su računске gospodarske jedinice izdvojene i označene samo na karti.

Prve su *tehničke jedinice* koje služe kao baza za upravljanje, organizaciju rada, gospodarenje, njegovanje i sl. Druge su *ekonomske jedinice*, po kojima se promatra ukupna drvena zaliha i njena struktura po dobnim razredima i služe kao baza za planiranje, računanje etata i realizaciju principa potrajnosti glavnog prihoda.

Najjednostavniji kriterij za oblikovanje računskih gospodarskih jedinica je glavna vrsta drveća i omjer smjeseć. Po ovom kriteriju izdvajaju se iz šumsko-uzgojnih gospodarskih jedinica prirodni gospodarski tipovi šuma u cjeline, za koje se — s obzirom na propisane ophodnje i širine dobnih razreda (Pravilnik čl. 8 i 19) — mogu izvršiti i najrealnije kalkulacije.

4. Etat glavnog prihoda treba računati iz malog u veliko i iz velikog u malo tj. posebno za svaki izdvojeni dio jedne šumsko-uzgojne gospodarske jedinice, a posebno za računsku gospodarsku jedinicu kao cjelinu. Nakon toga vrši se izravnaje prihoda na drvu u računskoj gospodarskoj jedinici i usvojeni etat glavnog prihoda raspodjeljuje po šumsko-uzgojnim gospodarskim jedinicama prema mogućnostima realizacije.

Sve kalkulacije etata glavnog prihoda za izdvojene dijelove kao i obračun etata glavnog prihoda za računsku gospodarsku jedinicu kao cjelinu, mogu se na temelju V_x i V izvršiti po *Jedinствenoj općoj formuli* autora, za koju smo dokazali, da zadovoljava tražene kriterije obračuna etata glavnog prihoda.

Dio drvene zalihe V_x za koji će se računati etat glavnog prihoda može se uz određenu dobnu granicu x uvrstiti u *Jedinственu opću formulu* autora na nekoliko načina:

— kao dio konkretno izmjerene drvene zalihe s dodatim izmjerenim prirastom,

— kao dio konkretne drvene zalihe srazmjeran normalnom dijelu zalihe, određen izrazom (5) odnosno (3a), i

— kao dio normalne drvene zalihe određen iz odgovarajuće prirasno-prihodne tablice.

5. Formula autora omogućuje računanje konkretnog i optimalnog etata glavnog prihoda za svaku sastojinu u kojoj se s obzirom na dob, predviđa

realizacija glavnog prihoda. Po istoj se formuli može izračunati konkretni i optimalni ukupni etat glavnog prihoda za sve sastojine svrstane prema starosti u vremensko razdoblje za koje se računa E_g , tj. za računsku jedinicu kao cjelinu.

6. S obzirom na jednostavnost primjene i mogućnost računanja etata glavnog prihoda uz svaku dobnu granicu unutar ophodnje, biti će svrsishodno u svakom slučaju izračunati E_g po predloženoj formuli uz konkretne i normalne vrijednosti za V_x i V .

Usporedbom polučeni rezultata dobiti će se slika odnosa konkretnog stanja i stanja koje prema usvojenom modelu smatramo normalnim. Ovaj će odnos vjerodostojno ukazati, koliko su i kako eventualne neadekvatne konkretne veličine V i V_x ili dijapazon nenormalnosti dobnih razreda utjecali na veličinu E_g , kao i na moguće uzroke prisutnih i za privredu nepoželjnih posljedica u postizanju optimalnog prihoda.

7. Kako u tabeli 1 nisu obuhvaćene sve dobne granice (x) koje se eventualno mogu pojaviti u praksi, a da pojednostavnimo i olakšamo primjenu, izračunali smo konstante C_x i K za sve dobne granice od $x = u/100 = 0,01$ u do $x = 9/10 u = 0,90 u$ po skali od $0,01 u$, i prikazali pregledno u tabeli 2.

Kod primjene *Jedinstvene opće formule* autora (13 a) dovoljno je iz tabela 1 ili 2, za povoljno odabranu dobnu granicu (x) očitati vrijednosti za C_x odnosno K , uvrstiti je u formulu i izračunati etat glavnog prihoda (naravno uz ostale poznate parametre nužne za računanje E_g).

ZAKLJUČAK — SCHLUSSFOLGERUNGEN

Iz poredbe postojećih i novo izvedene formule za računanje etata glavnog prihoda (E_g), proizlaze slijedeći zaključci:

1. Dosadašnje formule pojedinih autora mogu se primijeniti samo uz dobnu granicu (x) za koju su izvedene (Mantel-Massonova uz $x = 0$, Mélardova uz $x = \frac{u}{3}$, Hufnaglova uz $x = \frac{u}{2}$, Klepčeva uz $x = \frac{2u}{3}$), pa im je primjena strogo ograničena.

2. *Jedinstvena opća formula* (13 a) može se primijeniti za računanje etata glavnog priраста umjesto bilo koje od navedenih formula, jer je uz svaku dobnu granicu unutar ophodnje istovjetna s odgovarajućom originalnom formulom.

3. Izvod formula za etat glavnog prihoda po općoj Simmonsovoj formuli je jednostavan ali istovremeno i nepovoljan, jer za svaku eventualno novo izabranu dobnu granicu (x) treba izvodom odrediti brojčani član formule, što se danas od šumara praktičara ne može tražiti. *Jedinstvena opća formula* primjenljiva je u svim slučajevima bez prethodnog izvođenja.

4. *Jedinstvena opća formula* (13 a)

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u}$$

u kojoj je

$$K = \frac{2}{C_x} = \frac{2}{1 + 0,0053 \cdot x - 1,0065 \cdot x^2}$$

sadrži analitički jednoznačno definirane konstante C_x i K , što omogućuje računanje etata glavnog prihoda za sve ophodnje i širine dobnih razreda uz po volji odabranu dobnu granicu (x) unutar ophodnje (u) na brz, jednostavan i jedinstven način.

5. Formula (13 a) pripada u grupu kombiniranih metoda za računanje etata glavnog prihoda, jer omogućuje računanje normalnog i konkretnog etata, kako u pojedinoj sastojini tako i u računskoj jedinici kao cjelini. Uz primijenjeni V_x (određen konstantom C_x) kao dio normalne drvne zalihe, formula pripada u grupu normalno-zališnih metoda, a uz V_x kao dio konkretne zalihe s izmjerenim prirastom, formula pripada u grupu metoda po masi i prirastu.

6. S obzirom na analitičku jednoznačnost parametara uz pojedinu dobnu granicu, formula (13 a) moći će se primijeniti pri računanju etata glavnog prihoda:

- u plantažama i kulturama,
- u niskim i srednjim šumama, te u makijama
- kod procjene šteta uslijed elementarnih nepogoda,
- pri utvrđivanju vrijednosti šume kod otkupa ili kupoprodaje,
- pri valorizaciji namjenski smanjenog etata u odnosu na mogući,
- pri valorizaciji zaštitne uloge šume (npr. očuvanje vodnog režima za potrebe elektroprivrede ili vodoprivrede),
- pri valorizaciji višestrukih općekorisnih funkcija šuma, te
- u mehanografskoj obradi podataka.

Vjerujemo, da će predložena formula autora (13 a) za računanje etata glavnog prihoda, s obzirom na analitičku jednoznačnost, univerzalnost, točnost i jednostavnost praktične primjene, steći pravo građanstva u šumarskoj praksi.

LITERATURA — LITERATURVERZEICHNIS

- Cestar D. i dr., 1983: Tipovi nizinskih šuma zapadne Posavine, Radovi br. 54, Šumarski institut Jastrebarsko.
- Eraslan I., 1982: Die derzeitige Forsteinrichtung in der Türkei. Orman Fakültesi Dergisi, Serie A, Band 32, Heft 2, Istanbul.
- Klepac D., 1952: Uređivanje šuma u Francuskoj. Šumarski list br. 10—11, Zagreb.
- Klepac D., 1952: Uređivanje šuma s oplodnom sječom, Glasnik za šumske pokuse, Zagreb.
- Klepac D., 1953: Osvrt na Simmonsovu i Mungerovu formulu. Šumarski list br. 12, Zagreb.
- Klepac D., 1965: Uređivanje šuma. Nakladni zavod Znanje, Zagreb.
- Klepac D., 1983: Some formulas for yield determination. IUFRO — Subject Group S 4.04, Plitvice, Yugoslavia.

Križanec R.: Jedinstvena opća formula za računanje etata glavnog prihoda u visokim regularnim šumama. Glasnik za šum. pokuse 23:141—175, Zagreb, 1985.

Križanec R., 1984: Nekoliko novih formula za računanje etata glavnog prihoda u visokim regularnim šumama. Šumarski list br. 9—10, Zagreb.

Nenadić Đ., 1929: Uređivanje šuma. Zagreb.

Opći zakon o šumama. Sl. list 106, 1947.

Osnova sječa glavnog prihoda za Formiranu gospodarsku jedinicu, Opeke, 1983.

Pravilnik o načinu izrade šumsko gospodarskih osnova... N. N. 19, 1981.

Zakon o šumama. N. N. 54, 1983.

RADCVAN KRIŽANEC

ALLGEMEINE EINHEITSFORMEL ZUR
BERECHNUNG DES
HAUPTNUTZUNGSHIEBSSATZES IN
GLEICHALTRIGEN HOCHWÄLDERN

Zusammenfassung

Einige der bekannten Formeln zur Berechnung des Hauptnutzungshiebsatzes in gleichaltrigen Hochwäldern, können nur in den Altersgrenzen angewandt werden, für welche sie ausgeführt wurden.

Mit diesen Forschungen haben wir festgestellt, dass für die Errechnung des Hauptnutzungshiebsatzes eine neue Formel angewandt werden kann, die alle bisher bekannten Formeln ersetzt (Mantel-Masson, Mélard, Hufnagl, Klepac und die allgemeine von Simmons), nachdem im Diapason die praktische Anwendung möglich ist, auch bei jeder Altersgrenze (x) innerhalb der Umtriebszeit (u).

Die allgemeine Einheitsformel zur Errechnung des jährlichen Hauptnutzungshiebsatzes

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u}$$

wo K mit dem Ausdruck

$$K = \frac{2}{C_x}$$

definiert wird und auf die Kenntnis der Konstante C_x begründet ist, wobei uns gelungen ist durch die Methode der kleinsten Quadrate analytisch auszudrücken und zwar durch die Formel für die Parabel:

$$C_x = 1 + 0,0053 x - 1,0065 x^2$$

(V_x ist ein Teil des Holzvorrats, für welchen die Nutzung errechnet wird, u = Umtriebszeit).

Durch Anwendung der entsprechenden Konstante C_x ist durch die gewählte Altersgrenze (x) die allgemeine Einheitsformel jeder Umtriebszeit und Weite der Altersklassen angepasst. Bei praktischer Anwendung genügt es für die bestimmte Altersgrenze (x) zu berechnen oder aus der beigelegten Tabelle C_x oder K abzulesen und nebst anderen notwendigen Parametern den Jährlichen Hauptnutzungshiebsatz zu errechnen.

Eingegangen am 11. Februar 1985.

Akzeptiert am 31. März 1985.

Die Adresse des Autors:

Forstliche Fakultät
41001 Zagreb, Postfach 178
Jugoslawien

STANISLAV SEVER, DUBRAVKO HORVAT & VLADO GOLJA

RAZVOJNO ISTRAŽIVANJE BUŠILICE ZA TLO IVA-1m

ENTWICKLUNGSUNTERSUCHUNG DES BODENDRILLBOHRERS IVA-1m

Prispjelo 11. veljače 1985.

Prihvaćeno 31. ožujka 1985.

Opisuje se mjerni postupak, metode i rezultati istraživanja bušilice za tlo IVA—1m. Upotrebljavalo se svrdlo promjera 450 mm i visine 900 mm. Na temelju rezultata istraživanja karakteristika tla, energetskih parametara bušenja (okretni moment, sile, snaga...), brzine bušenja i načina rada, može se započeti izrada podloga za proizvodnju bušilice navedene kategorije, prilagođene uvjetima eksploatacije.

Ključne riječi: Bušilica za tlo, karakteristike tla, energetika bušenja tla, stabilnost agregata, ergonomija pri bušenju tla

1. UVOD — EINLEITUNG

Nakon sječe zrelih sastojina jedan od osnovnih šumarskih zadataka jest, da na ogoljelim površinama ponovo uzgoje ekonomski vrijednu šumu. Nadalje, slobodne površine treba pošumiti, a degradirane sastojine pretvoriti u više uzgojne oblike. U tim slučajevima često treba koristiti različite vrste bušilica za bušenje rupa u tlu, u koje sadimo biljke uzgojene u rasadniku ili na neki od industrijskih načina u kontejnerima. Kada rupe treba mehanizirano bušiti i pri sadnji tzv. »motki« topola i vrba.

Rad na mehaniziranju radova na bušenju rupa za sadnju u šumarstvu započeo je šezdesetih godina. Uz motorne pile, kao pogonski stroj se počeo koristiti i velikoserijski poljoprivredni traktor s hidrauličkim podizačem. I prve bušilice su bile poljoprivredna oruđa (bušilica Ferguson, IMT 668 i sl.). Radilo se o svrdlima promjera oko 500 mm, moguće dubine rupe do 1000 mm. Jedna od prvih domaćih bušilica za tlo namijenjena za radove i u šumarstvu, bila je bušilica MS 62, »Belje« u Belom Manastiru. Takve bušilice montirane na hidraulički podizač traktora mogle su se koristiti na terenu manjih nagiba te djelomično uređenim površinama.

Dugogodišnje iskustvo u radu s takvim bušilicama dovelo je do nove generacije domaćih bušilica proizvođača »Metal« u Vinkovcima poznate pod oznakom IVA-1m, izrađene prema projektu »Tehnoprojekt« u Vinkovcima. Na njoj je usavršen noseći mehanizam (polužlje s kojim se bušilica

veže na hidraulički podizač) te svrdlo. Unapređenja konstrukcije pokazala su bolju prilagodljivost bušilice radovima u šumarstvu. Međutim, na pogonskom mehanizmu (priključno vratilo, reduktor) uočeni nedostaci; uz vidljivo trošenje pužnog vijka i kola reduktora u radu je dolazilo do znatnog zagrijavanja prijenosnika, te problema s kardanskim vratilom i sigurnosnom spojkom domaće proizvodnje.

2. OSNOVE BUŠENJA TLA — GRUNDLAGEN DER BODENBOHRUNG

Bušenje tla u šumarstvu osim kod mehanizirane izrade rupa pri sadnji biljaka upotrebljava se i pri postavljanju ograda, stupova, cjevovoda u nasipu i dr. U ovom će se radu govoriti samo o uspravnoj bušilici za izradu rupa u tlu potrebnoj u tehnološkim procesima biološke reprodukcije. Još uže, predmet istraživanja je bušilica ovješena o trozglobni hidraulički podizač velikoserijskog traktora, pogonjena priključnim vratilom traktora.

2.1. Osnovni parametri rada bušilice — Grundlegende Drillbohrerarbeitenparameter

Osnov za gradnju bušilica za tlo čini niz tehnoloških i tehničkih pokazatelja, npr.:

- namjena bušilice,
- tehnološki zahtjevi (promjer i dubina rupe, potpuno ili djelomično iznošenje tla na površinu, oblik formiranog tla oko rupe, razbacivanje tla oko rupe, položaj osi rupe u odnosu na površinu itd.),
- karakteristike i mehanički sastav tla i njegova prethodna obrada,
- raspored rupa na određenoj površini,
- traktor na koji se priključuje bušilica,
- eksploatacijski i gospodarstveni pokazatelji rada bušilice (moćna proizvodnost, djelotvornost korišćenja sredstva rada, otpornost na trošenje i dr.).

Promjer bušilice ovisi o promjeru iskopane rupe. Ushjed trešnje i njihanja svrdla, za postizanje određenog promjera rupe, promjer svrdla mora biti nešto manji, $D = (0,93 \dots 0,95) \cdot D_0$, Giljštejn i dr. (1969), gdje je D — promjer rupe, D_0 — promjer svrdla.

Visina svrdla bušilice ovisi o dubini i promjeru iskopane rupe, ali i od sposobnosti iznošenja tla na površinu. Za svrdla pogodna za iznošenje tla na površinu, visina svrdla se uzima jednaka dubini rupe ili je nešto veća, $H = (1,0 \dots 1,1) \cdot H_0$, gdje je H — visina svrdla, H_0 — dubina rupe. U takva svrdla spadaju zavojna i lopatasta svrdla kod kojih je visina veća od promjera. U slučaju prekidnog rada svrdlom i iznošenja tla sa zavojničom visina je katkada manja od njegovog promjera, $H = (0,3 \dots 0,8) \cdot D$ (Giljštejn i dr., 1969).

Prema *vojnosti* dijelimo svrdla za bušenje tla na jedno-, dvo- i trovojna. Za bolje iznošenje tla iz rupe pri $H/D > 2$ preporučuje se primjena jednovojnih svrdala, a za $H/D < 2$ dvovojna svrdla. Trovojna svrdla se rijetko koriste zbog veće energetske potrošnje. U šumarstvu se često ne održava ovaj kriterij.

Kut uspona zavojnice se preporuča u granicama od $10 \dots 25^\circ$. Rast ovog kuta u danim granicama pojačava odbacivanje tla od svrdla. Manje vrijednosti kuta uspona se koriste za manji polunjer razbacivanja tla.

Posmična brzina svrdla ili posmak svrdla po okretaju se odabire u širokom rasponu ovisno o stanju tla, prethodnoj obradi i sl., te se kreće od $10 \dots 100$ mm/okretaju svrdla. Pri radu na zbijenim ili neplantažiranim tlima biraju se donje vrijednosti, a pri bušenju rupa na rahlim tlima maksimalne vrijednosti danih pomaka. Frekvencija vrtnje svrdla je osnovni parametar o kojem ovisi transport zemlje zavojnicom. Kako navodi Suvajdžić (1973), veća frekvencija svrdla je potrebna zbog toga što se kretanje tla u vertikalnoj rupi ostvaruje pod djelovanjem centrifugalne sile te djelovanjem komponenata sila zavojnice. Budući da se pri radu svrdlom u tlu oblikuje »cijev« postoje razlike od $(5 \dots 7) \%$ između promjera rupe i promjera svrdla. Zbog navedenog se samo dio tla iznese transportnim djelovanjem zavojnice, dok se dio iznosi na zavojnici. Kutna brzina svrdla pri kojoj se osigurava dizanje tla pomoću zavojnice s najmanjim potrebnim momentom na vratilu svrdla prema Giljštejnu i dr. (1969) iznosi: $\omega = (4 \dots 5) \cdot \omega_{kr}$, gdje je ω kutna brzina svrdla potrebna za transport tla zavojnicom, a ω_{kr} kritična brzina kod koje se materijal još ne transportira. Suvajdžić (1973) navodi da je za slučaj horizontalnog transporta materijala (npr. bušenje rupa u nasipu, transport treseta u dozirnom uređaju industrijske linije za proizvodnju sadnica i sl.) dovoljna i do 3 puta manja brzina. Okretanjem zavojnice okreće se i tlo koje se ujedno uspinje po njoj na gore, uz izvjesno zaostajanje u odnosu na kretanje puža zbog sila trenja tla o stijenke rupe (faktor trenja tla o tlo se kreće od $0,8 \dots 1,0$). Posmična brzina v_p premještanja tla u procesu rada svrdla bitan je parametar za određivanje potrebnog pogonskog okretnog momenta. Ta brzina mora osigurati i slobodni prolaz tla između susjednih zavoja spirale. Potrebnu vertikalnu brzinu možemo izračunati iz sljedećeg uvjeta:

$$\frac{V_s}{V_z} \geq 1 \quad (1)$$

gdje je:

V_s — volumen koji osigurava svrdlo između navoja okretanjem u jedinici vremena,

V_z — volumen zemlje izbušen u jedinici vremena.

V_s možemo izračunati prema sljedećoj relaciji:

$$V_s = V_o - V_n \quad (2)$$

gdje je:

V_o — volumen koji se osigurava u jedinici vremena uz pretpostavku da je profil navoja linija,

V_n — volumen navoja.

Nadalje možemo računati da je:

$$V_o = h_z \cdot t \cdot \frac{d \cdot n \cdot \pi}{2} \quad (3)$$

te da je:

$$V_n = n \cdot d_s \cdot \pi \frac{h_z}{2} \cdot h \quad (4)$$

gdje je:

h_z — visina profila navoja,

t — korak navoja,

d — vanjski promjer navoja,

n — frekvencija,

d_s — srednji promjer navoja.

Volumen zemlje koji se izbuši u jedinici vremena možemo izračunati prema sljedećoj relaciji:

$$V_z = s \cdot n \cdot f_r \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \quad (5)$$

gdje je:

s — posmak po okretaju,

f_r — faktor rastresitosti ($f_r \approx 1,6$).

Uvrštavanjem (3) i (4) u (2) te (2) i (5) u (1) dobivamo:

$$\frac{h_z \cdot t \cdot \frac{d \cdot \pi \cdot h}{2} - n \cdot d_s \cdot \pi \cdot \frac{b}{2} \cdot h}{s \cdot n \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot f_r} \geq 1 \quad (6)$$

Budući da je volumen navoja mali možemo ga zanemariti, tj:

$$V_n \approx 0 \quad (7)$$

Isto tako možemo napisati da je:

$$h_z \approx \frac{d}{2} \quad (8)$$

Uvrštavanjem (8) u (6) te sređenjem dobivamo:

$$t \geq s \cdot f_r \quad (9)$$

Za posmičnu brzinu možemo napisati:

$$v_p = z \cdot t \cdot n \quad (10)$$

odnosno:

$$v_p = z \cdot t \cdot \frac{\omega}{2 \cdot \pi} \quad (11)$$

Iz čega slijedi da je:

$$t = \frac{v_p \cdot 2 \cdot \pi}{z \cdot \omega} \quad (12)$$

Uvrštavanjem (12) u (9) i sređenjem dobivamo:

$$v_p \geq \frac{s \cdot f_r \cdot z \cdot \omega}{2 \cdot \pi} \quad (13)$$

gdje je:

z — vojnost svrdla.

Najmanji pogonski moment i aksijalna sila na vratilu svrdla može se postići prema Giljštejnu i dr. (1969) za sljedeće kuteve: prednji kut rezanja lemeša $\beta_0 = (40 \dots 45)^\circ$, stražnji kut lemeša pri radu na zbijenim tlima $\epsilon_0 = (20 \dots 25)^\circ$ te na rahlim tlima $\epsilon_0 = (10 \dots 15)^\circ$, stražnji kut svrdla $(5 \dots 10)^\circ$.

Snaga pogonskog motora traktora za rad svrdla pri bušenju rupa u tlu iznosi: $P = (m \cdot \omega \cdot k) / (\eta_1 \cdot \eta_2)$, gdje je: P — snaga motora, M — zakretni moment na svrdlu, ω — kutna brzina na svrdlu, k — faktor sigurnosti (predimenzioniranja) $k = 1,3 \dots 1,5$, η_1 — korisnost pogonskog mehanizma bušilice ($\eta_1 = 0,9 \dots 0,95$), η_2 — korisnost prijenosa transmisije kotačnog traktora (ovisno o dobroti izvedbe mehaničkih prijenosnika).

Okretni moment na svrdlu bušilice savladava sile rezanja lemeša svrdla, transportiranja materijala, otpora trenja o stijenke rupe i dr. On ovisi o vojnosti svrdla, jediničnom otporu tla, geometriji oštrice svrdla, dimenziji rupe i zavojnice i dr.

2.2. Neke izvedbe bušilica — Einige Drillbohrertypen

U ovisnosti o trajektoriji kretanja svrdla razlikujemo sljedeće tipove bušilica:

— os bušilice pri prodiranju u tlo ostaje uspravna na referentnu ravninu traktora; takve bušilice se koriste za bušenje rupa na horizontalnoj podlozi ili na malim nagibima $(6 \dots 8)^\circ$;

— os bušilice se pri bušenju premješta u uspravni položaj neovisno o nagibu terena i traktora koji ju nosi; koriste se za rad na nagibima preko 8° .

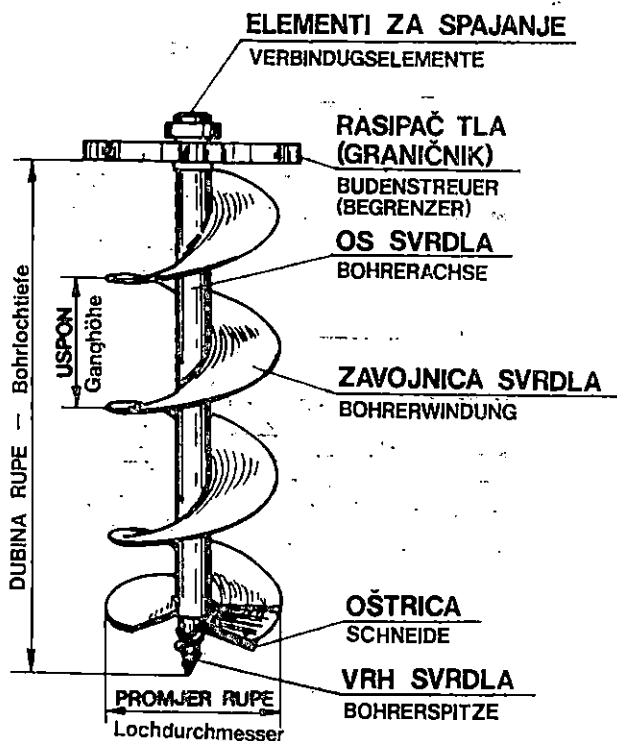
Prema načinu ostvarenja posmične sile dijelimo bušilice na one s tzv. pasivnim pomakom koji se ostvaruje uslijed vlastite težine i težine tla na zavojnici te uspravne komponente sile na zavojnici (sila klina). Ovo je slučaj bušilice IVA-lm. Na tlima jediničnog otpora preko 10 N/cm^2 ili pri bušenju rupa većih dubina mora se primijeniti prinudno posmično kretanje svrdla, kakvo je izvedeno na bušilici IVA-3m (Matić, 1978). Posmična sila se ostvaruje mehaničkim, hidrauličkim ili mehaničko-hidrauličkim putem.

Tijekom prodiranja svrdla u tlo se dovodi okretni moment za svladavanje otpora rezanja tla i otpora kretanja zavojnice. Za većinu bušilica ovješeneh o trozglobni hidraulički podizač traktora pogon se obavlja preko priključnog vratila. Bušilice se pogone i vlastitim motorom te se u tom slučaju prenose ili voze na kotačima. Za pogon bušilice za tlo se koristi i motor pile lančanice. U tom slučaju govorimo o ručno-motornom tehničkom nivou bušilice. Traktorske bušilice, osim uobičajenog vješanja pozadi, vješaju se i na prednji podizač. Bušilice se grade i na samohodnoj šasiji ili se povezuju s univerzalnim okvirom (nosač oruđa). Moguća je i bočna ugradnja bušilice uz traktor.

Prema namjeni bušilice za tlo se dijele na univerzalne, za sadnju (u poljoprivredi i šumarstvu), za rad u građevinarstvu, rudarstvu i dr. Bušilice razne namjene, gradnje i pogona koriste se u raznim terenskim uvjetima (u brdu, teško prohodnom terenu, na malim plohama, čistinama i dr.). U slučaju ručno-motornih bušilica, za koje je osnovni zahtjev da imaju što manju masu i vibracije koje se prenose preko ručki na radnika, upravljanje se obavlja preko jednog ili dva para ručki (1 ili 2 radnika).

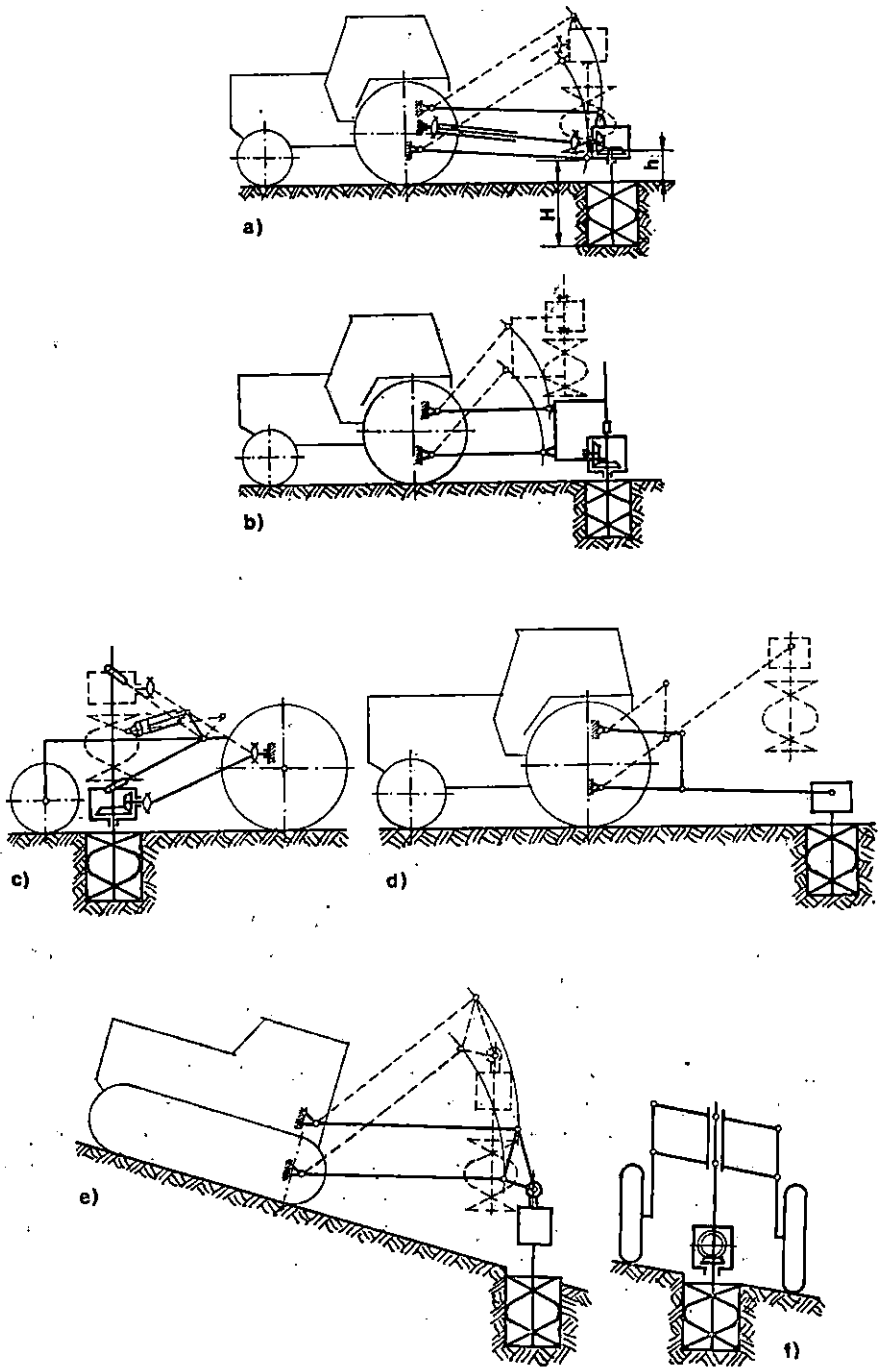
Za radove u šumarstvu koristimo nekoliko tipova svrdala. Uz najčešće korištena zavojna valjkasta svrdla (sl. 1), koristi se i srčoliko svrdlo — tzv. razrahljivač i dr., Sever (1981), Kornienko (1962).

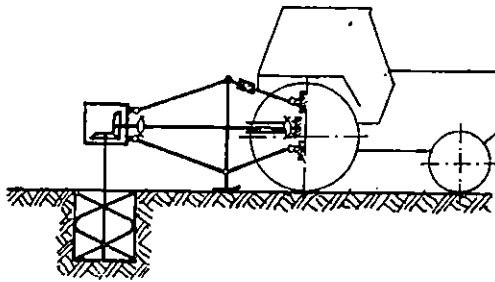
Na slici 2 a, b, c, d, e, f prikazano je nekoliko načina gradnje bušilica te njihovo agregatiranje s traktorom. Kod svih načina gdje se bušilica veže pozadi traktora, duljina spojnog okvira mora biti što manja u cilju što manjeg premještanja težišta agregata. Na geometriju okvira utječe i pogonski dio. Naime, on mora osigurati dozvoljene kuteve osi kardanskog vratila, Rajić (1978). Svaka od varijanti na slici 2 ima određene prednosti i mane. Izvedba 2a je ostvarena vezom bušilice i traktora sa 3 poluge, pri čemu donje dvije tvore okvir stroja. Slika 2b pokazuje izvedbu pri kojoj svrdlo tijekom ulaska u tlo nema mogućnost poprečnog premještanja (u prethodnom slučaju takvo premještanje iznosi 2...3 cm). Okvir bušilice se veže na podizač traktora te se njime ostvaruje podizna sila. I u ovom slučaju se treba vezati bušilica tako da u svom gornjem položaju okvir omogućuje postavljanje svrdla u uspravan položaj. Visina ovjesne točke se određuje i iz osiguranja transportnog položaja svrdla (transport



Sl. — Abb. 1. Valjkasto-zavojno svrdlo — Zylindrischer Windungsbohrer

između rupa). Slika 2c prikazuje svrdlo ovješeno na nosač oruđa. U tom slučaju se reduktor i svrdlo učvršćuju na ovjesni sustav direktno vezan na okvir traktora. Hidrauličkim cilindrom određujemo duljinu krakova. Za rad na nagnutim terenima, kada os svrdla mora stajati uspravno neovisno o nagibu terena, primjenjuju se razne konstrukcije. Slika 2d prikazuje najrasprostranjeniji slučaj bušilica u šumarstvu za dubine rupa do 1 m. Svrđlo je zglobno vezano preko dviju poluga na traktor, te se uslijed vlastite težine postavlja u uspravni položaj. Ovakva kinematska shema primijenjena je i na ispitivanoj bušilici IVA-1m (slika 3). To je najjednostavnija izvedba, ali s određenim nedostacima; pri poprečnom nagibu terena narušava se uspravnost svrdla te je na nehomogenom tlu moguće ulaženje svrdla u stranu. Ovakve mane se uklanjaju izvedbom bušilica za rad na nagnutom terenu. Veza s traktorom se sastoji od 3 poluge (sl. 2e i 2f). Na njih se veže nosač na koji je zglobno vezano svrdlo. Kuglični zglob omogućuje da svrdlo ostaje u uspravnom položaju i na uzdužnom i poprečnom nagibu. Na slici 2e i 2f je prikazana izvedba takve bušilice na traktoru gusjeničaru i nosaču oruđa.





Sl. — Abb. 3. Kinematska shema bušilice IVA-1m — Drillbohrer IVA-1m — kinematisches Schema

2.3. Neki elementi proračuna bušilice — Einige Drillbohrererrechnungselemente

Pri bušenju bez prinudne posmične sile, na svrdlo djeluju sile prikazane na sl. 4; G_b — težina bušilice, G_t — težina tla na zavojnici tijekom rada, F — otpor tla rezanju lemeša, F_z — otpor tla kretanju (pomaku) zavojnice svrdla, F_v — vertikalna komponenta sile trenja tla o rupu, F_k — reakcija tla na kliznu plohu svrdla, M — pogonski moment svrdla. Pri prinudnom pomaku svrdla u aksijalnom smjeru djeluje i sila F ostvarena mehaničkim ili hidrauličkim putem. Sile u osi svrdla, za slučaj bez prinudne posmične sile, preuzimaju noseće poluge bušilice.

Reakcija tla na poluge iznosi:

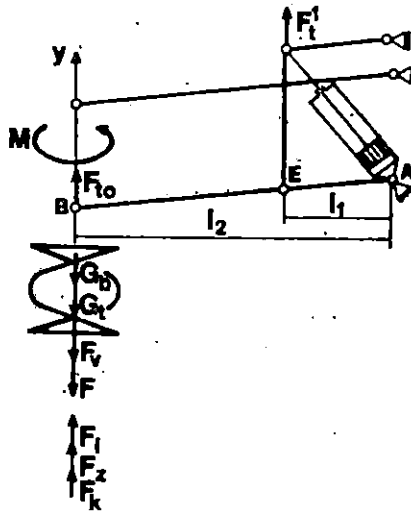
$$F_{pol} = G_b + G_t + F_v - (F_l + F_z)$$

U slučaju prinudne posmične sile, sila posmička F se u punom iznosu dodaje sili koja opterećuje polužni sustav. U gornjem izrazu je otpor tla prodiranju svrdla pri bušenju u vertikalnom smjeru jednak:

$$F_l = F_l + F_z$$

Ovaj prostor ovisi o vojnosti svrdla, polumjeru rupe i svrdla, kutevima lemeša, otporu tla protiv rezanja i deformacije i dr.

Sl. — Abb. 2. Nekoliko načina gradnje bušilica za tlo te njihovog povezivanja s traktorom: a — Veza bušilice s traktorom preko 3 poluge, b — bušilice s traktorom bez mogućnosti poprečnog premještanja, c — Bušilica ovješena na nosač oruđa, d — Zglobno vezana bušilica preko dviju poluga na hidraulički podizač traktora, e — Bušilica vezana na traktor gusjeničar, f — bušilica za rad na poprečnom nagibu (na nosaču oruđa) — Einige Bauarten von Bodendrillbohrer und Schlepperanschlüsse: a — Verbindung des Drillbohrers mit dem Schlepper durch 3 Schlepperarme, b — Verbindung des Drillbohrers und des Schleppers, ohne dass die Möglichkeit der seitlichen Verlagerung gegeben ist, c — Am Werkzeugträger aufgehängter Drillbohrer, d — Gelenkverbindung zwischen Drillbohrer und dem hydraulischen Schlepperheber, durch zwei Arme zu Stande gebracht, e — An Raupenschlepper verbundener Drillbohrer, f — Querneigungen (Werkzeugträger) angepasster Drillbohrer



Sl. — Abb. 4. Sile koje djeluju na svrdlo pri bušenju rupa — Kräfte die beim Lochbohren den Bohrer beeinflussen

Pri proračunu svrdla treba uzeti u obzir nehomogenost tla, eventualni skelet, zatupljenost oštrice lemeša i sl. Proračun okvira bušilice se obavlja za radni i transportni položaj.

3. DEFINICIJA PROBLEMA I CILJ ISTRAŽIVANJA — PROBLEMDEFINITION UND UNTERSUCHUNGSZIEL

Da bi rupa mogla poslužiti namjeni, tlo se mora iznijeti na površinu. To se vrši ili neprekidnim transportiranjem vijčanim svrdlom ili iznošenjem na plohi zavojnice (povremenim podizanjem hidrauličkog podizača). Uvriježeno je da se pri radu šumskim bušilicama prekida njeno prodiranje u tlo 1...3 puta tijekom bušenja te se na površinu iznosi tlo nakupljeno na zavojnici svrdla. Treba naglasiti da u šumarstvu svrdlo djeluje u tlu, nehomogenoj smjesi, isprepletenoj skeletom korijenja i žilja. Zatupljenost oštrice lemeša, eventualno zaklinjenje svrdla i sl., pojave pri radu takvih bušilica, dijelom su odredile i ciljeve ovog istraživanja.

Istraživanje tehničko-eksploatacijskih parametara bušilice IVA-1m započelo je nakon revizije projekta njenog pužnog reduktora; (Sever & Horvat 1981). Tijekom eksploatacije su usavršeni noseći mehanizmi i svrdlo ispitivane bušilice pokazali bolju prilagodljivost radovima na bušenju rupa. No, u toku revizije projekta ustanovilo se da nisu poznati neki ulazni parametri neophodni za konstrukciju bušilica, npr. okretni momenti pri bušenju rupa u šumarstvu i sl. Proračun se osnovao na nizu pretpostavljenih veličina, ponajprije određenih prema pogonskim karak-

teristikama priključnog vratila traktora. Za dalji razvoj bušilice posebno je bilo značajno određenje graničnih uvjeta opterećenja pri radu i transportu. Studijem literature je utvrđeno da su slična ispitivanja rijetka. Zato se cijeli zadatak i proširio, te je obavljeno kompleksno tehničko-tehno-
loško istraživanje rada bušilice. Varirani su sljedeći elementi:

- vrsta tla,
- brzina bušenja,
- broj vađenja svrdla tijekom bušenja jedne rupe.

Pri oblikovanju ovog pokusa iskorištena su neka ranija vlastita iskustva. Vrsta tla je odredila i mijenjanje opterećenja i potrebnu ulaznu snagu za pogon svrdla. Odabrane su sljedeće vrste tala: višegodišnja livada, pješčani nanos i šumsko tlo. Frekvencija vrtnje mijenjana je u tri stupnja: od najveće moguće do one s kojom se najčešće buši (približno 2/3 nazivne frekvencije vrtnje motora). Tijekom bušenja jedne rupe radilo se bez vađenja svrdla, te s jednim i dva vađenja. Cilj istraživanja takvog načina rada je bio da se utvrdi energetska opravdanost uvriježenih načina rada u praksi uvjetovan dugogodišnjim iskustvom. U slučaju zahvata zavojnice svrdla za žilje, ono »vodi« svrdlo prema dolje. Budući da se ispitivana bušilica nije mogla okretati u suprotnom smjeru, a na hidrauličkom podizaču se ne može ostvariti dovoljna sila za njegovo izvlačenje zbog narušavanja uzdužne ravnoteže traktora, vađenje svrdla je u takvom slučaju veoma otežano. Često preostaje da se svrdlo okreće pomoću poluge ili iskapa. To je i jedan od razloga da se uobičajeno radi s frekvencijom vrtnje manjom od moguće, jer tada operater može reagirati u slučaju zahvata korijena te na vrijeme zaustaviti bušilicu. Povremenim prekidanjem rada, te potpunim ili djelomičnim vađenjem svrdla, operater provjerava mogućnost njegov vertikalnog pomicanja.

MJERNI POSTUPAK — MESSVERFAHREN

Kao što je uvodno kazano, rijetka su istraživanja bušilica na šumskim radovima. Mjerni postupak je omogućio utvrđenje eksploatacijskih parametara određenih ciljevima istraživanja i planom pokusa. Metodiku istraživanja objasnili su Sever i dr. (1983). Mjereni su sljedeći parametri:

- ulazni okretni moment; on je pokazatelj potrebne energije za bušenje. Analizirana je njegova ovisnost o dubini i brzini bušenja,
- ulazna frekvencija vrtnje; ona zajedno s momentom određuje potrebnu snagu motora traktora,
- frekvencija vrtnje iza sigurnosne spojke kardanskog vratila; ta je brzina mjerena zbog kontrole deklariranog okretnog momenta spojke od 540 Nm (granični moment pri kojem spojka proklizava),
- vertikalne sile; one su pokazatelj zahtjeva koji se tiču hidrauličkog podizača traktora i potrebne karakteristike stabilnosti,

- dubina i vrijeme bušenja; to su pokazatelji učinka bušilice, te su ostali pokazatelji praćeni u ovisnosti o njima,
- karakteristike tla koje određuju osnovne uvjete bušenja, opterećenje bušilice i dr.

Mjerni postupak određenja navedenih parametara prikazan je na slici 5. Kako je već navedeno u ciljevima istraživanja, frekvencija vrtnje motora, a time i snaga, mijenjane su u tri stupnja; između nazivne frekvencije vrtnje motora (najveće ubrizgavanje goriva) i približno 2/3 njezinog iznosa. Radilo se bez vađenja, te s jednim ili dva vađenja svrdla, a sve se ponavljalo na tri vrste tala:

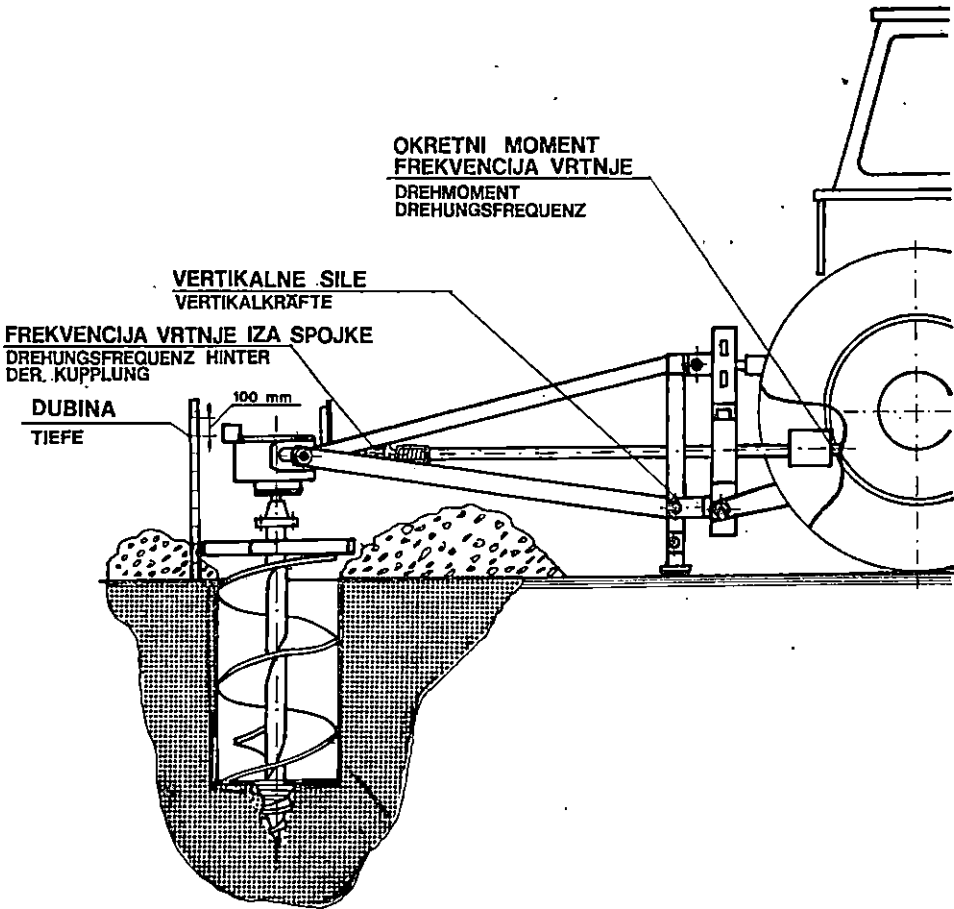
- pjeskovito tlo; ovo tlo je izabrano zbog činjenice da se topolove plantaže podižu najčešće na aluvijalnim nanosima,
- višegodišnja livada; ovo je slučaj primjene bušilice pri pošumljavanju slobodnih pašnjačkih površina,
- šumsko tlo; ovo je slučaj pošumljavanja šumskih površina nakon dovršnog slijeka zrelih sastojina, pri popunjavanju i sl.

Planom pokusa je predviđeno 27 ponavljanja. Osim nabrojanih osnovnih eksploatacijskih pokazatelja, mjerene su i neke druge značajke rada bušilice, npr. ergonomske karakteristike sjedala (vibracije koje se prenose na radnika), karakteristike agregata traktor-bušilica (uzdužna stabilnost) i dr.

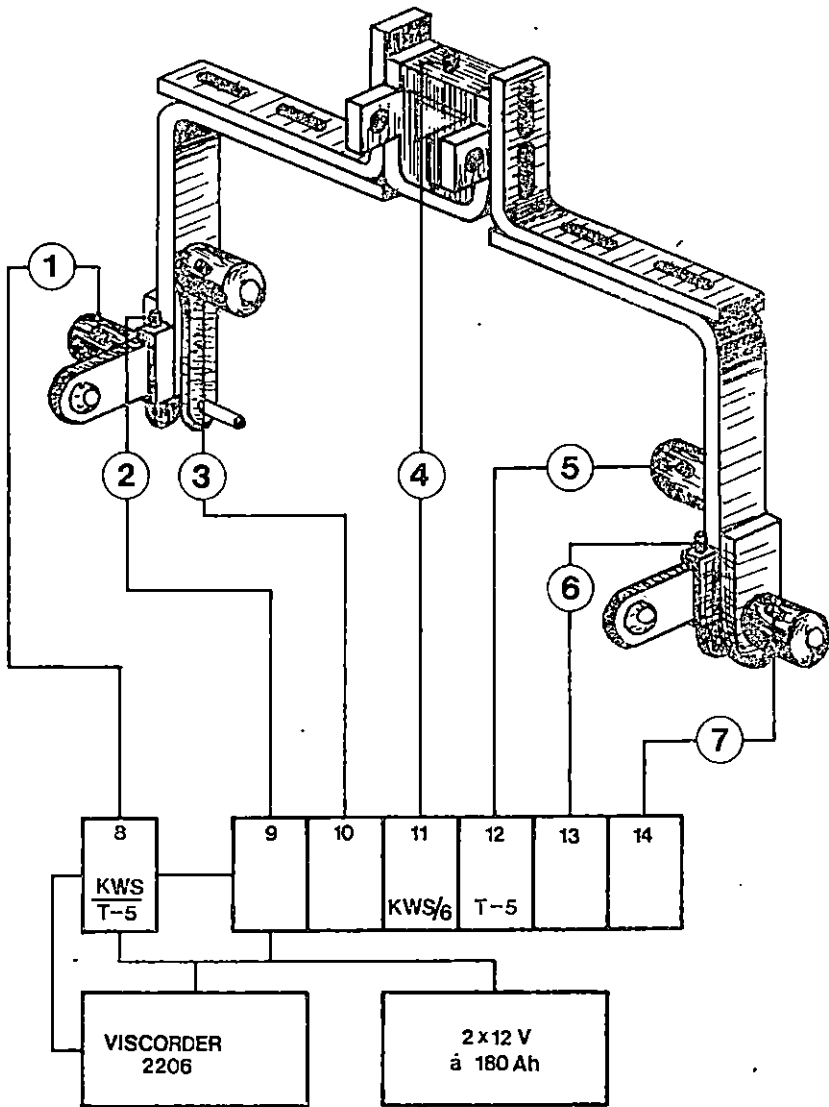
4.1. Mjerni instrumenti i pribor — Messgeräte und Zubehör

Sve su mehaničke veličine mjerene električnim putem. Na slici 5 prikazana su mjerna mjesta. Okretni moment je mjereno torzijskim dinamometrom JD-1 za mjerenje momenta do 1 kNm. Za određivanje frekvencije vrtnje i dubine bušenja upotrebljavani su indukcijski mjerni pretvornici. Uspravne sile (sl. 6) su mjerene univerzalnim mjernim okvirom, Piria (1980). Istovremeno je mjerena lijeva i desna uspravna sila na poluzi hidrauličkog podizača. Karakteristike tla su utvrđivane koničnim penetrometrom s tenzometrijskim mjernim pretvornikom ručne sile utiskivanjem šipke s konusom u tlo, te s indukcijskim mjernim pretvornikom za utvrđivanje dubine prodiranja u tlo (sl. 7a i 7b). Istovremeno je mjerena vlažnost tla.

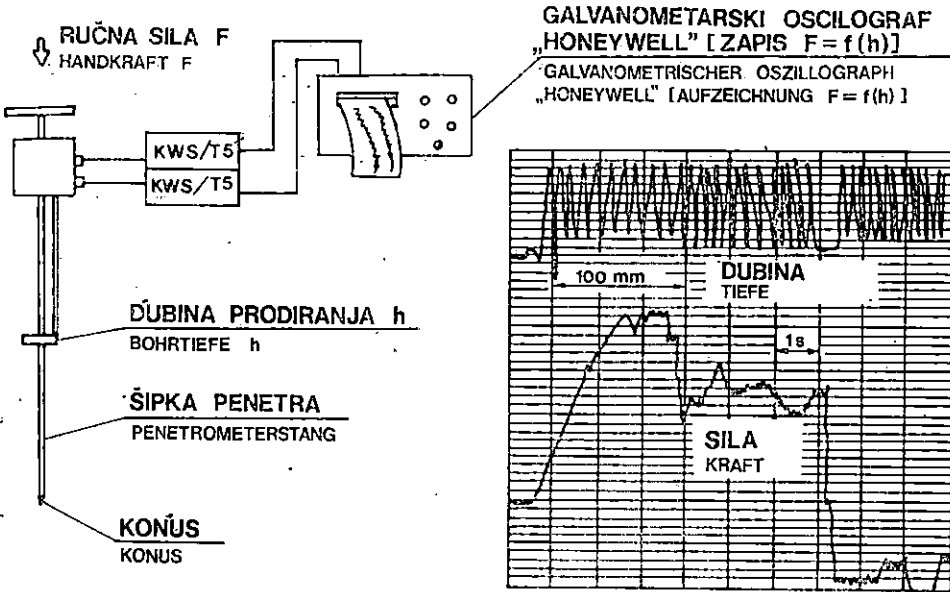
Svi električni signali mjernih pretvornika pojačavani su pojačalom HBM KWS 6/T-5 i zapisivani galvanometrijskim pisalom Honeywell, Visicorder 2206. Zapis je obrađen digitizerom i elektroničkim računalom Hewlett & Packard 9835 A. Standardni program prilagođen je ovakvoj metodi analiziranja podataka. Najmanjoj duljini zapisa od 0,025 mm koja se obrađivala, odgovarao je vremenski raspon od 0,016 s. Opisani mjerni postupak i analiza zapisa uveliko je povećala brzinu obrade mjernih rezultata prema uobičajenoj metodi analize planimetriranjem, te mnogostruko smanjila potrebno vrijeme za utvrđivanje međuzavisnosti varijabli obzirom na podršku statističkog programa. Za mjerenje vibracija sjedala vo-



Sl. — Abb. 5. Mjerni postupak određivanja osnovnih parametara bušenja bušilicom IVA-lm — Der bei der Bestimmung der Bohrungsgrundparameter von Drillbohrer IVA-lm verwendete Messverfahren



Sl. — Abb. 6. Univerzalni mjerni okvir za mjerenje rezultantne sile na hidrauličkom podizaču traktora — Der universale Messrahmen zur Messung von Resultanten auf dem hydraulischen Schlepperträger



Sl. — Abb. 7. a — Mjerni sustav za određenje penetracijskih karakteristika tla, b — zapis sile i dubine bušenja — a — Das Messsystem zur Bestimmung der Penetrationscharakteristik des Bodens, b — Kraft- und Bohrtiefeaufzeichnung



Sl. — Abb. 8. Mjerni прибор za određivanje vibracija u sjedećem položaju operatera — Messgeräte zur Bestimmung von Vibrationen (der Fahrer sitzt)

zača primljenjen je pribor prikazan na slici 8. Određivanje stabilnosti traktora opremljenog bušilicom provodi se poznatom metodom, Horvat (1981). Za mjerenje osovinskih pritisaka upotrijebljene su mjerne vage TELUB (10 t) građene s mjernim trakama.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA — UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Rezultati provedenim istraživanja rada bušilice IVA-1m grupirani su prema srodnim veličinama ili pojavama.

5.1. Karakteristike tla — Bodenmerkmale

Metodikom je definirano određenje dviju značajki tla: penetracijska karakteristika i vlažnost tla. Istraživanja su provedena na sve tri vrste tala.

Pri utvrđivanju penetracijske karakteristike tla određena je karakteristična ovisnost dubine prodiranja konusa penetrometra i potrebne uspravne sile.

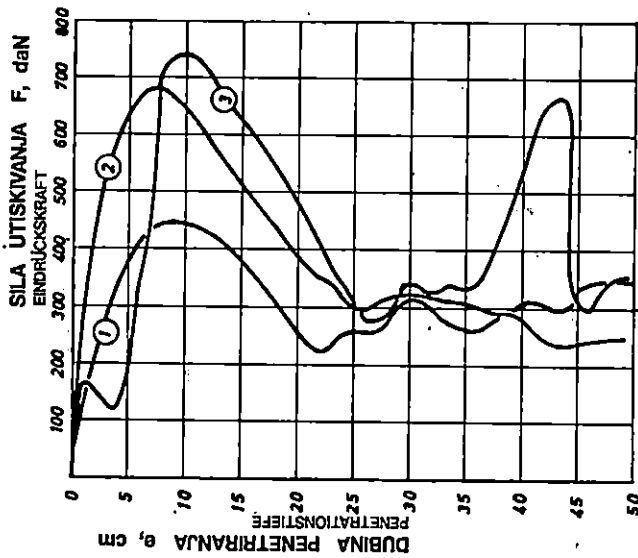
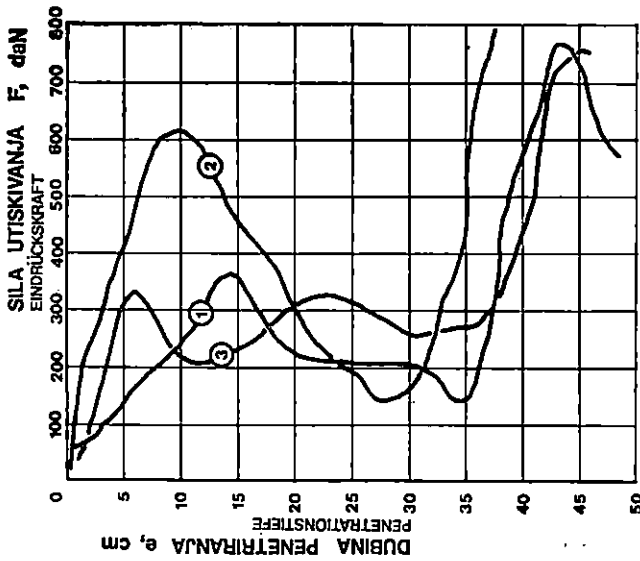
5.1.1. Penetracijska karakteristika višegodišnje livade — Penetrationscharakteristik der Dauerwiese

Na terenu gdje je obavljeno bušenje rupa utvrđene su tri penetracijske karakteristike (v. sl. 9), prema kojima se tlo može svrstati u grupu srednjeteških tala s čvrstim površinskim slojem i slabijom osnovom (B e k e r, 1973). Takva se penetracijska karakteristika mogla i očekivati budući da je pokus obavljen u krugu tvornice »Metal« u Vinkovcima, na višegodišnjoj livadi, gdje se povremeno parkiraju strojevi, pa je gornji sloj jače sabijen. Mjerenje penetracijske karakteristike na 3 mjesta (krivulje 1, 2 i 3) pokazuju da je tlo jednoliko. Tek je u trećem mjerenju na dubini od 43 cm zapažena lokalna nehomogenost, vjerojatno neki kruti predmet.

5.1.2. Penetracijska karakteristika pješanog tla — Penetrationscharakteristik der Sandbodens

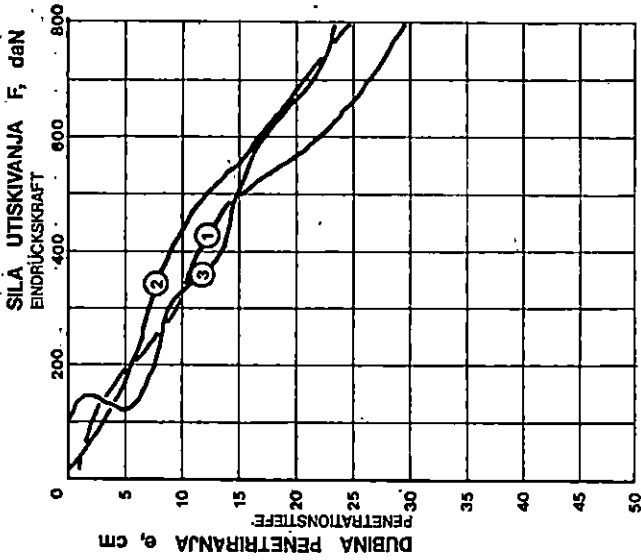
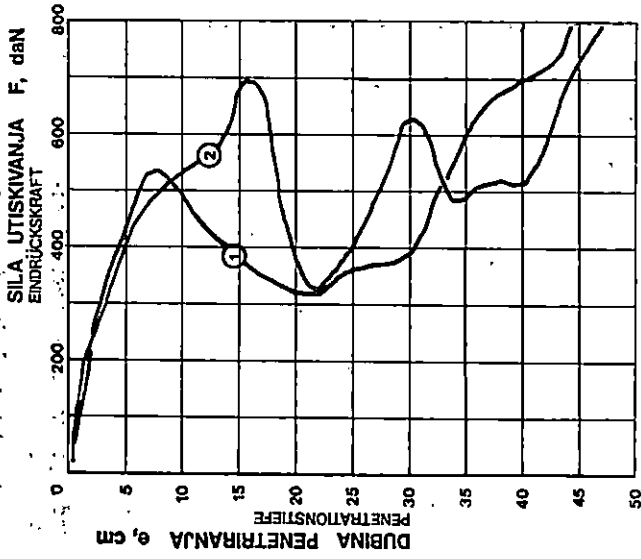
Penetracijska karakteristika je utvrđena pri svakoj grupi rupa. Rezultati su prikazani na sljedeća tri dijagrama.

Slika 10 prikazuje penetracijsku karakteristiku pješanog tla prve grupe rupa. Iz dijagrama se vidi da tlo prve grupe prema klasifikaciji B e k k e r a (1973) spada u grupu slabo nosivih tala s čvrstom osnovom na dubini između 300...400 mm. Na vertikalnom presjeku tla je utvrđeno da upravo na tim dubinama započinje pješčani sloj pokriven humusom. Pijesak kao izrazito frikcijski materijal ima povećani otpor prodiranju konusa penetrometra. Zbog toga se utvrdila i penetracijska karakteristika čistog pješanog tla (slika 11). Iz toka krivulje se može zaključiti da je pijesak homogen materijal s vrlo velikim otporom prodiranja, dakle i velikom nosivosti.



Sl. — Abb. 9. Penetracijska karakteristika višegodišnje lrvade — Penetrations-
charakteristik einer Dauerwiese

Sl. — Abb. 10. Penetracijska karakteristika pještanog tla na kojem je obav-
ljeno prvo pokusno bušenje — Penetrationscharakteristik einer Dauerwiese



Sl. — Abb. 11. Penetracijska karakteristika čistog pješanog tla kod prve grupe rupa — Penetrationscharakteristik des reinen Sandbodens der ersten Bohrlochgruppe

Sl. — Abb. 12. Penetracijska karakteristika pješanog tla druge grupe rupa — Penetrationscharakteristik des Sandbodens der zweiten Bohrlochgruppe

Penetracijska karakteristika tla druge grupe rupa (slika 12) slična je prvoj grupi, samo je nosivost gornjeg sloja nešto veća. Pri trećoj grupi rupa (slika 13) se humusni sloj nalazio između 150... 200 mm. Karakteristika nosivosti je dominantna.

5.13. Penetracijska karakteristika šumskog tla — Penetrationscharakteristik der Waldbodens

I za šumsko tlo su utvrđene tri grupe penetracijskih karakteristika, za tri pokusa bušenja tla. Krivulje 1, 2 i 3 na slici 14 prikazuju utvrđene penetracijske karakteristike. Vidi se da je šumsko tlo srednje nosivosti. Nosivi sloj se nalazio na dubini od 100 mm. Utvrđen je utjecaj žilja. Općenito se može tvrditi da su šumsko tlo i višegodišnja livada sličnih penetracijskih svojstava, samo što je utjecaj žilja za šumsko tlo bitan jer uzrokuje zaklinjenje svrdla pri njegovom prodiranju u dubinu. Pješčano tlo ima penetracijsku karakteristiku tipičnu za homogena, vrlo nosiva tla.

5.14. Vlažnost tla — Bodenfeuchtigkeit

Vlažnost tla je određena iz masenih udjela vlage za sve tri vrste tala. Vrijednosti su prikazane u tablici 1 te predstavljaju aritmetičke sredine više mjerenja. Može se reći da je vlažnost tla bila znatna. Na višegodišnjoj livadi i pjeskovitom tlu nije se bitno razlikovala po dubini. Na šumskom tlu je znatno opala na dubini od 45 cm.

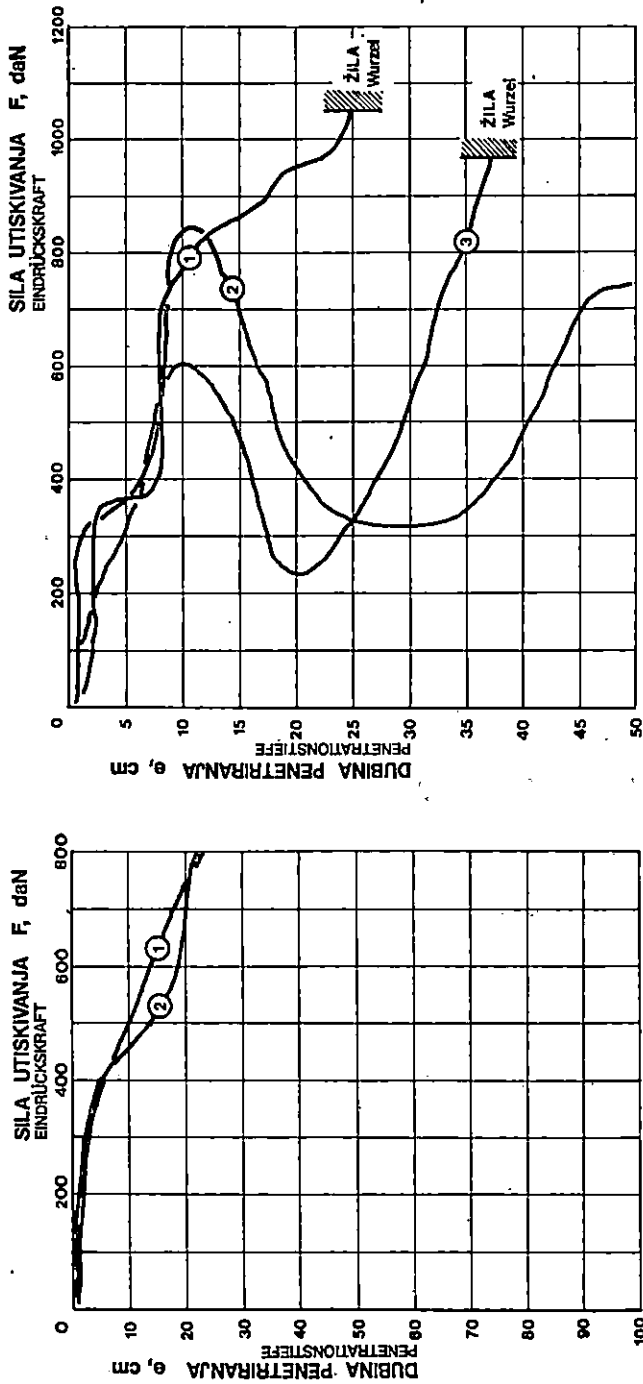
5.2. Ovisnost okretnog momenta bušenja o broju vadenja svrdla — Abhängigkeit des Bohrungsdrehmoments von der Zahl der Bohrerausnahmen

Prema planu pokusa istraživana je ovisnost okretnog momenta bušenja o broju vadenja svrdla (bez međuvadenja, s jednim i s dva vadenja), za tri frekvencije vrtnje, na 3 vrste tla. Tablica 2 prikazuje ispis s elektroničkog računala s podacima za okretni moment i frekvenciju vrtnje što su dobiveni analizom digitizerom i registrirani na pisalu. Redni broj na ispisu pokazuje vrijeme u sekundama proteklo od početka bušenja. Prikazani ispis pokazuje rezultate mjerenja jednog bušenja koje je trajalo 19 s. Dio zapisa pisala čijom obradom su se dobili rezultati u tablici 2 prikazan je na slici 15. Osim o vremenu, okretni moment je istražen u ovisnosti o momentanoj dubini svrdla, koja je također registrirana na zapisu.

Kao što je uvodno spomenuto, podaci dobiveni analizom zapisa obrađeni su standardnim statističkim programima na elektroničkom računaru. Većinom su regresijskom analizom izjednačeni krivuljama prvog i drugog reda. Uz jednadžbe su ispisani indeksi i koeficijenti korelacija.

5.21. Analiza bušenja tla višegodišnje livade — Bodenbohrungsanalyse bei Dauerwiese

Slike 16, 17 i 18 prikazuju rezultate istraživanja ovisnosti okretnog momenta bušenja tla višegodišnje livade o dubini bušenja, odnosno vre-



Sl. — Abb. 13. Penetracijska karakteristika pjesčanog tla s humusnim slojem
— Penetrationscharakteristik des Sandbodens mit Humusschicht

Sl. — Abb. 14. Penetracijska karakteristika šumskog tla — Penetrationscharakteristik des Waldbodens

Tablica 1 — Tabelle 1. Vlažnost tla tijekom pokusnog bušenja — Bodenfeuchtigkeit während der Versuchsbohrung

Dubina Tiefe cm	Vlažnost tla — Bodenfeuchtigkeit %		
	Višegodišnja livada — Dauerwiese	Pješčano tlo — Sandboden	Šumsko tlo — Waldboden
0	14,9	14,4	17,3
25	—	—	19,3
45	14,1	14,7	11,7

Tablica 2 — Tabelle 2. Ispis sa elektroničkog računala s podacima za okretni moment, ulaznu frekvenciju vrtnje i frekvenciju vrtnje iza spojke — Computerausdruck mit Angaben über Drehmoment, Eingangsdrehfrequenz und Drehfrequenz hinter der Kupplung

25.08.1981.

VINKIČI KRUG TVORNICE 'METAL'

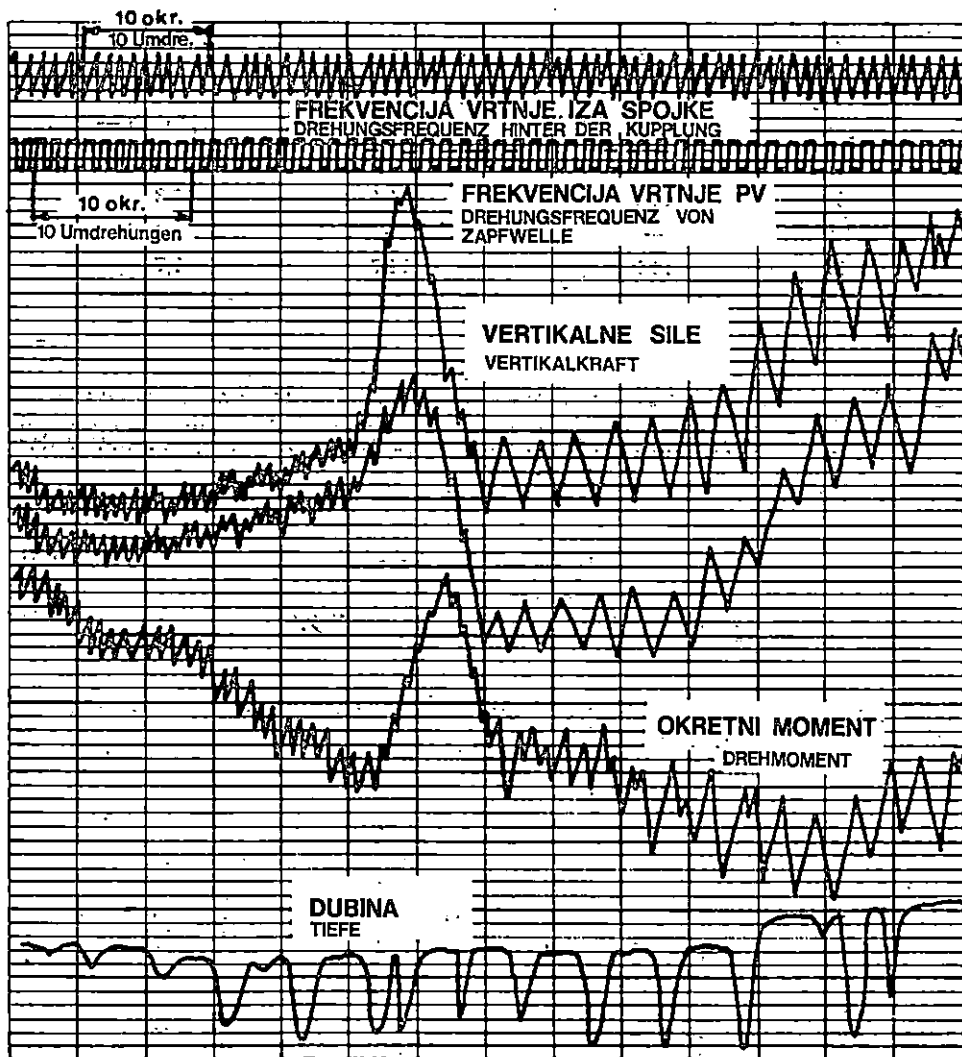
SREJNJE TESKO TLO-ODNOS ZAKRETNOG MOMENTA I BR.VADJENJA SURDLA-BEZ VADJENJA-POKUS 2.

ZAKRETNI MOMENT -MJEREN TORZIONIM DINAMOMETROM

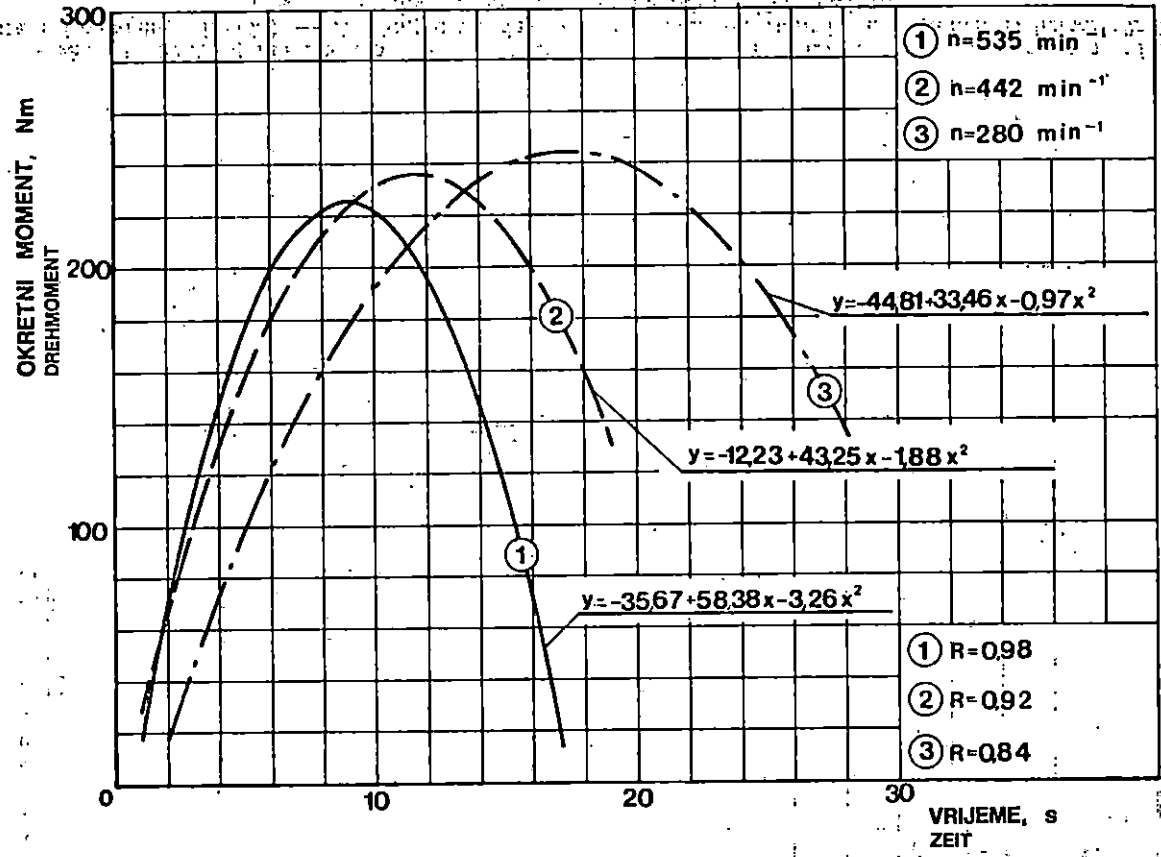
BROJ OKRETAJA POGONSKOG VRATILA - MJEREN INDUKTIVNIM DAVACEM NA TORZIONOM DINAMOMETRU

BROJ OKRETAJA IZA SPOJKE - MJEREN INDUKTIVNIM DAVACEM

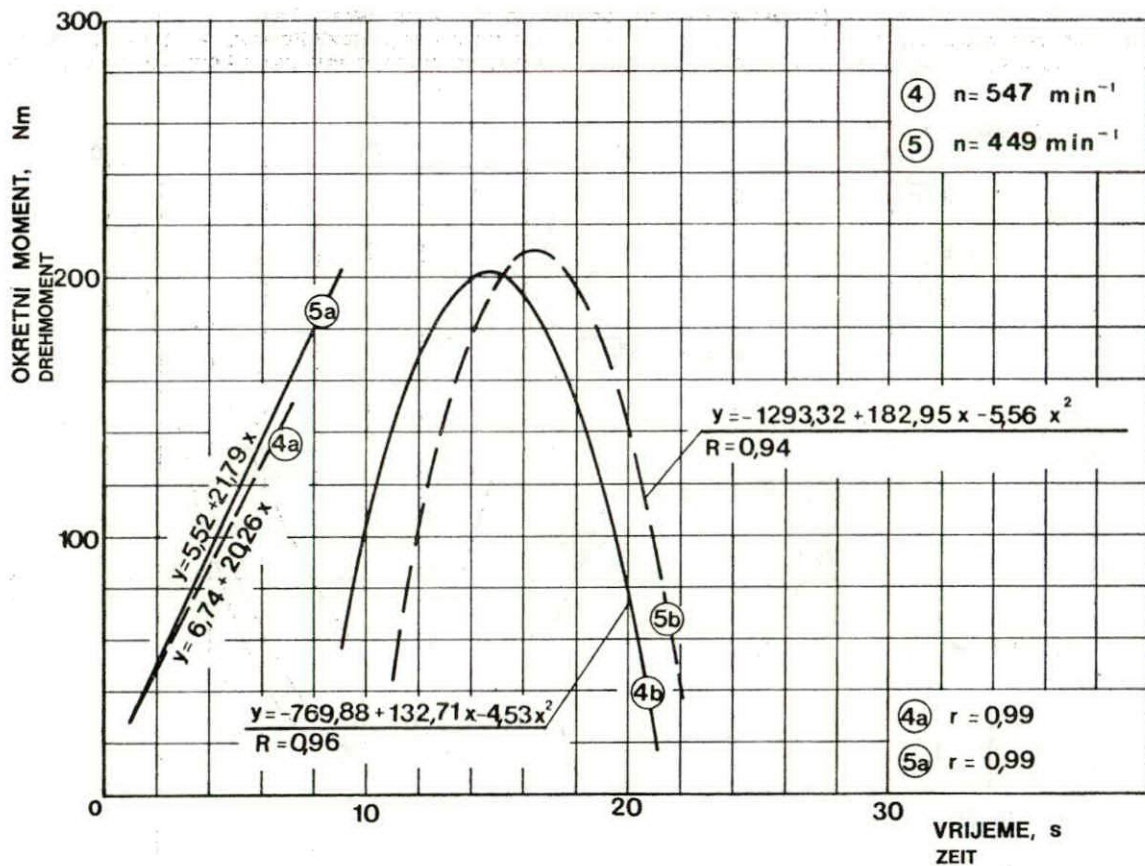
REDNI BROJ	ZAKRETNI MOMENT	ULAZNI BR.OKRETAJA	BR.OKRETAJA IZA SPOJKE
1.	56.9271	448.6330	442.0030
2.	65.6304	448.0486	448.6330
3.	98.4456	448.6330	450.9860
4.	108.1806	447.3687	456.3715
5.	139.1211	388.5975	437.9694
6.	175.1677	440.2116	442.0030
7.	200.4226	446.6909	456.5735
8.	225.4053	441.7192	444.0000
9.	232.4155	434.8319	436.4873
10.	220.1770	452.5684	442.0030
11.	219.2162	444.6697	454.1620
12.	223.6181	447.8542	438.7143
13.	234.4301	435.7500	438.0624
14.	228.3629	445.3414	446.3045
15.	225.6502	439.4617	444.7655
16.	227.9335	452.5684	441.3413
17.	218.1422	440.6816	465.7441
18.	187.1702	440.9641	454.9630
19.	56.1075	464.2772	454.2619
20.	0.0000	0.0000	0.0000
21.	0.0000	0.0000	0.0000
22.	0.0000	0.0000	0.0000
23.	0.0000	0.0000	0.0000
24.	0.0000	0.0000	0.0000
25.	0.0000	0.0000	0.0000
26.	0.0000	0.0000	0.0000
27.	0.0000	0.0000	0.0000



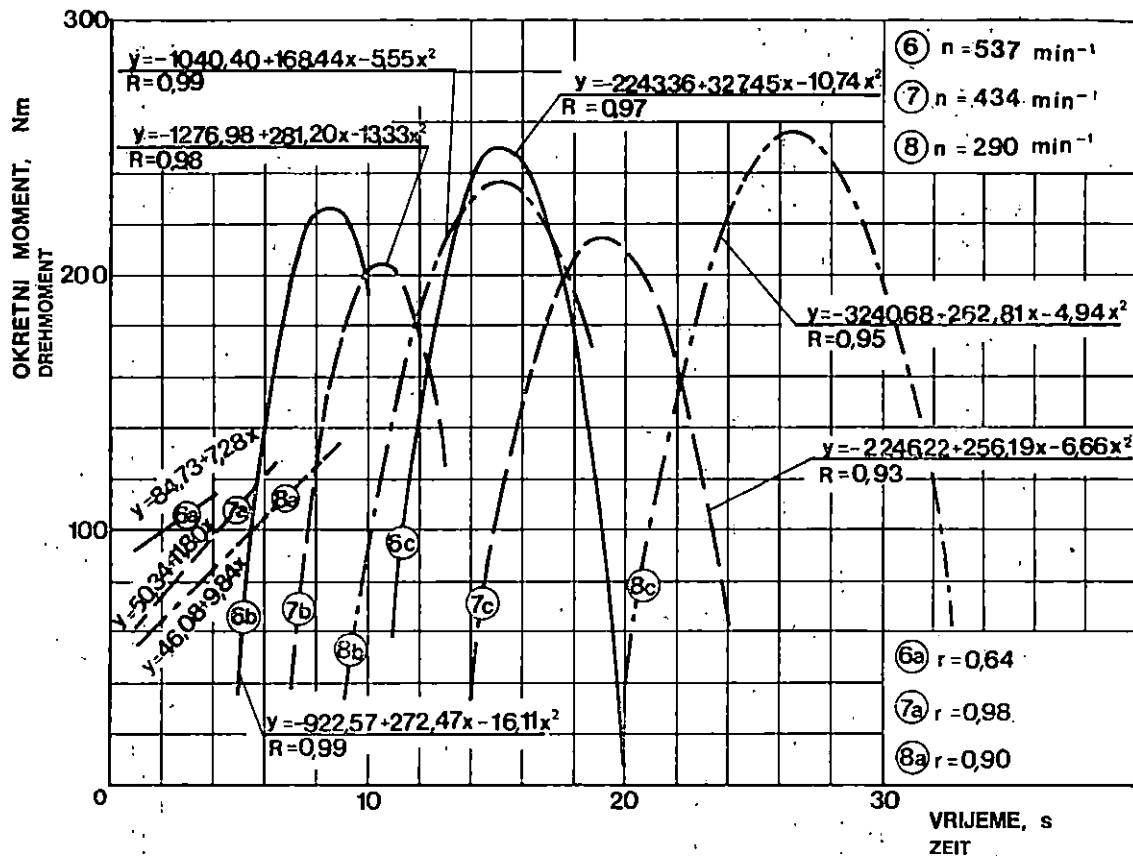
Sl. — Abb. 15. Zapis pokusa određivanja okretnog momenta, dubine i vremena bušenja, vertikalnih sila te ulazne i izlazne frekvencije vrtnje — Aufzeichnung des Versuch zur Bestimmung des Drehmoments, der Bohrtiefe und zeit, der Vertikalkräfte und der Eingangs- und Ausgangsdrehungsfrequenz



Sl. — Abb. 16. Ovisnost okretnog momenta o vremenu trajanja bušenja jedne rupe za tri frekvencije vrtnje bez vadenja svrdla (višegodišnja livada) — Abhängigkeit des Drehmoments von Bohrdauer an einem Bohrloch für drei Drehungsfrequenzen ohne Bohrerherausnahme (Dauerwiese)



Sl. — Abb. 17. Ovisnost okretnog momenta o vremenu trajanja bušenja rupe za dvije frekvencije vrtnje s jednim vadenjem svrdla (višegodišnja livada) — Abhängigkeit des Drehmoments von Bohrdauer an einem Bohrloch für 2 Drehungsfrequenzen mit einer Bohrerherausnahme (Dauerwiese)



Sl. — Abb. 18. Ovisnost okretnog momenta o vremenu trajanja bušenja rupe za tri frekvencije vrtnje s dva vađenja svrdla (višegodišnja livada) — Abhängigkeit des Drehmoments von Bohrdauer an einem Bohrloch für 3 Drehungsfrequenzen unter zweimaliger Bohrerherausnahme (Dauerweise)

Sever S., D. Horvat & V. Golja: Razvojno istraživanje bušilice za tlo IVA—1m. Glasnik za šum. pokuse 23:117—122, Zagreb, 1985.

menu bušenja. Izjednačenja su izvršena pravcima i parabolama drugog reda. Koeficijenti i indeksi korelacije pokazuju da su utvrđene veze između vremena trajanja bušenja i okretnog momenta vrlo čvrste za sve pokuse. Analiza je provedena za 3 frekvencije vrtnje i 3 načina rada, izuzev pokusa na slici 17. Sva tri načina rada uobičajeni su u stvarnosti, gdje se svrdlo vadi barem dva puta tijekom bušenja jedne rupe radi iznošenja tla na površinu.

Uspoređujući potrebni okretni moment za te tri vrste tala, može se zaključiti da su za rad na pjeskovitom tlu potrebni najmanji, a na višegodišnjoj livadi i šumskom tlu nešto veći momenti. Dakle, za bušenje frikcijskih tala potrebni su manji okretni momenti nego za bušenje kohezijskih tala.

Budući da je pri penetracijskoj analizi ustanovljeno da pješčano tlo ima najtežu karakteristiku, jasno je da samo penetracijska karakteristika, bez drugih fizikalno-mehaničkih svojstava tla (npr. otpora na smik i dr.), nije dovoljna za njegovu kategorizaciju s obzirom na otpore bušenja.

Analiza je pokazala da je okretni moment rastao s dubinom bušenja, a da se najveći okretni moment pojavio neposredno prije završetka bušenja, vjerojatno zbog ograničene brzine reagiranja hidrauličkog podizača traktora. Za rad bez vađenja svrdla na višegodišnjoj livadi okretni moment je iznosio 225...245 Nm, s jednim vađenjem 200...210 Nm, a 215...255 Nm s dva vađenja. Slične zakonitosti su utvrđene i za druge vrste tala.

Poznajući dubinu bušenja i posmičnu brzinu svrdla, može se iz jednadžbi ovisnosti okretnog momenta o trajanju bušenja utvrditi ovisnost okretnog momenta o dubini bušenja (umjesto nezavisne varijable t uvrsti se $d = t \cdot v$, gdje je t — vrijeme bušenja, d — dubina bušenja, a v — posmična brzina). Npr. za višegodišnju livadu s jednim vađenjem svrdla (slika 16, pokus 3) utvrđena je korelacijska veza okretnog momenta i vremena trajanja pokusa

$$M = A + B \cdot t + C \cdot t^2$$

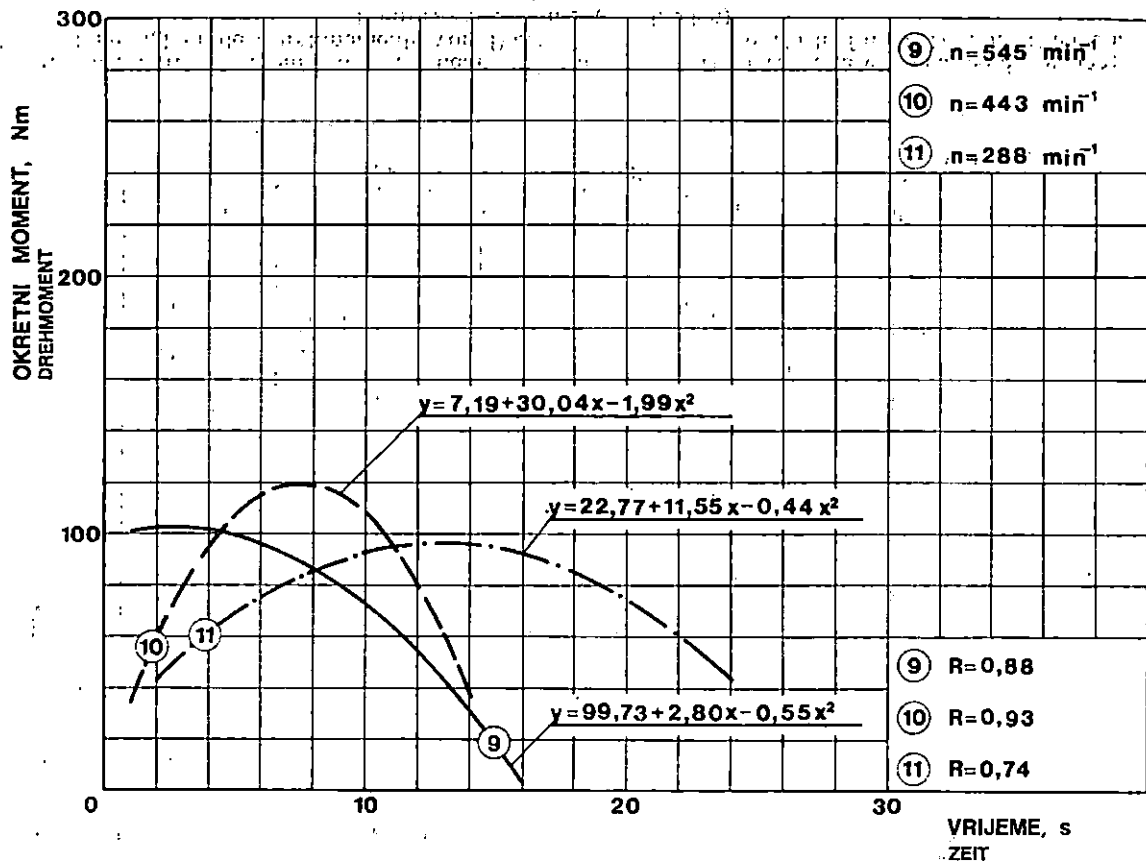
koja se lako transformira u jednadžbu ovisnosti okretnog momenta o dubini bušenja

$$M = D + E \cdot d + F \cdot d^2$$

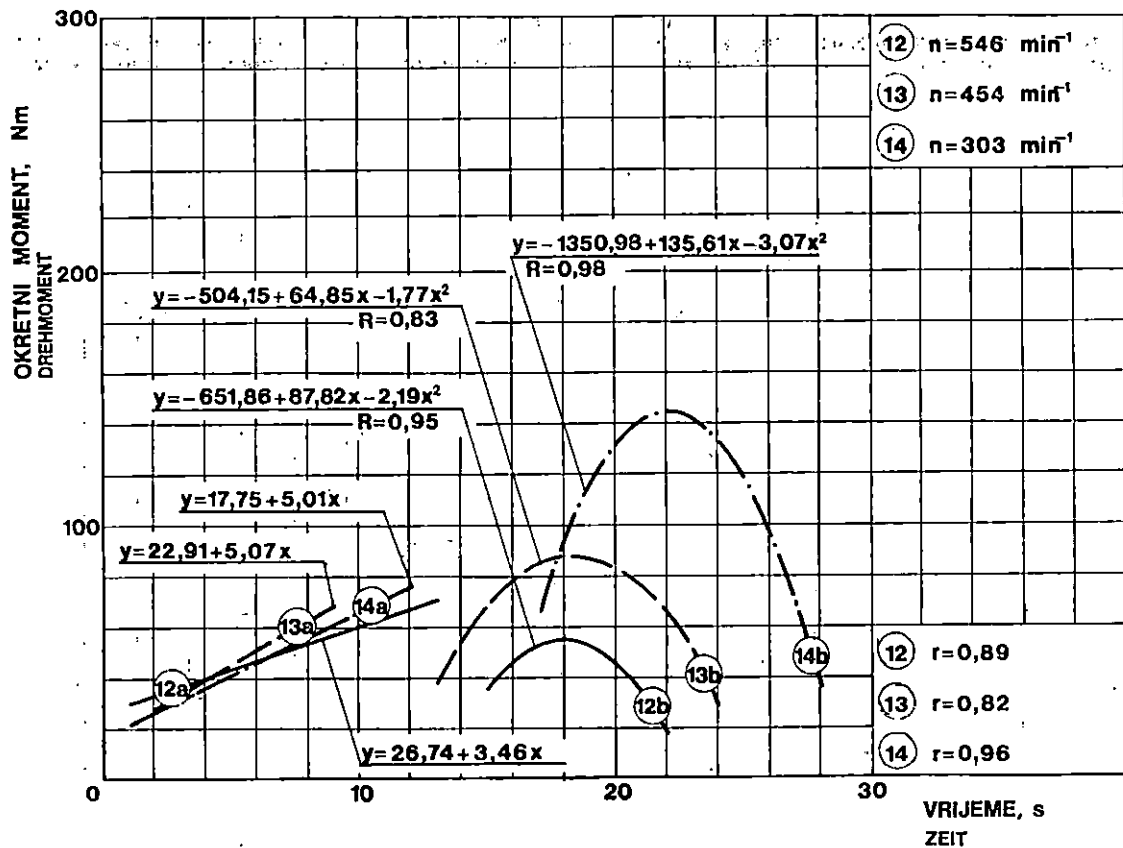
uzevši u obzir da je bušenje trajalo 19 s do dubine od 900 mm, te je prema tome srednja brzina bušenja bila 47 mm/s. Stalnice u gornjim jednadžbama iznose: $A = -44,81$ Nm; $B = 33,46$ Nm/s; $C = -0,97$ Nm/s²; $D = -44,81$ Nm; $E = 73,6$ Nm/dm; $F = -4,7$ Nm/dm²; vrijeme t je u sekundama, a dubina d u decimetrima.

5.22. Analiza bušenja pješčanog tla — Bodenbohrunganalyse bei Sandboden

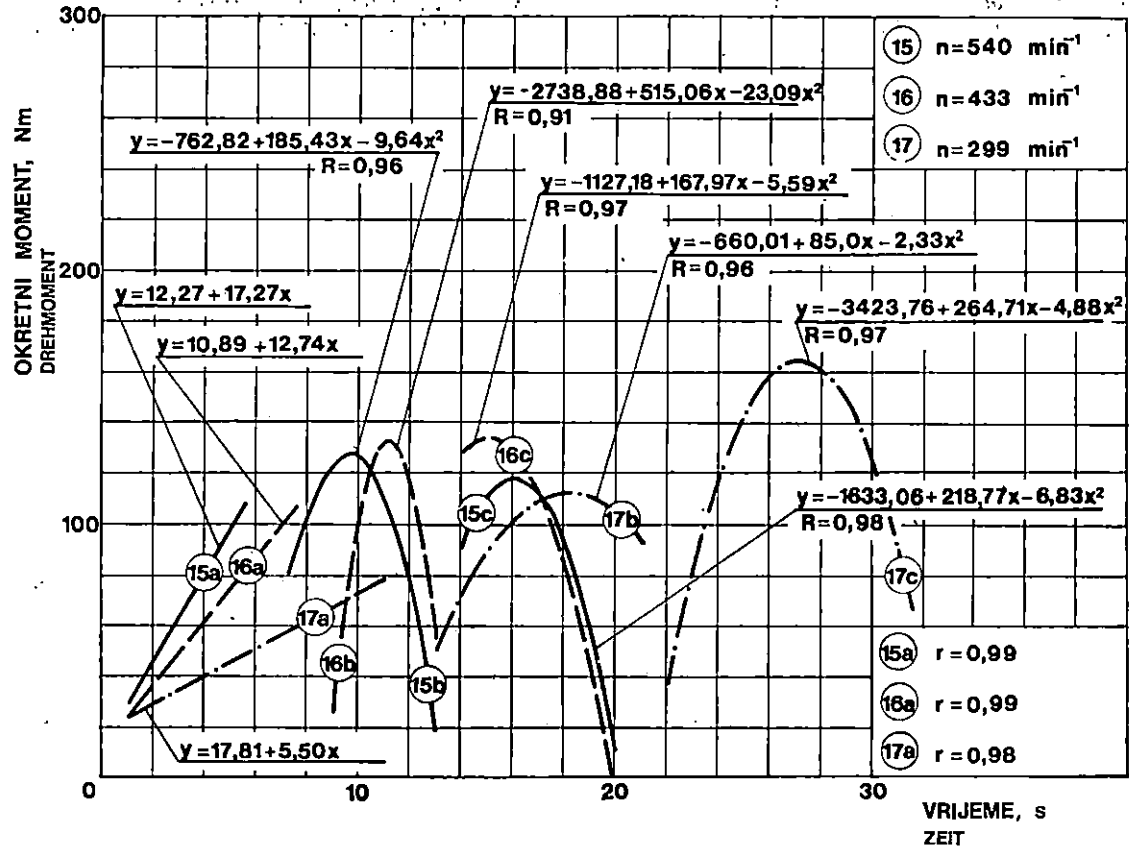
Rezultati istraživanja bušenja pješčanog tla prikazani su na identičan način kao u prethodnom slučaju. Slike 19, 20 i 21 prikazuju utvrđene ovisnosti momenta bušenja i vremena (dubine) o frekvenciji vrtnje i 3 načina rada, sve za pješčano tlo. Analiza utjecaja broja vađenja svrdla na najveći



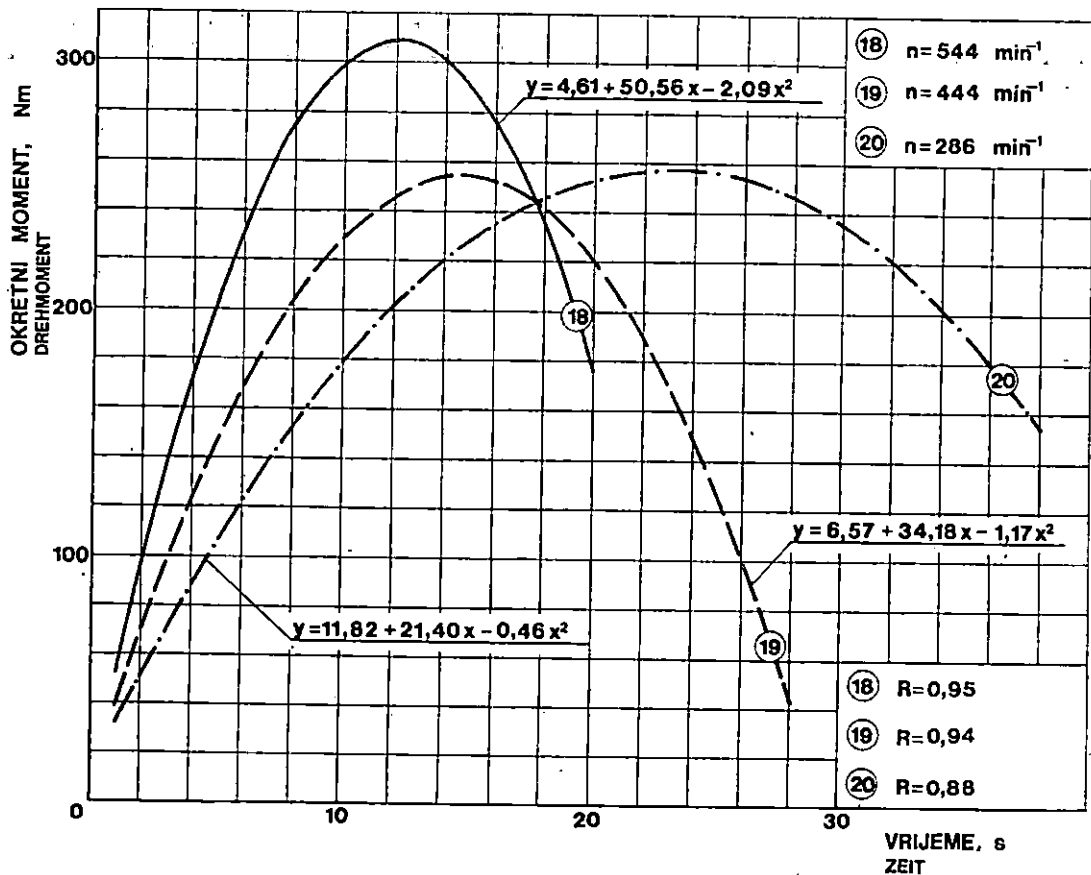
Sl. — Abb. 19. Ovisnost okretnog momenta o vremenu bušenja rupe za tri frekvencije vrtnje bez vađenja svrdla (pješčano tlo) — Abhängigkeit des Drehmoments von Bohrzeit an einem Bohrloch für 3 Drehungsfrequenzen ohne Bohrerherausnahme (Sandboden)



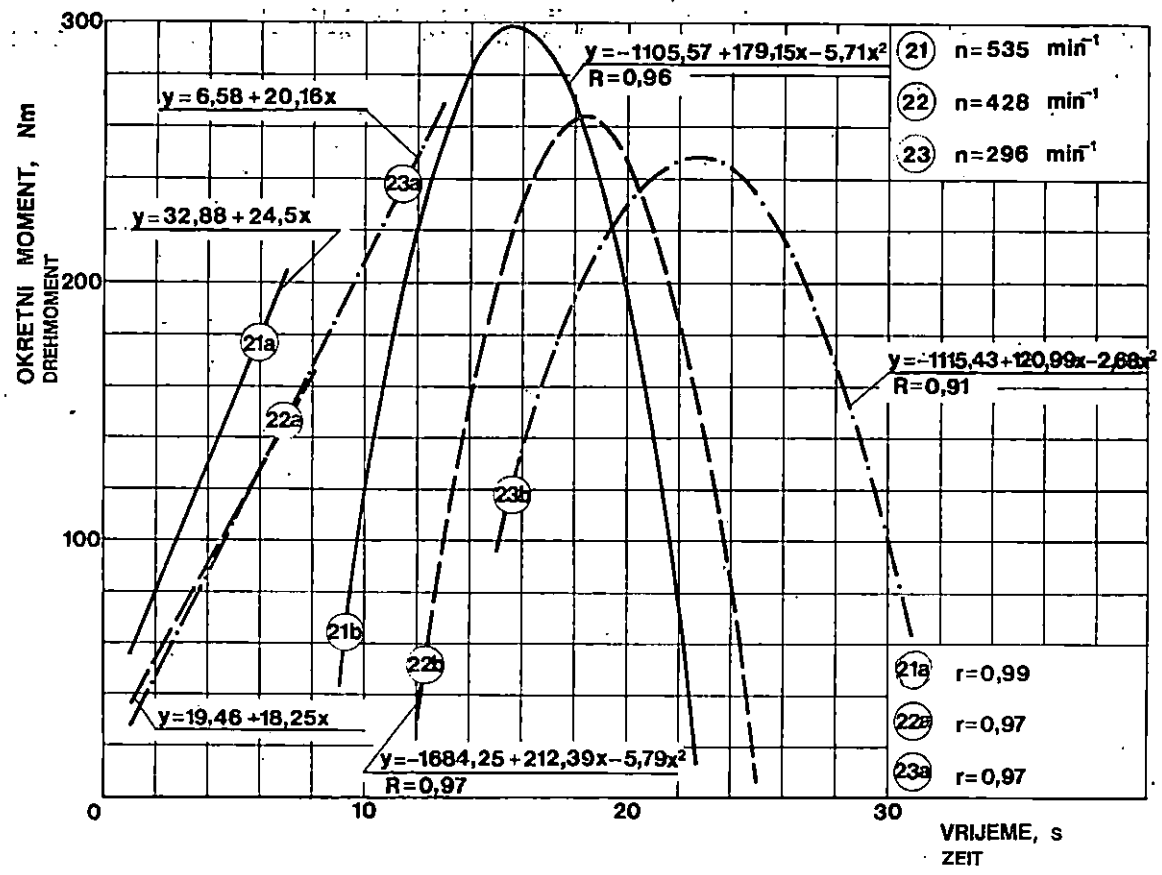
Sl. — Abb. 20. Ovisnost okretnog momenta o vremenu bušenja rupe za tri frekvencije vrtnje s jednim vađenjem svrdla (pješčano tlo) — Abhängigkeit des Drehmoments von Bohrzeit an einem Bohrloch für 3 Drehungsfrequenzen mit 1 Bohrerherausnahme (Sandboden)



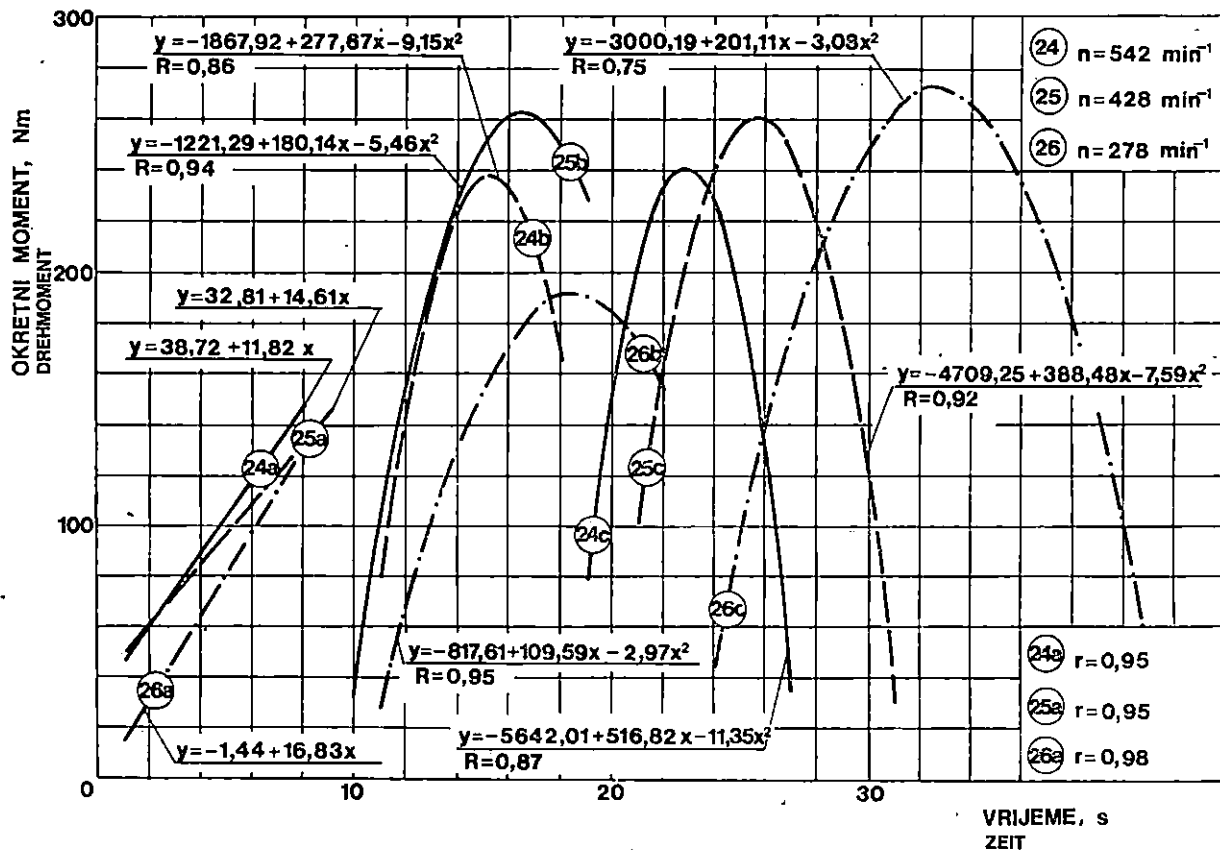
Sl. — Abb. 21. Ovisnost okretnog momenta o vremenu bušenja za tri frekvencije vrtnje s dva vadenja svrdla (pješčano tlo) — Abhängigkeit des Drehmoments von Bohrzeit an einem Bohrloch für 3 Drehungsfrequenzen mit 2 Bohrenherausnahmen (Sandboden)



Sl. — Abb. 22. Ovisnost okretnog momenta o vremenu bušenja rupe za tri frekvencije vrtnje bez vađenja svrdla (šumsko tlo) — Abhängigkeit des Drehmoments von Bohrzeit an einem Bohrloch für 3 Drehungsfrequenzen ohne Bohrerhe-rausnahme (Waldboden)



Sl. — Abb. 23. Ovisnost okretnog momenta o vremenu bušenja za tri frekvencije vrtnje s jednim vadenjem svrdla (šumsko tlo) — Abhängigkeit des Drehmoments von Bohrzeit an einem Bohrloch für 3 Drehungsfrequenzen mit 1 Bohrer-ausnahme (Waldboden)



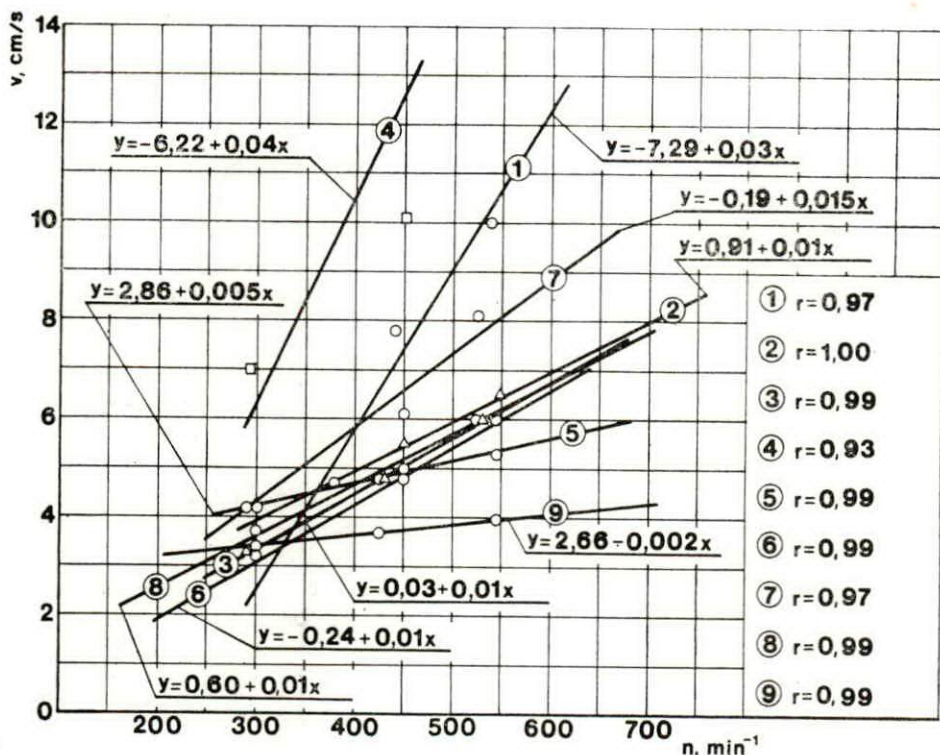
Sl. — Abb. 24. Ovisnost okretnog momenta o vremenu bušenja za 3 frekvencije vrtnje s dva vađenja svrdla (šumsko tlo) — Abhängigkeit des Drehmoments von Bohrzeit an einem Bohrloch für 3 Drehungsfrequenzen mit 2 Bohrerhe-räusnahmen (Waldboden)

iznos okretnog momenta pokazuje i u slučaju rada na pješčanom tlu, da nema bitnih razlika te da ovisi o dubini bušenja, pogotovo ako se odbace ekstremni slučajevi 12b i 17c. I za ovaj slučaj, kao i u prethodnom, moment pri 2 vađenja nije manji od onog ustanovljenog pri radu bez vađenja.

5.23. Analiza bušenja šumskog tla — Bodenbohrunganalyse bei waldboden

Odnosi okretnog momenta bušenja šumskog tla o vremenu trajanja bušenja, prikazani su na slikama 22, 23 i 24. Kao i u prethodnim slučajevima, potreba za najvećim okretnim momentom ne razlikuje se bitno za pojedine načine rada i kreće se do 300 Nm.

Uspoređujući međusobno potrebu za najvećim okretnim momentom na tri promatrana tipa tla može se reći da je za rad na pješčanom tlu potreban manji moment. Rad na višegodišnjoj livadi i šumskom tlu zahtijevaju veći pogonski moment, pogotovo rad na šumskom tlu. U toku svih po-



Sl. — Abb. 25. Ovisnost brzine bušenja o ulaznoj frekvenciji vrtnje, vrsti tla i načinu rada: 1, 2 i 3 — višegodišnja livada (3 načina rada); 4, 5 i 6 — pješčano tlo (3 načina rada); 7, 8 i 9 — šumsko tlo (3 načina rada) — Abhängigkeit der Bohr-geschwindigkeit von Eingangs-drehungsfrequenz, Bodenart und Arbeitsweise: 1, 2 u. 3 — Dauerwiese (3 Arbeitsweisen); 4, 5 u. 6 — Sandboden (3 Arbeitsweisen); 7, 8 u. 9 — Waldboden (3 Arbeitsweisen)

kusa najveći potrebiti okretni moment je ustanovljen pri bušenju rupa u šumskom tlu (pokus 18) u iznosu od 310 Nm, a najmanji u pokusu 13 pri radu na pješčanom tlu od oko 90 Nm. Obzirom na penetracijske karakteristike tala prikazane na slikama 9...14, gdje se vidi da pješčano tlo ima najtežu karakteristiku, jasno pokazuje prije izrečenu tvrdnju o nedostatnosti utvrđenja samo penetracijske karakteristike ispitivanog tla. Dalja istraživanja kategorizacije tala s obzirom na otpore pri njegovom bušenju moraju obuhvatiti i druge fizikalno-mehaničke osobine tala. Pitanje je da li je i za istu vrstu tla (ista fizikalno-mehanička svojstva) dovoljna samo penetracijska karakteristika za određenje njegovih svojstava pri bušenju rupa. U smislu otpora penetracijska karakteristika šumskog tla je nepovoljnija od one za višegodišnju livadu; tu je ovisnost pokazao i okretni moment za bušenje. Ipak, ostaje pitanje koliki je utjecaj žilja čije je prisustvo na penetracijskoj karakteristici šumskog tla znatno, i nije li otpor rezanja žilja bitan. Treba naglasiti da se niz mjerenja penetracijske karakteristike nije mogao obaviti jer je konus penetrometra naišao na skelet u tlu.

5.3. Ovisnost okretnog momenta bušenja o frekvenciji vrtnje — *Abhängigkeit des Bohrungsdrehmoment von der Drehungsfrequenz*

Rezultati analize ovisnosti okretnog momenta bušenja i frekvencije vrtnje obavljeno je za sve 3 vrste tala i sve načine rada na temelju rezultata istraživanja prikazanih na slikama 16...24, u koje su unijeti rezultati mjerenja za po 3 ulazne frekvencije vrtnje. U principu, razlike koje se javljaju su neznatne i može se načelno tvrditi da najveći potrebiti moment ne ovisi bitno o ulaznoj frekvenciji vrtnje bušilice za sve vrste ispitivanog tla.

5.4. Analiza posmične brzine bušenja, frekvencije vrtnje i broja vađenja svrdla — *Analyse der Bohrungschubgeschwindigkeit, der Drehungsfrequenz und der Zahl der Bohrerherausnahmen*

Analiza utjecaja frekvencije vrtnje i broja vađenja svrdla tijekom bušenja jedne rupe na iznos pogonskog momenta, najpogodnija je u trenutku pojave najveće vrijednosti tog momenta (vidi krivulje na slikama 16...24). Pritom sve rupe moraju biti iste dubine od 900 mm. Slikom 25 prikazana je ovisnost posmične brzine o ulaznoj brzini frekvencije vrtnje za različite vrste tala i različite načine rada. S rastom ulazne frekvencije vrtnje rasla je i posmična brzina svrdla. Taj rast je ovisan o vrsti tla i načinu rada. Najveći okretni moment utvrđen je pri bušenju bez vađenja svrdla. Brzina bušenja je tada obrnuto proporcionalna potrebnom okretnom momentu; najbrže je bušenje u pješčanom tlu, a najsporije u šumskome (v. krivulje 1, 4 i 7 na slici 25). Upravo je iz tih dijagrama najlakše uočljiv utjecaj vrste tla i ulazne frekvencije vrtnje obzirom da na brzinu bušenja s međuvađenjem djeluje i vrijeme podizanja ili stajanja svrdla na hidrauličkom podizaču, kojim upravlja vozač traktora.

5.41. Utjecaj frekvencije vrtnje priključnog vratila traktora na bušenje rupa —
Der Einfluss der Drehungsfrequenz der Zapfwellen für Lochbohrung

Općenito je utjecaj frekvencije vrtnje opisan ranije. Detaljnije će se analizirati na primjeru bušenja rupa na višegodišnjoj livadi. Međusobna usporedba bušenja rupa je u tom slučaju dala sljedeće rezultate:

— Smanjenje frekvencije vrtnje priključnog vratila uzrokovalo je smanjenje srednje brzine bušenja, koja je za pojedine pokuse iznosila: 1. pokus $v_1 = 100$ mm/s; 2. pokus $v_2 = 82$ mm/s; 3. pokus $v_3 = 51$ mm/s.

— Međusobni odnosi brzina odgovaraju odnosima ulaznih frekvencija vrtnje, pa se može zaključiti da je za bušenje rupa bez vađenja svrdla brzina bušenja proporcionalna ulaznoj frekvenciji vrtnje.

— Za pokuse 4 i 5 srednje brzine su iznosile: $v_4 = 60$ mm/s; $v_5 = 52,9$ mm/s;

— I ovdje vrijedi prethodni zaključak s dopunom, da brzina bušenja ovisi o trajanju vađenja svrdla, što je u ovom slučaju iznosilo oko 2 s.

— U daljnim pokusima su ustanovljene sljedeće srednje brzine: $v_6 = 60$ mm/s; $v_7 = 47$ mm/s; $v_8 = 33,9$ mm/s.

— I u drugim pokusima je brzina bušenja bila proporcionalna ulaznoj frekvenciji vrtnje.

Smanjenjem brzine nešto se povećava potrební okretni moment za bušenje, i to prema slici 16 od 226 Nm (pokus 1) na 245 Nm, tj. za 8%. Takav trend u svim slučajevima osim za pokus 7, može se utvrditi i na ostalim dijagramima. Ovakvi zaključci nisu mogući i na drugim tlima, gdje trend rasta pogonskog momenta sa smanjenjem ulazne frekvencije vrtnje nije tako uočljiv.

5.42. Utjecaj broja vađenja svrdla — Einfluss der Bohrerentnahmezahl

Analiza tijeka ovisnosti momenta bušenja za pokuse s istim frekvencijama vrtnje priključnog vratila, a različitim načinima rada, pokazuje da se:

— posmična brzina smanjuje s povećanjem broja vađenja svrdla, tako da je za najveću frekvenciju vrtnje bez vađenja svrdla oko 3 puta veća od one s dva vađenja;

— okretni moment vrlo malo mijenja s promjenom načina rada, ostaje gotovo stalnim bez obzira na broj vađenja svrdla.

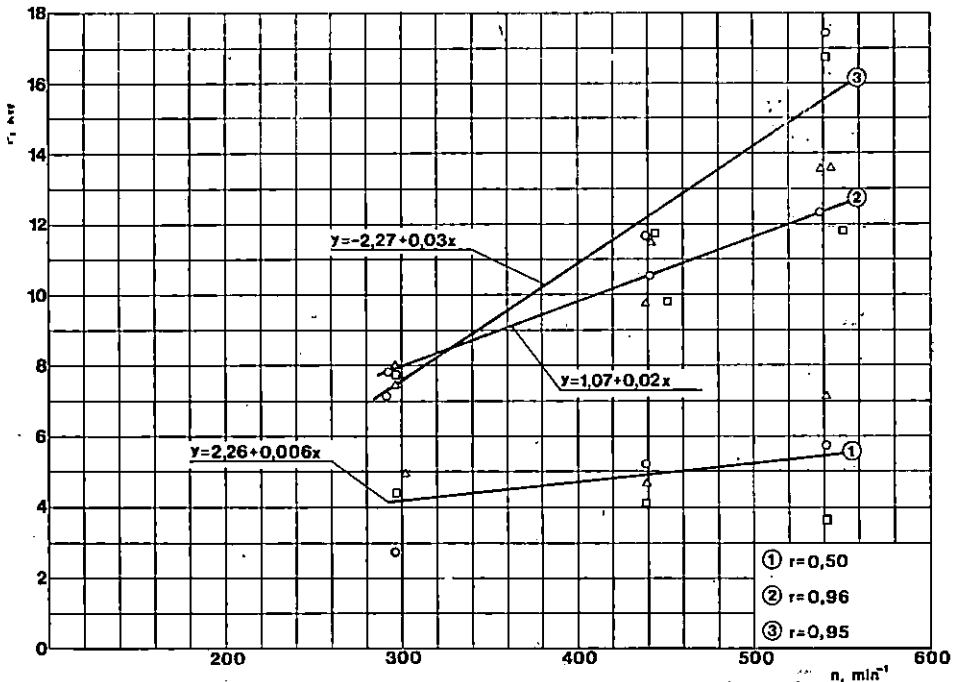
Za potrošak energije za bušenje je utvrđeno da način rada (broj vađenja svrdla) na njega ne utječe bitno. Režim rada pogonskog motora bušilice (traktora) ostaje važan činilac jediničnog potroška energije.

5.43. Utjecaj vrste tla na brzinu bušenja — Einfluss der Bodenart auf Bohrgeschwindigkeit

Kao što je već rečeno, utjecaj tla je najpogodnije analizirati na osnovi krivulja brzine 1, 4 i 7 na slici 25. Može se tvrditi da se frekvencija vrtnje smanjuje s rastom otpora tla te da se frikcijska tla, obzirom na smičnu čvrstoću, buše većom brzinom od kohezijskih tala.

5.5. Snaga bušenja — Bohrleistung

Na temelju eksperimentalnih i analitičkih istraživanja utvrđena je i potrebna snaga za bušenje rupa u tlu. Ista je određena na priključnom vratilu traktora. Ovisnost takve brutto snage bušenja o frekvenciji vrtnje za različita tla prikazana je na slici 26. Za bušenje rupe promjera 45 cm i dubine 90 cm utvrđena je, pri najvećoj posmičnoj brzini, potrebna snaga od 17,6 kW. Rupa je bušena na šumskom tlu. Na pjeskovitom tlu pri najmanjoj posmičnoj brzini, snaga izmjerena na priključnom vratilu iznosila



Sl. — Abb. 26. Ovisnost snage bušenja na priključnom vratilu traktora o frekvenciji vrtnje za 3 vrste tla — Abhängigkeit der Bohrleistung auf der Schlepperzapfwelle und der Drehungsfrequenz für 3 Bodenarten

je 2,7 kW. Općenito se može tvrditi da za veću brzinu bušenja treba i veća angažirana snaga na spoju traktor-bušilica, te da pješćano tlo zahtijeva najmanju, a šumsko tlo najveću snagu za bušenje. Budući da će se najveća snaga ostvarivati na regulatorskoj krivulji najveće mogućnosti na približno 1/3 nominalne snage, korisnost pretvorbe energije bit će nepovoljna (Anon., 1980). Mijenjanjem režima rada motor će raditi u povoljnijem području iskorištenja energije. Budući da pri radu s većim brojem vađenja bušenje dulje traje, nije realno očekivati, unatoč boljoj korisnosti rada motora, manju potrošnju goriva po jednoj izbušenoj rupi u režimu niskih brzina. Pritom treba imati na umu da je i učinak prepolovljen. ...

5.6. *Uspravne sile na hidrauličkom podizaču traktora tijekom bušenja* — *Vertikalkräfte auf dem hydraulischen Schlepperträger im Laufe der Bohrung*

Upotrebljeni mjerni pribor omogućuje utvrđivanje svih 7 komponenta sile koje djeluju u najopćenitijem slučaju na sustav traktor-oruđe. U slučaju rada s bušilicom mjerene su samo uspravne sile; uzdužne i bočne sile se mogu pojaviti u hvatištu poluga podizača tek pri nedopuštenom načinu rada (pomicanje traktora, neuspravnost svrdla i sl.). Slika 27 prikazuje ovisnost uspravne sile, okretnog momenta, dubine bušenja i frekvencije vrtnje ispred i iza sigurnosne spojke bušilice o vremenu bušenja jedne rupe s dva vađenja svrdla. Najveća mjerena sila iznosila je tada 4,75 kN, a srednja vrijednost za sve pokuse bila je 3,5 kN. Sve se te utvrđene vrijednosti odnose na rad svrdla koje nije bilo skošeno ili uklinjeno pri izvlačenju iz tla.

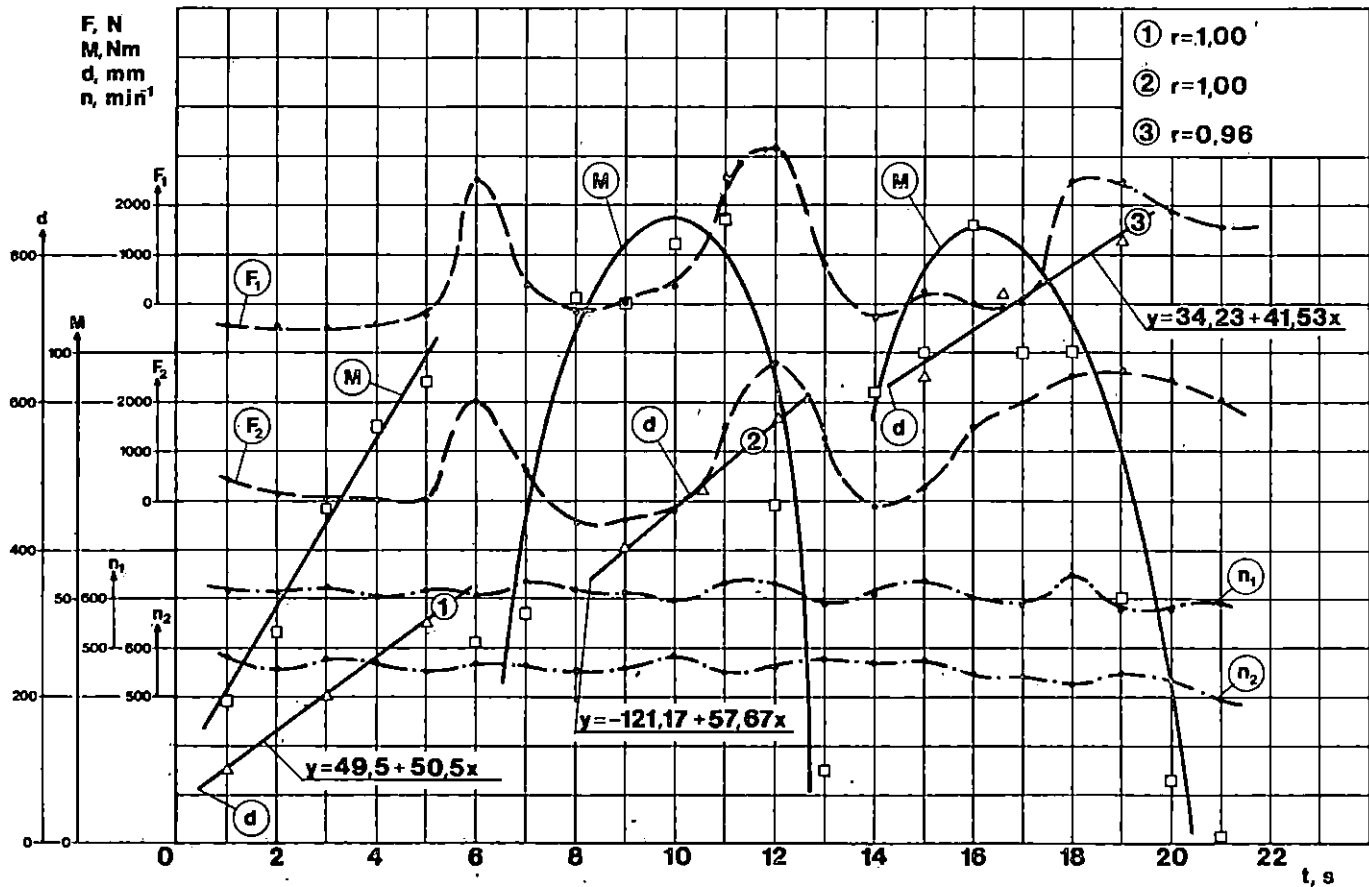
5.7. *Sigurnosna spojka bušilice — Sicherungskupplung des Drillbohrers*

Rad sigurnosne spojke bušilice praćen je preko frekvencije vrtnje kardanskog vratila da bi se eventualno utvrdilo klizanje spojke pri povećanom okretnom momentu. Naime, na prototipu je bilo podosta problema s domaćim spojkama, te su se morale zamijeniti uvoznima. Frekvencija vrtnje je mjerena u vremenskim razmacima od 1 s. Na osnovi rezultata istraživanja može se tvrditi da nije dolazilo do klizanja spojke kardanskog vratila tijekom bušenja rupa na sve 3 vrste tala.

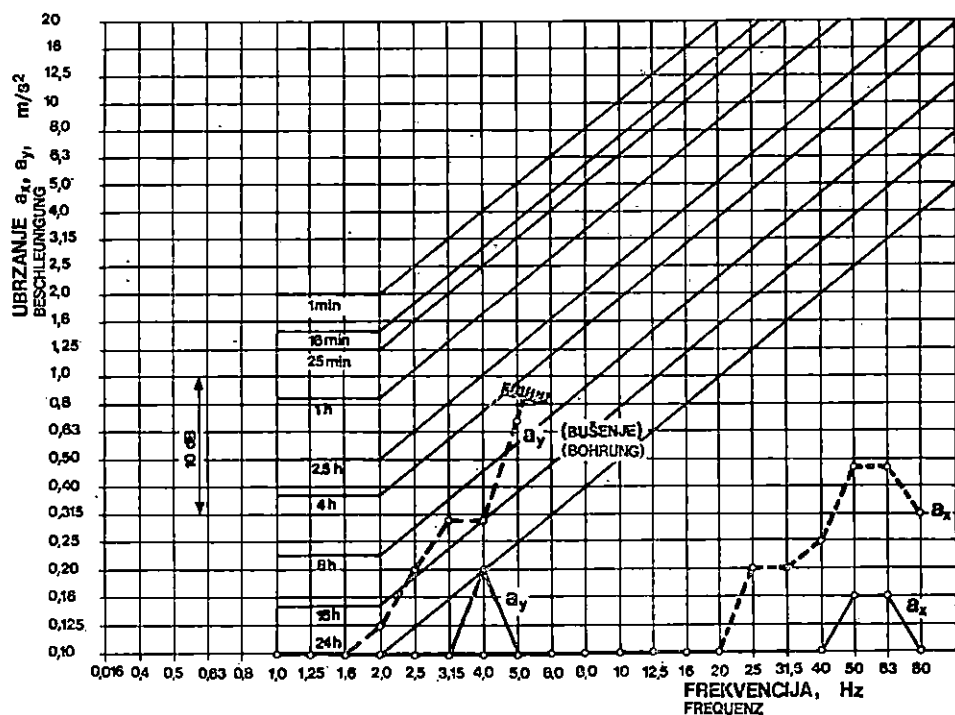
5.8. *Vibracije na sjedalu vozača — Vibrationen auf dem Fahrersitz*

Čovjek osjeća mehaničke vibracije u daleko širem opsegu od čujnog područja, sve ispod 1 Hz pa do 1 kHz, (Sever & Horvat, 1982). Zbog različitih rezonantnih frekvencija pojedinih dijelova ljudskog tijela i utjecaj vibracija na čovjeka je različit prema njihovom frekvencijskom području; npr. rezonantna frekvencija prsnog koša i trbušne šupljine nalazi se u području 3... 9 Hz, glave-vrata-ramena 20... 30 Hz, neki unutarnji organi 1... 10 Hz itd. Smetnje koje izazivaju vibracije kreću se u širokom rasponu, od onih kod kojih radnik ostaje bez daha, pa do oštećenja pojedinih dijelova tijela.

Radno mjesto vozača traktora koji je i upravljač bušilicom je traktorsko sjedalo preko kojeg se vibracije prenose na njegovo tijelo. Prema smjernicama ISO 2631 za procjenu efektivne vrijednosti ubrzanja vibracija u tri međusobno okomita smjera izabrana je mjerna oprema prikazana na slici 8. Sva mjerenja su obavljena u frekvencijskom području od 1... 80 Hz uz analizu po tercama. Korišten je troosni akcelerometar ugrađen u disk, na kojem je radnik sjedio. Sva mjerenja su obavljena pri bušenju rupa i radu traktora na mjestu bez bušenja. Rezultati su prikazani u skladu sa standardom ISO odvojeno za vertikalnu os te dvije horizontalne osi



Sl. — Abb. 27. Ovisnost vertikalne sile, okretnog momenta, dubine bušenja te frekvencije vrtneje priključnog vratila traktora i vrtneje iza spojke, o vremenu bušenja za jedan pokus s 2 vadenja — Abhängigkeit der Vertikalkraft, des Drehmoments, der Bohrtiefe und der Drehungsfrequenz der Schlepperzapfwelle und der Drehung hinter der Kupplung von der Bohrdauer in einem Versuch mit zweimaliger Bohrerherausnahme

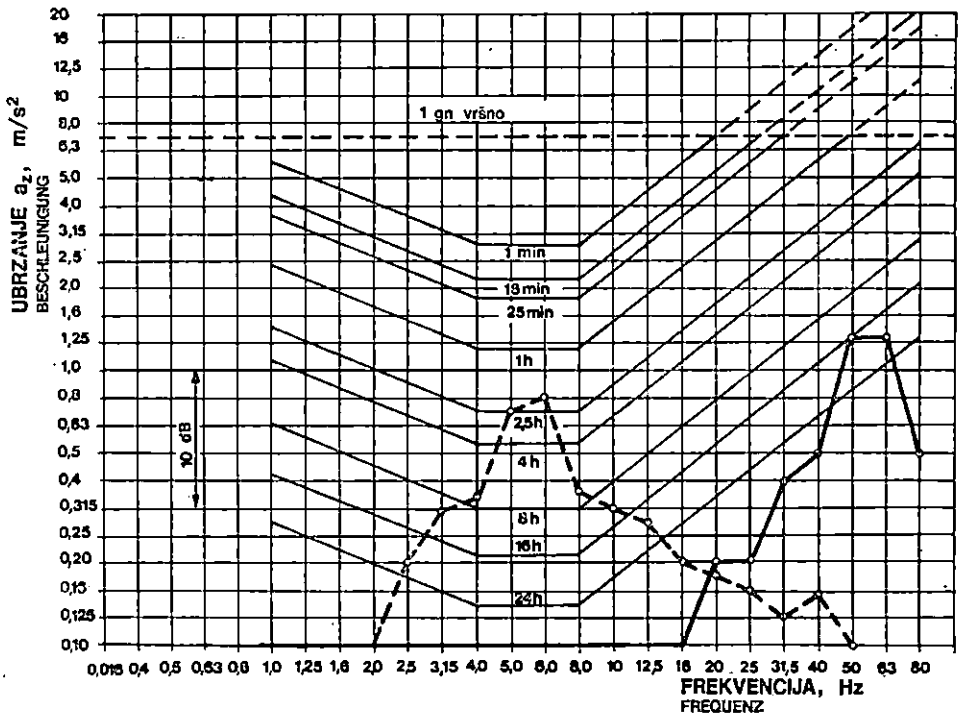


Sl. — Abb. 28. Poprečno ubrzanje a_x i a_y tijekom bušenja (crtkano) i rada motora traktora bez bušenja (puna linija) — Querschleunigung a_x und a_y im Laufe der Bohrung (gestrichelt) und des Schleppermotorlaufs ohne Bohrerbetätigung (Vollinie)

(slika 28. i 29). Iz rezultata istraživanja se vidi da i bušenje i rad traktora ergonomske opterećuje radnika ne samo u granicama narušavanja komfora, već se nalaze i na granici dozvoljenog izvrgavanja (treba ograničiti vrijeme djelovanja).

5.9. Težište agregata traktora IMT 560 s bušilicom IVA-1m — Schwerpunkt des Schlepperaggregats-Schlepper IMT 560 mit Drillbohrer IVA-1m

Položaj težišta traktora s priključenim oruđem presudan je za njegovu stabilnost. Zbog toga je utvrđeno težište agregata traktor IMT 560 s ovješnom bušilicom IVA-1m. Težište je definirano s 3 veličine: visinom, udaljenošću od jedne osovine i udaljenošću od simetrale traktora (Horvat, 1981). Težište je određeno za tzv. transportni položaj agregata. Pri bušenju ne dolazi do narušavanja stabilnosti agregata. Mjerenja parametara težišta su obavljena za traktor i traktor s bušilicom, kako bi se ustanovila razlika koja je nastupila vješanjem bušilice. Horvat (1981) je opisao mje-



Sl. — Abj. 29. Vertikalno ubrzanje a_z tijekom bušenja (crtikano) rada motora traktora bez bušenja (puna linija) — Vertikale Beschleunigung a_z im Laufe der Bohrung (gestrichelt) und des Schleppermotorlaufs ohne Bohrerbetätigung (Vollinie)

mila i pribor s kojim je obavljeno i naše mjerenje. Oznake mjernih veličina dane su na slici 30 a, b i c. Udaljenost težišta od stražnje osovine izračunana je iz izraza $a = A \cdot L/m.g$, gdje je A — opterećenje prednje osovine; L — razmak osovina; $m.g$ — težina traktora.

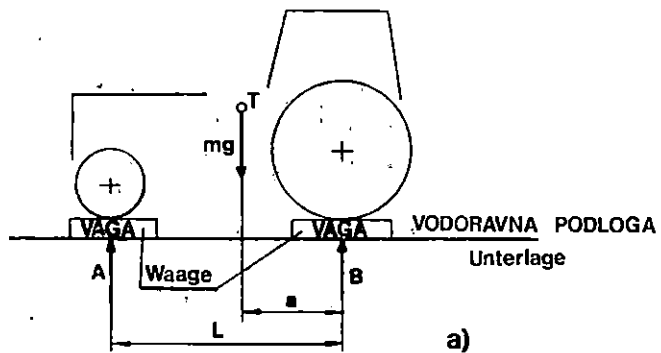
Za traktor su iznosili ovi parametri: $A = 9,2$ kN; $L = 2,2$ m; $m.g = 2,49$ kN, a odatle $a = 0,83$ m.

Za traktor s bušilicom izmjerene su sljedeće vrijednosti: $A = 0,66$ kN; $L = 2,2$ m; $m.g = 2,73$ kN, a odatle je $a = 0,53$ m.

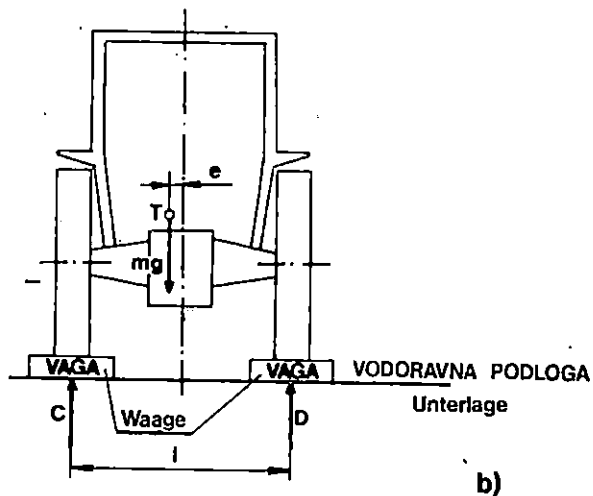
Montažom bušilice na traktor pomaknuto je težište prema stražnjoj osovini za 0,3 m. Uzrok tako velikog pomicanja težišta je u tome, što je najveći dio mase bušilice koncentriran na kraju nosećeg okvira.

Bočna udaljenost težišta traktora od njegove uzdužne osi izračunana je prema izrazu: $e = (C.l/m.g) - l/2$, gdje su C — opterećenje jedne strane traktora; l — razmak stražnjih kotača, a ostale oznake kao u prvom slučaju.

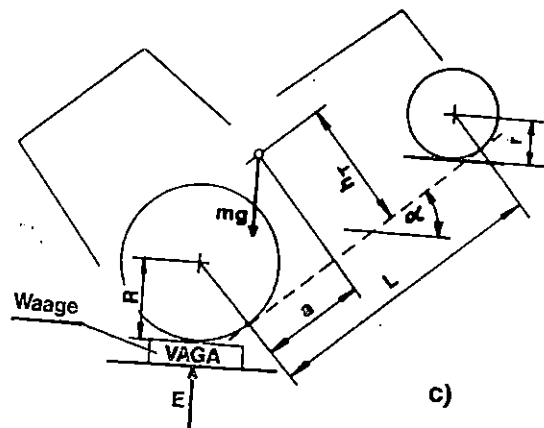
Za sam traktor su izmjereni sljedeći parametri: $C = 1,24$ kN; $l = 1,53$ m, a odatle je određeno $e = 0,003$ m.



a)



b)



c)

Sl. — Abb. 30 a, b, c. Elementi za utvrđivanje težišta traktora — Elemente zur Bestimmung des Schlepperschwerpunkts

Za traktor s bušilicom je određeno: $C = 1,43$ kN; $l = 1,53$ m, a $e = 0,012$ m.

Montažom bušilice pomaknuto je težište bočno za 9 mm i nalazi se 12 mm udaljeno od uzdužne osi traktora udesno.

Visina težišta traktora određena je pomoću izraza:

$$h_T = \frac{E [L \cdot \cos a + \sin a (R + r)] - m \cdot g \cdot \cos a (L - a)}{m \cdot g \cdot \sin a} + r$$

Oznake u prethodnoj jednadžbi dane su na slici 30 c. Za traktor bez bušilice utvrđeni su sljedeći parametri: $E = 1,61$ kN; $a = 9^\circ$; $R = 674$ mm; $r = 360$ mm; $h_T = 0,89$ m.

Za traktor s bušilicom su određene sljedeće veličine: $E = 2,17$ kN; $\alpha = 7^\circ$; $h_T = 1,25$ m.

Montažom bušilice i njezinim stavljanjem u transportni položaj (poluge hidrauličkog podizača u krajnjem gornjem položaju) povisilo se težište za 0,36 m.

Budući da je montaža bušilice pogoršala sve elemente stabilnosti (pomaknula je težište prema stražnjoj osovini, podigla ga i udaljila od uzdužne osi traktora) treba očekivati znatno smanjenje stabilnosti agregata u odnosu na sam traktor.

Određeni su i kritični uvjeti stabilnosti navedenog agregata bez dinamičkih dodatnih opterećenja; kut uzdužne stabilnosti iznosi za sam traktor $\alpha_K = 43^\circ$, a za agregat $\alpha_K = 23^\circ$; kut bočne stabilnosti iznosi za traktor $\beta_K = 41^\circ$, a za agregat $\beta_K = 31,5^\circ$.

Kut uzdužnog nagiba od 23° se može smatrati vrlo malim, te uz faktor sigurnosti uslijed dinamičkih opterećenja, on bi pao na svega 14° . U praksi problemi mogu nastupiti pri transportu agregata na neravnom terenu, pri prelazu preko prepreka i sl.

6. ZAKLJUČCI — SCHLUSSFOLGERUNGEN

Istraživana je bušilica IVA-1m ovješena i pogonjena traktorom IMT 560 na radovima bušenja rupa promjera 450 mm, dubine 900 mm. Ispitivanje je provedeno u eksploatacijskim uvjetima uz korištenje specifičnog mjernog pribora za mjerenje okretnog momenta bušenja, frekvencije vrtnje, dubine bušenja, uspravnih sila, karakteristike tla i dr. Varirani su tlo, brzina bušenja i način bušenja (bez tla s međuvadenjem).

Utvrđeno je da je kardansko vratilo i sigurnosna spojka dimenzionirana u skladu sa zahtjevima bušenja na šumskim tlima.

Noseći mehanizam bušilice, koji je povezuje s hidrauličkim podizačem traktora, odgovara uvjetima rada i opterećenjima što se javljaju zbog djelovanja uspravnih sila pri transportu bušilice i vadenju svrdla s tлом nakupljenim na njegovoj zavojnici i tijekom bušenja. Najveća izmjerena uspravna sila iznosila je 4,75 kN. Srednja vrijednost uspravne sile za sve pokuse iznosila je 3,5 kN.

Upotrijebljeno svrdlo odgovara uvjetima terena na kojima se istraživalo.

Istraživanja režima rada motora, što se tiče frekvencije vrtnje priključnoga vratila traktora i načina rada (bez vađenja ili s vađenjem svrdla tijekom bušenja jedne rupe u cilju iznošenja tla), pokazalo je da uobičajeni način rada s približno 2/3 nazivne frekvencije vrtnje motora i s međuvađenjima, nema opravdanja niti sa stanovišta postignutih učinaka niti sa stanovišta potroška energije. Postojeći velikoserijski poljoprivredni traktori ne omogućuju promjene uobičajenog režima rada.

Od svojstava tla izražene su vlažnost i penetracijska karakteristika. Ova svojstva nisu dovoljna za opis nekog tla pri energetsčkoj analizi bušenja rupa u tlu.

Bušenje rupa na pjeskovitom tlu zahtijeva najmanji okretni moment, dok su na višegodišnjoj livadi i šumskom tlu potrebni veći momenti. Najveći okretni moment za sve pokuse iznosio je 310 Nm i to pri bušenju pješčanog tla u iznosu od 90 Nm. Pri bušenju rupa na višegodišnjoj livadi za rad bez vađenja svrdla okretni moment je iznosio 225...245 Nm, s jednim vađenjem svrdla 200...210 Nm, a 215...255 Nm pri bušenju s dva vađenja svrdla za bušenje jedne rupe.

Brzina bušenja je obrnuto proporcionalna potrebnom okretnom momentu; najbrže je bušenje u pješčanom tlu, a najsporije na šumskome.

Posmična brzina smanjuje se s povećanjem broja vađenja svrdla, tako da je za najveću frekvenciju vrtnje bez vađenja svrdla oko 3 puta veća od one s dva vađenja. S promjenom načina rada okretni moment se mijenja neznatno. Broj vađenja svrdla ne utječe bitno na utrošak energije za bušenje. Režim rada pogonskog motora bušilice, (u istraživanom slučaju motor traktora), ostaje važan činilac specifičnog potroška goriva.

Frekvencija vrtnje bušilice smanjuje se s rastom otpora tla; to uzrokuje veću brzinu bušenja frikcijskih od kohezijskih tala.

Za bušenje rupe od 45 cm, dubine 90 cm, pri najvećoj posmičnoj brzini utvrđena je snaga na priključnom vratilu traktora od 17,6 kW. Pri istim uvjetima na pješčanom tlu snaga je iznosila 2,7 kW.

Rezultati mjerenja vibracija koje se preko sjedala prenose na vozača pokazuju da 8-satni rad zahtijeva veliko opterećenje.

Montaža bušilice na traktor izazvala je pogoršanje svih elemenata stabilnosti; pomaknula je težište prema stražnjoj osovini za 300 mm, udaljila ga od uzdužne osi traktora za 9 mm, te podigla za 360 mm. Time su se pogoršali i kritični kutevi stabilnosti traktora.

LITERATURA — LITERATURVERZEIHNIS

- Anon. 1980: Report on Test in Accordance with O. E. C. D. Standard Code for the official Testing of Agricultural Tractors, IMT 560, No. 698, Paris.
- Bekker, M. G., 1973: Introduction to Terrain-Vehicle System, Ann Arbor, The university of Michigan Press; Prijevod: Vedenie v teoriju sistem mestnost-mašina, Mašinstroenie, Moskva, str. 520.
- Galjštejn, P. M., D. Z. Starodinskij & M. Z. Cimerman, 1969: Počvoobrabativajušće mašini i agregati, Mašinstroenie, Moskva, str. 163—171.

- Horvat, D., 1981: Ispitivanje nekih karakteristika šumskih traktora i pogonskih motora, Biblioteka mehanizacije, Vol. 6, br. 3, str. 277—300.
- Kornienko, P. P., 1962: Mehanizacija obrabotki počvi v lesnom hozjajstve, Goslesbumizdat, Moskva, str. 48.
- Matić, S., 1978: Istraživanja uspjeha sadnje topola dubokom sadnjom pomoću stroja Ellettari i IVA—3m, Mehanizacija šumarstva, Vol. 3, 9—10, str. 241—251.
- Rajić, M., 1978: Kardanska vratila, Mehanizacija šumarstva, Vol. 3, 7—8, str. 192—210.
- Piria, I., 1980: Univerzalni okvir za određivanje rezultantnog otpora poljoprivrednih strojeva i oruđa, Patentni glasnik Saveznog zavoda za patente, Beograd, br. 4314/80-P-3124/71 od 30. 07. 80.
- Sever, S. & D. Horvat, 1981: Izvještaj o reviziji projekta bušilice IVA—1m, Šumarski fakultet Zagreb, Zavod za istraživanja u šumarstvu, studija, str. 11.
- Sever, S., 1981: Mehaniziranje radova na pošumljavanju i njezi, Mehanizacija šumarstva, Vol. 6, 5—6, str. 153—179.
- Sever, S. & D. Horvat, 1982: Neki ergonomske aspekti rada uređaja drvne industrije, Bilten, Šumarski fakultet Zagreb, Zavod za istraživanja u drvnjoj industriji, Vol. 10, br. 5, str. 25—55.
- Sever, S., D. Horvat & V. Golja, 1983: Neki rezultati ispitivanja bušilice IVA—1m, Zbornik radova savjetovanja »Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi«, Opatija, str. 641—651.
- Suvajdžić, S., 1973: Mehanizacija pretovarno-transportnih radova, I dio, Građevinska knjiga, Beograd, str. 436.

STANISLAV SEVER, DUBRAVKO HORVAT & VLADO GOLJA

ENTWICKLUNGSUNTERSUCHUNG DES BODENDRILLBOHRERS IVA-1m

Schlussfolgerungen

Es wurde der Drillbohrer IVA-1m, aufgehängt und angetrieben vom Schlepper IMT-560 untersucht, und zwar bei Bohrarbeiten an einem Bohrloch dessen Durchmesser 450 mm und Tiefe 900 mm betragen. Die Untersuchung wurde in Exploitationsbedingungen durchgeführt, wobei spezifische Messgeräte zur Messung von Bohrdrehmoment, Drehungsfrequenz, Bohrtiefe, Vertikalkraft, Bodenmerkmalen usw., verwendet worden sind. Es wurden Boden, Bohrgeschwindigkeit und Bohrweise (ohne oder mit Zwischenherausnahmen des Bohrers) untersucht.

Es wurde festgestellt, dass Kardanwelle und Sicherungskupplung im Einklang mit Bohrforderungen auf Waldböden dimensioniert sind.

Der Tragmechanismus des Drillbohrers, der ihn mit dem hydraulischen Schlepperheber verbindet entspricht den Arbeitsbedingungen und belastungen, die wegen der Einwirkung von Vertikalkräften beim Drillbohrertransport und beim Herausnehmen von Bohrer entstanden. Die grösstermeddene Vertikalkraft betrug 4,75 kN. Der Mittelwert der Vertikalkraft für alle Versuche betrug 3,5 kN.

Der verwendete Bohrer entsprach den Bedingungen des Bodens auf dem die Untersuchung durchgeführt wurde.

Die Untersuchung des Motorlaufs, bezüglich der Drehungsfrequenz der angeschlossener Zapfwelle und der Arbeitsweise (ohne oder mit Herausnehmen der Bohrers während der Bohrung eines Bohrloches) hat gezeigt, dass die übliche Arbeitsweise mit ungefähr 2/3 des Nennwerts für Motordrehungsfrequenz und unter dem Herausnehmen des Bohrers nicht gerechtfertigt ist, und zwar weder vom Standpunkt der erzielten Wirkung noch vom Standpunkt des Energieverbrauchs. Die bestehenden grosserienlandwirtschaftlichen Schlepper lassen die Änderung der üblichen Arbeitsweise nicht zu.

Es wurden folgende Bodenmerkmale untersucht: Feuchtigkeit und Penetrationscharakteristik. Diese beiden Eigenschaften genügen aber nicht um eine Bodenart bei der Energieverbrauchsanalyse der Bodenlochbohrung zu beschreiben.

Die Lochbohrung im Sandboden erfordert das niedrigste Drehmoment, während bei Dauerwiesen und Waldböden höhere Drehmomente notwendig sind. Das höchste Drehmoment für alle Versuche betrug 310 Nm und wurde bei Lochbohrung beim Waldboden verzeichnet. Das niedrigste

Drehmoment betrug 90 Nm und wurde beim Sandboden verzeichnet. Bei der Lochbohrung auf einer Dauerpflanzfläche ohne Herausnehmen des Bohrers betrug das Drehmoment 225...245 Nm; mit 1 Herausnehmen 200...210 Nm, und 215...255 Nm als der Bohrer 2 mal herausgenommen worden war.

Die Bohrgeschwindigkeit ist dem geforderten Drehmoment umgekehrt proportionell; die Bohrung ist am schnellsten auf Sandboden und am langsamsten auf Waldboden.

Die Schubgeschwindigkeit wird mit der Zahl der Bohrerherausnahmen verkleinert; so ist bei der höchsten Drehfrequenz ohne Herausnehmen des Bohrers etwa dreimal höher als bei 2 Bohrerherausnahmen.

Die Zahl der Bohrerherausnahmen hat nur einen geringen Einfluss auf den Energieverbrauch beim Bohren. Der Motorlauf (in diesem Falle Schleppermotorlauf) bleibt ein wichtiger Faktor des Brennstoffverbrauchs.

Die Drehfrequenz des Drillbohrers wird vermindert, als der Bodenwiderstand steigt, was schnelleres Bohren der Friktions-, als der Kohäsionsböden zu Folge hat.

Für die Bohrung eines Bohrlochs mit Durchmesser von 45 cm und von 90 cm Tiefe und bei höchster Schubgeschwindigkeit an der Zapfwelle des Schleppers die Kraft von 17,6 kW gemessen. Unter gleichen Bedingungen betrug dieser Wert im Falle des Sandbodens 2,7 kW.

Die Ergebnisse der Vibrationenmessungen, die über Fahrersitz auf Fahrer übertragen werden zeigen, dass der 8-Stündige Arbeitstag eine grosse Belastung darstellt.

Das Montieren des Drillbohrers auf einen Schlepper hat die Verschlechterung aller Stabilitätselemente verursacht; es verschob den Schwerpunkt in Richtung Hinterachse um 300 mm, entfernte ihn von der Schlepperlängsachse um 9 mm und erhob ihn um 360 mm. Dadurch wurden auch die kritischen Stabilitätswinkel verschlechtert.

Eingegangen am 11. Februar, 1985.
Akzeptiert am 31. März, 1985.

Die Adresse:
Forstliche Fakultät
41001 Zagreb, Postfach 178
Jugoslawien

ĐURO RAUŠ, NEDELJKA ŠEGULJA & JASENKA TOPIĆ

VEGETACIJA SJEVEROISTOČNE HRVATSKE*

VEGETATION OF NORTHEASTERN CROATIA

Prispjelo 11. veljače 1985.

Prihvaćeno 31. ožujka 1985.

U ovom radu predstavljena je vegetacija sjeveroistočne Hrvatske. To je ravničarsko područje kroz koje protječu velike rijeke, Sava, Drava i Dunav. Iako potencijalno šumsko područje danas je najvećim dijelom prekriveno sekundarnom, antropogenom vegetacijom. Unutar 12 vegetacijskih razreda zabilježeno je šezdesetak biljnih zajednica šumkse, livadne, močvarne, korovne i ruderalne vegetacije. Melioracije i drugi zahvati neprestano mijenjaju izgled krajolika i sastav vegetacije. Narочito se smanjuju površine poplavnih, močvarnih i travnjačkih zajednica koje često nestaju, ustupajući mjesto agrofitocenoza. Istaknuti su i nalazi nekih rjeđih autohtonih biljaka naše flore, kao i adventivnih, čije se širenje može pratiti posljednjih godina na istraživanom području.

Ključne riječi: Vegetacija, Slavonija i Baranja, šume, travnjaci, močvare, korovna i ruderalna vegetacija

UVOD — INTRODUCTION

Istraživanja i kartiranja vegetacije sjeveroistočne Hrvatske započeta su još polovicom 19. stoljeća (Kerner, 1863) zajedno s istraživanjima vegetacije ostalih podunavskih zemalja.

Početak dvadesetog stoljeća objelodanjene su dvije klasične monografije od Beck-Mannagetta (1901) i Adamovića (1909). Prvi je autor obradio biljni pokrov ilirskih zemalja, pa je u svojim vegetacijskim kartama obuhvatio i Slavoniju, a drugi je (Adamović) prikazao vegetacijske prilike mezijskih zemalja na Balkanskom poluotoku.

Hirc (1919) u svom radu o biljnom pokrovu srijemskog plošnjaka, Fruške gore i okolice grada Osijeka prikazao je osim flore i opću vegetacijsku sliku tih područja.

U drugoj četvrtini 20. stoljeća započela su na području čitave Hrvatske, pa tako i na području Slavonije i Baranje, suvremena fitocenoška istraživanja i kartiranja šumske vegetacije radi boljeg upoznavanja s pri-

* Rad je izrađen u okviru projekta »Vegetacijsko i pedološko kartiranje SRH« kojega financira Republički SIŽ-IV.

rodnim zajednicama (fitocenozama), na temelju njihova florog sastava, kako bi ona poslužila kao osnova za moderno gospodarenje prirodnim resursima, a naročito šumama. Pionir tih istraživanja bio je I. Horvat (1938, 1950). On je istraživao najznačajnije slavonske šumske zajednice, promatrajući ih unutar cjelokupne šumske vegetacije naše zemlje i jugoistočnog dijela Balkanskog poluotoka. Istraživanjima livada i močvara bavio se S. Horvatić 1931. b, 1950. i kasnije.

Istraživanja slavonske i baranjske vegetacije nastavili su poslije njih mladi istraživači Glavač, 1959, 1960, 1962. i 1968; Jovanović, 1965 (samo u Baranji), Rauš, 1970, 1971a, 1971b, 1972, 1974a, 1974b, 1975a, i 1975b, 1975c, 1976a, 1976b, 1977, 1978, 1982 i 1983, Rauš i Kalinić, 1973; Rauš, Đ., Segulja Nedeljka i Topić Jasenka 1978 i 1980; Rauš, Klepac i Dekanić, 1980; Rauš, Prpić, Matić i Kovačević, 1983; Rauš, Đ. i Segulja Nedeljka, 1983; Ilić, 1968, 1969, 1971. i 1973, Ilić, Lj. i Segulja Nedeljka, 1978. i dr.

Istraživanja i kartiranja livadne i močvarne vegetacije i agrofitoce- noza Slavonije i Baranje obavljale su od 1975. do 1980. Nedeljka Segulja i Jasenka Topić, a istraživanjima toga područja bave se Lj. Ilić, A. Skender i dr.

PRIRODNI UVJETI ZA RAZVITAK VEGETACIJE U SJEVEROISTOČNOJ HRVATSKOJ — NATURAL CONDITIONS FOR DEVELOPMENT OF THE VEGETATION IN NORTHEASTERN CROATIA

1. Geomorfološko-geološki i hidrološki uvjeti — Geomorphological and hydrological conditions

Sjeveroistočna Hrvatska dio je Panonske nizine, pripada njezinu dnu, ali ipak ne tvori ravnicu u svim svojim dijelovima.

Na području sjeveroistočne Hrvatske (prema Talkšiću, 1970) možemo razlikovati nekoliko topografskih cjelina:

- a) središnji i zapadni dio Slavonije koji tvori staro gorje što se nanižalo oko Požeške kotline kao oko nekog središta;
- b) istočni dio Slavonije koji tvore đakovačko-vinkovački i vukovarski praporni ravnjaci s erdutsko-aljmaškim brdom;
- c) nasuta aluvijalna ravnica Podunavlja s Banskom kosom;
- d) nasuta aluvijalna ravnica Podravine i
- e) nasuta aluvijalna ravnica Posavine.

Svaka od tih cjelina ima svoja obilježja po kojima se znatno razlikuju jedna od druge.

Područje istočno od Krndije i Dilja je ravničast kraj gdje se apsolutne visine kreću od 80 do 240 m. Najveće nadmorske visine (n. v.) susrećemo u području baranjskoga prapornog brda na 240 m n. v. (Banska kosa), u đakovačko-vinkovačkom i vukovarskom ravnjaku do 130 m i u prigorju Fruške gore gdje su visine od 200 m (Telek) do 294 m (Liske). Relativna visinska razlika između najviših i najnižih dijelova toga kraja iznosi 214 m.

Za razliku od nizinskoga istočnog dijela zapadni dio Slavonije obilježuju veće nadmorske visine i razvedeniji reljef.

Sjeveroistočna Hrvatska obiluje vodotocima. Osim Save, Drave i dijela Dunava tu protječu i manje rijeke: Karašica, Vučica, Vuka, Bosut, Spačva, Orljava i dr.

Zbog pretežno nizinskoga područja sve rijeke imaju malen pad, sporo otječu i prave zavoje. Količina oborina koja padne tijekom godine umjerena je te nema veći utjecaj na vodostaj rijeka. Veće značenje ima pritjecanje voda iz planinskog područja koje okružuje Panonsku nizinu. Ono je izrazito u proljeće kada se otapa snijeg pa je tada vodostaj viši. U kasno proljeće vodostaj je najviši, a ljeti i zimi vrlo je nizak.

U slivovima nabrojanih rijeka izvedeni su u drugoj polovici 19. i početkom 20. stoljeća, a i danas se izvode opsežni melioracijski zahvati radi odvodnjavanja.

2. Klima — Climate

Podneblje Slavonije i Baranje proučavali su i opisali Škreb, Tenier, Vujević i dr.

Obilježja klime i njezino djelovanje na razvoj i uspijevanje šuma, travnjaka, ruderalne i korovne vegetacije proučavaju Vajda, Bertović, Prpić, Kolić, Ilijanić, Marković i Topić.

Za prikaz klime Slavonije i Baranje poslužili smo se podacima meteoroloških stanica što smo ih od Hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske u Zagrebu dobili za razdoblje 1956—1965. i 1962—1976. godine, i to za ova mjesta: Spačva, Vinkovci, Osijek, Brestovac-Belje i Đakovo. Nadmorska visina stanica kreće se od 82 m (Spačva) do 111 m (Đakovo).

Jedan od najosnovnijih i najznačajnijih klimatskih elemenata je temperatura.

Desetogodišnji (1956—1965) temperaturni srednjak iznosi za Spačvu 10,1°C, Vinkovce 10,7°C, Osijek 10,6°C, Brestovac-Belje 10,4°C i Đakovo 10,8°C.

U svim stanicama zabilježen je kao najtopliji mjesec srpanj sa srednjom temperaturom od 21,4°C, a najhladniji siječanj s —2,1°C.

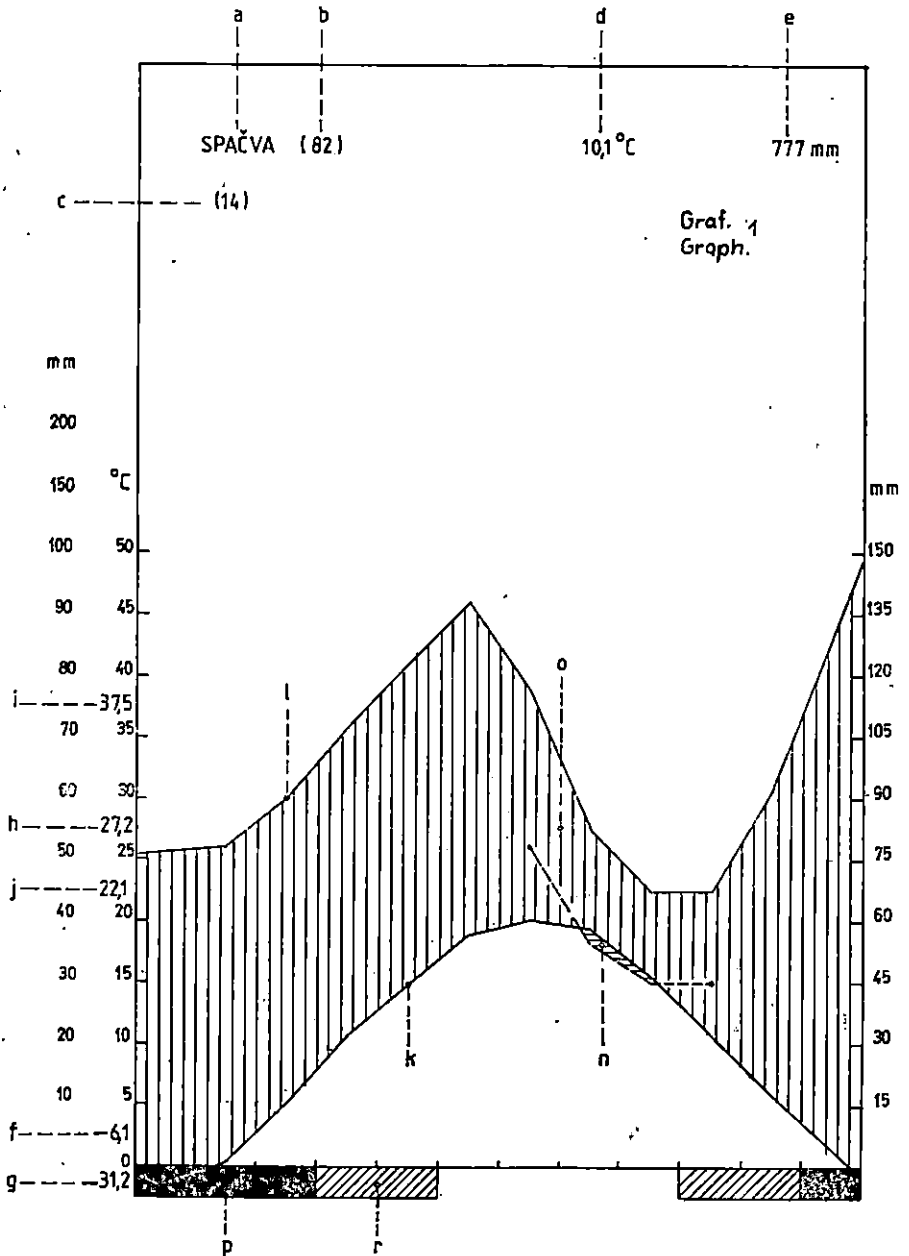
Vrlo niske srednje siječanjske temperature jasno pokazuju jak kontinentalni karakter istraživanog područja kao dijela Panonske nizine koji je izložen prodorima hladnog zraka. (graf. 1—3).

Apsolutni maksimum javlja se u mjesecu kolovozu u desetogodišnjem nizu iznosio je za Spačvu 37,5°C, Vinkovce 39,0°C, Osijek 38,4°C, Brestovac-Belje 38,1°C i Đakovo 38,5°C.

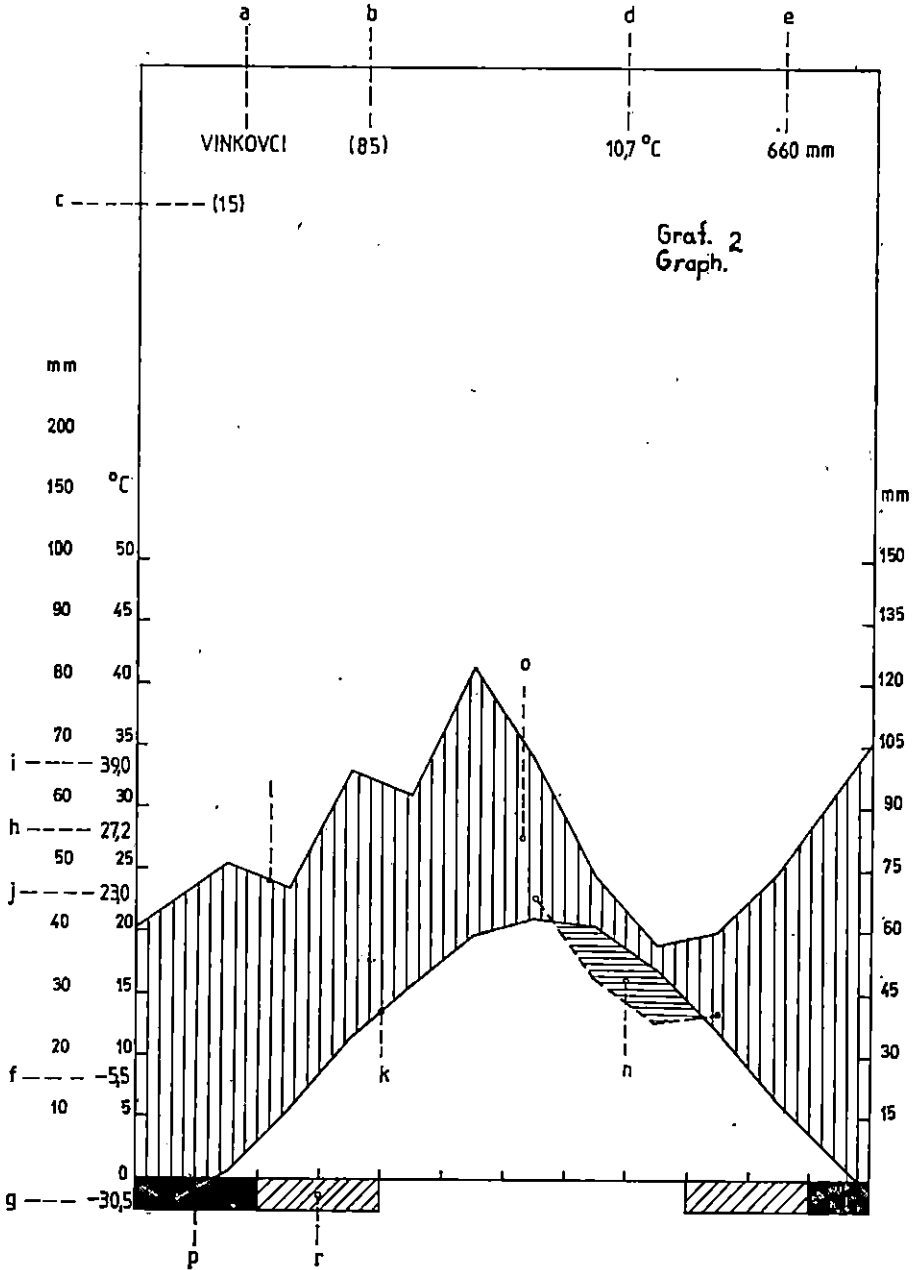
Apsolutni minimum u spomenutom razdoblju iznosio je za Spačvu —31,2°C, Vinkovce —30,5°C, Osijek —26,0°C, Brestovac-Belje —27,4°C i Đakovo —25,7°C. Najniže temperature pojavljuju se obično u siječnju ili veljači.

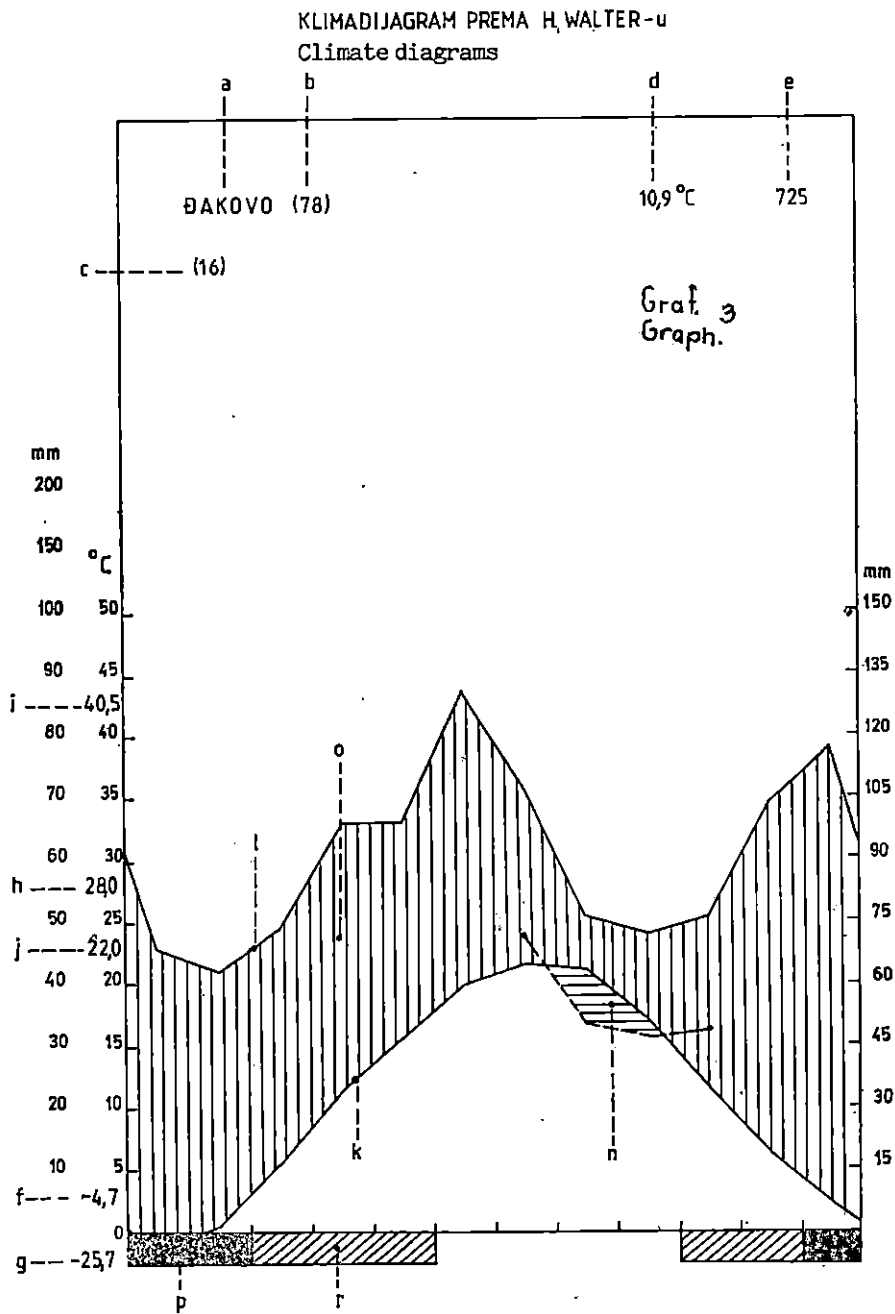
Razlike između apsolutnih maksimalnih i apsolutnih minimalnih temperatura pokazuju ekstremna kolebanja temperature za navedeno razdoblje. Te su amplitude iznosile za Spačvu 68,7°C, Vinkovce 69,5°C, Osijek

KLIMADIJAGRAM PREMA H. WALTER-U
Climate diagrams



KLIMADIJAGRAM PREMA H.WALTER-U
 Climate diagrams





64,4°C, Brestovac-Belje 65,5°C i Đakovo 64,2°C. Tako visoke temperaturne razlike (64,2—69,5°C) negativno se odražavaju na pridolazak i uspijevanje šuma.

Relativna vlaga zraka također je vrlo važna za biljni svijet.

Prema podacima izlazi da se srednja godišnja relativna vlaga zraka u Slavoniji i Baranji kreće u granicama osrednje i visoke, s najnižom u Vin-kovcima (71%) i najvišom u Spačvi (šume 86%) i Osijeku (uz rijeku Dravu 91%). Na svim promatranim stanicama vrijednosti srednje relativne vlage zraka su najviše u prosincu (81—91%), a najniže u srpnju (71—79%).

Radi dobivanja pregleda o godišnjem hodu i količini oborina u savsko-dravsko-dunavskom međumiječju obrađen je niz od 10 godina (1956—1965). Srednje mjesečne i godišnje količine oborina (u mm) za čitav pe-riod prikazane su u tab. 1 i u priloženim klimatskim dijagramima.

TUMAČ KLIMADIJAGRAMA — Legend for climate diagram

- a = stanica — station
- b = nadmorska visina (m) — altitude
- c = Broj godina opažanja — number of years of observation
- d = srednja godišnja temperatura zraka u °C — mean year temperature °C
- e = srednja godišnja količina oborina u mm — mean year precipitations in mm
- f = srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca — mean minimum of air temperature of the coldest month
- g = apsolutni minimum temperature zraka u periodu motrenja — absolute minimum of air temperature in the period of observation
- h = srednji maksimum temperature najtoplijeg mjeseca — mean maximum of temperature of the warmest month
- i = apsolutni maksimum temperature zraka u periodu motrenja — absolute maximum of air temperature in the period of observation
- j = srednje kolebanje temperature zraka — mean variation of air temperature
- k = srednji višegodišnji prosjek temperature zraka po mjesecima — mean many year air temperature per month
- l = srednji višegodišnji prosjek oborina po mjesecima — mean many year precipitations per month
- m = sušno razdoblje — dry period
- n = razdoblje suhoće — period of drought
- o = vlažno razdoblje — humid period
- p = mjeseci sa srednjim minimumom temperature zraka ispod 0°C — months with mean minimum of air temperature under 0°C
- r = mjeseci s apsolutnim minimumom temperature zraka ispod 0°C — month with absolute minimum of air temperature under 0°C

Količina oborina u Slavoniji i Baranji, idući od zapada prema istoku, konstantno opada. U istočnim predjelima Slavonije (Vinkovci) oborine su manje i ti su krajevi suši za razliku od zapadnih koji su vlažniji i kišovitiji. Oborine se kreću ovako:

Sl. Brod	Đakovo	Vinkovci
798 mm	733 mm	622 mm

Hod srednjih godišnjih količina oborina za razdoblje 1956—1965. pokazuje dva maksimuma gotovo podjednake veličine, i to prvi i glavni ljeti u lipnju (63—89 mm), a drugi, sporedni, zimi u prosincu (60—85 mm).

Zanimljivo je spomenuti da se jesenski oborinski maksimum, koji je prema prijašnjim istraživanjima Vajde (1948) bio u listopadu, pomaknuo na mjesec prosinac, a listopad se, naprotiv, u Slavoniji ističe kao drugi oborinski minimum u tijeku godine.

Jasno se ističu dva oborinska minimuma, prvi u veljači (40—55 mm), a drugi u listopadu (30—56 mm). Raspored oborina je povoljan jer u vegetacijskom razdoblju padne oko 54% godišnjih oborina.

Srednja mjesečna i godišnja količina oborina (mm) u razdoblju 1956—1965. godine — Mean month and year precipitations (mm) in the period 1956—1965

Stanica — Station	I	II	III	IV	V	VI	
Spačva	49	49	57	64	78	80	
Vinkovci	43	44	47	60	60	75	
Osijek	52	45	49	61	81	73	
Brestovac-Belje	47	39	39	58	75	78	
Đakovo	54	46	53	64	71	82	

Stanica — Station	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Year
Spačva	68	57	46	32	64	81	725
Vinkovci	58	47	35	31	55	67	622
Osijek	71	55	42	33	64	73	699
Brestovac-Belje	63	45	45	33	65	65	652
Đakovo	82	52	48	35	67	79	733

U navedenom razdoblju snježni se pokrivač zadržavao u Slavoniji i Baranji prosječno 45 dana. Najmanji broj dana pokrivač je snijeg područje 1961. godine (oko 20 dana), a tlo je bilo najduže pod snijegom 1962. godine (oko 80 dana). Broj dana padanja snijega je mnogo manji i u prosjeku iznosi oko 25 dana.

Zračna strujanja u Slavoniji i Baranji uvjetovana su općim rasporedom zračnog pritiska iznad srednje i južne Evrope. Najčešće pušu NW i SE

vjetrovi, zatim SW i NE, a iz ostalih su pravaca vjetrovi mnogo rjeđi. U Podunavlju se javlja jugoistočni vjetar s košava. Zatišja su na tom području prilično malobrojna te iznose oko 5%.

Slavonija i Baranja, kao sastavni dio Panonske nizine, pripadaju području umjerene kontinentalne klime s posebnim mikroklimatskim obilježjima za svaki geomorfološki izraženi kraj (Sredogorje, Posavina, Podravina, Podunavlje).

3. Tlo — Soil

Pedološka istraživanja na prostranom području Slavonije i Baranje obavljali su: Šandor, Mosković, Janeković, Gračanin, Nejgebauer, Jugo, Kovačević, Kalinić, Škorić, Vranković i drugi istraživači. Neki od autora i danas se bave proučavanjem tih tala, poimence: Janeković, Kalinić, Škorić, Vranković i dr. Po Janekoviću (1970) donosimo najnoviji prikaz tala Slavonije i Baranje. Autor je izradio shemu zonalnosti tala Slavonije i Baranje, na kojoj se jasno razabire klimatska zonalnost od smeđeg tla do pseudogleja, što na terenu možemo kontinuirano pratiti od krajnjeg istoka vukovarskoga prapornog ravnjaka preko uskoga vinčkovačkoga prapornog hrpta i dalje na zapad preko đakovačkoga ravnjaka.

Prema karakterističnom makroreljefu i njegovu rasporedu u Slavoniji i Baranji Janeković (1970) razlikuje:

a) Zonalna klimatogena tla

Razvijaju se na pleistocenskim sedimentima terasa i zaravni nadmorske visine 95—230 m (pedokompleksi), i to:

- mramorirani pseudoglej,
- lessive pseudoglej
- lessive
- lesivirano smeđe tlo,
- smeđe tlo.

b) Interzonalna hidrogena tla (semiterestrička)

Tla nizinskog područja ispod nadmorske visine oko 95 m (pedokompleksi):

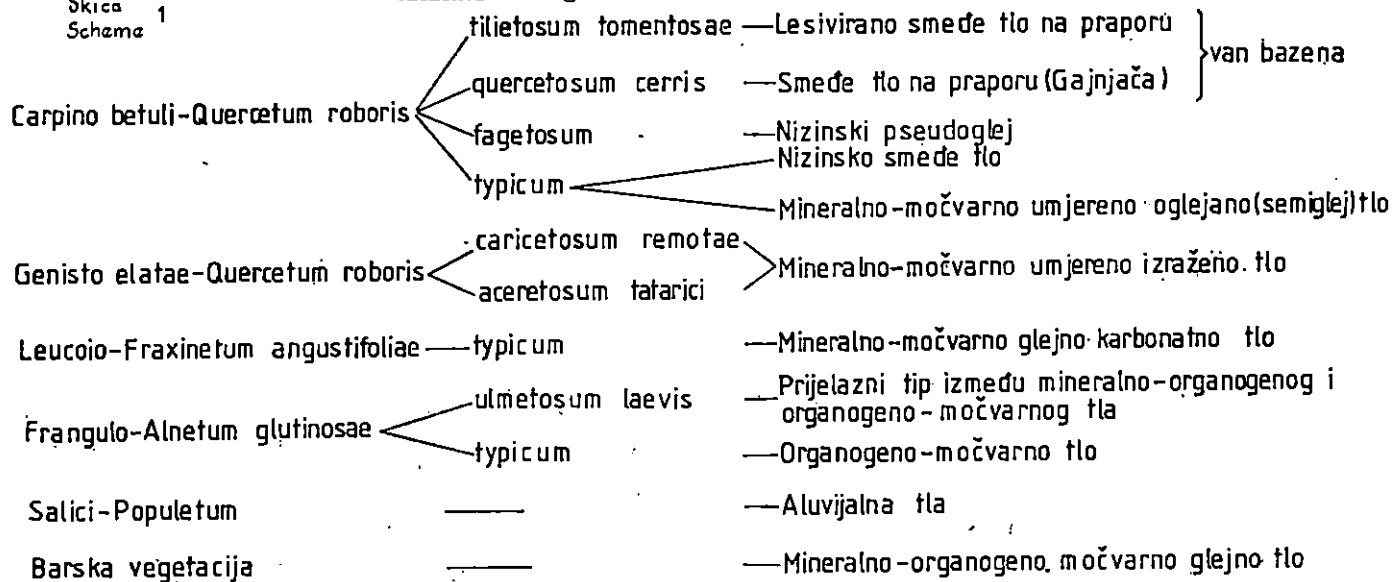
- hidrogena crnica (s glejhorizontom),
- vlažna crnica,
- vlažno smeđe tlo (močvarna i livadna tla).

Donosimo tablični prikaz odraza tala na šumске zajednice u spačvanjskom bazenu (skica br. 1).

ŠUMSKE ZAJEDNICE U ODNOSU PREMA TIPOVIMA TALA U BAZENU SPAČVE

Forest communities in relation to soil types in the basin Spačva
VEGETACIJA - Vegetation TLA - Soils

Skica 1
Scheme



Biotski utjecaj — Biotic influence

U važnije činioce koji djeluju na razvoj vegetacije istraživanog područja tijekom vremena ubrajamo utjecaje biotskih faktora. Biotske faktore, zbog lakšeg prikaza, dijelimo na:

- a) utjecaj čovjeka,
- b) utjecaj životinjskih organizama i
- c) utjecaj biljnih organizama.

Razmotrit ćemo djelovanje svake od tih grupa faktora na razvoj vegetacije spomenutog područja.

a) Utjecaj čovjeka (antropogeni faktor) — Anthropogeneous influence

Čovjek je osnovni faktor koji utječe neposredno ili posredno na biljni svijet, a napose na šumu. Njegov utjecaj na šumu istraživanog područja očitavao se od početka naseljavanja tih krajeva, što je, kako ćemo kasnije vidjeti, bilo u davnoj prošlosti.

Prilikom iznošenja kronoloških podataka u vezi s utjecajem čovjeka na floru i vegetaciju istraživanog područja poslužili smo se B ö s e n d o r f e r o v i m (1952) podacima a i drugima koji su nam bili pristupačni.

U prethistorijsko doba cijelo je savsko-dravsko-dunavsko međuriječje bilo pokriveno gustom prašumom, po kojoj su lutali veliki sisavci (tur). Bilo je tu i jelena, srna, divljih svinja, vukova, lisica, kuna, tvorova, dabrova i dr. Po potocima i rijekama uz mnoštvo ribe bilo je vidri i ptica močvarica. Životni uvjeti bili su dakle povoljni, pa je čovjek dosta rano zašao u međuriječje.

Nakon prodora Turaka u 15 st. Slavonci su stenjali pod turskim jarmom punih 165 godina, kada je konačno poslije bitke kod Slankamena 1691. istočna Hrvatska bila oslobođena. Istočna Hrvatska je za vrijeme turske vladavine bila rijetko naseljena, stanovništvo se razbježalo i većinom izginulo. Pokušaji naseljavanja Turaka i islamizacija tih krajeva nisu uspjeli.

Šuma je narodu služila kao sklonište, a ujedno je odatle crpio hranu, odjeću i obuću — šuma je bila jedino dobro koje Turci nisu mogli otetiti narodu.

Šuma se gotovo dva stoljeća razvijala bez značajnijeg čovjekova utjecaja. Poljoprivrednog zemljišta bilo je i previše, pa na krčenje nitko nije ni mislio. S obzirom na to da je šuma prirodna tvorevina s osobitim svojstvom da se može sama obnoviti i širiti, to njezino svojstvo došlo je do punog izražaja tijekom proteklih dvaju stoljeća.

Upravo zbog tog razdoblja mirovanja i minimalnog čovjekova utjecaja na razvitak slavonskih šuma već u XVIII. stoljeću bile su razvijene približno jednodobne prašume slavonskih hrastika.

Nakon odlaska Turaka narod se sa sviju strana vraćao u svoje prvobitne naseobine, izgrađivao ih i postupno uvodio u normalan život.

Šume su dolazile do izražaja jer su se počele više iskorištavati za izradu građe (naročito stabla tanjih dimenzija). Gradile su se kuće i čitava sela, izgrađivali su se »čardaci« na svako pola sata hoda duž Save, ograđi-

vala su se polja. Za sve to bez ičijeg pitanja sjekla se i trošila šuma koja je bila nadomak sela. Ložila su se otvorena ognjišta, koja se u velikom broju kuća uopće nisu gasila. Svinje i stoka su se namnožili, a hranili su se i odgajali u šumi.

Nakon iznesenog stvara nam se slika slavonske prašume. Ako je ona i imala donekle raznodobni izgled negdje početkom osamnaestog stoljeća, vrlo ga je brzo u pedesetak godina izgubila te poprimala oblik jednodobne visoke šume. Slavonac je zbog carskih i svojih potreba posjekao sve što je bilo mlađe, a ostali su samo orijaši prkoseći vremenu i čovjeku. Jasno, to se dogodilo samo u pristupačnim, naseljima bližim šumama, dok su one udaljenije i močvarama zaštićene šume i dalje ostale netaknute.

Normalizacijom života počelo se i na šumu gledati drugačije, a uvedena su i neka ograničenja u njihovu iskorištavanje.

Šume su bile najveće prirodno bogatstvo Hrvatske i Slavonije. Početkom XVIII. stoljeća pokrivala su više od 70 posto cjelokupne površine. Pretežno su to bile vrijedne šume, sposobne za eksploataciju, a među njima naročito su se isticali hrastici, stari od 150 do 350 godina.

Od 1815. nadalje počinje veliko uništavanje šuma zbog pepeljarenja, pri čemu je za 100 kg potaše trebalo upotrijebiti 39,09 kubičnih metara drva.

Cijeni se da je 1870. godine bilo još u Posavini oko 130000 kj. starih hrastika, da bi potkraj 1925. godine ostalo još samo 9330 kj. (5364 ha) s oko 193000 starih hrastova i oko 984000 m³ hrastova tehničkog drva (Metlaš, 1926). Zadnji stari hrastovi posječeni su 1948. godine u šumi Boljkovu (Spačva).

Šumovitost istraživanog područja u širem smislu smanjivala se tijekom posljednja tri stoljeća vrlo naglo. Prema postojećim statistikama bio je u Slavoniji ovaj postotak šumovitosti:

- 1750. godine 70,0 %, procjena
- 1850. godine 60,0 %, procjena
- 1914. godine 35,0 %, statistika 1875—1915. god.
- 1938. godine 30,8 %, statistika 1938. god.
- 1953. godine 28,5 %, statistika 1955. god.
- 1961. godine 27,5 %, statistika 1970. god.
- 1979. godine 29,0 %, statistika 1978. god.

Danas na istraživanom području šumovitost iznosi oko 30 posto.

Na račun smanjivanja šumskih površina širile su se površine livada, pašnjaka i oranica. U novije vrijeme odnos ovih navedenih površina također se naglo mijenja jer je većina livada i pašnjaka istočne Slavonije i Baranje nestala, tj. ustupila mjesto oranicama. Dapače, u tom području prava je rijetkost pronaći neku veću travnjačku površinu.

Brojne melioracije mijenjaju izgled krajolika nestaju velike močvarne površine s odgovarajućom vegetacijom tršćaka, visokih šaševa, poplavnih livada i vodenjara, također najvećim dijelom u korist oraničnih površina.

Zbog sve intenzivnijeg kemijskog tretiranja postojeće vegetacije različitim pesticidima, dolazi do novih kvalitativnih i kvantitativnih promjena vegetacije.

b) Utjecaj zoogenih faktora — Influence of animals

Suvremena istraživanja pokazuju sve veći utjecaj zoogenih faktora na prirodnu zajednicu — biocenozu. Na istraživanom području posebnu važnost ima utjecaj insekata, stoke i divljači.

Istraživanjem zaštite šume od utjecaja insekata u Posavini bavili su se mnogi istraživači: Vajda (1948), Androić (1965), Spajić (1970) i drugi.

Početak ovog stoljeća u tim su šumama velike kalamitete izazvale gusjenice gubara i dr. Hrast lužnjak napada gubar (*Lymantria dispar*), a potom pepelnica (*Microsphaera alphytoides*), što izaziva njegovo sušenje. Prema Spajiću (1970) sušenje slavonskih hrastika počelo je 1909. godine te s oscilacijama i različitim intenzitetom traje sve do danas.

Nizinski brijest gotovo je sav uništen holandskom bolešću (*Ceratomyxa ulmi*). Po Spajiću (1970) pojava sušenja brijesta u Hrvatskoj konstatirana je 1928—1929. godine. Prema usmenoj izjavi inž. Jelenčića (7. 02. 1971), dugogodišnjeg upravitelja Šumarije Otok iz tog vremena, do sušenja brijesta došlo je na istraživanom području već 1916. godine. Holandska bolest nanijela je u slavonskim šumama katastrofalne štete.

Poljski jasen trpi velike štete od jasenove pipe (*Stereonychus fraxini*) i od maloga jasenova potkornjaka (*Hylesinus fraxini*).

Napad štetnika na tri glavne vrste drveća istraživanog područja izaziva njihovo sušenje. Zbog toga se uveliko narušava biološka ravnoteža, pa je biocenoza umnogome poremećena. Čovjek svojim pozitivnim nastojanjima mora pomoći stabilizaciji oslabljene biocenoze.

Paša i žirenje uveliko su utjecali na razvitak slavonskih šuma i njihovu strukturu. Radi ilustracije donosimo pregled broja svinja u kotaru Vinkovci i Županja od 1869. do 1955. godine prema Kadčiću (1964).

Ukupan broj svinja po godinama — Number of pigs per years

Godina Year	1869.	1880.	1895.	1911.	1921.	1939.	1950.	1952.	1955.
Vinkovci	30031	21058	21993	40102	32765	29286	41494	31876	43939
Županja	38121	21386	35797	36564	20961	22409	17951	21390	19610

Po tim podacima vidimo kolika je bila navala svinja iz godine u godinu u šumi, jer većina njih nije uopće izlazila iz šume sve dok nije bilo vrijeme za prodaju. Dodajmo još znatan broj goveda, kojih je 1911. godine u kotaru Vinkovci bilo 369 kom. a u kotaru Županja 759 komada na 1000 stanovnika. Goveda su također svaki dan pasla u šumi, pa nam je jasna slika koliki je bio utjecaj toga biotskog faktora na tamošnje šumske zajednice.

Pašarenje, rov i žirenje uveliko su remetile postojeću biocenozu.

Stabilnost jedne biocenoze ogleda se u prisutnosti svih njezinih članova. Opće bogatstvo prizemne flore, faune i mikroorganizama uz postojeće glavne vrste drveća (edifikatori) i grmlja osigurava stabilnost biozenoze i njezinu prirodnu regeneraciju. Prema tome, možemo reći da je od davnine udomaćeni način žirenja i pašarenja u nizinskim šumama Slavonije negativno utjecao na njihovu obnovu.

Divljač je stalno prisutan član naših šumskih zajednica. Dok se ne prenamnoži, može samo koristiti šumi. Smanjivanje šumskih površina povlači za sobom i smanjivanje broja divljači, jer u protivnom negativno utječe na obnovu šume.

Nakon zabrane pašarenja u šumi svinje i goveda preselili su se na prostrane pašnjake. Broj i vrsta životinja koje su tu pasle, rovale i gnobile igrali su značajnu ulogu u florističkom sastavu pašnjačkih zajednica.

Neke životinje pridonose širenju zoohornih biljaka. Za pretpostaviti je da su ptice močvarice pridonijele širenju tropske paprati *Azolla filiculoides*.

c) Utjecaj biljnih organizama — Influence of plant organisms

Utjecaj biljnih organizama na razvitak šume, šumskog drveća i grmlja ogleda se u parazitskom i poluparazitskom životu nametnica i u drugom negativnom djelovanju biljnih organizama na šumu. U tome se naročito ističu na spomenutom području bijela imela (*Viscum album*), žuta imela (*Loranthus europaeus*), bijela pavit (*Clematis vitalba*), divlja vinova loza (*Vitis sylvestris*), kozokrvina (*Lonicera caprifolium*), divlji hmelj (*Humulus lupulus*), bršljan (*Hedera helix*) i dr.

Od drveća zapaža se agresivno širenje bagrema (*Robinia pseudoacacia*), pa je dužnost šumara da ga obuzdavaju i održavaju samo na odgovarajućim mjestima.

Od grmova naročito je zapažena u nizinskom dijelu spomenutog područja čivitnjača (*Amorpha fruticosa*), koja se spontano širi rijekama i potocima te je postala prava napast i zapreka za pomlađivanje nizinskih šuma.

Rezimirajući ovo poglavlje o biotskim utjecajima možemo zaključiti da, u usporedbi s prošlim stoljećima, čovjek preuzima vodeću ulogu u svom djelovanju na biljne zajednice. Kroz njegovo posredno i neposredno djelovanje biljni pokrov se mijenja kvantitativno, tj. mijenjaju se granice i površine biljnih zajednica, a i kvalitativno (tipovi šuma, travnjaka i dr.).

Biološki spektar biljaka sjeveroistočne Hrvatske — Life form spectrum of the Eastcroatian flora

Razvrstali smo sve biljne vrste koje dolaze u istočnoj Hrvatskoj po njihovim biološkim oblicima (Rauš & Topić, 1985) i izračunali postotak učestalosti pojedinih oblika na tom području. Evo tih podataka i rezultata:

Životni oblici Life form		% učestalosti: frequency
<i>Phanerophyta</i>	(Ph)	17
<i>Chamaephyta</i>	(Ch)	4
<i>Hemicryptophyta</i>	(H)	40
<i>Geophyta</i>	(G)	10
<i>Therophyta</i>	(Th)	25
<i>Hydrophyta</i>	(Hy)	4

Biološki spektar daje dobar uvid u ekološke uvjete određenoga vegetacijskog područja. Poznato je da se srednja Evropa nalazi u području hemikriptofita te da njih najviše ima u vlažnim i svježim vegetacijskim područjima ili fitocenzozama. To opće pravilo došlo je do izražaja i u nas, jer je na istraživanom području zastupljeno 40 posto himikriptofita, što je mnogo iznad ostalih skupina, a to je i logično s obzirom na položaj i ekološke uvjete toga područja.

U hemikriptofite spadaju višegodišnje biljke kojih se izbojci i pupovi nalaze u najnepogodnije godišnje doba (zimi) neposredno na površini tla, tj. regeneracijski organi su im polusakriveni u suhom lišću, u prizemnim rozetama i busenima.

Ostale skupine bioloških oblika biljaka zastupljene su od 4 do 25%.

FLORNI ELEMENTI — FLORIC ELEMENTS

Biljke euroazijskog flornog elementa — Plants of eurAsian floric element

U toj skupini postoji velik broj (pretežno šumskih i travnjačkih) biljaka rasprostranjenih po znatnom dijelu euroazijskog holarktika. Spomenimo one važnije koje se nalaze na istraživanom području: *Alnus glutinosa* Gäertn., *Asarum europaeum* L., *Asperula odorata* L., *Corydalis cava* (L.) Schw. et K., *Corydalis solida* (L.) Sw., *Genista tinctoria* L., *Populus alba* L., *Salix alba* L., *Cynanchum vincetoxicum* (L.) Pers., *Humulus lupulus* L., *Filipendula hexapetala* Gilib., *Anemone ranunculoides* L., *Glechoma hederacea* L., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Ligustrum vulgare* L., *Nuphar luteum* (L.) Sm., *Quercus robur* var. *tardissima* Sim., *Rubus caesius* L., *Scrophularia nodosa* L., *Stachys silvatica* L., *Ulmus carpiniifolia* Gled., *Valeriana officinalis* L., *Viburnum opulus* L., *Viola sylvestris* Lam. i dr.

Biljke europskoga flornog elementa — Plants of european floric element

Ta skupina obuhvaća biljke koje su rasprostrane diljem Europe. Iz područja šumskog bazena Spačve možemo spomenuti veći broj šumskih vrsta navedene skupine, a među njima najznačajnije mjesto ima svakako

hrast lužnjak (*Quercus robur*), glavni edifikator poznatih slavonskih šuma. Primjera radi navodimo poimence i ove: *Acer campestre* L., *Crataegus oxyacantha* L., *Frangula alnus* Mill., *Mycelis muralis* (L.) Rchb., *Prunus spinosa* L., *Rumex sanguineus* L., *Sanicula europaea* L., *Sium latifolium* L., *Tilia cordata* Mill., *Ulmus laevis* Pal., *Valeriana dioica* L., *Veronica montana* L. i druge.

Biljke srednjoeuropskog flornog elementa — Plants of middleeuropean floristic element

Ta skupina biljaka ima središte rasprostranjenosti u području srednje Europe. Iz spačvanskog bazena navodimo vrste: *Ajuga reptans* L., *Arum maculatum* L., *Carex sylvatica* Huds., *Carpinus betulus* L., *Cerastium sylvaticum* W. K., *Galeopsis speciosa* Mill. i dr.

Biljke široke rasprostranjenosti — Widespread plants

Tu spadaju kozmopolitske i cirkumpolarne vrste, koje su za vaskularnu floru spomenutog područja značajne samo po tome što su tamo zastupljene razmjerno velikim brojem vrsta. Skupinu tih biljaka tvore pretežno vodene i močvarne vrste od kojih spominjemo: *Agrostis alba* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Caltha palustris* L., *Carex vesicaria* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Glyceria fluitans* (L.) R. Br., *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmbg., *Gratiola officinalis* L., *Juncus effusus* L., *Lemna minor* L., *Lemna trisulca* L., *Lythrum salicaria* L., *Phragmites communis* Trin., *Poa palustris* L., *Stachys palustris* L., *Typha latifolia* L., *Utricularia vulgaris* L., i dr.

Na navedene četiri skupine biljnih vrsta otpada oko 86% sveukupnih, dosad pronađenih biljaka u istočnoj Hrvatskoj. Stoga ostale skupine biljaka koje sudjeluju s 1—4% nećemo posebno obrađivati.

Povijesno-literarni podaci o vegetaciji istočne Hrvatske — Historical literature data on Eastroatian vegetation

Povijesni pregled istraživanja vegetacije istočne Hrvatske od njihovih početaka do suvremenih fitocenoloških istraživanja donosimo na osnovi radova Hirca (1919), Horvatića i dr. (1970), Glavača (1968), Erdešija (1971) i dr.

U prvom redu spominjemo neke starije istraživače kojih se osnovni radovi odnose barem djelomično na područje istočne Hrvatske. Među prvima su svakako Kerner (1863) koji prikazuje biljni svijet podunavskih zemalja. Potom našu pažnju privlače radovi Godre (1872) koji je napisao o »formacijama« šuma. S ponosom na ovom mjestu spominjemo istaknutog i zaslužnog šumara Kozarca (1886) koji je sve nizinske šume Posavine s gospodarskoga (omjer smjese i drvna masa) i ekološkoga (poplavna voda i vlažnost tla) gledišta podijelio u četiri grupe, koje se uglavnom podudaraju s današnjim asocijacijama. Evo te podjele po Kozarcu (1886):

1. Sastojine hrasta s primjesom graba, jasena i brijesta, gdje jasen i brijest ne prekoračuju 10% ukupne drvene mase, a nalaze se većinom na suhom tlu (s vegetacijskoga gledišta to je danas as. *Carpino betuli* — *Quercetum roboris*).

2. Sastojine u kojima jasen i brijest sudjeluju s 30 do 40%, a hrast 70 do 60%, gdje je poplava trajala u godini prosječno 7 mjeseci s 1 do 2 m dubokom vodom (s vegetacijskoga gledišta to je danas as. *Genisto elatae* — *Quercetum roboris*).

3. Sastojine u kojih je odnos jasena i hrasta u smjesi jednak, odnosno gdje jasen premašuje hrast, a rastu više na vlažnom nego na suhom tlu, dolaze u srednjem dijelu Posavine (Gradiška) uz obalu Save (pripadaju s vegetacijskoga gledišta as. *Genisto elatae* — *Quercetum roboris* i djelomično subas. *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae alnetosum glutinosae*).

4. Čiste jasenove sastojine s gđjekojim hrastom, rastu na mokrim tlima, koja su većim dijelom godine pod vodom (s vegetacijskoga gledišta to je as. *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae*).

Iz izloženog se vidi pravilno i dalekosežno uočavanje i zaključivanje glasovitoga šumara i pisca J. K o z a r c a, koji je već prije gotovo 100 godina uočio važnost ekoloških i vegetacijskih faktora pri obnovi šuma. Njegova je podjela nizinskih posavskih šuma i danas još aktualna.

Horvatić piše: »Napose valja nam spomenuti dvojicu istaknutih autora dvaju klasičnih monografskih djela s početka ovog stoljeća i to: Beck-Mannagetta (1901) i Adamović (1909). Prvi od njih prikazao je na temelju dugogodišnjih istraživanja biljni pokrov ilirskih zemalja, pa je svojim odgovarajućim vegetacijskim kartama obuhvatio i Slavoniju, dok je drugi prikazao vegetacijske prilike mezijskih zemalja na Balkanskom poluotoku« (Horvatić i dr., 1970).

Hirc (1919) obrađivao je floru, a dao je i opću vegetacijsku sliku Slavonije i Srijema, u kojoj je posebno opisao formaciju bara i močvara, formaciju šuma, livada, formaciju obalne flore i dr. Za nas su posebno zanimljiva gledišta Hirc u vezi s formacijom šuma.

Hirc (1919) prihvaća Kernerovu (1863) podjelu pontske flore (Kerner je područje istočne Hrvatske i jugozapadnog Srijema uvrstio u područje pontske flore) u tri regije u vertikalnom pravcu.

1. Formacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) pripada donjoj regiji — ili regiji stepa.

2. Formacija pahuljastih hrastova (*Quercus pubescens*) dolazi u srednjoj regiji.

3. Formacija bukve (*Fagus sylvatica*) dolazi u gornjoj regiji.

Prema Hircu (1919) Fruška gora i plošnjak prapora, koji se od njezina prigorja spušta prvoj regiji, odnosno Savi, pripadaju gornjoj i srednjoj regiji po Kerneru.

U radu Kenera (1863) i Hirc (1919) vidimo također pokušaj da se postojeća šumska i ostala vegetacija svrsta u nekakav logičan sistem i grupira po glavnim vrstama koje tu dolaze.

SISTEMATSKI PREGLED I OPIS ZAJEDNICA SJEVEROISTOČNE
HRVATSKE — SYSTEMATIC POSITION OF THE PLANT
COMMUNITIES IN NORTHEASTERN CROATIA

I. raz. QUERCO-FAGETEA Br.-Bl. et. Vlieg. 1937

A. red *Fagetalia* Pawl. 1928

a. sv. *Carpinion betuli illyricum* Hr. 1956

a. podsv. *Quercion petraeae collinum* Rauš 1973

1. as. *Quercio-Carpinetum croaticum* Ht. 1938

a. subas. *Quercio-Carpinetum croaticum caricetosum pilosae* Hr.
1942

b. podsv. *Quercion roboris planarum* Rauš 1973

1. as. *Carpino betuli-Quercetum roboris* (Anić 1959) emend.

Rauš 1969 (syn.: *Quercio-Carpinetum ruscetosum acuti*

Ht 1949, *Quercio-Genistetum elatae* Hr. 1938,

subass. *carpinetosum betuli* Vuk. 1959 prov.,

Quercio roboris-Carpinetum betuli Anić 1959,

Quercio-Genistetum elatae carpinetosum betuli Glav. 1961).

a. subas. *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum* Rauš 1971

b. subas. *Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum* Rauš
1971

c. subas. *Carpino betuli-Quercetum roboris quercetosum carris*
Rauš 1969

d. subas. *Carpino betuli-Quercetum roboris tilietosum tomen-*
tosae Rauš 1969

B. red *Prunetalia spinosae* Tüxen 1952

a. sv. *Berberidion vulgaris* Br.-Bl. 1950

1. as. *Corno-Lugistretum croaticum* Ht. 1959

a. subas. *Corno-Ligustretum croaticum rubetosum caesii* Ht.
1959

II. raz. ALNO-POPULETEA Fk. et. Fb. 1964 (syn. *Quercio-Fagetea* Br.-Bl.
et Vlieg. 1937 p. p.).

A. red *Populetalia* Br.-Bl. 1931

a. sv. *Alno-Quercion roboris* Ht. 1937

a. podsv. *Ulmion* Oberd. 1953

1. as. *Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938 (syn. *Fraxino-*
Ulmium effusae Slav. 1952)

a. subas. *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remo-*
tae Ht. 1938

b. subas. *Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici*
Rauš 1971

2. as. *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glav. 1959 (syn. *Quercio-Genistetum elatae* Ht. fac. *Fraxinus oxycarpa* Vuk. 1959)
 - a. subas. *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav. 1959
3. as. *Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 1968
 - a. subas. *Frangulo-Alnetum glutinosae typicum* Rauš 1973
 - b. subas. *Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis* Rauš 1973
4. as. *Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 1952
- b. podsv. *Salicion* (Soo) Oberd. 1953
 1. as. *Populetum nigro-albae* Slav. 1952
 2. as. *Salici-Populetum nigrae* (Tx. 1931) Meijer-Dress. 1936
 - a. subas. *Salici-Populetum nigrae rubetosum caesii* Rauš 1974
 3. as. *Galio-Salicetum albae* Rauš 1974
 4. as. *Salicetum triandrae* Malc. 1929
 5. as. *Salicetum purpureae* Wend.-Zel. 1952

III. raz. PHRAGMITETEA Tx. et. Prsg. 1942

A. red. *Phragmitetalia* W. Koch em. Pign. 1953 (in Pign. 1954)

a. sv. *Phragmition communis* W. Koch 1926

1. as. *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926
2. as. *Glycerietum maximae* Graebn. et Hueck 1931
3. as. *Oenantho-Rorippetum* Lohm. 1950

B. red. *Nasturtio-Glycerietalia* Pign. 1953 (in Pign. 1954)

a. sv. *Glycerio-Sparganion* Br.-Bl. et. Siss. 1942

1. as. *Sparganio-Glycerietum fluitantis* Br.-Bl. 1925

C. red. *Magnocaricetalia* Pign. 1953 (in Pign. 1954)

a. sv. *Caricion gracilis-vulpinae* Bal. Tul. 1963

1. as. *Caricetum ripariae* Soo 1928
2. as. *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931
3. as. *Caricetum gracilis* (Almquist 1929) Tx. 1937
4. as. *Caricetum vesicariae* Br.-Bl. et Denis 1926

b. sv. *Caricion rostratae* Bal.-Tul. 1963

1. as. *Caricetum elatae* W. Koch 1926

IV. raz. ISOËTO-NANOJUNCETEA Br.-Bl. et. Tx. 1943

A. red. *Isoëtalia* Br.-Bl. 1931

a. sv. *Nanocyperion flavescens* W. Koch 1926

- a. sastoj. *Rumex maritima*

V. raz. POTAMETEA Tx. et Prsg. 1942

A. red. *Potametalia* W. Koch 1926

a. sv. *Potamion eurosibiricum* W. Koch 1926

1. as. *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926
2. as. *Trapo-Nymphoidetum peltatae* Oberd 1957
3. as. *Hottonietum palustris* Tx. 1937

VI. raz. LEMNETEA W. Koch et Tx. 1954

A. red *Lemnetalia* W. Koch et Tx. 1954

a. sv. *Lemnion* W. Koch et Tx. 1954

1. as. *Lemno-Spirodeletum polyrrhizae* W. Koch 1954

VII. raz. MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tx. 1937

A. red *Agrostietalia stoloniferae* Oberd. 1967

a. sv. *Agropyro-Rumicion crispi* Nordhagen 1940

1. as. *Potentilletum anseriane* Rapaics 1927 em. Pasarge 1964
2. as. *Rumici-Alopecuretum geniculati* Tx. (1937) 1950
3. as. *Junco-Menthetum longifoliae* Lohm. 1953
4. as. *Trifolio-Agrostietum stoloniferae* Marković 1972
5. as. *Galega officinalis-Xanthium strumarium*

B. red. *Molinietalia* W. Koch 1926

a. sv. *Cnidion venosi* Bal.-Tul. 1965

1. as. *Serratulo-Plantaginetum altissimae* Ilijanić 1967
2. as. *Venterato-Trifolietum pallidi* Ilijanić 1967
3. as. *Veronica longifolia-Euphorbia lucida* Bal. Tul. et M. Knež. 1975

C. red *Arrhenatheretalia* Pawl. 1926

a. sv. *Arrhenatherion* Br.-Bl. 1925

1. as. *Arrhenatheretum medioeuropaeum* (Br.-Bl. 1919) Oberd. 1952
2. as. *Rhynantho-Filipenduletum* Ilijanić 1969

VIII. raz. FESTUCO-BROMETEA Br.-Bl. et Tx. 1943

A. red. *Festucetalia valesiaca* Br.-Bl. et Tx. 1943

a. sv. *Artemisio-Kochion* Soo 1959

1. as. *Agropyro-Kochietum prostratae* Zölyomi 1958
 - a. sastoj. *Daucus carota* i *Agropyron repens*
 - b. sastoj. *Cynodon dactylon* i *Plantago indica*

IX. raz. PLANTAGINETEA Tx. et Prsg. 1950

A. red. *Plantaginetalia* Tx. 1950

a. sv. *Polygonion aviculare* Br.-Bl. 1931

1. as. *Lolio-Plantaginetum majoris* Beger 1930

2. as. *Sclerochloëtum durae* Br.-Bl. 1936
3. as. *Eragrostis miron-Polygonum aviculare* Oberd. 1954

X. raz. ARTEMISIETEA Lohm., Prsg. et Tx. 1950

- a. sv. *Arction lappae* Tx. 1937 em. Siss. 1946
 1. as. *Tanaceto-Artemisietum* Br.-Bl. (1931) 1947
 2. as. *Sambucetum ebuli* Felföldy 1942
 3. as. *Leonuro-Ballotetum nigrae* Slavnić 1951
 - b. sv. *Geo-Alliarion* (Oberd. 57) Lohm. et Oberd. 1967
 1. as. *Alliario-Chaerophylletum temuli* (Krech 35) Lohm. 1949
- B. red. *Convolvuletalia sepii* Tx. 1949
- a. sv. *Convolvulion sepii* Tx. 1949
 1. as. *Solidaginetum serotinae-canadensis* (moor) Oberd 1950

XI. raz. BIDENTETEA TRIPARTITI Tx. et Prsg. 1950

- A. red. *Bidentetalia tripartiti* Br.-Bl. et Tx. 1943
- a. sv. *Bidention tripartiti* Nordh. 1940
 1. as. *Polygono-Bidentetum* (W. Koch 26) Lohm. 1950
 2. as. *Ranunculetum scelerati* Siss. 1946 em. Tx. 1950

XII. raz. CHENOPODIETEA Br.-Bl. 1952

- A. red. *Sisymbrietalia* Tx. 61 em. Görs 1966
- a. sv. *Descurainietum* Tx., Lohm. et. Prsg. 1950
 1. as. *Sisymbrietum sophiae* Krech 1935
 2. as. *Malvetum pussilae* Morariu 1943
 3. as. *Hordeetum murini* Libbert 1932
- B. red. *Onopordetalia* Br.-Bl. et. Tx. 1943
- a. sv. *Onopordion acanthi* Br.-Bl. 1926
 1. as. *Echio-Melilotetum* Tx. 1942
 - b. *Marrubion peregrini* Slavnić 1951
- C. red *Chenopodietalia* Br.-Bl. (31) 1936
- a. sv. *Chenopodion muralis* Br.-Bl. (31) 1936
 1. as. *Conyzo-Xanthietum* H-ić 1962
 - b. sv. *Polygono-Chenopodion polyspermi* Koch 1926 em. Siss. 1946
 1. as. *Panico-Galinsogetum* Tx. et Becker 1942
 - c. sv. *Eragrostion* Tx. 1950
 1. as. *Hibisco-Eragrostietum megastachyae* Felföldy 1942
 - a. sastoj. *Verbascum* sp.

OPIS VEGETACIJE — VEGETATION CHARACTERISTICS

QUERCO-CARPINETUM CROATICUM CARICETOSUM PILOSAE Ht. 1942

Šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba s pilastim šašem

To je najraširenija klimatskozonalna zajednica naših brda i prigorja, a dopire do u podnožje gorskih masiva koji se uzdižu iz prostranih nizina. Nalazi se u humidnom području, na pseudoglejnim, slabo i umjereno podzoliranim tlima i na smeđim šumskim tlima. Nema je na suhim, plitkim vapnenačkim i dolomitnim tlima i na jače zakiseljenim tlima, a nema je ni na poplavnim terenima. Optimalno se razvija na neutralnom, slabo kiselim ili slabo alkaličnom tlu.

U sloju drveća sudjeluju kitnjak (*Quercus petraea*) i obični grab (*Carpinus betulus*), a primiješani su još cer (*Quercus cerris*), šumska trešnja (*Prunus avium*), klen (*Acer campestre*), lipa (*Tilia* sp.) i bukva (*Fagus sylvatica*). Na prijelaznom području još je primiješan lužnjak.

U sloju grmlja česte su vrste: lijeska (*Corylus avellana*), obična kurika (*Euonymus europaea*), glogovi (*Crataegus* sp.), svib (*Cornus sanguinea*), obična kozokrvina (*Lonicera caprifolium*), obični likovac (*Daphne mezereum*), divlja kruška (*Pyrus pyraeaster*), divlja jabuka (*Malus sylvestris*), divlja ruža (*Rosa canina*) i dr.

U sloju prizemnog rašća obilno dolaze neutrofilne vrste, a napose: šumarica (*Anemone nemorosa*), šafran (*Crocus vernus*), velecvtjetni crijevac (*Stellaria holostea*), šumska broćika (*Galium sylvaticum*), žuta broćika (*Galium vernum*), dlakavi šaš (*Carex pilosa*), lipica (*Epimedium alpinum*), salamonov pečat (*Polygonatum multiflorum*), zmijina čestoslavica (*Veronica chamaedrys*), jaglac (*Primula vulgaris*), šumska ljubica (*Viola sylvestris*) i dr. (tab. 1).

S obzirom na velik broj proljetnica izgled te šume u proljeće osebujan je i karakterističan. Naročito rano razvija se visibaba i jaglac.

O rasprostranjenju ove zajednice Horvat (1938) je napisao: »Proučavao sam ovu šumu uglavnom u sjevernoj Hrvatskoj. Na valovitim brežuljcima Hrvatskog Zagorja, u prigorju Medvednice, Moslavačke i Samoborske gore pokriva još danas znatne površine miješana šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba... Vrlo je zanimljivo pitanje dokle seže *Quercus-Carpinetum croaticum* u panonsku nizinu?«

Kako to pitanje dugo nije bilo riješeno pošlo se 1968. i 1969. godine istraživati vukovarski ravnjak, 1969—1971. spačvanski bazen i okolicu Vinkovaca, a 1972. godine istraživali smo đakovački ravnjak. Smatramo da smo odgovorili na pitanje koje je 1938. godine postavio naš eminentni istraživač I. Horvat. Utvrdili smo istočnu granicu prostiranja *Quercus-Carpinetuma* koju tvori potok Jošava, a krajnji šumski predjel koji pripada hrvatskoj šumi kitnjaka i graba jeste Đakovačka zakovica, a kao oaza javlja se i na Fruškoj gori (Rauš, 1972b).

Tablica 1. — Table 1

QUERCO-CARPINETUM CROATICUM CARICETOSUM PILOSÆ Ht. 1942

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION							
Broj snimka — Number of record	4.	5.	7.	8.	9.	10.	14.
I. Sloj drveća — Tree layer							
Svojtvene vrste asocijacije: — Char. ass.							
<i>Quercus petraea</i>	3.3	3.3	3.3	5.5	3.3	2.2	1.2
<i>Carpinus betulus</i>	1.1	2.2	+	.	.	1.2	2.3
<i>Prunus avium</i>	.	+	R	.	R	+	1.1
Svojtvene vrste sveze, reda i razreda: — Char. all., order and class							
<i>Fagus sylvatica</i>	1.1	1.2	2.2	.	2.2	1.2	2.2
<i>Acer campestre</i>	.	.	.	.	.	.	+
Pratilice: — Comp.							
<i>Quercus cerris</i>	.	R	R	+	(+)	1.1	1.2
<i>Sorbus torminalis</i>	.	(R)	R	.	+	+	.
<i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Tilia cordata</i>	.	(R)	R	.	.	.	.
<i>Fraxinus ornus</i>	.	.	.	.	R	.	.
II. Sloj grmlja — Bush layer							
Svojtvene vrste asocijacije: — Char. ass.							
<i>Carpinus betulus</i>	4.3	2.2	+	1.2	.	1.2	2.2
<i>Prunus avium</i>	+	.	+	+	+	.	.
<i>Quercus petraea</i>	.	.	.	3.2	.	.	.
<i>Corylus avellana</i>	1.2	.	.	.	.	+	.
<i>Lonicera caprifolium</i>	.	.	.	.	.	+	+
<i>Acer tataricum</i>	+	.	.	.	.	.	.
Svojtvene vrste sveze, reda i razreda: — Char. au., order and class							
<i>Acer campestre</i>	+	.	+	+	+	+	1.2
<i>Fagus sylvatica</i>	+	.	1.2	+	1.2	1.2	.
<i>Rosa arvensis</i>	.	.	.	+	.	.	+
<i>Clematis vitalba</i>	.	.	+	.	.	.	(+)
<i>Daphne mezereum</i>	.	.	.	.	.	.	(+)
Pratilice: — Comp.							
<i>Crataegus monogyna</i>	+	.	(+)	+	+	+	+
<i>Cornus sanguinea</i>	+	(+)	1.2	+	.	.	.
<i>Genista ovata</i>	+	.	(+)	1.2	.	.	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	.	(+)	.	+	.	.	1.2
<i>Cytisus hirsutus</i>	.	.	.	2.2	.	.	.
<i>Fraxinus ornus</i>	.	.	+	+	+	.	.
<i>Cornus mas</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Pyrus pyraster</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Genista germanica</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Juniperus communis</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Cytisus nigricans</i>	.	.	.	.	(+)	.	.
III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer							
Svojtvene vrste asocijacije: — Char. ass.							
<i>Epimedium alpinum</i>	1.2	2.2	1.2	.	2.3	1.2	1.2
<i>Quercus petraea</i>	2.3	+	+	2.2	.	+	.

Tablica 1 (nastavak) — Table 1 (continuation)

<i>Carpinus betulus</i>	1.2	+	.	.	.	1.2
<i>Galium vernum</i>	+	.	.	+	+	.
<i>Ranunculus ficaria</i>	+	.	+	+	.	1.2
<i>Stellaria holostea</i>	.	+	.	.	.	1.2
<i>Melampyrum nemorosum</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Prunus avium</i>	.	.	+	.	.	+
<i>Evonymus europaea</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Helleborus atrorubens</i>	.	+	.	.	.	+
<i>Helleborus odoratus</i>	.	.	.	.	.	(+)
Diferencijalne vrste: — Diff. species						
<i>Carex pilosa</i>	(+)	1.2	1.2	2.2	2.3	1.2
<i>Ruscus aculeatus</i>	.	1.2	.	.	.	+2
Svojstvene vrste sveze, reda i razreda:						
— Char. all., order and class						
<i>Asperula odorata</i> ¹	2.2	1.2	1.2	+	1.2	1.2
<i>Mycelis muralis</i>	1.1	1.1	.	.	+	+
<i>Scrophularia nodosa</i>	.	+	R	+	+	R
<i>Lathyrus vernus</i>	.	(+)	+	1.2	+	+
<i>Carex sylvatica</i>	.	+	1.2	.	.	1.2
<i>Circaea lutetiana</i>	+	1.2	+	.	.	(+)
<i>Pulmonaria officinalis</i>	+	(+)	.	.	.	+
<i>Galeobodolon luteum</i>	+	+	.	.	.	+
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	.	(+)	+	.	.	+
<i>Primula vulgaris</i>	.	+	R	.	.	+
<i>Galium sylvaticum</i>	.	.	1.2	+	+	.
<i>Sanicula europaea</i>	.	+	.	.	1.2	1.2
<i>Vinca minor</i>	.	.	.	.	.	1.2
<i>Asarum europaeum</i>	.	(+)	.	.	.	+
<i>Geum urbanum</i>	.	+	.	.	.	+
<i>Viola sylvestris</i>	.	+	+	.	.	+
<i>Polygonatum multiflorum</i>	.	.	+	.	.	+
<i>Nephrodium filix mas</i>	+2	.	1.2	.	.	.
<i>Acer campestre</i>	.	+	.	.	.	+
<i>Fagus sylvatica</i>	+	.	+	.	.	.
<i>Arum maculatum</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Cephalanthera alba</i>	.	.	(+)	.	+	.
<i>Tamus communis</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Mercurialis perennis</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Isopyrum thalictroides</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Anemone ranunculoides</i>	.	.	.	.	.	1.2
<i>Corydalis cava</i>	.	.	.	.	.	1.2
<i>Corydalis solida</i>	.	.	.	.	.	1.2
<i>Cardamine bulbifera</i>	.	.	.	.	.	1.2
Pratilice:						
<i>Rubus hirtus</i>	.	+	+	1.2	1.2	+
<i>Ajuga reptans</i>	.	+	+	.	.	+
<i>Glechoma hirsuta</i>	.	.	+	+	+	+
<i>Veronica chamaedrys</i>	+	.	+	.	.	+
<i>Torilis anthriscus</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Moehringia trinervia</i>	.	(+)	.	.	.	.
<i>Epilobium montanum</i>	+	+	.	.	.	.
<i>Veronica montana</i>	.	+	.	.	.	+
<i>Fragaria vesca</i>	.	+	+	.	.	+
<i>Geranium robertianum</i>	.	+	.	.	.	R
<i>Stachys sylvatica</i>	.	+	+	.	.	+

Tablica 1 (nastavak) — Table 1 (continuation)

<i>Hypericum hirsutum</i>	.	R	.	.	.	R
<i>Melittis melissophyllum</i>	.	R	R	.	1.1	.
<i>Ruscus hypoglossum</i>	.	(+)	R	+	.	.
<i>Melica uniflora</i>	.	.	+2	+2	.	.
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Satureja sylvatica</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Rubus sylvaticus</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Genista ovata</i>	+	.	.	+	.	.
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	+	.	.	.	(+)
<i>Athyrium filix femina</i>	.	(+2)	.	.	.	+2
<i>Luzula pilosa</i>	.	R	.	.	.	.
<i>Convallaria majalis</i>	.	(+)	.	.	.	+
<i>Angelica sylvestris</i>	.	+	.	.	.	(+)
<i>Polygonatum latifolium</i>	.	(+)	.	.	.	.
<i>Oxalis acetosella</i>	.	+	.	.	.	+
<i>Hedera helix</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Pteridium aquilinum</i>	.	.	R	.	.	.
<i>Hieracium umbellatum</i>	.	.	.	+	+	.
<i>Cytisus hirsutus</i>	.	.	.	1.2	+	.
<i>Rumex sanguineus</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Platanthera bifolia</i>	.	.	.	.	.	R
<i>Epipactis latifolia</i>	.	.	.	.	.	R
<i>Lathurus niger</i>	.	.	.	.	.	R
<i>Symphytum tuberosum</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Scilla bifolia</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Galanthus nivalis</i>	.	.	.	.	.	+
IV. Sloj mahova:						
<i>Polytrichum attenuatum</i>	.	1.2	.	.	.	.

Lokaliteti snimaka — Localities of records: Mačkovac (4, 5), Krstovi (7—9), Rakovac 10, Zakovica 14.

CARPINO BETULI-QUERCETUM ROBORIS TYPICUM Rauš 1971

Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba

Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba razvijena je na cjelokupnom području koje obuhvaća asocijacija, negdje u većoj, negdje u manjoj mjeri. Prema tome možemo reći da su sastojine te zajednice naročito razvijene u području Panonske nizine, a svoje optimalno stanište imaju u Posavini i Podravini. Na istraživanom području zauzima 35 posto cjelokupne površine, što je najveći postotak zastupljenosti jedne fitocenoze u istočnoj Slavoniji i Baranji.

Objašnjenje rasprostranjenosti tipične šume lužnjaka i običnoga graba na prostorno velikom, zaravnjenom (valovitom) području Panonske nizine nalazimo u cjelini zemljopisnog položaja i specifičnih geoloških, historijskih, klimatskih, orografskih, hidrografskih, edafskih i drugih uvjeta, po kojima se njezina prisutnost razlikuje od javljanja drugih subasocijacija cjelokupne zajednice lužnjaka i običnoga graba i od drugih asocijacija Slavonije i Baranje.

Zemljopisni položaj zajednice određen je u širem smislu izrazom Panonska nizina, a u užem smislu ona se javlja u nizinskom dijelu toga područja uz veće rijeke i potoke. Uspijeva na geološki specifičnoj tvorevini praporu (lesu), i to rjeđe prema Takšiću (1970) na »pravom«, a češće na pretaloženom »močvarnom« praporu, koji se u orografskom pogledu javlja na gredama (uže i šire) i riječnim terasama. Iznoseći mikroreljefni pojam »greda«, ujedno iznosimo i pojam tipične šume lužnjaka i običnog graba, jer su ta dva pojma nerazdvojno povezana i među praktičarima nizinskih šuma udomaćena.

Zajednica se razvija na nizinskom smeđem tlu, nizinskom pseudogleju i na mineralno-močvarnom umjereno oglejnom (semiglej) tlu, kojega pH u n-KCl iznosi 4,5—7,00. Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba oduvijek se razvijala na terenima koji su izvan dohvata poplavne vode. Ako je poplava i zahvatila niže vlažne grede, ona je bila slaba, kratkotrajna i rijetko se događala. Otkako je 1932. potpuno dovršen obrambeni napis pored Save, spomenuta zajednica nije apsolutno poplavljivana, jer direktnih i katastrofalnih poplava na istraživanom području nema već 50 godina.

Obični grab je najbolji indikator za stagnantnu i podzemnu vodu. Naime, on podnosi kratkotrajne prolazne poplave, ali stagnantnu vodu i visoku razinu podzemne vode ne podnosi, te se javlja samo do srednjeg vodostaja podzemne vode od 1,5 do 3 m, a takav vodostaj imamo obično samo na gredama.

Fenološki ritam zajednice ogleda se u tome što u ovisnosti o vremenskim prilikama koncem ožujka ili početkom travnja obični grab počinje prvi listati, poslije njega listaju klen, lipa, glogovi i tek najkasnije hrast lužnjak. Proljetni aspekt u sloju prizemnog rašća tvoje: *Galanthus nivalis*, *Anemone ranunculoides*, *A. nemorosa*, *Ranunculus ficaria*, *Viola sylvestris*, *Lathraea squamaria*, *Oxalis acetosella*, *Lathyrus vernus*, *Veronica montana*, *V. chamaedrys*, *Euphorbia amygdaloides* i dr.

Kulminaciju vegetacijskog razvoja postiže ta zajednica u lipnju kada je u njoj sve živo i bujno, da bi se kasnije taj razvojni ritam postupno smanjivao i negdje u listopadu potpuno prestao.

Tipična mješovita šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba predstavlja u fitocenološkom pogledu vrlo jasno izraženu zajednicu, koja se odlikuje u svim slojevima značajnijim sastavim elementima. Florne i sociološke karakteristike te zajednice prikazali smo u fitocenološkoj tablici 2. S najvećom stalnošću javlja se u šumi obični grab (*Carpinus betulus*) i hrast lužnjak (*Quercus robur*), a mnogo se rjeđe nalazi klen (*Acer campestre*), malolisna lipa (*Tilia cordata*), srebrnolisna lipa (*Tilia tomentosa*), divlja kruška (*Pyrus pyraster*), poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*) i dr.

Najznačajniji edifikator u sociološkom pogledu u sloju drveća je hrast lužnjak, a subedifikator obični grab. Njima pripada u dijagnostičkom pogledu prvenstvo jer se javljaju u toj subasocijaciji stalno, i to ne samo u sloju drveća već i u ostalim slojevima u obliku pomlatka i ponika, te pokazuju očitu vezanost na tu subasocijaciju, koju u potpunosti i izgrađuju. Usporedbom pojavljivanja običnoga graba u ostalim šumskim zajednicama istraživanog područja vidimo njegovu vezanost za mješovitu šumu hrasta

lužnjaka i običnoga graba, jer se on u drugim fitocenozama ne javlja, ili se javlja samo tu i tamo u fragmentarnim oblicima. Njegovo pojavljivanje na drugim staništima ometaju površinska stagnantna ili visoka podzemna voda. Po tome se vidi njegova isključiva vezanost za spomenutu subasocijaciju na istraživanom području.

Drukčije je u tom pogledu s hrastom lužnjakom, koji inače za gradnju tipične šume ima odlučno značenje. Hrast lužnjak javlja se u svim našim snimcima s velikim udjelom te bitno utječe na njezino izgrađivanje i gospodarsku vrijednost. Unatoč tome nije hrast lužnjak za ograničavanje zajednice (asocijacije i subasocijacije) ni izdaleka toliko važan kao obični grab jer se nalazi često i obilno izvan tipične šume, i to u zajednicama koje se u životnim prilikama bitno razlikuju od šume hrasta lužnjaka i običnoga graba.

Posebno značenje za tipičnu šumu hrasta lužnjaka i običnoga graba imaju lipe (*Tilia sp.*), koje se u nekim plohama javljaju obilno.

Sloj drveća pokriva 90—100% površine s izrazito razvijenom glavnom i nuzgrednom etažom.

Sloj grmlja je dosta slabo razvijen te pokriva 2—10% površine, a tvore ga glogovi, klen, obična kurika, divlja kruška, pasdrijen, svib i dr. Od grmova koji su vezani za subasocijaciju ističe se u prvom redu obična kurika (*Euonymus europaea*). Slično pokazuje usku vezu s tipičnom šumom klen (*Acer campestre*). Znatna je broj grmova (glogovi i dr.) koji se javljaju u zajednici dosta često, iako nisu za nju vezani.

Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba vrlo je dobro karakterizirana u sloju drveća, a nešto slabije u sloju grmlja. Sloj prizemnog rašća pokriva 25—80% površine i nije osobito bogat s obzirom na broj vrsta. Znatna broj vrsta vezan je za red *Fagetalia* i svezu *Carpinion betuli illyricum*, od kojih navodimo najznačajnije: *Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*, *Ranunculus ficaria*, *Viola sylvestris*, *Carex sylvatica*, *Helleborine latifolia*, *Geum urbanum* i dr. (tab. 2). Od svojstvenih vrsta asocijacije spominjemo: *Veronica montana*, *V. chamaedrys*, *Circaea lutetiana*, *Ruscus aculeatus*, *Hoplismenus undulatifolius*, *Listera ovata*, *Primula vulgaris*, *Galanthus nivalis*, *Stachys sylvatica* i dr. (tab. 2). Od spomenutih svojstvenih vrsta asocijacije u tipičnoj šumi svojom stalnošću i obilnošću naročito se ističu *Ruscus aculeatus*, *Primula vulgaris* i *Hoplismenus undulatifolius*.

Uz svojstvene vrste asocijacije i sveze nalazi se znatan broj pratilica u visokom stupnju stalnosti.

S obzirom na porijeklo elemenata sastav tipične šume hrasta lužnjaka i običnoga graba prema S o o - J a v o r k i (1951) izgleda ovako: euroazijski elementi zastupljeni su s 46%, cirkumpolarni i kozmopolitski s 9%, pontsko-panonski s 4%, europski i srednjoeuropski s 31%, atlantsko-mediterranski i submediteranski s 9%.

Biološki spektar životnih oblika po R a u n k i a e r u (1905), iz 15 fitocenoloških snimaka s ukupno 91 vrstom, pokazuje ovaj odnos biljnih vrsta: *phanerophyta* 42%, *chamaephyta* 10%, *hemicryptophyta* 30%, *geophyta* 16% i *therophyta* 2%. Iz navedenog možemo zaključiti da se tu radi o fanerofitsko-hemikriptofitskoj (42 + 30%) zajednici uz znatno sudjelovanje geofita (16%).

Tablica 2. — Table 2

CARPINO BETULI-QUERCETUM ROBORIS TYPICUM Rauš 1971

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka — Number of record	2.	4.	5.	11.	13.	17.	22.
I. Sloj drveća — Tree layer							
Svojtstvene vrste asocijacije: — Char. ass.							
<i>Quercus robur</i> L.	2.2	2.2	2.2'	2.2	1.2	3.3	2.1
Svojtstvene vrste sveze, reda i razreda: — Char. all., order and class							
<i>Carpinus betulus</i> L.	3.2	3.2	2.2	3.2	3.2	2.2	3.3
<i>Acer campestre</i> L.	+	+	+	.	R	R	.
<i>Tilia cordata</i> Mill.	+	1.1	+	.	.	.	1.2
<i>Pyrus pyraeaster</i> (L.) Borkh.	.	R	+	.	.	.	.
Pratilice: — Comp.							
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	+	.	1.1	1.1	1.1	+	.
<i>Tilia tomentosa</i> Mch	+	+	.	.	.	.	.
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Cr.	(R)	.	.	.	.	.	.
II. Sloj grmlja — Bush layer							
Svojtstvene vrste, sveze, reda i razreda: — Char. all., order and class							
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	1.2	.	1.2	1.2	1.1	.	1.2.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	1.2	.	.	.	.	1.2	+
<i>Acer campestre</i> L.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Euonymus europaea</i> L.	(+)	.	.	.	.	+	.
<i>Tilia cordata</i> Mill.	.	.	.	.	.	.	1.2
Pratilice: — Comp.							
<i>Prunus spinosa</i> L.	.	.	.	.	.	.	+\$
III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer							
Svojtstvene vrste asocijacije: — Char. ass.							
<i>Circaea lutetiana</i> L.	.	.	+	+	R	1.2	+
<i>Veronica montana</i> L.	+	+	+	.	+	+	+
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	2.2	2.2	1.2	+	1.2	.	1.2
<i>Quercus robur</i> L.	+	.	+	+	R	.	+
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	1.2	1.2	+	.	+	.	+
<i>Galanthus nivalis</i> L.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Listera ovata</i> (L.) Br.	+	+	.	+	+	+	+
<i>Primula vulgaris</i> Huds.	1.1	.	+	.	.	.	(+)
<i>Stachys sylvatica</i> L.	+	.	+	.	+	.	.
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich	+	+	.	+	+	.	+
<i>Hoplismenus undulatifolius</i> (Ard.) Pal. Blauc.	.	.	+	.	.	.	1.2
<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker. Gawl.	+	.	+	.	+	+	.
<i>Tamus communis</i> L.	.	R	.	.	.	.	.
<i>Rubus hirtus</i> W. K.	.	.	.	.	.	.	R
<i>Carex pendula</i> Huds.	.	.	.	.	.	.	+
Svojtstvene vrste sveze, reda i razreda: — Char. all., order and class							
<i>Anemone nemorosa</i> L.	1.2	1.2	+2	1.2	+	+	1.2
<i>Ranunculus ficaria</i> L.	1.1	+	1.2	1.2	1.2	+	+

Tablica 2 (nastavak) — Table 2 (continuation)

<i>Viola sylvestris</i> Lam.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Acer campestre</i>	R	.	+	+	+	+	+
<i>Carpinus betulus</i> L.	.	+	+	1.2	1.2	+	2.2
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	+	.	1.2	.	R	.	2.2
<i>Anemone ranunculoides</i> L.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euonymus europaea</i> L.	+	+	R	+2	+	1.2	E
<i>Tilia cordata</i> Mill.	R	.	+	.	.	.	1.2
<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	+	+	1.2	.	.	.	+
<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.	+	+	+	.	+	+	.
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	.	(+)	+	+	.	.	+
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	.	R	.	.	.	.	R
<i>Helleborine latifolia</i> (L.) Druce	R	+	+	R	.	.	+
<i>Geum urbanum</i> L.	.	.	.	1.2	.	.	+
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	.	.	+	.	+	.	.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	R	.	.	.	.	+	+
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) R. S.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Asperula odorata</i> L.	.	1.2	.	.	.	.	2.2
<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Beruh.	+	.	+	.	.	.	+
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	.	+	+	+	+	.	.
<i>Lathraea squamaria</i> L.	+	+	.	.	+	.	.
<i>Arum maculatum</i> L.	.	+	.	+	.	+	.
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	.	R	.	.	.	.	+
<i>Asarum europaeum</i> L.	.	(+)	(+)	.	.	.	.
<i>Neottia nudus avis</i> (L.) Rich.	.	R	.	.	.	.	.
<i>Vinca minor</i> L.	.	.	.	.	.	2.2	.
<i>Cynanchum vincetoxicum</i> (L.)	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium robertianum</i> L.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Convallaria maialis</i> L.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Rchb.	.	.	.	.	.	.	R
<i>Pyrus pyraister</i> (L.) Borkh.	.	.	.	.	(R)	.	.
Pratilice: — Comp.							
<i>Hedera helix</i> L.	1.2	1.2	1.2	+	1.2	1.2	1.2
<i>Ajuga reptans</i> L.	+	+	1.2	+	+	+	+
<i>Rubus caesius</i> L.	.	.	.	.	.	.	R
<i>Glechoma hederacea</i> L.	.	.	+	.	+	.	+
<i>Rumex sanguineus</i> L.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Ulmus carpiniifolia</i> Gled.	.	+	+	+	+	.	.
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	.	.	.	.	R	.	.
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	R	.	.	+	.	.	.
<i>Prunella vulgaris</i> L.	.	.	.	.	.	.	R
<i>Viola alba</i> Bess.	.	R	.	.	R	.	.
<i>Campanula ranunculoides</i> L.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Athyrium filix femina</i> (L.) Roth	.	.	.	.	.	.	R
<i>Clematis vitalba</i> L.	.	.	.	R	.	.	.
<i>Rosa canina</i> L.	.	.	.	.	.	.	R
<i>Prunus spinosa</i> L.	.	.	.	.	.	.	R

Lokaliteti snimaka — Localities of records: Sočna (2, 4, 5), Desićevo (11, 13, 17), Vrbanjske šume (22)

Subasocijaciju većinom izgrađuju fanerofiti (42%) i time ujedno indiciraju vrlo toplo ljeto. Velik udio hemikriptofita (30%) opredjeljuje tu šumu u srednjoeuropsku oblast i pokazuje njihovu otpornost protiv zimske hladnoće. Znatna količina geofita (16%) vrlo dobro odražava mikroreljefne i mikroklimatske prilike u subasocijaciji te pokazuje sudjelovanje velikog broja biljaka iz reda Fagitalia.

Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba nastala je prirodnom sukcesijom iz šume *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae* i *aceretosum tatarici* te predstavlja klimaks istraživanog područja. Ta je zajednica od davnina postojala na tom području, no obavljene hidromelioracijski radovi (odvodnja, obrana od poplava) samo su ubrzali regresivnu sukcesiju. Zajednica se zbog postupnog smanjivanja vlažnosti sve više širi jer zauzima odgovarajuća staništa. S vegetacijskog stajališta to je stabilna zajednica istočne Hrvatske. Ako pak imamo na umu da čovjek sjećom može izmijeniti sastav fitocenoze, tada možemo posumnjati i u stabilnost subasocijacije, ali to vrijedi i za sve druge zajednice. Prema tome čovjek mora voditi sječu i druge radove tako da što manje poremeti sastav biocenoze.

Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba predstavlja vrhunac prirodnog razvitka šuma istočne Hrvatske i prema tome želju šumara da taj vrhunac i dostignu. Čovjek svojim razumnim gospodarenjem šumom može ubrzati tijek prirodnog razvitka u njoj, i obratno, ali ga ne može zaustaviti bez potpunog uništavanja.

CARPINO BETULI-QUERCETUM ROBORIS FAGETOSUM Rauš 1971

Šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba s bukvom

Lužnjakovo-grabova šuma s bukvom dolazi u nizinskim predjelima Hrvatske u sklopu s tipičnom šumom hrasta lužnjaka i običnoga graba. Raste na gajnjači (Baranja i donja Posavina), pseudogleju (Pokuplje, gornja Posavina i dio Podravine) te na aluvijalnim, dosta skeletnim tlima u Podravini (Repaš). Razvija se isključivo na mikrouvisinama (gredama) gdje se bukva zadržala još iz subboreala, jer se u tom periodu spustila vrlo nisko u ravnicu i zaposjela današnja staništa hrasta lužnjaka (S o o, 1945). Ta subasocijacija dolazi izvan dohvata poplavne vode.

F u k a r e k (1964) piše: »U području *Pannonicuma* prodiru bukve sve do regije šume hrasta lužnjaka.«

Bukve i njezine pratiocice našli smo u spačvanskom bazenu u predjelu Radiševo, u Radjenovcima i u Baranji u predjelu Haljevo. Raste pojedinačno na gredi na nadmorskoj visini 83—87 m, a prema kazivanju starosjedičaca dužičara iz Drenovaca bukve je bilo mnogo više u tim šumama, čak se izrađivala i bukova dužica. Na pojedinim mjestima u predjelu Trizlovi nismo našli odraslih stabala bukve, ali se masovno javljaju njezini pratioci i ponešto podmladak bukve.

Najsačuvaniju šumu lužnjaka, običnoga graba i bukve našli smo u Radiševu 14d, gdje rastu 120—140-godišnja stabla bukve, a subasocijacija

je izražena u cijelosti sa svim svojim elementima. Danas je to rezervat šumske vegetacije zaštićen zakonom.

Subasocijacija se razvija na mikrouzvisinama s praporom kao matičnom podlogom i redovito izvan dohvata površinske poplavnne i podzemne vode.

Klima je umjereno kontinentalna kao i u tipičnoj subasocijaciji. Fitocenoza dolazi na nadmorskoj visini od 83 do 130 m.

Priljev organske tvari od otpalog lišća i grančica je znatan i prema našim ispitivanjima u 1971. godini iznosio je 5320 kg/ha u predjelu Radiševo (Spačva) i 6060 kg/ha na području lipovljanskih šuma.

Biotski utjecaji odigrali su važnu ulogu u formiranju opisivane subasocijacije. No, što se tiče njezina zdravstvenog stanja i otpornosti prema insektima i biljnim bolestima, tu je ona u prednosti upravo zbog svoga mješovitog karaktera (hrast, grab, bukva).

U fenološkom pogledu ta se fitocenoza odlikuje svojim ranim listanjem graba i bukve, a tek desetak dana poslije toga prolitava i hrast lužnjak.

Šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba s bukvom odlikuje se svojim osebnim florinim sastavom, koji čovjeka osvježuje i oslobađa one jednosti koju osjeća, nerijetko, hodajući po slavonskim šumama. Za prirodnoznanstvenika ta šuma pruža napose zanimljiv objekt istraživanja, jer u sebi odražava mnoge sekularne promjene klime koje se u njezinu sadašnjem biljnom sastavu i građi još potvrđuju.

Florna i sociološka obilježja zajednice prikazali smo u tablici 3. Radi jedinstvenog opisa te zajednice u nizinskom dijelu Hrvatske u tablici su zastupljeni fitocenoški snimci iz Posavine (15), Podravine (18) i Baranje (16). Smatramo da je tako bolje opravdana naša namjera da tu šumu posebno izdvojimo i opišemo, a ujedno je to i potvrda o njezinu postojanju na širem području nizinskih šuma Hrvatske. Usput da spomenemo da se ona prostire čak i u jugozapadnoj Mađarskoj (usp. Majer, 1968).

S osobitom stalnošću javljaju se u toj šumi hrast lužnjak (*Quercus robur*), bukva (*Fagus sylvatica*) i obični grab (*Carpinus betulus*), a mnogo rjeđe dolazi klen (*Acer campestre*).

U sloju drveća je u sociološkom pogledu najznačajnija bukva, gdje je ona ujedno i diferencijalna vrsta, potom obični grab i hrast lužnjak. U dijagnostičkom pogledu pripada prvenstvo bukvi i njezinim pratiocima u sloju grmlja i prizemnog rašća.

Sloj grmlja nije osobito razvijen, tvore ga lijeska (*Corylus avellana*), svib (*Cornus sanguinea*), likovac (*Daphne mezereum*), obična kurika (*Eonymus europaea*), klen (*Acer campestre*), glogovi (*Crataegus* sp.) i dr.

Po svom sastavu u sloju prizemnog rašća ta se šuma znatno razlikuje od tipične šume lužnjaka i običnoga graba. Mi smo je izdvojili u posebnu subasocijaciju na osnovi ovih diferencijalnih vrsta: *Fagus sylvatica*, *Mercurialis perennis*, *Cardamine bulbifera*, *Cardamine trifolia*, *Allium ursinum*, *Luzula pilosa*, *Mainthenum bifolium*, *Anemone hepatica*, *Ruscus aculeatus*, *Rubus hirtus* i dr.

U sloju prizemnog rašća najčešće su osim već navedenih diferencijalnih još i ove vrste: *Mycelis muralis*, *Asperula odorata*, *Asarum euro-*

paeum, *Carex sylvatica*, *Geum urbanum*, *Sanicula europaea*, *Lathyrus vernus*, *Anemone nemorosa*, *Arum maculatum* i dr.

Uz svojstvene vrste razreda, reda, sveze i asocijacije i uz diferencijalne vrste javlja se u toj šumi i velik broj pratilica u dosta visokom stupnju stalnosti.

U Podravini facijes tvore mala pavenka (*Vinca minor*) u Repašu i crimemuž (*Allium ursinum*) u Jasenovači.

U Posavini, tj. u području naših istraživanja u predjelu Radiševo facijes tvori šumska resulja (*Mercurialis perennis*).

U Baranji, predjel Haljevo, nismo zapazili biljku koja bi u toj šumi obrazovala facijes.

Na osnovi podjele S o o - J a v o r k e (1951) razvrstali smo sve biljke i sastavili ovaj spektar flornih elemenata: euroazijski elementi zastupljeni su s 40%, cirkumpolarni i kozmopolitski s 12%, pontsko-panonski s 1%, europski s 18%, srednjoeuropski s 21%, atlansko-mediteranski i submediteranski s 8%. Velika zastupljenost euroazijskih (40%), europskih (18%) i srednjoeuropskih (21%) elemenata dovoljno govori o karakteru i građi fitocenoze.

Biološki spektar pokazuje ovaj odnos biljnih vrsta: *phanerophyta* 29%, *chamaephyta* 8%, *hemicryptophyta* 42%, *geophyta* 14% i *therophyta* 7%. Na osnovi toga zaključujemo da se ovdje radi o hemikripto-fanerofitskoj (42 + 20%) zajednici uz znatnu učestalost geofita (14%).

Velik udio hemikriptofita (42%) opredjeljuje tu šumu u srednjoeuropsku oblast i pokazuje veliku otpornost protiv zimske hladnoće.

Mješovita šuma hrasta lužnjaka, običnoga graba i bukve nastala je tijekom sekularnih promjena klime i nekad je zauzimala mnogo veća prostiranja.

Pretpostavljamo da se bukva u nizinama počevši od subboreala stalno obnavlja vlastitim naplođivanjem. Osim toga smatramo da su se polako, ali neprestano potocima i rječicama, životinjama, pticama i ljudima unosile nove količine sjemena (bukvice) s okolnih brdskih gorskih područja, te da se tako bukva stalno obnavljala kao što se obnavlja i danas u nizinskim šumama. Miješanjem sjemena (porijeklom s okolnih brda i gora i nastalog fruktifikacijom bukava u nizini), a kasnije križanjem tih dviju novouzraslih populacija (nastalih iz sjemena različitog porijekla) stvaraju se u prirodi nove otpornije i na odgovarajuće stanišne uvjete prilagođenije svojste bukve. Zbog toga nije čudo ako bukvu nalazimo i na neposrednoj granici močvare, jer se tijekom stotina godina prilagođivala da bi se napokon prilagodila sadašnjim uvjetima života u nizini. To njezino biološko svojstvo i velika plastičnost upravo i objašnjavaju tako veliku amplitudu njezina pridolaska u vertikalnom pogledu, jer zauzima pojas koji se proteže od nešto ispod 100 m do gotovo 2000 m nadmorske visine.

Možda bi dalja sistematsko-morfološka, genetska, biološka, ekološka i fitocenološka istraživanja bukve i njezinih staništa u nizini uočila još mnogo neriješenih problema u vezi s bukvom, a i evolucijom vegetacije uopće.

Tablica 3. — Table 3

CARPINO BETULI-QUERCETUM ROBORIS FAGETOSUM Rauš 1971

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka — Number of species	15.	18.	16.	13.	12.
I. Sloj drveća — Tree layer					
Svojtvene vrste asocijacije: — Char. ass.					
<i>Quercus robur</i> L.	2.1	1.1	1.1	2.3	2.2
Svojtvene vrste sveze, reda i razreda: — Char. all., order and class					
<i>Carpinus betulus</i> L.	3.2	2.2	2.2	2.2	3.3
<i>Acer campestre</i> L.	.	+	+	.	.
Diferencijalne vrste: — Diff. species					
<i>Fagus sylvatica</i> L.	1.1	2.2	2.2	2.3	2.1
II. Sloj grmlja — Bush layer					
Svojtvene vrste sveze, reda i razreda: — Char. all., order and class					
<i>Carpinus betulus</i> L.	2.2	2.2	.	2.2	+
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	+	+	+	.	.
<i>Acer campestre</i> L.	+	+	+2	.	.
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	1.2	.	+	.	+
<i>Corylus avellana</i> L.	R	+	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i> L.	R	+	.	.	.
<i>Daphne mezereum</i> L.	.	.	.	+	+
<i>Euonymus europaea</i> L.	+	.	.	.	.
<i>Tilia cordata</i> Mill.	+	.	.	.	.
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	R	.	.	.	.
Diferencijalne vrste: — Diff. species					
<i>Fagus sylvatica</i> L.	R	1.2	.	1.2	+
<i>Cornus mas</i> L.	+	.	1.2	.	+
<i>Staphylea pinnata</i> L.	.	2.2	.	.	.
III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer					
Svojtvene vrste asocijacije: — Char. ass.					
<i>Quercus robur</i> L.	+	.	.	2.2	.
<i>Hoplismenus undulatifolius</i> (Ard)	.	.	.	.	.
Pal. Besuv.	.	+	.	.	.
Svojtvene vrste sveze, reda i razreda: — char. all., order and class					
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Rchb.	2.2	1.2	2.2	+	.
<i>Asperula odorata</i> L.	.	+2	1.2	1.2	.
<i>Asarum europaeum</i> L.	+	+	.	1.1	.
<i>Nephrodium filix mas</i> (L.) Rich.	1.2	+	.	+	.
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	+	.	1.2	.	.
<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	1.2	+	.	.	.
<i>Geum urbanum</i> L.	+	.	1.1	.	.
<i>Cardamine savensis</i> Schulz.	.	2.3	+	.	.
<i>Acer campestre</i> L.	+	+	.	.	.
<i>Sanicula europaea</i> L.	+	+	.	.	.
<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	+	+	.	.	.
<i>Arum maculatum</i> L.	+	+	.	.	.
<i>Ranunculus ficaria</i> L.	.	.	.	2.2	.
<i>Anemone nemorosa</i> L.	+	.	.	.	.

Tablica 3 (nastavak) — Table 3 (continuation)

<i>Viola sylvestris</i> Lam.	+	.	.	.	.
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	.	.	.	+	.
<i>Corylus avellana</i> L.	.	.	.	+	.
<i>Milium effusum</i> L.	.	+	.	.	.
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) R. S.	.	.	+	.	.
<i>Paris quadrifolia</i> L.	.	+	.	.	.
<i>Neottia nidus avis</i> (L.) Rich.	.	R	.	.	.
Diferencijalne vrste: — Diff. species					
<i>Mercurialis perennis</i> L.	1.2	1.2	.	.	.
<i>Cardamine bulbifera</i> L.	.	1.1	.	.	1.2
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	+	+	.	.	.
<i>Rubus hirtus</i> W. K.	R	+	.	.	.
<i>Cardamine trifolia</i> L.	.	.	.	.	4.5
<i>Allium ursinum</i> L.	.	4.4	.	.	.
<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	.	.	.	2.2	.
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) Schm.	.	.	.	.	1.2
<i>Anemone hepatica</i> L.	.	+	.	.	.
<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	.	.	.	.	+
<i>Galanthus nivalis</i> L.	+	.	.	.	.
<i>Staphylea pinnata</i> L.	.	+	.	.	.
<i>Isopyrum thalictroides</i> L.	.	R	.	.	.
Pratilice: — Comp.					
<i>Oxalis acetosella</i> L.	+	+	.	.	+
<i>Athyrium filix femina</i> (L.) Pahl.	.	1.2	.	.	1.2
<i>Veronica montana</i> L.	.	.	+	.	1.2
<i>Fragaria vesca</i> L.	.	.	+	+	.
<i>Hedera helix</i> L.	1.2	.	+	.	.
<i>Carex brizoides</i> L.	.	.	.	+	+
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	+	.	.	+	.
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	+	+	.	.	.
<i>Prunella vulgaris</i> L.	+	.	.	+	.
<i>Ajuga reptans</i> L.	R	.	+	.	.
<i>Angelica silvestris</i> L.	+	R	.	.	.
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	.	.	.	+.2	.
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	.	.	.	+.2	.
<i>Cerastium sylvaticum</i> W. K.	.	.	.	+	.
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+	.	.	.	.
<i>Stachys sylvatica</i> L.	.	.	+	.	.
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	.	.	+	.	.
<i>Glechoma hederacea</i> L.	.	.	+	.	.
<i>Carex remota</i> L.	.	.	.	+	.
<i>Lapsana commuins</i> L.	.	.	.	+	.
<i>Impatiens noil tangere</i> L.	.	+	.	.	.
<i>Viola alba</i> Bess.	.	.	+	.	.
<i>Hypericum perforatum</i> L.	.	.	.	+	.
<i>Actaea spicata</i> L.	.	.	.	+	.
<i>Crataegus monogyna</i> Jcq.	+	.	.	.	.
<i>Torilis anthriscus</i> (L.) Gmel.	.	.	R	.	.
<i>Hieracium sylvaticum</i> L.	.	.	R	.	.
<i>Carex pendula</i> Huds.	.	.	R	.	.
<i>Tamus communis</i> L.	.	R	.	.	.
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	.	R	.	.	.
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	.	R	.	.	.

Lokaliteti snimaka: — Localities of records: Radiševo (15), Jasenovac (18), Haljevo (16), Stupnički lug (13) i Rečički lug (12)

CARPINO BETULI-QUERCETUM ROBORIS QUERCETOSUM CERRIS Rauš 1969

Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba s cerom

Zajednica hrasta lužnjaka i običnog graba s cerom jest najkserotermnija varijanta lužnjakovo-grabovih šuma. Varijanta hrastovo-grabove šume s cerom specifična je zajednica koja se razvija na prostorno velikom zavravnom području Slavonije i zapadnog Srijema. Ona je vjeran odraz geografskog položaja i specifičnih, historijskih, klimatskih, orografskih, hidrografskih i edafskih uvjeta.

Ta u pravom smislu šumostepska prijelazna zajednica svojim položajem i florinim sastavom povezuje nekoliko važnih asocijacija jugoistočne Europe. Na zapadu graniči s hrvatskom šumom kritnjaka i graba (*Quercus-Carpinetum croaticum* Ht.), prema sjeveru prelazi u hidrološki uvjetovanu šumostepu, a onda potom u stepu (*Chrysopogonetum danubiale*), a prema jugoistoku prelazi u klimatogenu šumu hrasta sladuna i cera (*Quercetum farnetto-cerris* Rud.), dok prema istoku graniči s lužnjakovo-grabovom šumom sa srebrnolisnom lipom (subas. *tilietosum tomentosae* R a u š 1969).

Zajednica hrasta lužnjaka i običnoga graba s cerom rasprostranjena je u Slavoniji i javlja se na vukovarskom i đakovačkom ravnjaku, prodira do u podnožje panonskih gora (Fruška gora, Krndija, Dilj i dr.), spušta se do hidrološki uvjetovane fitocenoze hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Horv.). Tu dolazi na uzdignutim mjestima tzv. gredama, gdje su poplave rjeđe ili potpuno izostaju, i tu graniči s tipičnom šumom hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betulli-Quercetum roboris typicum* Rauš 1971).

Srednja godišnja temperatura područja gdje se razvija spomenuta zajednica iznosi oko 11°C, a srednja temperatura vegetacijskog razdoblja oko 18°C. Aplosutni maksimum temperature iznosi oko 40°C, a apsolutni minimum oko -30°C.

Prosječna godišnja količina oborina u desetogodišnjem razdoblju je 645 mm za Vukovar i Vinkovce, a 725 mm za Đakovo; od toga otpada na vegetacijsko razdoblje 54%, što pokazuje povoljan raspored oborina.

Geološka je podloga prapor (les). Na toj matičnoj podlozi razvijaju se pod šumskom vegetacijom smeđa tla na praporu — ganjača.

Reakcija tla, određivana u vodi, u površinskim je horizontima praktično neutralna, a u dubljim horizontima (oko 100 cm dubine) alkalična. Površinski su horizonti dosta humusni, a dublji su slabo humusni. Iz sadržaja fiziološki aktivnih hraniva vidljivo je da su navedena tla slabo opskrbljena s P₂O₅, a s K₂O osrednje su do dobro opskrbljena.

Mješovita šuma lužnjaka i običnoga graba s cerom sastavljena je u fitocenološkom smislu od velikog broja vrsta, od čega na drveće i grmlje otpada 28.

U sloju drveća dominira hrast lužnjak (*Quercus robur*), primiješani su cer (*Quercus cerris*), obični grab (*Carpinus betulus*), nizinski brijest (*Ulmus carpifolia*), rjeđe pridolaze divlja trešnja (*Prunus avium*), klen (*Acer campestre*) i crni jasen (*Fraxinus ornus*), a sporadično se javljaju i lipe (*Tilia cordata* i *Tilia tomentosa*).

Sloj grmlja čine: kalina (*Ligustrum vulgare*), sviib (*Cornus sanguinea*), klen (*Acer campestre*), obična kurika (*Euonymus europaea*), lijeska (*Corylus avellana*), crveno pasje grožđe (*Lonicera xylostereum*), obična kozokrvina (*Lonicera caprifolium*), glogovi (*Crataegus monogyna* i *Crataegus oxyacantha*), brdavičasta kurika (*Euonymus verrucosa*), žestilj (*Acer tataricum*), drijen (*Cornus mas*), obični pazdrijen (*Rhamnus cathartica*), pavit (*Clematis vitalba*), crna hudika (*Viburnum lantana*), crni trn (*Prunus spinosa*), obična bazga (*Sambucus nigra*), divlja kruška (*Pyrus pyraister*) i dr.

U sloju prizemnog rašća najznačajniji su velecvjetni crijevac (*Stellaria holostea*), šumska broćika (*Galium silvaticum*), blaženak (*Geum urbanum*), šumska ljubica (*Viola sylvestris*), šumarica (*Anemone nemorosa*), lazarkinja (*Asperula odorata*), širokolisni salamonov pečat (*Polygonatum latifolium*), modro vrapčje sjeme (*Lithospermum purpureo-coeruleum*), dobričica (*Glechoma hederecea*), bršljan (*Hedera helix*), šumska jagoda (*Fragaria vesca*), bljušt (*Tamus communis*), bodljikava veprina (*Ruscus aculeatus*), mlađa (*Corydalis cava*), i mnoge druge.

Prema cjelokupnom flornom sastavu možemo zaključiti da je to jedna jasno izražena kserotermna subasocijacija lužnjakovo-grabove šume. Njezine diferencijalne vrste jesu: *Quercus cerris*, *Polygonatum latifolium*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Viola hirta*, *Origanum vulgare*, *Sedum maximum* i druge termofilne vrste navedene u tablici 4.

S obzirom na brojnu zastupljenost cera, na posebne klimatske i edafske uvjete, potpunu odsutnost utjecaja poplavlne i podzemne vode i njezin termofilni karakter (a u vezi sa svim tim jest i njezina proizvodna sposobnost) bilo je potrebno tu šumu izdvojiti u jednu posebnu subasocijaciju lužnjakovo-grabovih šuma.

CARPINO BETULI-QUERCETUM ROBORIS TILIETOSUM TOMENTOSAE Rauš 1969

Lužnjakovo-grabova šuma s lipom

Zajednica hrasta lužnjaka i običnog graba sa srebrnolisnom lipom rasprostranjena je na obroncima zapadnog dijela Fruške gore. Idući od zapada prema istoku, nadovezuje se na šumu hrasta lužnjaka i običnoga graba s cerom (*Carpino betuli-Quercetum roboris quercetosum cerris*). Upravo na mjestu gdje prestaje vukovarski ravnjak i počinje fruškogorsko podbrežje počinje se javljati u većem obujmu i srebrnolisna lipa a s njom i ostali elementi te šume. U višim predjelima Fruške gore (iznad 300 m n. v.) prelazi u zajednicu hrasta kitnjaka i običnoga graba s kostrikom (*Quercus-Carpinetum serbicum aculeatetosum* Jov.) koju su na Fruškoj gori opisali Janković i Mišić (1954).

Lužnjakovo-grabova šuma s lipom uvjetovana je klimom i tlom. Ona nastava brežuljkasto-brdovite terene (većeg broja panonskih gora) s inklinacijom od 15 do 25%, obrastajući sjeverne i sjeverozapadne ekspozicije. Dolazi na nadmorskoj visini od 150 do 300 m.

Na toj matičnoj podlozi razvijeno je pod šumskom vegetacijom lesivirano smeđe tlo na praporu.

Tablica 4. — Table 4

CARPINO BETULI-QUERCETUM ROBORIS QUERCETOSUM CERRIS Rauš 1969

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka: — Number of record

I. Sloj drveća — Tree layer

Svojevrsne vrste asocijacije i sveze:
— Char. ass. and all.

	1.	2.	6.	11.	12.	13.
<i>Carpinus betulus</i>	2.2	2.3	2.2	3.4	2.3	3.3
<i>Quercus robur</i> ¹	3.3	3.2	3.3	1.1	2.2	1.1
<i>Prunus avium</i>	.	.	.	+	.	R

Svojevrsne vrste reda i razreda:
— Char. order and class

<i>Acer campestre</i>	.	.	.	1.1	.	+
<i>Fagus sylvatica</i>	+	+	.	.	.	(R)

Diferencijalne vrste: — Diff. species

<i>Quercus cerris</i>	+	1.1	1.1	+	1.1	2.2
-----------------------	---	-----	-----	---	-----	-----

Pratilice: — Comp.

<i>Fraxinus angustifolia</i>	.	.	.	+	+	
<i>Pyrus pyraeaster</i>	.	.	.	+	R	RI

II. Sloj grmlja — Bush layer

Svojevrsne vrste asocijacije i sveze:
— Char. ass. and all.

<i>Carpinus betulus</i>	2.2	1.2	2.2	+	1.2	2.2
<i>Ulmus carpinifolia</i>	.	.	R	.	+	.
<i>Prunus avium</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Quercus robur</i>	+	.	.	.	.	.

Svojevrsne vrste reda i razreda:
— Char. order and class

<i>Acer campestre</i>	+	.	1.2	.	1.2	+
<i>Corylus avellana</i>	.	.	2.2	1.2	.	.
<i>Fagus sylvatica</i>	.	R	.	.	.	.

Pratilice: — Comp.

<i>Acer tataricum</i>	+	.	1.2	+	+	+
<i>Cornus sanguinea</i>	1.2	.	1.2	1.2	1.2	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	+	.	+	1.2	.	1.2
<i>Crataegus monogyna</i>	1.2	.	+	1.2	.	+
<i>Euonymus europaea</i>	+	.	+	+	+	.
<i>Rosa arvensis</i>	+	.	+	.	.	+
<i>Genista ovata</i>	+2	.	.	.	(+)	.
<i>Pyrus pyraeaster</i>	+	.	+	.	.	.
<i>Crataegus oxyacantha</i>	+	.	+	.	.	.
<i>Prunus spinosa</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Cornus mas</i>	.	.	(+)	.	(+)	.
<i>Rubus sylvaticum</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Tilia cordata</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Cytisus hirtus</i>	.	(+)	.	.	.	.

Tablica 4 (nastavač) — Table 4 (continuation)

III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer

Svojstvene vrste asocijacije i sveze:

— Char. ass. and all.

<i>Stellaria holostea</i>	+2	.	1.2	1.2	1.2	1.2
<i>Primula vulgaris</i>	1.2	.	1.2	2.2	1.2	+
<i>Carpinus betulus</i>	1.2	+	+	.	.	+
<i>Quercus robur</i>	+	.	+	.	.	.
<i>Vinca minor</i>	.	.	.	.	.	2.3

Diferencijalne vrste: — Diff. species

<i>Quercus cerris</i>	+	.	+	.	.	2.2
<i>Polygonatum latifolium</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Asperula taurina</i>	.	.	.	.	+	.

Svojstvene vrste reda i razreda:

— Char order and class

<i>Carex sylvatica</i>	1.2	1.2	1.2	+2	2.2	.
<i>Scrophularia nodosa</i>	+	+	+	+	+	.
<i>Mycelis muralis</i>	+	+	+	+	.	+
<i>Circaea lutetiana</i>	+	+	1.2	+	+	.
<i>Viola sylvestris</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Geum urbanum</i>	.	+	+	+	+	+
<i>Asperula odorata</i>	2.2	.	.	2.2	1.2	1.2
<i>Convallaria majalis</i>	+	.	.	.	+2	.
<i>Tamus communis</i>	+	.	.	.	+	.
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	+	1.2	.	+2	1.2	+2
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	+	+	.	.	.	+
<i>Polygonatum multiflorum</i>	.	(+)	.	.	+	.
<i>Pulmonaria officinalis</i>	.	(+)	+	+	.	.
<i>Asarum europaeum</i>	.	+	1.2	.	.	(+2)
<i>Galeobdolon luteum</i>	.	.	+	+	.	.
<i>Sanicula europaea</i>	.	.	.	1.2	1.2	.
<i>Galium sylvaticum</i>	.	(+)	.	.	.	.
<i>Anemone nemorosa</i>	.	.	.	2.2	.	.
<i>Nephradium filix mas</i>	.	.	.	+2	.	.
<i>Helleborus odoratus</i>	.	.	.	.	.	+

Pratilice: — Comp.

<i>Lysimachia nummularia</i>	+	+	.	+	+	+
<i>Ruscus aculeatus</i>	1.2	+2	.	+2	.	1.2
<i>Fragaria vesca</i>	+	1.2	.	+	.	+
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	+	.	+	+	+
<i>Stachys sylvatica</i>	.	+	+	+	+	.
<i>Melampyrum nemorosum</i>	2.3	+	.	.	.	.
<i>Lonicera caprifolium</i>	+	.	.	.	+	+
<i>Satureia silvestris</i>	.	+	.	.	(+)	.
<i>Juncus effusus</i>	+2	.	+2	.	.	.
<i>Hypericum hirsutum</i>	+	+	+	.	.	.
<i>Torilis anthriscus</i>	+	.	.	.	.	R
<i>Dactylis glomerata</i>	R	+	.	+	.	.
<i>Ajuga reptans</i>	.	+	.	.	+	+
<i>Euonymus europaea</i>	.	+	.	.	.	+
<i>Prunella vulgaris</i>	.	+	+	.	.	.
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	1.2	.	+	.
<i>Carex remota</i>	.	.	+	.	+	.
<i>Hedera helix</i>	.	.	.	+	+	.
<i>Viola odorata</i>	.	.	.	+	.	+

Tablica 4 (nastavak) — Table 4 (continuation)

<i>Astragalus glycyphyllos</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Galium vernum</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Calamagrostis epigeios</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Epilobium montanum</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Eupatorium cannabinum</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Luzula sylvatica</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Genista ovata</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Veronica montana</i>	.	1.2	.	.	.	.
<i>Geranium robertianum</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Rubus hirtus</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Acer tataricum</i>	.	+	.	+	.	.
<i>Lapsana communis</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Epipactis latifolia</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Paris quadrifolia</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Cynanchum vincetoxicum</i>	.	.	.	.	(+)	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	.	.	.	+

Lokaliteti snimaka: — Localities of records: Mačkovac (1, 2), Šelevrtak (6), Komarevac (11), Lunjak (12), Cerik Vučkovački (13)

Fitobiološki spektar proučavanog područja je ovaj: *phanerophyta* 33%, *chamaephyta* 10%, *hemicryptophyta* 37%, *geophyta* 17%, i *therophyta* 3% (prednji postotni odnosi dobiveni su na osnovi ukupno 108 vrsta iz 13 fitocenoloških snimaka). Prema tome to područje nastava hemikripto-fanerofitska (37 + 33%) zajednica uz znatan udio geofita, što govori u prilog mezofilnosti spomenute šume.

Spektar areal-tipova izgleda ovako: euroazijski i cirkumpolarni 7%, pontsko-panonski i balkanski 7%, europski i srednjoeuropski 34% i atlantsko-mediteranski submediteranski 19%.

U sloju drveća dominira srebrnolisna lipa (dovedena u taj položaj zbog jakog antropogenog utjecaja), a primiješani su joj lužnjak, cer, kitnjak, divlja trešnja, nizinski brijest, klen, grab i dr.

Diferencijalni skup u sloju grmlja sačinjavaju: drijen (*Cornus mas*), crna hudilka (*Viburnum lantana*), crni jasen (*Fraxinus ornus*), žestilj (*Acer tataricum*), bradavičasta kurika (*Euonymus verrucosa*), klokočika (*Staphylea pinnata*), klen (*Acer campestre*), lijeska (*Corylus avellana*), crveno pasje grožđe (*Lonicera xylosteum*), svib (*Cornus sanguinea*), kalina (*Ligustrum vulgare*), glogovi (*Crataegus monogyna* i *C. oxyacantha*) i dr.

U sloju prizemnog rašća s udjelom većim od 40% pridolaze ove vrste: velevjetni crijevac (*Stellaria holostea*), šumska broćika (*Galium sylvaticum*), šumska ljubica (*Viola sylvestris*), šumarica (*Anemone nemorosa*), šumski šaš (*Carex sylvatica*), lazarkinja (*Asperula odorata*), kopitnjak (*Asarum europaeum*), bodljikava veprina (*Ruscus aculeatus*), lazarkinja krimaska (*Asperula taurina*), rozetasta mlječika (*Euphorbia amygdaloides*), dlakava kupina (*Rubus hirtus*), šumski čistac (*Stachys sylvatica*), ivica (*Ajuga reptans*), obična kozokrvina (*Lonicera caprifolium*) i druge.

U toj šumi na najsvježijim i uzvišenijim platoima javljaju se facijes s vrstom *Vinca minor* (mala pavenka) i facijes s vrstom *Hedera helix* (bršljan) (tab. 5).

CORNO-LIGUSTRETUM CROATICUM Ht. 1956

Šibljak kaline i sviaba

Na području Baranje uz Kozarački i ostale kanale razvijena je vegetacija šibljaka koja pripada zajednici *Corno-Ligustretum croaticum*.

Grmlje koje je razvijeno u sastavu zajednice visine je 2 do 3 metra (Darda i Bilje).

U flornom sastavu zajednice na tom području važne su vrste: *Ligustrum vulgare*, *Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa*, *Rubus* sp., *Crataegus oxyantha*, *Crataegus monogyna*, *Pyrus pyraeaster* i dr.

Zajednica nema nikakvo gospodarsko značenje. Služi kao vrlo dobro sklonište za entomofaunu te pernatu i nisku divljač.

GENISTO ELATAE-QUERCETUM ROBORIS CARICETOSUM REMOTAE Ht. 1938

Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem

Horvat (1963) u svom radu piše: »Slavonska se šuma može rastaviti u tri subasocijacije *Genisto-Quercetum caricetosum brizoides* Horv., *Genisto-Quercetum caricetosum remotae* Horv. i *Genisto-Quercetum carpinetosum betuli* Glav. Prva subasocijacija sadrži neke acidofilne vrste, pa se u njoj često pojavljuje crna joha s velikom pokrovnosću. Biljnosociološki optimum doseže slavonska šuma u drugoj subasocijaciji, dok je treća terminalna — prijelaz na zajednice *Fagetalia*, koje se razvijaju čim se razina podzemne vode ili poplavne vode snizi.«

Mi smo je u svom radu (Rauš, 1975) izdvojili iz reda *Populetalia* i uvrstili je u red *Fagetalia*, podigli je u rang asocijacije i raščlanili te opisali njezine subasocijacije.

Subasocijaciju *Genisto-Quercetum caricetosum brizoides* Horvat je opisao 1938. godine na području Draganičkog i Šašinečkog luga, znači pretežno u zapadnim dijelovima hrvatskoga nizinskog područja.

Naša istraživanja nizinskih šuma Hrvatske pokazala su da se ta subasocijacija idući prema istoku postupno gubi i negdje ispred Sl. Broda potpuno nestaje. U istočnim predjelima Slavonije i *Carex brizoides* je vrlo rijedak, može se naći samo ponegdje. No, stoga se u tim istočnim predjelima, pa i u bazenu Spačva, javlja jedna nova subasocijacija slavonske šume, koju smo nazvali *Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici* Rauš 1971.

Biljnosociološki optimum postiže slavonska šuma u svojoj subasocijaciji *Genisto-Quercetum roboris caricetosum remotae* koja je obilno zastupljena u istočnoj Slavoniji. Zbog toga i donosimo njezin detaljan opis za spomenuto područje.

Tablica 5. — Table 5

CARPINO BETULI-QUERCETUM ROBORIS TILIETOSUM TOMENTOSAE

Rauš 1969

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka: — Number of record	17.	19.	26.	20.	18.	24.	23.	29.
I. Sloj drveća — Tree layer								
Karakteristične vrste asocijacije i sveze: — Char. ass. and all.								
<i>Tilia cordata</i> Mill.	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2
<i>Carpinus betulus</i> L.	1.2	1.2	1.2	2.2	2.2	1.2	1.2	2.2
<i>Prunus avium</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Quercus robur</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ulmus carpiniifolia</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+
Karakteristične vrste reda i razreda (Fagetalia i Quercu-Fagetea): — Char. order and class								
<i>Acer campestre</i> L.	.	+	.	+	+	.	+	+
Diferencijalne vrste: — Diff. species								
<i>Tilia tomentosa</i> L.	3.3	3.3	3.3	2.3	2.2	3.3	3.2	3.4
<i>Fraxinus ornus</i> L.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Acer tataricum</i> L.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Quercus farnetto</i> Kit.	.	.	.	+	.	.	.	+
Pratilice: — Comp.								
<i>Quercus cerris</i> L.	.	+	.	.	+	+	+	+
<i>Quercus petraea</i> Liebl.	.	.	.	.	1.1	.	+	.
II. Sloj grmlja — Bush layer								
Karakteristične vrste asocijacije i sveze: — Char. ass. and all.								
<i>Carpinus betulus</i> L.	+	+	+	.	+	.	+	+
<i>Ulmus carpiniifolia</i> L.	.	+	+	.	.	.	.	+
<i>Prunus avium</i> L.	+	.	.	+	.	.	.	2.9
<i>Tilia cordata</i> Mill.	+	.	.	+	.	.	.	+
Karakteristične vrste reda i razreda: — Char. order and class								
<i>Acer campestre</i> L.	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
<i>Corylus avellana</i> L.	.	1.2	1.2	+	.	1.2	1.2	1.2
<i>Lonicera xylosteum</i> L.	+	.	+	.	.	+	+	+2
Diferencijalne vrste: — Diff. species								
<i>Cornus mas</i> L.	1.2	1.2	.	2.2	1.1	1.2	1.2	1.2
<i>Tilia tomentosa</i> L.	1.2	1.2	1.2	+	2.2	1.2	1.2	1.2
<i>Viburnum lantana</i> L.	1.2	1.2	1.2	.	1.2	1.2	1.2	1.2
<i>Fraxinus ornus</i> L.	+	+	.	+	+	+	+	.
<i>Acer tataricum</i> L.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	+	.	+	.	.	.	.	+
<i>Staphylea pinnata</i> L.	2.2	.	1.2	.	.	1.2	.	1.2
<i>Juniperus communis</i> Sp.	.	.	.	.	.	R	.	.
<i>Sorbus torminalis</i> Cr.	.	+	.	.	.	+	.	.

Tablica 5 (nastavak) — Table 5 (continuation)

Pratilice: — Comp.								
<i>Cornus sanguinea</i> L.	+	+2	.	+	+	+	+	+
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	+	+2	+	.	+	+	+	+2
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	.	1.2	.	2.2	.	+	+	.
<i>Euonymus europaea</i> L.	+	+	.	.	.	.	+	.
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Lonicera caprifolium</i> L.	+	.	.	.	.	.	+	.
<i>Rosa canina</i> L.	+	+	.	.	.	+	.	.
<i>Quercus cerris</i> L.	+	+	.	.	.	+	+	.
<i>Prunus spinosa</i> L.	.	+	.	.	.	+	.	.
III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer								
Karakteristične vrste asocijacije i sveze:								
— Char. ass. and all.								
<i>Stellaria holostea</i> L.	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
<i>Carpinus betulus</i> L.	.	+	+	+	.	.	+	+
<i>Galium sylvaticum</i>	+	.	.	.	.	+2	+2	.
<i>Rumex sanguineus</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus avium</i> L.	.	.	+	+	.	.	+	+
<i>Vinca minor</i> L.	+	.	.	+	.	.	.	+
Karakteristične vrste reda i razreda:								
— Char. order and class								
<i>Geum urbanum</i> L.	+	1.2	+	+	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	+	.	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
<i>Asperula odorata</i> L.	1.2	2.2	1.2	1.2	1.2	1.2	2.3	1.3
<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	1.2	.	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
<i>Asarum europaeum</i> L.	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
<i>Acer campestre</i> L.	+	+	+	+	.	+	+	+
<i>Viola sylvestris</i> Lam.	.	+	+	+	.	.	+	.
<i>Polygonatum multiflorum</i> All.	+	.	.	.	.	+	+	.
<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	+	+	.	.	+	+	+	.
<i>Melica uniflora</i> Retz.	+	.	+	.	+	+	.	.
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	.	+	.	.	+	.	+	.
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dum.	.	+	.	.	+	+	.	.
<i>Lilium martagon</i> L.	.	+	.	.	.	.	+	.
<i>Scilla bifolia</i> L.	+	.	+	.	.	.	+	+
<i>Daphne mezereum</i> L.	.	.	.	+	.	.	+	.
<i>Lathraea squamaria</i> L.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Melica nutans</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Anemone ranunculoides</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sanicula europaea</i> L.	.	.	.	.	.	.	+2	.
<i>Milium effusum</i> L.	.	.	.	.	.	.	+2	.
Diferencijalne vrste: — Diff. species								
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	+	.	1.2	1.2	1.2	1.2	.	1.2
<i>Asperula taurina</i> L.	1.2	.	.	1.2	.	1.2	.	1.2
<i>Tilia tomentosa</i> L.	.	+	+	+	.	.	+	.
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	.	+	.	+	.	.	+	+
<i>Rubus hirtus</i> W. et K.	1.2	.	+2	+3	+2	.	.	.
<i>Staphylea pinnata</i> L.	+	.	+	.	.	.	.	+
<i>Viburnum lantana</i> L.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Helleborus odoratus</i> W. et K.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Isopyrum thalictroides</i> L.	+	.	+	.	.	.	.	+2
<i>Ruscus hypoglossum</i> L.	.	R	.	R	.	.	R	.
<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Cr.	+	.	.	.	.	.	.	.

Tablica 5 (nastavak) — Table 5 (continuation)

Pratilice: — Comp.

	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
<i>Hedera helix</i> L.								
<i>Glechoma hederacea</i> L.	+	+	.	.	.	+	+	.
<i>Fragaria vesca</i> L.	.	+	.	.	.	+	.	.
<i>Clematis vitalba</i> L.	.	+	.	.	.	+	.	.
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	+	+	+
<i>Cornus sanguinea</i> L.	.	+	.	+	.	+	.	.
<i>Stachys sylvatica</i> L.	.	+	.	+	.	+	.	.
<i>Ajuga reptans</i> L.	.	+	.	.	+	.	.	.
<i>Euonymus europea</i> L.	+	.	+	.	.	.	+	.
<i>Gagea minima</i> (L.) Ker.	+	.	+	+
<i>Lonicera caprifolium</i> L.	.	+	.	.	+	+	.	.
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+	.
<i>Torilis anthriscus</i> (L.) Gmeč.
<i>Rosa gallica</i> L.	.	.	+	.	.	.	+	.
<i>Rubus fruticosus</i> L.	+	.
<i>Hypericum perforatum</i> L.	+	.

Lokaliteti snimaka — Localities of records:

Sve je snimljeno na zapadnim (padinama) obroncima Fruške gore.

Slavonska šuma, odnosno šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem proteže se mozaičnim rasporedom u nizinskom dijelu Hrvatske uz glavne rijeke Savu i Dravu i njihove pritoke. Nalazimo je rasprostranjenu u Pokuplju, pored Odre, u Posavini i Podravini.

Na istraživanom području javlja se na 30% površina svih šuma i prema tome spada u gospodarski najvažnije zajednice toga područja.

Navedenu subasocijaciju Horvat (1938) smatra tipskom šumom slavonske ravnice. Razvija se u nizinama na riječnim terasama, koje su većinom izložene indirektnim poplavama ili ih poplavljuje stagnantna površinska voda. U vertikalnom smislu nalazi se nešto niže od šume lužnjaka i običnoga graba, ali se na nju nadovezuje direktno ili preko šume lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem.

Matična podloga je pretaloženi »močvarni prapor« na kojem se razvija mineralno-močvarno umjereno izraženo tlo, slabo kisele do praktično neutralne reakcije (pH 6,00—6,50).

Razina podzemne vode ostaje preko cijele godine dosta visoka.

Voda stagnira na površini vrlo dugo (lipanj, srpanj), tj. sve dok ne ispari, jer je tlo vrlo slabo propusno.

Nadmorska visina terena kreće se od 80 do 85 m, a za pridolazak zajednice bitna je relativna nadmorska visina mikroreljef, jer je s tim u vezi i razina podzemne vode.

Zbog gotovo monotipskog sastava te šume u sloju drveća i priljev organske tvari putem otpaloga lišća i grančica mnogo je slabiji i na području naših istraživanja tijekom 1971. godine iznosio je 4120 kg/ha u spačvanjskom bazenu, a 4380 kg/ha u lipovljanskim šumama.

Gljiva (*Ophiostoma ulmi*) uništila je u posljednjih 50 godina gotovo sav brijest u šumama opisivane subasocijacije u bazenu Spačva.

Paša i žirenje uvelike su utjecali na razvoj tipične slavonske šume i na njezinu strukturu. Golem broj svinja stoljećima je nalazio svoju hranu u šumi, pa su šume bile neprestano izvrgnute paši i žirenju. Pašarenje, rov i žirenje znatno su remetili postojecu biocenozu, jer se sve to odvijalo i prekobrojnomo ugonu domaćih životinja.

Fenološki ritam u prvom redu pokazuje da se sloj grmlja prvi budi te počinje listanje, i to *Crataegus oxyacantha* među prvima, a zatim slijede drugi. Hrast i brijest javljaju se gotovo zajednički, a jasen dosta zaostaje i posljednji potjera lišće.

Florne i sociološke karakteristike zajednice prikazali smo u tablici 6. Glavno je drvo te šume hrast lužnjak. On se javlja u svim plohama i redovno prevladava u subasocijaciji. Poznato je da su hrastovi u prirodi polimorfni, pa se prema tome i u našoj zajednici javlja lužnjak u nekoliko oblika, koji su međusobno jako izmiješani, i za sada ga vodimo pod nazivom lužnjak. No, svakako će u dogleđno vrijeme biti potrebno detaljno proučiti postojanje različitih oblika hrastova na istraživanom području.

Nekada se u toj zajednici s velikom stalnošću javljao nizinski brijest, no sada je gotovo potpuno uništen, nastale su velike plješine gdje se brijest osušio. Jedino se još ponegdje javlja vez (*Ulmus laevis*), koji je izgleda malo otporniji na tu opaku gljivičnu bolest.

Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*) također je član te zajednice, ali je u istočnoj Slavoniji očito više vezan za čiste jasenove sastojine vlažnijeg i karbonatnijeg tla.

Sloj grmlja nije jednako razvijen u svim plohama. Ima znatnih površina šuma gdje je grmlje slabo razvijeno ili ga uopće nema. U tom slučaju na takvim površinama prevladava plava kupina (*Rubus caesius*), pa govorimo o facijesu te šume. Na drugim mjestima javlja se grmlje u obliku pomlatka hrasta, brijesta i jasena, a od pravih grmova dolaze glogovi (*Crataegus oxyacantha*, *C. monogyna* i *C. nigra*), velika žutilovka (*Genista tinctoria* ssp. *elata*), crvena hudika (*Viburnum opulus*), crni trn (*Prunus spinosa*) i dr.

U sloju prizemnog rašća od svojstvenih vrsta najznačajnije su rastavljeni šaš (*Carex remota*) i uskolisni šaš (*Carex strigosa*), potom crijevac (*Cerastium sylvaticum*), kiselica (*Rumex sanguineus*), plava kupina (*Rubus caesius*), vučja noga (*Lycopus europaeus*) i dr.

Od pratilica ističu se velikim stupnjem stalnosti *Lysimachia nummularia*, *Lysimachia vulgaris*, *Caltha palustris* i dr.

Na osnovi podjele flornih elemenata prema Soó-Javorki (1951) dobiven je ovaj spektar: euroazijski elementi zastupljeni su s 43%, cirkumpolarni i kozmopolitski s 16%, pontsko-panonski s 9%, europski s 25%, srednjoeuropski s 6%, atlantsko-mediteranski s 2%. Ako se elementi prve tri skupine uzmu zajedno, onda se vidi da je najjači utjecaj flornih elemenata porijeklom sa sjevera i sjeveroistoka 67%, potom utjecaj onih sa sjeverozapada 31%, a najmanji onih s juga 2%.

Biološki spektar životnih oblika daje ovu sliku: *phanerophyta* 41%, *chamaephyta* 8%, *hemicryptophyta* 41%, *geophyta* 4% i *therophyta* 6%.

Subasocijaciju većinom izgrađuju fanerofiti i hemikriptofiti (41 + 41%), a naročito je malo geofita, što je u skladu s ekološkim uvjetima naše zajednice (voda).

Subasocijacija predstavlja važni tip slavonske šume, koja je u određeno doba godine pretežno pokrivena vodom. Voda dolazi bilo od oborina, koje se zadržavaju na teškim, nepropusnim tlima, bilo od izlivanja rijeka Bosuta, Spačve, Studve i njihovih pritoka.

Uska povezanost te šume s vlažnim poplavnim staništima vidi se napose jasno na svim onim mjestima koja iz bilo kojih razloga ostanu bez vode i postanu suša (odvodni jarci, nasipi). Na tim se mjestima mijenja bitni sastav šume i pojavljuju se novi elementi, strani zajednici. Obično su to elementi iz susjedne šume lužnja i običnoga graba. Prema tome gornja ekološka granica spomenute subasocijacije (slavonske šume) određena je nedostatkom vlage. Slično je s donjom granicom te šume s obzirom na najveću količinu vlage koju još donosi.

Budući da nemamo neke brojčane parametre, možemo samo na osnovi vegetacijskih mjerila reći da je šuma poljskog jasena (*Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glav. 1959) vlažnija od ove zajednice te da se jedna na drugu naslanjajući idući prema sušem staništu, a da je šuma lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem (*Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici*) suša od naše tipične slavonske šume te da se nalazi iznad nje, što se naročito vidi na izrađenim vegetacijskim profilima.

U toj je šumi rasla i danas raste poznata slavonska hrastovina, pojam kvalitete, s vrlo finim i uskim godovima. Ta je šuma upravo zbog svojih posebnih ekoloških uvjeta (česte poplave) bila vjekovima nedirnuta (bez sječe), pa se mogla razviti u pravu prašumu najljepše teksture drva i najfinije strukture hrastovih stabala.

GENISTO ELATAE-QUERCETUM ROBORIS ACERETOSUM TATARICI Rauš 1971

Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem

Moramo odmah na početku istaći da je literatura o toj subasocijaciji vrlo oskudna. Prvi put ju je opisao Rauš 1971. godine. Ne pripada svezi *Aceri (tatarico)-Quercion Zolyomi-Jakucs* 1957, niti je u njoj kao takva opisana, već naprotiv pripada svezi *Alno-Quercion roboris* Ht. 1937 i podsvezi *Ulmion* Oberd. 1953, u kojoj također do 1971. godine nije opisana za područje Posavine.

Na osnovi naših dosadašnjih istraživanja i kartiranja šumske vegetacije Slavonije i Baranje šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem rasprostranjena je mozaično na cijelom području istočne Slavonije i Baranje te predstavlja vezu (kariku) između mnogo vlažnije subasocijacije *G. - Q. caricetosum remotae* i mnogo suše i više asocijacije *Carpino betuli-Quercetum roboris*, odnosno njezinih subasocijacija *typicum* i *qercetosum cerris*.

Stanište ili biotop subasocijacije najbolje definiraju mikroreljef, matična podloga i flo. Naime, fitocenoza se razvija na prostorno velikim razav-

Tablica 6. — Table 6

GENISTO ELATAE-QUERCETUM ROBORIS CARICETOSUM REMOTAE Ht. 1938

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka — Number of record	15.	16.	18.	21.	30.	34.
I. Sloj drveća — Tree layer						
Svojtvene vrste asocijacije: — Char. ass.						
<i>Quercus robur</i> L.	3.2	3.2	3.2	4.3	3.3	3.3
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	2.2	1.1	1.1	1.1	2.1	2.1
Svojtvene vrste sveze, reda i razreda: — Char. all., order and class						
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	+	1.1	1.1	+	+	+
II. Sloj grmlja — Bush layer						
Svojtvene vrste asocijacije: — Char. ass.						
<i>Genista tinctoria</i> var. <i>elata</i> A. et G.	1.2	+	1.2	+	.	1.2
<i>Ulmus carpinifolia</i> Gled.	.	.	.	.	+	+
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	.	.	.	2.2	.	.
Pratilice: — Comp.						
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	1.2	+	+	.	+	+
<i>Crataegus axycantha</i> L.	1.2	1.1	1.2	+	+	.
<i>Acer tataricum</i> L.	.	.	.	+	1.1	1.2
<i>Rosa canina</i>	+	+	.	.	.	.
<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	(R)	.	.	.	+	.
<i>Pyrus pyraeaster</i> (L.) Borkh.	.	.	.	.	.	1.1
III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer						
Svojtvene vrste asocijacije: — Char. ass.						
<i>Carex remota</i> L.	2.2	2.2	2.2	2.2	3.2	2.2
<i>Quercus robur</i> L.	+	+	R	R	+	.
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	+	+	+	+	.	1.2
<i>Genista tinctoria</i> var. <i>elata</i> A. et G.	+	+	+	+	.	.
<i>Carex strigosa</i> Huds.	+	+	R	.	.	+
<i>Ulmus carpinifolia</i> Gled.	.	.	+	+	+	.
<i>Cerastium silvaticum</i> W. K.	R	.	.	.	.	.
Svojtvene vrste sveze, reda i razreda: — Char. all., order and class						
<i>Rubus caesius</i> L.	+	+	+	+	+	1.2
<i>Solanum dulcamara</i> L.	R	.	R	.	R	+
<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	.	.	+	+	+
<i>Rumex sanguineus</i> L.	+	.	.	+	+	.
<i>Aristolochia clematitidis</i> L.	.	R	.	.	.	+
<i>Circaea lutetiana</i> L.	.	R	.	.	+	+
<i>Valeriana officinalis</i> L.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica montana</i> L.	.	+	.	.	.	.
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	.	.	R	.	.	+
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	+	.	.	.	.	.
<i>Carex elongata</i> L.	.	.	R	.	.	.
Pratilice: — Comp.						
<i>Mentha aquatica</i> L.	+	1.2	1.2	+	.	+
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	1.2	1.2	.	+	1.2	+
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	+	+	1.2	+	.	1.1

Tablica 6 (nastavak) — Table 6 (continuation)

<i>Galium palustre</i> L.	+	+	+	+	+	+
<i>Iris pseudacorus</i> L.	+	1.1	+	1.1	+	.
<i>Ranunculus repens</i> L.	+	1.2	+	1.2	+	+
<i>Glechoma hederacea</i> L.	2.2	+	1.2	+	.	+
<i>Poa trivialis</i> L.	1.2	1.2	2.2	1.2	+	.
<i>Carex vesicaria</i> L.	R	ER	R	.	.	+
<i>Polygonatum hydropiper</i> L.	+	1.2	+	.	1.2	+
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	+	+2	+	.	+	.
<i>Caltha palustris</i> L.	+	1.2	1.2	1.2	2.2	1.2
<i>Stachys palustris</i> L.	+	.	.	.	.	+
<i>Prunella vulgaris</i> L.	1.1	+	+	.	+	.
<i>Bidens tripartitus</i> L.	+	+	.	.	+	+
<i>Acer tataricum</i> L.	+	.	.	.	.	1.2
<i>Juncus effusus</i> L.	R	.	+	.	R	.
<i>Cornus sanguinea</i> L.	R	.	+	+	.	.
<i>Hedera helix</i> L.	R	+	R	.	.	.
<i>Cardamine prat. var. dentata</i> Neilr.	.	.	1.2	.	.	2.2
<i>Urtica dioica</i> L.	1.2	.	.	.	R	.
<i>Leucium aestivum</i> L.	+	.	.	+	.	.
<i>Mentha arvensis</i> L.	.	+	.	R	+	.
<i>Geum urbanum</i> L.	R	(+)	.	.	.	.
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	.	R	.	.	.	.
<i>Carex vulpina</i> L.	.	.	.	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	.	.	+	+	.	.
<i>Galega officinalis</i> L.	+	.	.	.	.	.
<i>Viola sylvestris</i> Lam.	R	.	.	.	.	.
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	.	+	.	R	.	.
<i>Ajuga reptans</i> L.	.	R	.	.	.	.
<i>Lapsana communis</i> L.	.	R	.	.	.	.
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	.	.	.	.	+	.
<i>Teucrium scordium</i> L.	.	+	.	.	.	+
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	R	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia palustris</i> L. i dr.	+	.	.	.	.	.

Lokaliteti snimaka — Localities of records: Desičevo (15, 16, 18, 21), Vrbanjske šume (30), Debrinja (34)

njenim terasama, čija je matična podloga pretaloženi močvarni prapor. Takve se terase nalaze neposredno uz velike rijeke i po svojoj nadmorskoj visini obično su više od ostalog terena. Najzapaženija je njihova golema prostornost i zaravnjenost terena. Nekada, dok su postojale direktne poplave rijeke Save, ti su tereni bili neizbježno plavljeni vodom visine i do 3 m, ali kako zbog izvedenih melioracijskih radova takvih poplava nema već 50 godina, to su ti tereni ostajali manje-više vlažni, svježiji i suhi. Zbog toga je na njima došlo do naglog širenja žestilja (*Acer tataricum*) jer na istraživanom području i u susjednim šumama jugozapadnog Srijema njemu odgovaraju upravo takvi tereni. Prilikom kartiranja šumske vegetacije tog područja uočili smo da se žestilj javlja uvijek na granicama fitocenoza, i to od suših na vlažnije, tj. tamo gdje prestaje obični grab javlja se odmah žestilj, pa ako se teren naglije spušta, žestilj prestaje i imamo ga samo u jednom uskom graničnom pojasu od nekoliko metara. Naprotiv, ako se teren samo malo spusti i postane ravan u obliku terase, a vlaga nije velika, onda se žestilj jako raširi i namnoži u sloju grmlja.

Tlo tih riječnih terasa je odlično i bogato humusom.

Spomenuta subasocijacija razvija se na mineralno-močvarnom glejnom umjereno izraženom tlu slabo kisele reakcije, koje se pH kreće od 5,7 do 6,1.

Zbog svoga mješovitog karaktera u sloju drveća i grmlja zajednica vraća goleme količine organske tvari tlu otpalim lišćem, grančicama i plodovima. Ta je količina prema našim istraživanjima u 1971. godini iznosila 4926 kg/ha u šumskom bazenu Spačva.

Biotski utjecaji imali su svoj odraz i na tu subasocijaciju, iako nešto manje nego u drugim zajednicama, jer je zbog svojih specifičnih uvjeta gusto obrasla grmljem kroz koje se stoka teško probija, pa nerado i ulazi u tu zajednicu.

Brijest se i u toj zajednici posušio, kao uostalom i u svim ostalim zajednicama istraživanog područja gdje je do sada sudjelovao.

U opisanju subasocijaciji te su teškoće donekle ublažene pojavom žestilja (*Acer tataricum*) koji svojom ekspanzivnošću prodiru u sloj drveća. Imali smo prilike vidjeti na tom području stabla žestilja kojih prsni promjer doseže od 15 do 25 cm, a visina 8—12 m. Budući da žestilj podnosi zasjenu kao i brijest, uspio je donekle zamijeniti brijest u toj subasocijaciji. Međutim, tehnička vrijednost žestilja je vrlo mala u odnosu na brijest, pa je to jedna od njegovih ozbiljnih slabosti.

Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem u fitocenološkom pogledu jasno je izražena zajednica koja se u svim slojevima odlikuje značajnim sastavnim elementima. Florne i sociološke karakteristike spomenute zajednice prikazali smo u fitocenološkoj tablici 7. S najvećom stalnošću javlja se u toj šumi hrast lužnjak (*Quercus robur*), a nešto rjeđe dolaze poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*) i nizinski brijest (*Ulmus carpiniifolia*). U sloju drveća prisutni su još klen (*Acer campestre*), žestilj (*Acer tataricum*), divlja kruška (*Pyrus pyrastrer*), divlja jabuka (*Malus sylvestris*), a javlja se već mjestimično i obični grab (*Carpinus betulus*).

U sociološkom pogledu je u sloju drveća najznačajniji edifikator hrast lužnjak i subedifikator žestilj. Njima pripada u dijagnostičkom pogledu prvenstvo jer su stalno prisutni u subasocijaciji ne samo u sloju drveća već i u sloju grmlja (žestilj naročito).

Sloj grmlja je osobito dobro razvijen s pokrovnošću od 20 do 30%. Kao diferencijalne vrste za tu subasocijaciju navodimo: *Crataegus oxyacantha*, *C. monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Acer tataricum*, *Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Prunus avium*, *Ligustrum vulgare*, *Cornus mas*, *Lonicera caprifolium*, *Corylus avellana* i dr.

Sloj prizemnog rašća je u odnosu na sloj grmlja slabije razvijen i ima pokrovnost 60—90%. Među značajnije vrste asocijacije spadaju *Carex remota* i *Carex strigosa*. Sveza i red zastupljeni su vrstama *Circaea lutetiana*, *Rubus caesius*, *Rumex sanguineus*, *Lycopus europaeus*, *Veronica montana* i dr.

Diferencijalne vrste u sloju prizemnog rašća jesu: *Brachypodium sylvaticum* (naročito *Brachypodium sylvaticum* var. *palustre* Erdeši 1965), *Carex sylvatica*, *Torilis anthriscus*, *Sanicula europaea*, *Cynanchum vincetoxicum*, *Tamus communis* i dr. (Tablica 7).

Tablica 7. — Table 7

GENISTO ELATAE-QUERCETUM ROBORIS ACERETOSUM TATARICI Rauš 1971

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka — Number of record 48. 53. 55. 56. 59. 60.

I. Sloj drveća — Tree layer

Svojtvene vrste asocijacije: — Char. ass.

<i>Quercus robur</i> L.	4.3	3.3	4.4	4.4	3.4	4.4
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	.	1.1	R	1.1	1.1	1.1
<i>Ulmus carpiniifolia</i> Gled.	+	+	+	+	.	.

Diferencijalne vrste: — Diff. species

<i>Acer campestre</i>	1.1	1.1	1.1	+	1.1	.
<i>Carpinus betulus</i> L.	+	+	R	R	+	.
<i>Acer tataricum</i> L.	+	+	.	.	.	.
<i>Prunus avium</i> L.	.	.	R	R	+	.

Pratilice: — Comp.

<i>Pyrus pyraister</i> (L.) Borkh.	.	.	R	+	.	+
<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	.	.	.	.	.	+

II. Sloj grmlja — Bush layer

Svojtvene vrste asocijacije: — Char. ass.

<i>Ulmus carpiniifolia</i> Gled	.	.	+	1.2	+	+
<i>Genista tinctoria</i> var. <i>elata</i> A. et G.	.	.	.	+	1.2	+
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	+	.	R	.	.	+

Svojtvene vrste sveze, reda i razreda:
— Char all., order and class

<i>Viburnum opulus</i> L.	.	+2	1.2	.	+	.
---------------------------	---	----	-----	---	---	---

Diferencijalne vrste: — Diff. species

<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	1.2	2.2	1.2	3.2	1.2	2.2
<i>Cornus sanguinea</i> L.	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	1.2	3.2	1.2	1.2	1.2	2.2
<i>Acer tataricum</i> L.	1.2	1.2	1.1	1.1	2.2	1.1
<i>Acer campestre</i> L.	1.2	+	+	.	1.2	1.1
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	1.2	.	1.2	1.2	1.2	1.2
<i>Prunus spinosa</i> L.	+	.	+	+	1.2	1.2
<i>Euonymus europaeus</i> L.	+	+	+	.	+	+
<i>Cornus mas</i> L.	2.2	.	+	.	1.2	.
<i>Lonicera caprifolium</i> L.	.	.	2.2	+	1.2	.
<i>Corylus avellana</i> L.	1.2	.	+	.	+	.
<i>Carpinus betulus</i> L.	.	.	.	.	.	R

Pratilice: — Comp.

<i>Pyrus pyraister</i> (L.) Borkh.	+	.	+	.	.	+
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	+	R	R	.	+	.
<i>Frangula alnus</i> Mill.	.	.	.	.	+	+
<i>Rosa canina</i> L.	.	.	.	R	+	.
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	.	.	.	(3.3)	.	.
<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	.	.	R	.	+	.
<i>Tilia cordata</i> Mill.	.	.	R	.	.	.

Tablica 7 (nastavak) — Table 7 (continuation)

III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer

Svojtstvene vrste asocijacije: — Char. ass.

<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	.	+	.	+	.	+
<i>Quercus robur</i> L.	+	.	.	+	+	+
<i>Ulmus carpinifolia</i> L.	.	+	.	.	+	.
<i>Carex remota</i> L.	.	+	.	+	.	.
<i>Carex strigosa</i> Huds.	.	+2	.	.	.	.

Svojtstvene vrste sveze, reda i razreda:

— Char. all., order and class

<i>Circaea lutetiana</i> L.	1.2	1.2	+	1.1	?	1.2
<i>Rubus caesius</i> L.	(+)	1.2	+	+	1.2	1.2
<i>Rumex sanguineus</i> L.	+	.	1.1	1.1	1.1	+
<i>Lycopus europaeus</i> L.	.	.	.	+	+	+
<i>Veronica montana</i>	.	1.2	.	.	+	+
<i>Valeriana officinalis</i> L.	.	.	R	+	+	.
<i>Aeropodium podagraria</i> L.	.	.	+	.	+	R
<i>Carex brizoides</i> L.	.	.	.	1.2	1.2	.
<i>Cucubalus baccifer</i> L.	.	.	.	.	+2	.
<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	.	.	.	.	.	+
<i>Nephradium spinulosum</i> (Mill) Strep.	.	.	R	+	.	.
<i>Clematis vitalba</i> L.	.	.	.	.	+	.
<i>Helleborine latifolia</i> (L.)	.	.	.	.	.	.

Diferencijalne vrste: — Diff. species

<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds) R. S.	2.2	+2	1.2	1.2	1.2	.
<i>Acer tataricum</i> L.	1.2	.	.	.	+	+
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	+	.	.	.	.	.
<i>Carex sylvatica</i> Huds	+2	+2	1.2	.	1.2	.
<i>Carpinus betulus</i> L.	.	+	.	.	+2	.
<i>Torilis anthriscus</i> (L.) Gmel.	1.2	.	.	.	.	1
<i>Sanicula europaea</i> L.	.	.	+	1.2	+2	.
<i>Aeropodium podagraria</i> L.	.	.	+	.	+	R
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	.	.	R	+	+	.
<i>Cynanchum vincetoxicum</i> (L.) Pers.	+	.	.	R	R	.
<i>Tamus communis</i> L.	.	.	.	.	+	.
<i>Cornus sanguinea</i> L.	.	+	.	.	.	.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	.	+	.	.	+	.
<i>Acer campestre</i> L.	+	.	.	.	.	.
<i>Prunus avium</i> L.	.	.	+	.	.	.

Pratilice: — Comp.

<i>Geum urbanum</i> L.	1.2	+	+	1.2	1.1	1.2
<i>Ajuga reptans</i> L.	+	+	+	+	+	+
<i>Primula vulgaris</i>	+2	+	+	+	1.2	+
<i>Viola sylvestris</i> Huds.	+	+	+	+	+	+
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+	.	+	1.2	+	1.2
<i>Glechoma hederacea</i> L.	+	+	.	1.2	1.1	+
<i>Schophularia nodosa</i> L.	.	.	R	1.1	1.1	.
<i>Fragaria vesca</i> L.	.	.	+	+	+	+
<i>Carex praecox</i> Schreb.	.	.	+	.	.	+2
<i>Prunella vulgaris</i> L.	.	.	.	.	+	+
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	.	1	1.1	.	+
<i>Nephradium filix mas</i> (L.) Rich.	.	.	.	1.2	.	.
<i>Ranunculus ficaria</i> L.	.	.	1.2	+	2.2	.
<i>Hedera helix</i> L.	.	1.2	.	.	+	+
<i>Hypericum hirsutum</i> L.	.	.	.	.	+	+

Tablica 7 (nastavak) — Table 7 (continuation)

<i>Arum maculatum</i> L.	.	+	1.2	.	.	R
<i>Ranunculus repens</i> L.	.	.	R	.	+	+
<i>Juncus effusus</i> L.	.	.	+	.	+	+
<i>Alliaria officinalis</i> Andaz.	.	.	+	R	.	.
<i>Peucedanum palustre</i> (L.) Mönch	.	.	.	R	+	+
<i>Humulus lupulus</i> L.	.	.	.	+	+	.
<i>Galium cruciata</i> (L.) Scop.	.	.	.	.	+	+
<i>Heracleum sphondylium</i> L.	.	.	R	R	+	.
<i>Iris pseudacorus</i> L.	.	.	R	.	.	.
<i>Colchicum autumnale</i> L.	.	.	+	.	1.2	.
<i>Stachys palustris</i> L.	.	.	.	.	.	+
<i>Succisa pratensis</i> Mch.	.	.	+	+	.	.
<i>Prunella laciniata</i> L.	.	.	.	.	+	+
<i>Lychnis flos cuculi</i> L.	.	.	.	.	+	+
<i>Veronica scutellata</i> L.	.	.	.	+	+	.
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	.	.	.	+	.	(+)
<i>Ranunculus auricomus</i> L.	.	.	.	R	.	+
<i>Galega officinalis</i> L.	.	.	.	R	.	+
<i>Mentha aquatica</i> L.	.	.	.	R	.	+
<i>Symphytum officinale</i> L.	.	.	.	R	+	.
<i>Rubus silvaticus</i> Wh. N.	.	.	.	+	R	.
<i>Geranium robertianum</i> L.	.	.	.	+	R	.
<i>Hypericum maculatum</i> Cr.	.	.	.	R	.	+
<i>Galium aparine</i> L.	.	.	.	R	.	+
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	.	.	.	.	+	R
<i>Galium vernum</i> Scop.	.	.	.	.	R	.
<i>Lathyrus pannonicus</i> (Jacq)	.	.	.	.	R	+

Lokaliteti snimaka — Localities of records:

Jasenje (48), Desićevo (53), Mikanovci (55, 56), Luščić (59) i Kusara (60)

Uz svojstvene i diferencijalne vrste subasocijacija javlja se velik broj pratilica s većim ili manjim udjelom.

Florni elementi zastupljeni su u ovim odnosima: euroazijski s 49% cirkumpolarni i kozmopolitski s 12%, pontsko-panonski sa 7%, europski i srednjoeuropski s 26%, atlantsko-mediteranski i submediteranski sa 6%.

Biološki spektar životnih oblika načinjen je na temelju 10 fitocenoloških snimaka s ukupno 133 vrste, koje pokazuju ovu pripadnost: *phanerophyta* 35%, *chamaephyta* 5%, *hemicryptophyta* 44%, *geophyta* 9% i *therophyta* 7%. Iz toga izlazi da ta subasocijacija pripada hemikripto-fanero-fitskoj (44 + 35%) zajednici uz manje sudjelovanje geofita (9%).

Iznesemo li usporedne podatke bioloških oblika za tri najvažnije zajednice istočne Slavonije i zastupljenost tih oblika vidjet ćemo i po tome da se subasocijacija aceretosum tatarici nalazi u sredini, što smo već u nekoliko navrata naveli. Evo usporedbe:

Prva grupa biljaka kojoj pripada bilje s oznakom Ph i H smanjuje se idući od vlažnijeg k sušem staništu (niza—terasa—greda).

Drugu grupu biljaka tvore biljke sa životnim oblikom G, ona se, naprotiv, povećava i to znatno (četiri puta) idući od vlažnijeg staništa k su-

Vlažnost tla	Naziv fitocenoze	Površinska zastupljenost %	Broj biljaka kom	Životni obl. b. grup.		Ch i Th %
				Ph H %	G %	
Svježe do suhu	<i>Carpino betuli-Quercetum roboris typicum</i>	35	91	72	16	12
Vlažno do svježe	<i>Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici</i>	20	133	79	9	12
Mokro do vlažno	<i>Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae</i>	30	91	82	4	14

šem, što je sasvim logično jer je poznata činjenica da u redu *Fagetalia* ima najviše geofita, a mnogo manje ih je u redu *Populetaia*.

Treća grupa biljaka sa životnim oblicima Ch i Th indiferentno se odnosi na uvjete staništa istraživanog područja, što je također jasno ako se uzme u obzir da su te biljke ubikvisti, kao npr.: *Lysimachia nummularia*, *Glechoma hederacea*, *Alliaria officinalis*, *Galium aparine*, *Polygonum hydropiper*, *Lapsana communis*, *Stellaria media* i dr.

Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem ima važnu ulogu u sindinamskim odnosima šuma u spačvanskom bazenu. Ona tvori sponu između reda *Fagetalia* i *Populetaia*. O tom njezinu sindinamskom karakteru najočitije govore biljke iz oba reda zastupljene u svim slojevima, npr. *Anemone nemorosa* (Fag.), *Aristolochia clematitis* (Pop.), *Cardamine dentata* (Pop.), *Carex sylvatica* (Fag.), *Cucubalus baccifer* (Pop.), *Euphorbia amygdaloides* (Fag.), *Festuca gigantea* (Fag.-Pop.), *Galanthus nivalis* (Fag.-Pop.), *Geranium robertianum* (Fag.), *Humulus lupulus* (Pop.), *Primula vulgaris* (Fag.), *Rubus caesius* (Pop.), *Rumex sanguineus* (Fag.), *Carpinus betulus* (Fag.), *Fraxinus angustifolia* (Pop.) i dr.

LEUCOIO-FRAXINETUM ANGUSTIFOLIAE TYPICUM Glav. 1959

Tipična šuma poljskog jasena

Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) i njegov areal prvi je opisao za našu zemlju Fukarek (1948). Iz njegovih radova jasno se vidi pridolazak i ekološki zahtjevi poljskog jasena.

Šumu poljskog jasena s kasnim drijemovcem za Hrvatsku prvi je opisao Glavač (1959) i odmah ju je podijelio u dvije subasocijacije (*typicum* i *alnetosum glutinosae*). Horvat (1963) i ostali istraživači šumske vegetacije nizinskog područja Hrvatske prihvatili su taj opis i podjelu, pa tu fitocenozu kao takvu navode svi istraživači.

Glavač (1959) o rasprostranjenosti te asocijacije piše: »Glavno područje rasprostranjenja šume poljskog jasena s kasnim drijemovcem nalazi se na glinenim aluvijalnim terenima posavske Hrvatske od Siska do Spač-

ve. Najveće i najljepše površine nalaze se u Lipovljanskim posavskim šumama, Javičkoj gredi kod Jasenovca i Kamarama kod Novske. U tom dijelu Posavine zauzima ona oko 2000 ha. Idući prema istoku, zbog suše klime i provedenih odvodnja, površine se znatno smanjuju. U Podravini našao sam je samo fragmentarno razvijenu.»

Na području bazena Spačva ona sudjeluje na površini od oko 1%, a njezine sastojine protežu se i dalje od Spačve prema istoku na šume jugozapadnog Srijema.

Najvažniji faktori koji uvjetuju razvoj asocijacije u prvom redu su mikroreljef te s njim u vezi stagnantna i podzemna voda (jer direktnih poplava Save više nema) i tlo koje može biti bazično do kisele reakcije.

U orografskom pogledu fitocenoza na istraživanom području zauzima bare i tanjure. Tanjura je otvorena ili zatvorena udubina na tlu. Voda se iz viših tanjura slijeva u niže (otvoreni) ili se iz njih uopće ne može iscijediti (zatvoreni) pa odatle nestaje tek isparivanjem. Na istraživanom području bare su dublji tanjuri u kojima se oborinska voda iz susjednih terena sabire i tu stagnira, a nestaje tek isparavanjem. U takvim plićim barama i tanjurima razvija se tipična šuma poljskog jasena. Jasen se, naime, privukao do krajnje granice mogućnosti opstanka šume (barska granica šume). Bare koje leže u većim udubljenjima, nisu obrasle šumskim drvećem.

Prilikom prvog opisa fitocenoze (G l a v a č, 1959) tla te asocijacije nisu bila istražena.

Pedološka istraživanja u šumama poljskog jasena u bazenu Spačva pokazala su da se razvija na mineralno-močvarno, glejno-karbonatnom tlu, kojeg se pH u n - KCl na dubini do 50 cm kreće od 6,6 do 7,00 pa je to tlo praktično neutralno. Takvo tlo se obično razvija u tanjurastim udolinama uz Savu. Naprotiv, pokraj Spačve u većim udolinama i barama razvijeno je nekarbonatno glejno tlo koje također obrasta šuma poljskog jasena s mnogo kasnog drijemovca.

Šuma poljskog jasena je izrazito monotipska pa je zbog toga i priljev organske tvari od otpalog lišća i grančica u tijeku 1971. godine bio najniži između svih fitocenoza istraživanog područja, te je iznosio 3080 kg/ha u spačvanskom bazenu a 4370 kg/ha u lipovljanskim šumama. Mnogo veća količina (za 1300 kg) listinca u lipovljanskim šumama pripisuje se optimumu fitocenoze koji se nalazi upravo tamo oko Lipovljana i Jasenovca, gdje su obrast i sklop mnogo veći.

U fenološkom ritmu čitavog područja jasen zauzima značajno mjesto među drvećem jer posljednji prolitava, a prvi gubi lišće, te mu je prema tome vegetacijska perioda najkraća.

Proljetni aspekt je u toj šumi naročito izražen močvarnim biljkama (*Caltha palustris*, *Cardamine dentata*, *Leucorum eastivum*, *Ranunculus repens*, *Iris pseudacorus*, *Myosotis scorpioides* i dr.).

Florni sastav donosimo u tablici 8. isključivo s područja naših istraživanja. Međutim, u njemu su zastupljene sve svojstvene i diferencijalne vrste koje navodi G l a v a č (1959) u svom prvobitnom opisu, tako da o svim daljnim flornim i sociološkim obilježjima fitocenoze upućujemo na taj prvi opis (uсп. G l a v a č, 1959).

Spektar flornih elemenata pokazuje ove odnose: euroazijski elementi zastupljeni su s 37%, cirkumpolarni i kozmopolitski s 25%, pontsko-panonski s 10%, europski i srednjoeuropski s 27% i atlantsko-mediteranski s 1%.

U fitocenozu su zastupljeni ovi životni oblici: *phanerophyta* 29%, *chamaephyta* 7%, *hemicryptophyta* 55%, *geophyta* 2% i *therophyta* 7%. Prema tome, to je izrazito hemikripto-fanerofitska (55 + 29%) zajednica.

Pravilo da se »s jasenom naplođuje svako ono tlo (koje Sava plavi« nije više toliko aktualno kao nekad. No, i danas kada nema više tih velikih poplava Save jasen je donekle održao svoju moć prodiranja na terene kamom ni jedna druga vrsta drveća nižinskih područja ne može prodrijeti. Bare, kojih ima oko 2% u bazenu Spačva, postupno ali stalno zarašćuje poljski jasen. Prodor jasena u te bare i dalje se obavlja vodom preko posrednih poplava (Prpić, 1971).

Čiste jasenove sastojine na spomenutom području imaju znatnu gospodarsku vrijednost, to više što proizvode drvenu masu tamo gdje ne može ni jedna druga vrsta drveća.

Tablica 8. — Table 8

LEUCOIO-FRAXINETUM ANGUSTIFOLIAE TYPICUM Glav. 1959

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka: — Number of records	49.	19.	32.	12.	33.	1.
I. Sloj drveća — Tree layer						
Karakteristične vrste asocijacije: — Char. ass.						
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	5.4	4.4	3.3	4.3	5.5	4.3
Karakteristične vrste sveze, reda i razreda: — Char. all., order and class						
<i>Quercus robur</i> L.	.	.	+	R	.	R
Pratilice: — Comp.						
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	+	(R)	+	1.1	+	.
<i>Acer tataricum</i> L.	.	.	.	.	+	.
II. Sloj grmlja — Bush layer						
Karakteristične vrste asocijacije: — Char. ass.						
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	R	.	1.2	.	.	.
Karakteristične vrste sveze: — Char. all.						
<i>Genista tinctoria</i> var. <i>elata</i> A. et G.	.	.	1.2	.	.	.
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	R	+	2.2	.	.	.
<i>Pyrus pyraeaster</i> (L.) Borkh.	.	(R)	+	R	.	.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	+	+	.	1.2	.	.
<i>Acer tataricum</i> L.	+	.	2.2	.	.	.
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	.	.	+	+	.	.
<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	+	.	+	.	.	.
<i>Frangula alnus</i> Mill.	.	.	+	+	.	.
<i>Acer campestre</i> L.	.	.	.	+	.	.
<i>Viburnum opulus</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Sambucus nigra</i> L.	.	.	.	R	.	.

Tablica 8 (nastavak) — Table 8 (continuation)

III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer

Karakteristične vrste asocijacije: — Char. ass.

<i>Galium palustre</i> L.	+	1.2	+	1.2	.	+
<i>Teucrium scordium</i> L.	1.2	+	.	1.2	+	.
<i>Carex vesicaria</i> L.	.	.	.	.	1.2	.
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	.	.	1.1	.	.	.

Karakteristične vrste sveze i reda: — Char. all., and order

<i>Carex remota</i> L.	R	.	1.2	2.2	1.2	2.2
<i>Solanum dulcamara</i>	+	+	.	+	+	+
<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	.	+	.	+	+
<i>Rubus caesius</i> L.	+	.	3.2	R	2.2	+
<i>Rumex sanguineus</i> L.	.	+	+	+	.	+
<i>Genistra tinctoria</i> var. <i>elata</i> A. et G.	.	.	1.2	.	+	.
<i>Aristolochia clematitidis</i> L.	.	.	+	.	.	.

Pratilice: — Comp.

<i>Poa palustris</i> L.	1.2	2.2	+	2.3	+	2.2
<i>Mentha aquatica</i> L.	2.2	+	+	1.2	+	1.2
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+	+	+	+	+	+
<i>Iris pseudacorus</i> L.	R	+	+	+	+	+
<i>Stachys palustris</i> L.	+	+	+	.	+	+
<i>Prunella vulgaris</i> L.	+	+	+	+	+	+
<i>Caltha palustris</i> L.	+ 2	2.2	.	1.2	.	+
<i>Polygonum hydropteryx</i> L.	+	+	+	+	.	+
<i>Potentilla reptans</i> L.	.	+	+	+	+	+
<i>Ranunculus ficaria</i> L.	+	+	.	1.2	.	.
<i>Oenanthe fistulosa</i> L.	1.2	2.2	.	.	.	1.2
<i>Alisma plantago aquatica</i> L.	+	2.2	.	+	.	.
<i>Euphorbia palustris</i> L.	+ 2	.	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i> L.	+	+	.	+	.	+
<i>Bidens tripartita</i> L.	.	+	.	+	+	.
<i>Cardamine prat.</i> var. <i>dentata</i> (Schult.) Neilr.	.	.	+	.	2.2	R
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	.	+	.	1.2	.
<i>Veronica scutellata</i> L.	+	.	.	.	+	R
<i>Acer tataricum</i> L.	.	.	2.2	+	.	.
<i>Juncus effusus</i> L.	.	.	.	.	.	+
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	.	.	.	+	.	.
<i>Polygonum persicaria</i> L.	+	.	.	.	+	.
<i>Carex strigosa</i> Huds.	.	.	+	.	+	+
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	+	.	.	+	.	.
<i>Carex riparia</i> Lurt.	.	.	.	+	.	.
<i>Urtica dioica</i> L.	R	.	.	+	.	.
<i>Althaea hirsuta</i> L.	+	.	.	R	.	.
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	+	.	.	R	.	.
<i>Gratiola officinalis</i> L.	.	+	.	R	.	.
<i>Ulmus carpiniifolia</i> Gled.	.	.	.	.	.	+
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Peucedanum palustre</i> (L.) Mönch.	2.2	.	.	.	.	.

Lokalizeti snimaka — Localities of records: Desićevo (12, 19, 49), Debrinja (32, 33) i Sočna (1)

FRANGULO-ALNETUM GLUTINOSAE TYPICUM Rauš 1971

Tipična šuma crne joha s trušljikom

Prema našim dosadašnjim istraživanjima tipična šuma crne joha s trušljikom razvijena je u Pokuplju i u cijelom dijelu Hrvatske Posavine, gdje jasno dolazi na odgovarajućim staništima u mozaičnom rasporedu na manjim površinama.

Erdeš i (1971) navodi da se crna joha u šumama jugozapadnog Srijema pojavljuje samo na četiri mjesta, i to manje od 20 stabala. Prema tome vidimo da se crna joha u donjoj Posavini postupno gubi, a u Podunavlju gotovo potpuno izostaje.

Za nas je posebno zanimljiva rasprostranjenost crno-johovih šuma u bazenu Spačva. Asocijacija je razvijena u zibovima i oko njih, te ukupno (dvije subasocijacije) zauzima oko 3% površine u tom šumskom bazenu.

U spačvanskom bazenu u predjelu Sočna i Desićevo nalazi se poznati zib (staro korito rijeke Save) koji u velikom lučku zadire od Save prema šumi, da bi se ponovno okrenuo prema Savi. Tako je nastala velika i duboka brazgotina kopitastog izgleda na tom, inače ravnom licu Posavine. Usporedo za zibom teku nešto manji i plići rukavci, koje je Sava postupno napuštala povlačeći se u svoje današnje korito. Na tim, po prostranstvu velikim površinama, raste močvarna vegetacija zajedno s crnom johom.

Tipična šuma crne joha s trušljikom razvija se na organogeno-močvarnom tlu slabo kisele reakcije, koja se na dubini do 50 cm kreće oko 5,7 pH.

Pretežni dio godine fitocenoza je pod površinskom vodom dubine 20 do 70 cm (nekada i više).

Upravo zbog te stagnantne površinske vode crna joha razvija posebne čunjaste pridanke (skica br. 2) oko kojih se skuplja mulj i stvara tlo, pa uspijeva vegetirati usprkos ležanju površinske vode jer joj se dio korijenja nalazi iznad nivoa površinske vode.

Fitocenoza odbacuje velike količine organske tvari preko otpaloga lišća i drugih otpadaka. Ta je količina u 1971. godini iznosila 4480 kg/ha u spačvanskom bazenu, a 5350 kg/ha u lipovljanskim šumama.

Florni sastav i sociološke karakteristike tipične šume crne joha s trušljikom donosimo u fitocenološkoj tablici 9. Od svojstvenih vrsta asocijacije u sloju drveća javlja se osobito stalnošću crna joha (*Alnus glutinosa*). U sloju drveća s velikim udjelom javljaju se još poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*) i vez (*Ulmus laevis*).

Sloj grmlja je dosta slabo razvijen s pokrovnošću od 1 do 10%. Osim vrsta drveća u obliku grmlja sudjeluju još i ove vrste: trušljika (*Frangula alnus*), crvena hudika (*Viburnum opulus*), siva iva (*Salix cinerea*) i divlja ruža (*Rosa canina*). Ti se grmovi, osim sive ive, razvijaju pretežno na čunjevima stabala crne joha. Najznačajniji u sociološkom pogledu u sloju grmlja su *Frangula alnus* i *Salix cinerea*. Njima pripada prvenstvo u dijagnostičkom pogledu.

U sloju prizemnog rašća razlikujemo dvije etaže (sinuzije), od toga se jedna (mezofitska) etaža razvija na čunjastim pridancima stabala crne joha, tj. na tlu koje je vezano za johov korijenski sustav. Ti čunjevi ponekad

pri tlu zauzimaju promjer od 1 do 2 m, a visina im je od 50 do 120 cm u razini iznad stagnantne vode. Na tim čunjevima rastu *Nephradium spinulosum*, *Symphytum tuberosum*, *Glechoma hederacea*, *Rubus caesius*, *Solanum dulcamara* i dr. te poneki mahovi.

Druga (higrofitska sinuzija) etaža prizemnog rašća nalazi se na samom tlu, a čine je *Polygonum lapathifolium*, *Galium polustre*, *Sium latifolium*, *Lythrum salicaria*, *Stachys palustris*, *Lemna trisulca*, *Roripa amphibia*, *Hottonia palustris*, *Iris pseudacorus*, *Glyceria fluitans*, *Glyceria maxima*, *Symphytum officinale*, *Caltha palustris*, *Sparganium erectum*, *Urtica radicans*, *Peucedanum palustre* i mnoge druge.

Od svojstvenih vrsta asocijacije i sveze u sloju prizemnog rašća navodimo vrste: paskvica (*Solanum dulcamara*), obična metljika (*Lysimachia vulgaris*), bodljikava paprat (*Nephradium spinulosum*), divlji hmelj (*Humulus lupulus*), vučja noga (*Lycopus exaltatus*), močvarni smudnjak (*Peucedanum palustre*) i dr. (tablica 9).

Uz svojstvene vrste asocijacija i sveze javlja se velik broj pratilica iz područja močvarne vegetacije.

Osnovna asocijacija *Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 1968 raščlanjena je u dvije subasocijacije: subasocijaciju *typicum* i subasocijaciju *ulmetosum laevis*, a obje su subasocijacije zastupljene na istraživanom području.

Spektar flornih elemenata donosimo na osnovi 12 fictocenoloških snimaka s 99 vrsta, a izgleda ovako: euroazijski elementi zastupljeni su s 45%, cirkumpolarni i kozmopolitiski s 25%, pontsko-panonski sa 7%, europski i srednoeuropski s 21% i atlantsko-mediteranski s 2%.

Biološki oblici grupirani po Raunkiaeru (1905) daju ovu sliku asocijacije: *phanerophyta* 28%, *chamaephyta* 6%, *hemicryptophyta* 53%, *geophyta* 4% i *therophyta* 9%. Znači da je šuma crne joha hemikriptofitsko-fanerofitska zajednica (53 + 28%).

U istraživanom području crna joha obavlja važnu ulogu zarašćivanja tla vegetacijom i priprema uvjete za razvitak šume lužnjaka. Dolazi u zibovima (nekada protočna konita) i na riječnim terasama. No, baš zbog toga što dolazi na ocjeditim, a izrazito močvarnim tlima te zbog različitog habitusa stabala crne joha na tim mjestima, lučimo dvije subasocijacije te biljne zajednice. Osim toga razlikujemo tri osnovne faze njezina razvitka.

U inicijalnoj fazi na tim mjestima razvijena je samo prizemna vegetacija različitih šaševa i dr., a zatim se naseljuje siva tva, bijela vrba, krhka vrba, trušljika, bijela topola, poljski jasen i crna joha na višim džombama (facijes: *Glyceria maxima*).

U optimalnoj fazi razvitka šume nalazi se crna joha porijeklom iz sjemena i panja s čunjastim pridankom ili bez njega, te primiješanim vezom i poljskim jasenom.

U terminalnoj fazi razvitka šume nalazi se crna joha u postupnom odumiranju i ustupa mjesto hrastu lužnjaku, pa se čak počinje javljati i poneki klen i obični grab.

Današnje postojeće subasocijacije crne joha na istraživanom području ne smatramo reliktnima (kao što je Horvat 1963. smatrao). Naprotiv, držimo da su sadašnje šumske zajednice crne joha najmlađe u lancu ra-

zvitka vegetacijskog pokrova, jer je Sava u prošlosti vrlo često mijenjala svoje korito, a mijenja ga i danas, pa se u napuštenim koritima (mrtvajama) počinje razvijati incijalna faza crnojohovih šuma potpuno recentnog karaktera.

Crna joha u istraživanom području Posavine zaslužuje naročitu pažnju sa šumskouzgojnog stajališta. Njezine sastojine i grupe zauzimaju znatne površine tamo gdje drugo drveće većinom ne može uspijevati. Prema tome, crna joha je autohtona vrsta šumskog drveća, koja živi pod vrlo teškim ekološkim uvjetima, a koja ima vrlo povoljna biološka i šumskouzgojna svojstva jer spada u brzorastuće vrste.

Na navedenim staništima vrlo dobro se održava i ostat će i u budućnosti dominantna u čistim sastojcima, grupama i skupovima jer se drugo drveće ne može održati u tim nepovoljnim prilikama.

Fenotipski izgled subasocijacije odlikuje se grupimičnim rasporedom stabala. Više stabala izbija iz jednog mjesta i tvori čunj, pa su ona ukoso položena, često rašljasta i slabo razvijene krošnje (vidi skicu br. 2).

PRESJEK KROZ „ZIB“ U BAZENU SPAČVA Transect across the "Zib" in Spačva district



Orig. 1972.

FRANGULO-ALNETUM GLUTINOSAE ULMETOSUM LAEVIS Rauš 1971

Šuma crne joha s trušljikom, vezom i poljskim jasenom

Ta fitocenozna nije do 1971. godine opisana u stručnoj literaturi (Rauš, 1975).

Prema našim dosadašnjim istraživanjima nizinskih šuma Hrvatske opisana subasocijacija ima lokalni karakter, pa smo je našli razvijenu na području šumskog bazena Spačva i u okolici Vrbovca (bazen Česma).

Tablica 9. — Table 9

FRANGULO-ALNETUM GLUTINOSAE TYPICUM Rauš 1971

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka: — Number of records	7.	25.	26.	27.	44.
I. Sloj drveća — Tree layer					
Svojtstvene vrste asocijacije i sveze: — Char. ass. and all.					
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	1.1	+	+	+	+
<i>Alnus glutinosa</i> Gärtn.	2.2	3.2	3.2	3.2	2.2
Diferencijalne vrste: — Diff. species					
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	R	R	R	(R)	.
<i>Acer tataricum</i> L.	(R)	.	.	.	.
II. Sloj grmlja — Bush layer					
Svojtstvene vrste asocijacije i sveze:					
<i>Alnus glutinosa</i> Gärtn.	.	+	1.2	1.2	.
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	.	+	+	+	.
<i>Frangula alnus</i> Mill.	.	1.2	1.2	1.2	1.2
<i>Viburnum opulus</i> L.	.	+	+	R	1.2
<i>Salix cinerea</i> L.	.	.	.	.	1.2
Diferencijalne vrste: — Diff. species					
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	.	+	+	—	+
<i>Rosa canina</i> L.	.	.	R	.	.
<i>Acer tataricum</i> L.	.	.	.	.	+
III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer					
Svojtstvene vrste asocijacije i sveze: — Char. ass. and all.					
<i>Solanum dulcamara</i> L.	+	+	+	+	1.2
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	+	R	R	+	1.2
<i>Nephrodium spinulosum</i> (Mill.) Stremp.	R	+	+	.	.
<i>Rumex sanguineus</i> L.	+	+	.	.	R
<i>Humulus lupulus</i> L.	+	+	+	+	+
<i>Frangula alnus</i> Mill.	+	.	+	+	.
<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	.	+	.	+
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	+	.	.	.	.
<i>Peucedanum palustre</i> (L.) Mönch.	.	.	.	.	+
Diferencijalne vrste: — Diff. species					
<i>Glechoma hederacea</i> L.	1.2	+	R	R	.
<i>Hedera helix</i> L.	R	.	R	.	.
<i>Viola sylvestris</i> Lam.	.	.	.	.	.
<i>Rubus caesius</i> L.	.	R	R	.	.
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	.	.	R	.	.
Pratilice: — Comp.					
<i>Bidens tripartitus</i> L.	+	+	+	+	+
<i>Mentha aquatica</i> L.	1.2	1.2	1.2	+	+
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	1.2	R	+	+	+
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	1.2	+	+	1.2	+
<i>Galium palustre</i> L.	1.2	+	1.2	1.2	+
<i>Poa trivialis</i> L.	1.2	R	.	+	.

Tablica 9 (nastavak) — Table 9 (continuation)

<i>Urtica dioica</i> L.	1.2	.	+	.	.
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	+	+	+	.	.
<i>Potentilla reptans</i> L.	+	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i> L.	+	.	+	+	.
<i>Sparganium erectum</i> L.	+	3.2	2.2	2.2	1.2
<i>Hottonia palustris</i> L.	+	1.2	1.2	1.2	+2
<i>Sium latifolium</i> L.	+	1.1	1.2	1.2	+
<i>Roripa amphibia</i> (L.) Bess.	+	+	1.2	1.2	+
<i>Lemna minor</i> L.	+	+	+	+	+
<i>Lemna trisulca</i> L.	+	+	+	+	+
<i>Teucrium scordium</i> L.	+	+	+	+	.
<i>Stachys palustris</i> L.	R	.	1.2	1.2	.
<i>Prunella vulgaris</i> L.	+	.	.	.	.
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	+	1.2	1.2	1.2	.
<i>Lythrum salicaria</i> L.	R	R	.	+	1.2
<i>Urtica radicans</i> Balla.	+	+	+	+	.
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	+	+	+	+	.
<i>Symytum officinale</i> L.	R	R	+	+	.
<i>Iris pseudacorus</i> L.	+	.	R	.	+2
<i>Veronica scutellata</i> L.	+	1.2	+	.	.
<i>Stratiotes aloides</i> L.	.	1.1	+	+	.
<i>Alepecurus aequalis</i> Sobol.	.	+	+	+	.
<i>Salvinia natans</i> L.	+	+	+	.	.
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	R	.	+	+	.
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	+	R	+	.	.

Lokaliteti snimaka — Localities of records: Desićevo (7) i Sočna (25, 26, 27, 44)

Šuma crne johe s trušljikom, vezom i poljskim jasenom dolazi unutar kopitastog luka ziba koji obrašćuje tipična šuma crne johe. Taj unutrašnji dio luka predstavlja nasutu aluvijalnu ravnicu, koja je nekada bila golema bara. Ispočetka se u toj bari taložio žuti pijesak, koji je Sava u velikim količinama donosila. Kasnije, kada je Sava promijenila glavni tijek i kada su krajevi kopitastog luka bili zatrpani pijeskom, počeo se u toj goletoj bari taložiti fini mulj s velikom količinom glinenih čestica. Na taj se način vjekovima postupno stvaralo tlo, koje danas pod tom šumom predstavlja prijelazni tip između mineralno-organogenoga i organogeno-močvarnog tla, koje je slabo kisele do praktično neutralne reakcije (pH 5,8 do 6,8).

Prilikom sadašnjih nastajanja indirektnih poplava, uzrokovanih oborinskom površinskom vodom, naglim topljenjem snijega, ili izljevanjem rijeke Spačve, Studve i Bosuta, na istraživanom su području u prvom redu poplavljene bare i tipična šuma crne johe s trušljikom, zatim šuma crne johe s trušljikom, vezom i poljskim jasenom, potom tipična šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem i tek nakon toga šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem, a dalje poplava rijetko dopire. Kako vidimo, naša subasocijacija je i u sadašnjem vremenu izvrgnuta redovnim poplavama. Zbog toga u njoj još susrećemo, osobito na nižim mjestima, čunjeve pomoću kojih se sloj drveća prilagođava postojećim ekološkim uvjetima. No, u toj se šumi nalaze i krasna stabla crne johe porijeklom iz sjemena.

Priljev organske tvari od otpalog lišća i grančica u 1971. godini iznosio je 4320 kg/ha.

Biotski utjecaji ispoljuju se u sadašnjim uvjetima jakom ispašom goveda, koja se u toj šumi preko ljeta rado zadržavaju jer tamo zbog dosta rijetkog sklopa i vlažnog tla ima dovoljno trave za pašu, a i strujanje zraka jače je nego u ostalim fitocenozama, što stoci pogoduje za vrijeme ljetne žege.

Suma crne joha s trušljikom, vezom i poljskim jasenom (*Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis*) odlikuje se osebnim fenotipskim izgledom i specifičnim fitocenozičkim sastavom. Florne i sociološke karakteristike te zajednice donosimo u tablici 10. S najvećom stalnošću javljaju se u sloju drveća crna joha (*Alnus glutinosa*) i poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*). Najznačajnija diferencijalna vrsta je vez (*Ulmus laevis*), a javljaju se još ponegdje klen (*Acer campestre*), žestilj (*Acer tataricum*) i vrlo rijetko hrast lužnjak (*Quercus robur*).

Najznačajniji u sociološkom i dijagnostičkom pogledu su crna joha i vez.

U sloju grmlja javljaju se osim vrsta drveća u obliku grmova s većom stalnošću još trušljika (*Frangula alnus*) i crvena hudička (*Viburnum opulus*). Među diferencijalne vrste u sloju grmlja ubrajamo jednoplodni glog (*Crataegus monogyna*), crni glog (*Crataegus nigra*), divlju jabuku (*Malus sylvestris*), divlju ružu (*Rosa canina*) i žestilj (*Acer tataricum*).

Sloj prizemnog rašća nema neki osobiti sastav i osim svojstvenih vrsta asocijacije tu nalazimo veći broj diferencijalnih vrsta, kao npr.: dobričica (*Glechoma hederacea*), bršljan (*Hedera helix*), koji se zbog vrlo velike zračne vlažnosti osobito dobro razvija na tlu, a penje se i na stabla, bahornica (*Circaea lutetiana*), blaženak (*Geum urbanum*), šumski rožac (*Cerastium sylvaticum*) i dr. Vidimo da se u toj šumi u sloju prizemnog rašća već javljaju u znatnoj mjeri elementi tipske šume lužnjaka, što nije ni čudo jer se ta subasocijacija u tom pravcu i razvija.

Osim navedenih svojstvenih i diferencijalnih vrsta javlja se i velik broj pratilica (tablica 10).

Subasocijacija se razvija progresivnom sukcesijom iz tipične šume crne joha s trušljikom i neposredno se nadovezuje na nju. Razlikuje se od tipične subasocijacije po tome što raste na zaravnjenim riječnim terasama, a ne u riječnim koritima, koje su uvijek nešto više od terena gdje se razvija tipična šuma, kao i po tome što se postupno gube čunjevi i sve se više javljaju stabla porijeklom iz sjemena.

Prema tome tu biljnu zajednicu na istraživanom području možemo smatrati optimalnom fazom u razvoju crnojohovih šuma, koja svojim daljnjim razvojem prelazi u terminalnu fazu, gdje se crna joha postupno gubi i ustupa mjesto hrastu lužnjaku.

FRAXINO-ULMETUM LAEVIS Slav. 1952

Šuma veza i poljskog jasena

Fitocenozu je prvi opisao Slavnić (1952) na području vojvođanskih nizinskih šuma.

Tablica 10. — Table 10

FRANGULO-ALNETUM GLUTINOSAE ULMETOSUM LAEVIS Rauš 1971.

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka — Number of record	6.	8.	9.	10.	14.	45.	50.
I. Sloj drveća — Tree layer							
Svojtvene vrste asocijacije i sveze:							
— Char. ass. and all.							
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	3.3	4.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
<i>Alnus glutinosa</i> Gärtn.	R	+	1.1	+	1.2	2.2	2.2
Diferencijalne vrste: — Diff. species							
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	2.2	1.1	1.1	2.1	1.1	1.1	1.1
<i>Acer campestre</i> L.		+					
<i>Quercus robur</i> L.			(R)				
II. Sloj grmlja — Bush layer							
Svojtvene vrste asocijacije i sveze:							
— Char. ass. and all.							
<i>Alnus glutinosa</i> Gärtn.					+		1.2
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.					1.2		R
Diferencijalne vrste: — Diff. species							
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	+	1.2	+	+	1.2		+
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	+	2.2		+		1.2	
<i>Rosa canina</i> L.	+		+			1.2	
<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.		1.1	+	+			
<i>Crataegus nigra</i> W. K.		1.2			+		
<i>Acer tataricum</i> L.			+				
III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer							
Svojtvene vrste asocijacije i sveze:							
— Char. ass. and all.							
<i>Solanum dulcamara</i> L.	+				+		+
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	R					+	R
<i>Nephridium spinulosum</i> (Mill.) Strempl.	R		+			1.2	
<i>Rumex sanguineus</i> L.	+		+		R	+	
<i>Frangula alnus</i> Mill.						R	
<i>Lycopus europaeus</i> L.	+						+
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.						+	+
<i>Peucedanum palustre</i> (L.) Mönch.				+			
Diferencijalne vrste: — Diff. species							
<i>Glechoma hederacea</i> L.	1.2	2.2	3.4	2.2	1.2	1.2	1.2
<i>Hedera helix</i> L.	+	1.2	1.2	1.2		+	1.2
<i>Circaea lutetiana</i> L.	R	+	+	1.2	R	+	+
<i>Viola sylvestris</i> Lam.	+	R	+	+		+	+
<i>Geum urbanum</i> L.	R	+	+		+	R	R
<i>Veronica montana</i> L.	+	+	+	1.2		+	
<i>Carastium silvaticum</i> W. K.	+	+		+		R	R
<i>Rubus caesius</i> L.	+	+	+	+			
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	R				R	R	+
<i>Quercus robur</i> L.		+		R		R	R
<i>Hoplismenus undulatifolius</i> (Ard.) Pall. Brauv.		2.2	+			+	
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	R	+					1.1

Tablica 10 (nastavak) — Table 10 (continuation)

<i>Acer campestre</i> L.	.	+	R	.	.	.	+
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	.	+	.	.	.	.	+
Pratilice: — Comp.							
<i>Bidens tripartitus</i> L.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mentha aquatica</i> L.	+	.	.	.	+	+	2.2
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	1.2	.	1.2	.	+	.	+
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	.	+	+	.	1.2	.	.
<i>Galium palustre</i> L.	+	.	.	.	1.2	+	.
<i>Poa trivialis</i> L.	1.2	+	.	.	2.2	+	.
<i>Urtica dioica</i> L.	1.2	1.2	.	+	1.2	+	1.2
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	+	.	.	.	.	+	1.2
<i>Potentilla reptans</i> L.	+	+	+	.	+	1.2	.
<i>Ranunculus repens</i> L.	1.2	.	.	.	1.2	+	.
<i>Sparganium erectum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Teucrium scordium</i> L.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Stachys palustris</i> L.	R	.	.	.	+	.	.
<i>Prunella vulgaris</i> L.	+	.	+	.	+	.	+
<i>Carex remota</i> L.	1.2	.	.	.	1.2	2.2	+2
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium robertianum</i> L.	R	.	.	R	.	+	+
<i>Aristolochia clematitis</i> L.	.	.	.	1.1	R	.	R
<i>Ajuga reptans</i> L.	+	.	.	+	+	.	.
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	.	.	+	+	.	.	+

Lokaliteti snimaka — Localities of records: Desićevo (8, 9, 10, 14, 50) i Sočna (6, 45)

Suma poljskog jasena i veza obrašćuje najviše položaje dunavskih otoka. Zastupljena je fragmentarno na istraživanom području u predjelima Vukovarske i Šarengradske ade te na otoku Tanji kod Dalja. Ona zauzima starija i razvijenija aluvijalna tla viših položaja, gdje se već primjećuju pojedini procesi pedogeneze. Obično su to karbonatna pjeskovito-ilovasta tla, opskrbljena hranivima i s dobrom aeracijom. Poplava dosta rijetko zahvaća ta područja, a kada su i poplavljena, onda to vrlo kratko traje.

Sloj drveća tvore vjerojatno pojedine forme hrasta lužnjaka, poljski jasen, vez, negundovac, dud i dr. U fitocenološkom pogledu najvažniji su poljski jasen i vez.

Sloj grmlja dosta je slabo razvijen, a javljaju se *Crataegus nigra*, *Cornus sanguinea*, *Acer campestre*, *Viburnum opulus* i dr.

Sloj prizemnog rašća dosta je dobro razvijen; kao karakteristične vrste našli smo vrste: *Festuca gigantea*, *Scrophularia alata*, *Rumex sanguineus*, *Ulmus laevis* i dr.

Pratilice su zastupljene u velikom broju (tablica 11), a spektar zajednice izgleda ovako:

Broj — Number	Biološki spektar — Life form spectrum					
	Ph	Ch	H	G	Th	
	27	5	29	3	5	69
%	39	7	43	4	7	100

Tablica 11. — Table 11

FRAXINO-ULMETUM LAEVIS Slav. 1952

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka — Number of record	2.	3.	4.	1.
I. Sloj drveća — Tree layer				
Svojstvene vrste asocijacija i sveze: — Char. ass. and all.				
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	2.2	1.1	1.1	3.3
<i>Quercus robur</i> L.	+	2.2	1.1	2.2
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	R	2.3	.	.
Pratilice: — Comp.				
<i>Morus alba</i> L.	+	+	1.1	.
<i>Populus alba</i> L.	1.2	.	2.3	.
<i>Populus nigra</i> L.	2.2	.	1.1	.
<i>Salix alba</i> L.	.	.	+	.
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	R	.	.	.
<i>Acer tataricum</i> L.	R	.	.	.
II. Sloj grmlja — Bush layer				
Svojstvene vrste asocijacije: — Char. ass.				
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	1.2	+	+	+
<i>Quercus robur</i> L.	.	.	.	+
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	+	.	.	.
Pratilice: — Comp.				
<i>Crataegus pentagyna</i> W. et K.	+	+	2.3	.
<i>Populus alba</i> L.	+2	1.2	+	.
<i>Cornus sanguinea</i> L.	+2	+	.	+
<i>Morus alba</i> L.	.	+	.	+
<i>Acer negundo</i> L.	+	+	.	.
<i>Viburnum opulus</i> L.	.	.	.	1.2
<i>Populus nigra</i> L.	.	1.2	.	.
<i>Fraxinus americana</i> L.	.	.	.	+
<i>Ulmus campestris</i> L.	.	.	.	+
<i>Acer campestre</i> L.	.	.	.	R
<i>Celtis australis</i> L.	R	.	.	.
<i>Acer tataricum</i> L.	R	.	.	.
<i>Rosa</i> sp.	.	.	R	.
III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer				
Svojstvene vrste asocijacije: — Char. ass.				
<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	1.2	.	.	.
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	+	.	.	.
<i>Scropularia alata</i> Gilib.	+	.	.	.
<i>Rumex sanguineus</i> L.	.	+	.	.
Pratilice: — Comp.				
<i>Rubus caestus</i> L.	2.2	2.3	2.3	1.2
<i>Carex remota</i> L.	1.2	+2	R	+2
<i>Poa trivialis</i> L.	1.2	1.2	.	+2
<i>Glechoma hederacea</i> L.	.	1.2	1.2	+
<i>Agrostis alba</i> L.	+2	+2	1.2	.
<i>Solanum dulcamara</i> L.	+	+	.	.

Tablica 11 (nastavak) — Table 11 (continuation)

<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	+2	+2	.	.
<i>Prunella vulgaris</i> L.	R	.	+	.
<i>Symphytum officinale</i> L.	R	+	.	.
<i>Iris pseudacorus</i> L.	R	+	.	.
<i>Crepis paludosa</i> L.	.	+	R	.
<i>Stenactis annua</i> (L.) Nees	R	+	.	.
<i>Chelidonium maius</i> L.	.	.	.	2.2
<i>Galium aparine</i> L.	1.2	.	.	.
<i>Potentilla reptans</i> L.	.	.	1.2	.
<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	.	.	.	+
<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	+	.	.	+
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	+	.	.	.
<i>Viola odorata</i> L.	+	.	.	.
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+	.	.	.
<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	.	.	.
<i>Erigeron canadensis</i> L.	.	+	.	.
<i>Galium palustre</i> L.	.	+	.	.
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	.	+	.	.
<i>Euphorbia salicifolia</i> Host	.	.	+	.
<i>Mentha aquatica</i> L.	.	.	+	.
<i>Populus alba</i> L.	.	.	+	.
<i>Stachys palustris</i> L.	.	.	+	.
<i>Ranunculus repens</i> L.	.	.	+	.
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	.	+	.
<i>Leucojum aestivum</i> L.	.	.	+	.
<i>Urtica dioica</i> L.	.	.	.	+
<i>Solidago serotina</i> Ait.	R	.	.	.
<i>Acer tataricum</i> L.	R	.	.	.
<i>Plantago media</i> L.	.	R	.	.
<i>Oxalis stricta</i> L.	.	.	R	.
<i>Trifolium repens</i> L.	.	.	R	.
<i>Cardamine dentata</i> (Schult.) Nees	.	.	R	.
<i>Caltha palustris</i> L.	.	.	R	.
<i>Carex hirta</i> L.	.	.	R	.
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	.	.	R	.

Lokaliteti snimaka: — Localities of records: Vukovarska ada (2, 3), Tanja (1), Šarengradska ada (4)

Opisana zajednica nema na istraživanom području neko gospodarsko značenje i tek je fragmentarno rasprostranjena. Nekada je bila mnogo više rasprostranjena u Podunavlju, a danas se javlja samo kao raritet ritskih šuma. Na njezinu staništu u Vukovarskoj adi našli smo jedno stablo bijele joha (*Alnus incana* Moench), što je ujedno i jedino nalazište takve vrste na istraživanom dijelu Podunavlja. Stablo rađa sjeme i prirodno se širi u neposrednoj okolici stabla.

POPULETUM NIGRO-ALBAE Slav. 1952

Šuma crne i bijele topole

Šumu crne i bijele topole opisao je Slavnić (1952) u radu o nizin-
skim šumama Vojvodine.

Tablica 12. — Table 12

POPULETUM NIGRO-ALBAE Slav. 1952

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka — Number of record	5.	3.	9.	2.	10.	6.
I. Sloj drveća — Tree layer						
Svojstvene vrste asocijacije i sveze: — Char. ass. and all.						
<i>Populus alba</i> L.	3.3	3.3	1.1	2.2	1.2	5.5
<i>Populus nigra</i> L.	2.2	1.2	1.1	2.2	4.4	.
<i>Salix alba</i> L.	1.1	.	2.2	1.2	.	.
Pratilice: — Comp.						
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	.	1.1	1.1	.	.	+
<i>Morus alba</i> L.	.	+	+	.	.	+
<i>Quercus robur</i> L.	+	+	R	.	.	.
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	.	.	1.1	.	.	.
<i>Ulmus campestris</i> L.	.	.	.	.	.	+
II. Sloj grmlja — Bush layer						
Svojstvene vrste asocijacije i sveze: — Char. ass. and all.						
<i>Crataegus pentagyna</i> W. et K.	1.2	1.2	+	.	.	1.2
<i>Populus alba</i> L.	.	.	.	.	1.2	2.3
<i>Viburnum opulus</i> L.	+2	.	.	.	.	1.2
<i>Salix purpurea</i> L.	.	.	.	+2	.	.
<i>Frangula alnus</i> Mill.	.	.	.	.	.	+
Pratilice: — Comp.						
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	1.2	+	1.2	.	.	+
<i>Morus alba</i> L.	+	+	+	+	+	.
<i>Acer negundo</i> L.	.	.	.	+	.	+
<i>Fraxinus americana</i> L.	.	.	.	.	.	.
<i>Crataegus nigra</i> W. et K.	1.2	.	.	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i> L.	1.2	.	.	.	.	.
<i>Ulmus campestris</i> L.	.	.	.	.	.	1.2
<i>Sambucus nigra</i> L.	.	.	.	.	.	+
<i>Vitis sylvestris</i> Gmel.	.	.	.	.	.	+
III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer						
Svojstvene vrste asocijacije i sveze: — Char. ass. and all.						
<i>Rubus caesius</i> L.	4.4	3.3	3.3	1.2	4.4	2.2
<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	+	+	.	.	.
<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	.	.	1.2	.	+	R
<i>Scrophularia alata</i> Gilib.	R	.	.	.	.	+
<i>Solanum dulcamara</i> L.	.	.	.	+	.	.
<i>Roripa amphibia</i> (L.) Bess.	.	.	.	+	.	.
<i>Leucojum aestivum</i> L.	.	+	.	.	.	.
Pratilice: — Comp.						
<i>Agrostis alba</i> L.	.	+2	.	2.3	+2	.
<i>Poa trivialis</i> L.	+2	+2	.	2.3	1.2	.
<i>Glechoma hederacea</i> L.	.	1.2	+	.	.	1.2
<i>Carex remota</i> L.	1.2	.	+2	.	.	.
<i>Calamogrostis epigeios</i> (L.) Roth	.	.	.	+2	1.2	.

Tablica 12 (nastavak) — Table 12 (continuation)

<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+	+	+	.	.	+
<i>Urtica dioica</i> L.	.	.	+2	+	.	.
<i>Solidago serotina</i> Ait.	.	.	.	+2	+	.
<i>Iris pseudacorus</i> L.	+	+	.	.	.	.
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	.	+	.	.	.	+
<i>Prunella vulgaris</i> L.	.	+	.	R	+	R
<i>Symphytum officinale</i> L.	.	.	.	R	+	.
<i>Stachys palustris</i> L.	.	+	.	+	R	.
<i>Carex hirta</i> L.	+	.	.	.	.	.
<i>Parietaria officinalis</i> L.	.	.	.	.	.	.
<i>Cynanchum vicentoxicum</i> (L.) Pers.	.	.	.	.	.	1.1
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	.	.	R	.	.	.
<i>Chelidonium maius</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Erigeron canadensis</i> L.	.	.	.	+	.	.
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	.	.	.	+	.	.
<i>Mentha aquatica</i> L.	.	+	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i> L.	.	+	.	.	.	.
<i>Galium palustre</i> L.	.	+	.	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	.	.	.	.	.
<i>Stenactis annua</i> (L.) Nees.	+	.	.	.	.	.
<i>Oxalis stricta</i> L.	+	.	.	.	.	.
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	+	.	.	.	.	.
<i>Viola sylvestris</i> Lem.	.	.	.	.	.	+
<i>Sambucus nigra</i> L.	.	.	.	.	.	+
<i>Valeriana dioica</i> L.	.	.	.	.	.	+
<i>Geranium palustre</i> L.	.	.	.	.	.	+
<i>Acer tataricum</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	.	.	+	.	.	.
<i>Fraxinus americana</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Acer negundo</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Senecio aquatica</i> Huds.	.	.	.	.	+	.
<i>Rumex sanguineus</i> L.	.	.	.	R	.	.
<i>Lythrum salicaria</i> L.	+	.	.	R	.	.
<i>Bidens tripartitus</i> L.	.	+	.	R	.	.
<i>Euphorbia salicifolia</i> Host.	R	+	.	.	.	.
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	.	+	.	.	.	.
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	.	.	.	R	.	.
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	.	.	.	R	.	.
<i>Lathyrus pannonicus</i> (Jacq) Garcke	R	.	.	.	.	.
<i>Senecio fluviatilis</i> Wallr.	R	.	.	.	.	.
<i>Vitis sylvestris</i> Gmel.	.	.	R	.	.	.

Lokaliteti snimaka — Localities of records: Erdutska ada (5), Šarengadska ada (3), Mohovska ada (9), Borovska ada (2), Hagel (10) i Sotinska ada (6).

Šuma crne i bijele topole razvijena je na području istraživanog dijela Podunavlja u dosta tipičnom sastavu, a obrašćuje visoke položaje dunavskih terasa i otoka. Poplave su dosta česte, no kratkog su trajanja, jer su to mahom visoke grede koje nastava fitocenoza.

Od svojstvenih vrsta asocijacije najmasovnije su crna i bijela topola i bijela vrba.

U sloju grmlja javljaju se petosjemeni glog, crvena hudika, trušljika, vez, crni glog, dud, crni trn, svib, divlja loza i dr.

Od svojstvenih vrsta asocijacije u sloju prizemnog rašća najčešći su: *Rubus caesius*, *Lycopus europaeus*, *Galeopsis speciosa*, *Scrophularia alata*, *Solanum dulcamara*, *Leucosium aestivum* i dr. (tablica 12).

Biološki spektar — Life form spectrum

	Ph	Ch	H	G	Th	
Broj — Number	29	4	37	5	11	86
%	34	5	43	6	12	100

U šumskogospodarskom pogledu opisana fitocenoza ima veliko značenje jer obrašćuje najbolja staništa Podunavlja. Ondje se razvijaju lijepa, ravna i visoka stabla crne i bijele topole. Ponegdje nailazimo na grupičnu strukturu bijelih odnosno crnih topola, no najčešća je stabilimična struktura. Na staništu zajednice možemo također naići na veće čistine gdje je tlo sastavljeno od krupnoga sterilnog pijeska i gdje nikakvo šumsko drveće ne raste (Erdutska ada, Borovska ada, Šarengradska ada, Hagel i dr.); tu se javlja samo travnjačka vegetacija koja se za vrijeme sušnog perioda osuši.

SALICI-POPULETUM NIGRAE RUBETOSUM CAESII Rauš 1973

Šuma bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom

Šuma bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom je najzastupljenija prirodna fitocenoza dunavskih otoka i ritova. Rasprostranjena je na srednjem položaju, tj. ispod šuma topola i iznad šuma čistih vrba. Mogli bismo s pravom reći da je to optimalna fitocenoza ritskih šuma istraživanog dijela Podunavlja. Poplave su tamo česte, trajnije i visoke, ali su korisne ako ne traju predugo.

Svojtvene vrste u sloju drveća bijela vrba (*Salix alba*) i crna topola (*Populus nigra*) su u dovoljnom broju zastupljene na cijelom području.

U sloju grmlja zastupljene su vrste *Crataegus pentagyna*, *Viburnum opulus*, *Salix alba*, *Populus nigra*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus nigra* i dr.

U sloju prizemnog rašća česte su vrste: *Calamagrostis epigeios*, *Carex remota*, *Solanum dulcamara*, *Circaea lutetiana*, *Lycopus europaeus*, *Thalictrum flavum*, *Humulus lupulus* i dr.

Glavna diferencijalna vrsta je plava kupina (*Rubus caesius*), koja većinom pokriva 80—100% površine subasocijacije (tablica 13).

U spektru životnih oblika zastupljeni su:

	Ph	Ch	H	G	Th	
Broj — Number	26	5	38	5	13	87
%	30	6	43	6	15	100

Ova u pravom smislu optimalna fitocenoza slavonskog Podunavlja je ujedno i najraširenija šumska zajednica istraživanog područja. Bogato tlo, češće plavljeno s kraćim trajanjem poplava osobito pridonosi razvoju fitocenoze. Prirodna obnova je moguća i korisna, ali, možda i bolje, stanište fitocenoze odgovara podizanju kultura klonskih topola.

Tablica 13. — Table 13

SALICI-POPULETUM NIGRAE RUBETOSUM CAESII Rauš 1973

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka — Number of record	5.	3.	9.	2.	10.	6.
I. Sloj drveća — Tree layer						
Svojstvene vrste asocijacije i sveze: — Char. ass. and all.						
<i>Salix alba</i> L.	5.5	4.3	3.3	3.3	4.4	3.3
<i>Populus nigra</i> L.	1.1	+	2.2	2.2	1.1	2.2
Pratilice: — Comp.						
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	R	+	.	.	+	+
<i>Fraxinus americana</i> (cv.) L.	+	R	.	.	.	+
<i>Populus alba</i> L.	.	1.1	.	.	.	.
<i>Populus canadensis</i> (cv.) L.	.	1.1	.	.	+	.
<i>Morus alba</i> L.	.	.	.	.	.	+
<i>Acer negundo</i> (spont.) L.	R	R	.	.	.	.
II. Sloj grmlja — Bush layer						
Svojstvene vrste asocijacije i sveze: — Char. ass. and all.						
<i>Crataegus pentagyna</i> W. et K.	1.2	1.2	.	.	.	.
<i>Salix alba</i> L.	1.2	.	.	.	.	.
<i>Viburnum opulus</i> L.	1.2	+	.	.	.	.
<i>Populus nigra</i> L.	+	.	.	.	.	.
Pratilice: — Comp.						
<i>Fraxinus americana</i> L.	.	+	.	.	.	+
<i>Morus alba</i> L.	.	+	.	.	1.1	+
<i>Cornus sanguinea</i> L.	.	1.2	.	.	.	.
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	+	.	.	.	.	.
<i>Crataegus nigra</i> W. et K.	.	.	.	.	+	+
<i>Salix amygdalina</i> L.	+	.	.	.	.	.
<i>Ulmus campestris</i> L.	.	+	.	.	.	.
III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer						
Svojstvene vrste asocijacije i sveze: — Char. ass. and all.						
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	2.2	2.3	.	+2	.	1.2
<i>Solanum dulcamara</i> L.	+	.	R	+	+	+
<i>Carex remota</i> L.	.	+	.	+2	.	+
<i>Circaea lutetiana</i> L.	.	+	.	.	.	.
<i>Lycopus europaeus</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Scrophularia alata</i> Gilib.	+	R	.	.	.	.
<i>Cardamine dentata</i> (Schult.) Neilr.	R	.	.	.	.	.
<i>Thalictrum flavum</i> L.	R	.	.	.	.	.
Diferencijalne vrste: — Diff. species						
<i>Rubus caesius</i> L.	4.5	3.3	1.2	2.3	3.3	3.3
Pratilice: — Comp.						
<i>Urtica dioica</i> L.	+2	+	1.2	.	+	+
<i>Poa trivialis</i> L.	.	.	.	2.3	1.2	+
<i>Agrostis alba</i> L.	1.2	+2	1.2	1.2	+	.

Tablica 13 (nastavak) — Table 13 (continuation)

<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+		1.2	+	+	
<i>Carex elata</i> All.	+2	+2	+2			+
<i>Galium palustre</i> L.	.	+	.	+	+	+
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	.	.	.	.	.	+
<i>Leucojum aestivum</i> L.	2.3	.	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i> L.	1.2	.	.	+	+	.
<i>Euphorbia palustris</i> L.	1.2	.	.	.	.	.
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	.	.	1.2	+2	+	.
<i>Potentilla reptans</i> L.	+	.	+	.	+	.
<i>Iris pseudacorus</i> L.	+	.	.	.	.	+
<i>Galium aparine</i> L.	+	+	.	.	.	.
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	+	.	.	.	.	.
<i>Symphytum officinale</i> L.	+2	.	.	.	.	.
<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	+	.	.	.	.	.
<i>Stachys palustris</i> L.	+	.	.	.	.	.
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	+2	.	.	+	+	.
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	.	+	.	.	.	.
<i>Geranium palustre</i> L.	.	+	.	.	.	.
<i>Ranunculus ficaria</i> L.	.	+	.	.	.	.
<i>Symphytum tuberosum</i> L.	.	+	.	.	.	.
<i>Rumex sanguineus</i> L.	.	.	.	.	+	.
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Euphorbia salicifolia</i> Host	.	.	.	.	+	+
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	.	.	.	+	.
<i>Epilobium palustre</i> L.	.	.	.	+	+	.
<i>Carex hirta</i> L.	.	.	.	.	.	+
<i>Mentha aquatica</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Oxalis stricta</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.	.	.	+2	.	.	.
<i>Solanum nigrum</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Bidens tripartitus</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Morus alba</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Plantago maior</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	.	.	+	.	.	.
<i>Glechoma hederacea</i> L.	R	.	1.2	.	.	.
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	+	.	R	.	.	.
<i>Lycopus exaltatus</i> L. f.	R	.	+	.	.	.
<i>Carex riparia</i> Curt.	R	.	.	.	.	+
<i>Senecio fluviatilis</i> Wallr.	.	.	.	+	.	.
<i>Lappa maior</i> Gaert.	R	.	R	.	.	.
<i>Carex vulpina</i> L.	R	.	.	.	.	.
<i>Chelidonium majus</i> L.	.	R	.	.	.	.
<i>Caltha palustris</i> L.	.	.	R	.	.	.
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) R. et Sch.	.	.	R	.	.	.
<i>Xanthium strumarium</i> L.	.	.	R	.	.	.

Lokaliteti snimaka — Localities of records: Opatovačka ada (5), Orlovnjak (3), Mo-
hovska ada (9), Tanja (2), Hagel (10) i Porić (6)

Tablica 14. — Table 14

GALIO-SALICETUM ALBAE Rauš 1973

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka — Number of record	6.	1.	2.	10.	9.	4.
I. Sloj drveća — Tree layer						
Svojstvene vrste asocijacije: — Char. ass.						
<i>Salix alba</i> L.	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
II. Sloj grmlja — Bush layer						
Pratilice: — Comp.						
<i>Salix triandra</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Acer negundo</i> L.	.	.	.	+	.	.
<i>Fraxinus americana</i> L.	.	+	.	.	R	.
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	.	.	.	.	R	.
III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer						
Svojstvene vrste asocijacije: — Char. ass.						
<i>Galium palustre</i> L.	2.3	1.2	2.2	1.2	3.3	1.2
<i>Carex elata</i> All.	+2	+	+	+2	+2	+2
<i>Iris pseudacorus</i> L.	+	+	+	+	+	+
<i>Agrostis alba</i> L.	3.4	2.3	1.2	+2	.	+2
<i>Rubus caesius</i> L.	+2	+	+2	.	1.2	1.2
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	.	.	+	.	.	.
Pratilice: — Comp.						
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	1.3	.	1.2	+2	.	+
<i>Calamagrostis epigetos</i> (L.) Roth	+2	2.3	.	+2	1.2	.
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+	+2	+	+	.	+
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	+	+	.	+	.	+
<i>Urtica dioica</i> L.	.	+2	2.3	1.2	.	.
<i>Potentilla reptans</i> L.	+	+	.	.	.	1.2
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	+	.	+	1.2	.	.
<i>Solanum dulcamara</i> L.	.	+	.	.	1.2	.
<i>Ranunculus repens</i> L.	.	.	+	1.2	.	.
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	.	+	+	.	+	.
<i>Bidens tripartita</i> L.	+	.	+	+	.	.
<i>Lithrum salicaria</i> L.	+	.	.	.	.	+
<i>Symphytum officinale</i> L.	.	+	.	+	.	.
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	.	.	+	R	R	.
<i>Senecio fluviatilis</i> Wallr.	1.2	.	.	.	.	.
<i>Cardamine dentata</i> (Schult.) Neill.	+	.	.	.	.	.
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	.	.	.	.	1.2	.
<i>Carex vesicaria</i> L.	+2	.	.	.	.	1.2
<i>Euphorbia palustris</i> L.	.	+	+	.	.	.
<i>Rumex sanguineus</i> L.	.	.	+	+	.	.
<i>Humulus lupulus</i> L.	.	+	.	.	+	.
<i>Lycopus europaeus</i> L.	.	.	+	+	.	.
<i>Leucosium aestivum</i> L.	.	.	.	.	.	+
<i>Stachys palustris</i> L.	+	.	.	+	.	.
<i>Caltha palustris</i> L.	+	.	.	.	.	.
<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.	.	.	.	+	.	.
<i>Mentha aquatica</i> L.	.	.	.	+	.	.
<i>Euphorbia salicifolia</i> Host	.	.	.	.	+	.
<i>Solidago serotina</i> Ait.	.	.	.	R	.	.

Lokaliteti snimaka — Localities of records: Prvić (6), Sotinska ada (1, 9), Borovska ada (2, 10, 4)

GALIO-SALICETUM ALBAE Rauš 1973

Šuma bijele vrbe s broćikom

Šuma bijele vrbe s broćikom zauzima nize, gdje su tla aluvijalna karbonatna, slabo razvijena, oglejena ili glejna.

Šuma je monotipska, a sloj drveća tvori bijela vrba kojoj za vrijeme poplava raste adventivno korijenje iz debla, pa ono lebdi na vodi, a kada se voda povuče, ostaje visjeti uz deblo kao kozje brade.

Sloj grmlja je slabo razvijen, a najčešće ga uopće nema. Mogu se pojaviti *Salix purpurea*, *Salix cinerea* i *Salix triandra*.

Kao svojstvene vrste prizemnog rašća dolaze *Galium polustre*, *Carex elata*, *Iris pseudacorus*, *Agrostis alba*, *Myosotis scorpioides* i dr. (tablica 14).

U spektru životnih oblika zastupljeni su:

	Ph	Ch	H	G	Th	
Broj — Number	5	4	31	2	4	46
%	11	9	67	4	9	100

Fitocenoza je pretežno razvijena u unutrašnjosti ritova i dunavskih ada uz postojeće bare, pa je možemo nazvati rubnom fitocenozom. Svojim višim dijelom oslanja se na zajednicu vrba i topola, a nižim dijelom dotiče se zajednice *Salicetum purpureae* ili direktno močvarne vegetacije bez šumskog drveća i grmlja. Poplave su ondje česte, dugotrajne i visoke 2—4 m. U povoljnim godinama za vrijeme niskog vodostaja ostaju muljeviti rubovi postojećih bara bez vode, pa imaju izgled prudova iako to nisu. Zbog dovoljne svježine tla takvih mjesta omogućeno je klijanje sjemena bijele vrbe, koje je vjetroom naletjelo na tu površinu, pa na taj način nastaju vrbici. Ako je vodostaj povoljan (srednji i niski) u nekoliko uzastopnih godina, nastali vrbici se razvijaju i obrazuju zajednicu *Galio-Salicetum albae*; ako pak vodostaj nije povoljan (stalno je visok), nastali malat propada iduće godine i tlo ostaje golo, bez šumskog drveća sve dok se ne pojave povoljni uvjeti za razvitak zajednice.

Šuma bijele vrbe na opisanom staništu može nastati i umjetnim putem, tj. sadnjom vrbovih motki i sadnica.

SALICETUM TRIANDRAE Malc. 1929

Šuma bademašte vrbe

Ta se fitocenoza razvija na dunavskim prudovima kao pionirska šuma. Nastaje iz sjemena u obliku malata, a vrlo je kratkog vijeka (oko 10 godina). U svom razvojnom stadiju stvara uvjete za razvitak bijele vrbe i crne topole, jer svojim gustim obrastom zaustavlja poplavnu vodu, koja zbog toga taloži nanos, podiže tlo i omogućuje razvoj kvalitetnijih vrsta

drveća ritskih šuma. Fitocenoza ima izrazito pionirski karakter. Razvija se kao rubna zajednica dunavskih otoka i prudova, nastalih uz pojedine ritove.

U njoj većinom diferenciramo samo sloj drveća i sloj prizemnog rašća.

U sloju drveća zastupljene su vrste *Salix triandra* i *Salix alba*.

Sloj prizemnog rašća ima malu pokrovnost, a najčešće su vrste *Solanum dulcamara*, *Carex elata*, *Stachys palustris*, *Galium palustre*, *Scutellaria galericulata* i dr. (tablica 15).

Tablica 15. — Table 15

SALICETUM TRIANDRAE Malc, 1929

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.
I. Sloj drveća — Tree layer			
Svojstvene vrste asocijacije i sveze: — Char. ass. and all.			
<i>Salix triandra</i> L.	3.3	5.5	5.5
<i>Salix alba</i> L.	1.2	+	.
II. Sloj grmlja — Bush layer			
Svojstvene vrste asocijacije i sveze: — Char. ass. and all.			
<i>Salix triandra</i> L.	.	1.2	.
III. Sloj prizemnog rašća — Ground layer			
Svojstvene vrste asocijacije i sveze: — Char. ass. and all.			
<i>Solanum dulcamara</i> L.	+2	2.2	+
<i>Carex elata</i> All.	+	+	1.2
<i>Rubus caesius</i> L.	+	1.2	+
<i>Stachys palustris</i> L.	.	+	.
<i>Urtica dioica</i> L.	.	.	R
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	.	.	1.1
Pratilice: — Comp.			
<i>Galium palustre</i> L.	1.2	1.2	3.3
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	+	+2	1.2
<i>Iris pseudacorus</i> L.	.	+	+
<i>Humulus lupulus</i> L.	+	+	.
<i>Agrostis alba</i> L.	+	.	.
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	.	+2	.
<i>Rumex hydrolapathum</i> L.	.	+	.
<i>Molinia coerulea</i> (L.) Moench.	.	+2	.
<i>Epilobium palustre</i> L.	.	.	+
<i>Echinochloa crus-galli</i> Roem et Schult.	.	.	+
<i>Crepis paludosa</i> Moench	.	.	R

Lokaliteti snimaka — Localities of records: Orlovnjak (1), Sotinska ada (2, 3)

U spektru životnih oblika zastupljeni su:

	Ph	Ch	H	G	Th	
Broj — Number	3	2	13	1	1	20
%	15	10	65	5	5	100

Naročito je zanimljiva dinamika razvoja zajednice, pa će nam ona poslužiti kao polazna točka u obradi sindinamskog razvitka šumske vegetacije ritskih šuma. Zbog svoga kratkog vijeka razvoja na isključivo recentnom aluviju nema neko veće gospodarsko značenje.

SALICETUM PURPUREAE Wend.-Zel. 1952

Šibljak rakite

Šibljak rakite zauzima najniže položaje dunavskih otoka i ritova obrašćući nize i bare, te tvori barsku granicu šume prema močvarnim fitocenozama (Erdutski rit, Borovska ada, Sotinska ada, Šaregradska ada i dr.).

Šibljak se razvija u obliku grmlja. Najviše su zastupljene močvarne biljke (tablica 16).

Tablica 16. — Table 16

SALICETUM PURPUREAE Wend.-Zel. 1952

FLORISTIČKI SASTAV — FLORISTICAL COMPOSITION

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.
Svojstvene vrste asocijacije: — Char. ass.			
<i>Salix purpurea</i> L.	3.3	3.3	3.3
<i>Euphorbia salicifolia</i> Host	3.3	2.2	1.2
<i>Iris pseudacorus</i> L.	+	1.2	+
<i>Baldingera arundinacea</i> (L.) Dum.	.	1.2	1.2
<i>Lýthrum salicaria</i> L.	+	+	.
<i>Carex elata</i> All.	.	3.3	.
<i>Salix cinerea</i> L.	.	1.2	.
Pratilice: — Comp.			
<i>Potentilla reptans</i> L.	1.2	+	+
<i>Rubus caesius</i> L.	.	1.2	+
<i>Poa trivialis</i> L.	2.2	.	.
<i>Phragmites communis</i> Trin.	.	.	1.2
<i>Carex hirta</i> L.	+	.	.
<i>Senecio fluviatilis</i> Wallr.	+	.	.
<i>Inula britannica</i> L.	+	.	.
<i>Senecio aquatica</i> Huds.	.	+	.
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	.	+	.
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	+	.
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	.	+	.
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	.	.	+
<i>Epilobium palustre</i> L.	.	R	.

Lokaliteti snimaka — Localities of records: Tišina (1), Sotinska ada (2) i Borovska ada (3)

U spektru životnih oblika zastupljeni su:

	Ph	Ch	H	G	Th	
Broj — Number	2	2	13	2	—	19
%	10	10	70	10	—	100

Bez melioracijskih radova stanište zajednice nije povoljno za uzgajanje ostalih vrba. Fitocenoza zauzima velike površine u dijelu Podunavlja (Erdutski rit, Borovska ada, Šarengadska ada i dr.).

SCIRPO-PHRAGMITETUM W. Koch 1926

Kopneni tršćak s rančićem

Istraživano područje istočne Slavonije i Baranje uglavnom je ravničarski teren na kojem ima niz bara i močvara a izgrađena je i mreža kanala za odvodnjavanje. Kanali su različite dubine i strosti, a u njima se zadržava voda najvećim dijelom godine. Bare, močvare i kanali pogodna su mjesta za razvoj različitih tipova močvarne vegetacije, pa tako i zajednice *Scirpo-Phragmitetum*. Upravo zbog toga to je jedna od čestih zajednica koju susrećemo na močvarnim staništima kartiranog područja. Vrlo često pripadaju joj male površine, na kojima je zajednica obično razvijena samo fragmentarno. Zajednica je često razvijena u facijesu jedne od karakterističnih vrsta. Tako na terenu najviše dolaze facijesi vrsta *Phragmites australis*, *Typha latifolia* i *T. angustifolia* i *Schoenoplectus lacustris*.

Najljepše i najveće površine zajednice *Scirpo-Phragmitetum* na tom području razvijene su uz mađarsku granicu — područje Duboševice, odnosno Topolje—Duboševica, zatim u Kopačkom ritu, kod Ade i Podrinja uz rijeku Vuku, te u mrtvajama i rukavima Drave i Dunava. Lijepe sastojine zajednice *Scirpo-Phragmitetum*, ali na manjim površinama razvijene su kod Branjine, Zmajevca, Kneževih vinograda, Satničkih ribnjaka, Šaga, Torijevaca, Nevesinja, Petrijevac, Iloka, uz most i u Starom Dunavu kod Gajića.

U flornom sastavu zajednice *Scirpo-Phragmitetum* (tablica 17) na području Slavonije i Baranje možemo sresti 11 do 17 vrsta koje grade i niz drugih zajednica močvarne vegetacije ovog područja. Unatoč tome zajednicu lako prepoznamo na terenu upravo po njezinu flornom sastavu. Najstalnije i najdominantnije vrste u flornom sastavu zajednice su *Phragmites australis* i *Typha latifolia*. One su ujedno i karakteristične vrste zajednice. Od ostalih vrsta česte su u sastavu zajednice *Schenoplectus lacustris*, *Iris pseudacorus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Stachys palustris*, *Sium latifolium*, *Eleocharis palustris*, *Carex riparia*, *Glyceria maxima* i dr.

Zajednica ima važnu ulogu u zarašćivanju vodenih površina. Karakteristične vrste zajednice kao i sve ostale koje dolaze u njezinu flornom sastavu imaju veliku produkciju organske mase koja se ne uspije razgraditi

Tablica 17. — Table 17

SCIRPO-PHRAGMITETUM W. Koch 1926

Broj snimka — Number of records	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
<i>Typha latifolia</i> L.	2.2	2.2	1.2	1.2	+2	+2	+
<i>Typha angustifolia</i> L.	3.3	+	+	+	+2	.	+2
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	.	.	.	+	+	+2	+2
<i>Phragmition, Phragmitetalia, Phragmitetea</i>							
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	2.3	+2	1.2	+2	4.5	5.5	5.5
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	2.2	3.3	3.3	.	+	+	+
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess.	.	+	.	+	+	+	+
<i>Sium latifolium</i> L.	.	+	+	.	+	+	+
<i>Iris pseudacorus</i> L.	+2	+2	2.2	1.2	.	.	.
<i>Sparganium erectum</i> L.	+	1.2	.	2.2	.	.	.
<i>Carex elata</i> All.	.	.	+2	.	.	+2	+2
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Glyceria maxima</i> Curt.	.	+2	.	1.2	.	.	.
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	.	.	.	.	1.2	.	+
<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	.	.	+	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	1.2	.	.	1.2	.	.	.
<i>Senecio paludosus</i> L.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Galium palustre</i> L.	2.2	.	.	.	.	.	.
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	.	.	+	.	.	.	.
Pratilice: — Comp.							
<i>Lythrum salicaria</i> L.	+	1.2	1.2	+	1.1	+	+
<i>Mentha aquatica</i> L.	+	+	+	+	.	.	+
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	+	.	.	.	+	+	+
<i>Lemna trisulca</i> L.	.	+	.	+	.	+	.
<i>Teucrium scordium</i> L.	.	+	.	.	.	.	1.1
<i>Stachys palustris</i> L.	.	.	.	+	.	1.1	.
<i>Lemna minor</i> L.	.	.	.	2.2	.	.	.
<i>Salix alba</i> L.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Carex vulpina</i> L.	.	.	1.2	.	.	.	.
<i>Juncus inflexa</i> L.	.	+2	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	.	.	.	.	.	+

Snimci — Records: Uz auto-cestu na raskršću Županja—Vinkovci (1), Spačva—Boljkovo, odjel 73 (2), Podrinje uz rijeku Vuku (3), Zmajevac (4), Nevesinje (5), Mohovačka ada, Podunavlje (6), Sotinska ada, Podunavlje (7)

već se taloži na dnu bare i uzdiže njezino dno. Vrsta *Phragmites australis* koja je u najvećem broju slučajeva dominantna u zajednici često se kosi i slaže u snopove. Oni služe i primjenjuju se u građevinarstvu, odnosno u građevinskoj industriji kao podloga za stropove, a koristi se i u pletarstvu.

GLYCERIETUM MAXIMAE Graebn. et Huck. 1931

Zajednica bijelog šaša

Zajednica *Glycerietum maximae* na istraživanom području Slavonije i Baranje najljepše je razvijena u plitkim barama i močvarama unutar

kompleksa poplavnih šuma. Susrećemo je izvan kompleksa šuma u barama i močvarama koje su dijelom godine suhe, a razvijena je i uz rubove većih bara. Organska produkcija u zajednici je velika, te na staništu zajednice ima dosta nerazgrađene organske mase.

Najljepše sastojine zajednice nalazimo u barama i močvarama na području šumskog kompleksa Spačva. Također je razvijena uz rubove bara i močvara, mrtvih rukava i na čistinama unutar poplavnih šuma uz Dravu i Dunav na čitavom istraživanom području. Lijepše sastojine te zajednice razvijene su uz mađarsku granicu kod Duboševice, zatim kod Novog Nevešinja, uz dravski nasip kod Jagodnjaka, u močvarnoj šumi kod Bezdana i Jagodnjaka i uz cestu Grabovac—Lug.

Glyceria maxima je dominantna i karakteristična vrsta asocijacije (tablica 18), po kojoj se zajednica lako prepoznaje na terenu. Od ostalih vrsta koje grade zajednicu česte su u sastavu: *Schoenoplectus lacustris*, *Iris pseudacorus*, *Stachys palustris*, *Galium palustre*, *Rorippa amphibia*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria* i dr.

Zajednica ima vrlo veliko gospodarsko značenje u izdizanju terena i zaraštanju bara i močvara. Već je i ranije naglašeno da je organska produkcija biomase na njezinu staništu vrlo velika. Tako velika količina organske mase ne može se u potpunosti razgraditi te svojim nagomilavanjem pomaže izdizanju i izravnavanju terena i mikrodepresija u njemu.

Tablica 18. — Table 18

GLYCERIETUM MAXIMAE Graebn. et Hoeck 1931

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.
<i>Glyceria maxima</i> (Hartman) Holmberg	4.4	3.3	3.2
<i>Phragmites</i> , <i>Phragmitetalia</i> , <i>Phragmitetea</i>			
<i>Iris pseudacorus</i> L.	+	+2	3.3
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Bess.	.	3.3	+2
<i>Carex riparia</i> Curt.	.		
<i>Galium palustre</i> L.	.	+	+
<i>Carex vesicaria</i> L.	.	+	+
<i>Sparganium erectum</i> L.	3.3	.	.
<i>Typha latifolia</i> L.	1.2	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	1.1	.	.
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess.	+	.	.
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	.	.	+
Pratilice: — Comp.			
<i>Lythrum salicaria</i> L.	1.2	1.1	1.2
<i>Mentha aquatica</i> L.	+	+	2.2
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	.	+	+
<i>Bidens tripartita</i> L.	.	+	+2
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	+	.	.
<i>Teucrium scordium</i> L.	.	.	+
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	.	+
<i>Ranunculus repens</i> L.	.	.	+

Snimci — Records: Kod Duboševice (1), uz dravski nasip kod Jagodnjaka (2), šuma kod Bezdana (3)

OENANTHO-RORIPPETUM Lohm. 1950

Zajednica trbulje i močvarnoga grpka

U poplavnom području, nakon povlačenja vode i dugotrajnijega niskog vodostaja razvija se zajednica *Oenatho-Rorippetum* iz sveze *Phragmition communis* W. Koch 1926, reda *Phragmitetalia* W. Koch em. Pign. 1953 i razreda *Phragmitetea* Tx. et Prsg. 1942. Ovaj snimak načinjen je u listopadu u Kopačkom ritu:

- 5.5. *Rorippa amphibia*
- + *Oenanthe aquatica*
- + *Alisma plantago-aquatica*
- + *Myosotis palustris*
- + *Veronica anagallis-aquatica*
- + *Eleocharis acicularis*
- + *Cyperus fuscus*

Isti aspekt zadržava se u toku cijele zime. Dominantna je vrsta *Rorippa amphibia*. Ona u Kopačkom ritu prekriva velike površine, napose u godinama s niskim jesensko-zimskim vodostajem i u toku zime predstavlja značajan izvor hrane za divljač. U proljeće se velike površine pod tom zajednicom zažute od cvjetova *Rorippa amphibia*.

Rasprostranjena je u poplavnom području Dunava.

Vrsta za raspoznavanje je *Rorippa amphibia*.

Važna je za lovni turizam zbog zimske ispaše divljači.

SPARGANIO-GLYCERIETUM FLUITANTIS Br.-Bl. 1925

Zajednica ježinca i pirovine sa slatkom travom

Na istraživanom području Slavonije i Baranje zajednica *Sparganio-Glycerietum fluitantis* razvija se u jarcima i kanalima, gdje postoje vrlo povoljni uvjeti za njezin razvoj. Površine te zajednice u jarcima i kanalima obično su malene, a često je u njima zajednica razvijena samo fragmentarno.

Najljepše i najpotpunije sastojine zajednice na istraživanom području razvijene su uz rijeku Vuku i uz rubove bara i u kanalima spačvanskog bazena. Asocijacija je razvijena na malim površinama na čitavom kartiranom području. Veća površina na kojoj je zajednica *Sparganio-Glycerietum fluitantis* bila razvijena u doba istraživanja (1978) nalazila se na raskršću uz auto-cestu uz odvojak za Vinkovce — Županja u mikrodepreziji terena i u kanalima uz cestu.

Zajednicu karakterizira vrsta *Glyceria fluitans* koja je ujedno i dominantna u flornom sastavu zajednice (tablica 19). Od ostalih vrsta najčešće su u sastavu zajednice: *Veronica beccabunga*, *Eleocharis palustris*, *Sparganium neglectum*, *Alisma plantago-aquatica*, *Myosotis palustris* i dr.

Već je ranije naglašeno da se zajednica razvija u jarcima i kanalima istraživanog područja. Svojim razvojem zarašćuje kanale i na taj način stvara probleme oko održavanja i funkcioniranja mreže kanala u tom nizinskom području. S druge strane svojom organskom masom pomaže zarašćivanje manjih jaruga i jaraka u kojima se razvija, te na taj način pridonosi njihovu nestajanju i boljem načinu iskorištavanja.

Tablica 19. — Table 19

SPARGANIO-GLYCERIETUM FLUITANTIS Br.-Bl. 1925

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	3.3	2.3	2.3
<i>Glycerio-Sparganion,</i> <i>Nasturtio-Glycerietalia, Phragmitetea</i>			
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	1.2	2.2	2.3
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. ex Schult.	1.2	1.2	2.2
<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	+	.
<i>Iris pseudacorus</i> L.	.	1.1	1.1
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	+2	.	.
<i>Typha latifolia</i> L.	+2	.	.
Pratilice: — Comp.			
<i>Mentha aquatica</i> L.	1.1	+	+
<i>Lythrum salicaria</i> L.	+	.	+
<i>Ranunculus repens</i> L.	.	+	+
<i>Juncus effusus</i> L.	.	+2	.
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	.	+	.
<i>Juncus inflexus</i> L.	+2	.	.
<i>Salix alba</i> L.	.	+	.

Snimci — Records: Jaruga na području Spačve (1), u jarku uz auto-cestu na raskršću Županja—Vinkovci (2), u kanalu uz put za Vinkovce s auto-ceste (3)

CARICETUM RIPARIAE Soo 1928

Vegetacija debelog šaša

Zajednica *Caricetum ripariae* razvijena je na organogeno-mineralnim tlima u mikrodepresijama i čistinama unutar šumskog kompleksa. Na području Slavonije i Baranje zajednica se najčešće nadovezuje na nešto sušem staništu na opisane sastojine zajednice *Glycerierum maximae*.

Najljepše sastojine zajednice razvijene su uz Dravu i Dunav na čistinama unutar poplavnih šuma na tom području i na čistinama spačvanskog bazena. Isto tako lijepe sastojine zajednice *Caricetum ripariae* razvijene su na močvarnom staništu između mjesta Grabovca i Luga. Manje površine pripadaju zajednici kod mjesta Luča, zatim na području Branjin Vrh i kod Brođanaca.

Karakteristična, a ujedno i dominantna vrsta u sastavu zajednice je *Carex riparia* (tablica 20). Česte vrste u sastavu zajednice su *Lythrum salicaria*, *Stachys palustris*, *Glyceria maxima*, *Rorippa amphibia*, *Galium palustre*, *Iris pseudocorus*, *Alisma plantago — aquatica*, *Lysimachia vulgaris* i dr.

Zajednica ima u cijelosti isto gospodarsko značenje kao i zajednica *Glycerietum maximae*.

Tablica 20. — Table 20

CARICETUM RIPARIAE Soo 1928

Broj snimka — Number of records	1.	2.	3.	4.	5.	6.
<i>Carex riparia</i> Curt.	5.5	5.5	5.5	4.4	4.4	4.4
<i>Caricion gracilis-vulpinae</i> , <i>Magnocaricetalia</i> , <i>Phragmitetea</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Iris pseudocorus</i> L.	+	2.2	1.2	2.2	2.1	1.1
<i>Sparganium erectum</i> L.	1.2	2.2	+	.	+	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	.	2.2	1.2	1.1	.	.
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess.	+	+	+	.	.	.
<i>Galium palustre</i> L.	.	.	.	1.1	+	.
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Bess.	.	.	.	.	1.1	+
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	.	.	+3	2.3	.	.
<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	.	.	2.2	.	.
<i>Glyceria maxima</i> (Hartman) Holmberg	+	.	.	.	.	.
<i>Butomus umbellatus</i> L.	.	+	.	.	.	.
Pratilice: — Comp.						
<i>Lythrum salicaria</i> L.	2.1	2.1	2.1	2.1	3.1	2.2
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	1.1	2.1	2.1	2.2	+	+
<i>Stachys palustris</i> L.	1.1	2.1	+	+	.	+
<i>Galium aparine</i> L.	+	+	+	+	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	.	.	2.1	+	2.1
<i>Euphorbia palustris</i> L.	+	.	.	+	3.1	3.2
<i>Mentha verticillata</i> L.	+	.	+	+	.	.
<i>Symphytum officinale</i> L.	.	+	.	+	.	+
<i>Polygonum persicaria</i> L.	1.1	+	+	.	.	.
<i>Mentha arvensis</i> L.	.	.	.	2.1	1.1	.
<i>Althaea officinalis</i> L.	.	.	.	.	1.1	+
<i>Chrysanthemum serotina</i>	.	.	.	.	1.2	+3
<i>Thalictrum flavum</i> L.	.	.	.	.	+	+
<i>Cerastium sylvaticum</i> W. et K.	1.1	1.1	.	.	.	.
<i>Leonurus marrubiastrum</i> L.	.	.	.	.	+	+
<i>Succisa pratensis</i> Moench	.	.	.	.	+	.
<i>Ranunculus repens</i> L.	.	.	.	+	.	.
<i>Solanum dulcamara</i> L.	.	.	.	+2	.	.
<i>Galega officinalis</i> L.	.	.	.	.	.	+2
<i>Potentilla reptans</i> L.	.	+	.	.	.	.

Snimci — Records: Na području šume Katunište kod Koške (1—6)

PHALARIDETUM ARUNDINACEAE Libbert 1931

Tršćak trstolike svjetlice

Zajednica izdaleka mnogo naliči na zajednicu *Scirpo-Phragmitetum*. Razvija se na sličnim staništima, tj. u mikrodepresijama terena, koje znatan dio godine ostaju poplavljene. Sastojine zajednice znaju biti visoke 2,5 do 3 m.

Na području Slavonije i Baranje zajednici *Phalaridetum arundinaceae* pripadaju male površine kod Darde, zatim na području Podravlja, uz nasip Kopačkog rita i u depresijama terena u poplavnim šumama uz Dravu i Dunav. Većina navedenih površina je malena i ne može se unijeti na kartu ovog mjerila.

U sastavu zajednice dominantna je karakteristična vrsta zajednice *Phalaris arundinacea* (tablica 21). Česte vrste u sastavu zajednica su *Carex gracilis*, *Poa palustris*, *Iris pseudacorus*, *Carex riparia* i niz drugih.

Površine zajednice su neznatne i nemaju nekog većeg gospodarskog značenja. Kao i ostali tipovi močvarne vegetacije i ona ima veliku organsku produkciju, te pridonosi uzdizanju i postupnom zarašćivanju bara.

Tablica 21. — Table 21

PHALARIDETUM ARUNDINACEAE Libbert 1931

Broj snimka — Number of records	1.	2.
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	5.5	5.5
<i>Caricion gracilis-vulpinae</i> , <i>Magnocaricetalia</i> , <i>Phragmitetea</i>		
<i>Carex gracilis</i> Curt.	+2	1.2
<i>Poa palustris</i> L.	+	1.1
<i>Galium palustre</i> L.	1.2	+
<i>Iris pseudacorus</i> L.	+	+
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex Steud.	.	+2.
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess.	.	+
Pratilice: — Comp.		
<i>Euphorbia palustris</i> L.	1.1	+
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	1.1	1.2
<i>Lythrum salicaria</i> L.	1.1	+
<i>Symphytum officinale</i> L.	1.2	+
<i>Ranunculus repens</i> L.	+	+
<i>Stachys palustris</i> L.	+	+
<i>Rubus caesius</i> L.	2.2	.
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	+	.

Snimci — Records: Darda (1), Podravlje, uz nasip Kopačkog jezera (2)

CARICETUM GRACILIS (Almquist 1929) Tx. 1937

Zajednica oštrobriđe šašike

Zajednica *Caricetum gracilis* razvija se na nizinskim i vlažnim položajima, koji ostaju duže vrijeme pod vodom poplavljeni. Na području Slavonije i Baranje zajednicu smo najčešće susretali uz sastojine močvarne vegetacije zajednice *Phalaridetum arundinaceae*.

Najljepše sastojine zajednice razvijene su uz nasip Kopačkog rita i na poplavnom području sjeverno od Aljmaša. Male površine pripadaju zajednici kod Darde.

Carex gracilis je karakteristična vrsta zajednice, a ona je najčešća i najdominantnija u flornom sastavu (tablica 22). Česte u flornom sastavu su još vrste: *Poa palustris*, *Carex vesicaria*, *Carex riparia*, *Rorippa amphibia*, *Carex vulpina*, *Alisma plantago-aquatica* i dr.

Tablica 22. — Table 22

CARICETUM GRACILIS (Almquist 1929) Tx. 1937

Broj snimka — Number of records	1.	2.
<i>Carex gracilis</i> Curt.	5.5	5.4
<i>Caricion gracilis-vulpinae</i> , <i>Magnocaricetalia</i> , <i>Phragmitetea</i>		
<i>Carex vesicaria</i> L.	1.2	2.2
<i>Galium palustre</i> L.	1.1	+
<i>Iris pseudacorus</i> L.	1.1	+2
<i>Poa palustris</i> L.	1.2	+
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	+2	+2
<i>Glyceria maxima</i> (Hartman) Holmberg	+2	+2
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess.	+	+2
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	.	+2
<i>Carex riparia</i> Curt.	.	+2
Pratilice: — Comp.		
<i>Ranunculus repens</i> L.	1.1	2.2
<i>Cardamine pratensis</i> (Wimm. et Graeb) Peterm.	+	+
<i>Euphorbia palustris</i> L.	+2	.
<i>Trifolium hybridum</i> L.	+	.
<i>Lythrum salicaria</i> L.	.	+2
<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	.

Snimci — Records: Uz nasip Kopačkog jezera (1), sjeverozapadno od Aljmaša (2)

CARICETUM VESICARIAE Br.—Bl. et Denis 1926

Zajednica mjehurastog šaša

Ta zajednica iz sveze *Caricion gracilis-vulpinae* Bal.-Tul. 1963 razvija se na sličnim staništima kao i druge zajednice reda *Magnocaricetalia*. Na staništu zajednice ima dosta organske tvari jer je proces mineralizacije smanjen.

Florni sastav zajednice prikazan je snimkom iz Spačve:

- 2.2 *Carex vesicaria*
- 3.3 *Iris pseudacorus*
- 2.3 *Schoenoplectus lacustris*
- 1.2 *Lythrum salicaria*
- 1.2 *Mentha aquatica*
- 1.2 *Alopecurus aequalis*
- + 2 *Carex vulpina*
- + *Teucrium scordium*
- Glyceria maxima*
- Galium palustre*
- Sium latifolium*

Nalazi se u Spačvi na šumskim čistinama uz Dravu uzvodno od Osijeka, u Kopačkom ritu.

Vrsta za raspoznavanje je *Carex vesicaria*.

Kao i ostale močvarne zajednice igra važnu ulogu prilikom zarašćivanja bara u šumama.

CARICETUM ELATAE W. Koch 1926

Zajednica krute šašike

To je močvarna zajednica koja se razvija u svim mikrodepresijama terena, u barama i močvarama, u mrtvim rukavima rijeka Slavonije i Baranje. Na staništu zajednice nivo podzemne vode je visok, a za vrijeme visokog vodostaja te su površine pod vodom. Tipične sastojine zajednice obično imaju u svom flornom sastavu malen broj vrsta. Fitocenološkim istraživanjima ustanovljeno je da zajednica *Caricetum elatae* ima relativno široku amplitudu s obzirom na režim vode na njenu staništu, a s tim u vezi varira i broj vrsta u njezinu flornom sastavu. Na staništima na kojima je voda dublja broj je vrsta koje grade zajednicu malen, dok na staništu na kojem je razina vode niža, broj vrsta je mnogo veći.

Sastojine zajednice razvijene su u barama i močvarama šumskog kompleksa Spačve, u Kopačkom ritu uz staru Dravu i u Podunavlju.

Uz šaš — *Carex elata* (tablica 23), koji daje zajednici poseban i karakterističan busenasti izgled, asocijaciju karakterizira prisutnost i ovih vrsta: *Carex riparia*, *Iris pseudacorus*, *Rorippa amphibia*, *Lythrum salicaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Teucrium scordium*, *Veronica scutellata*, *Euphorbia palustris* i dr.

To je jedna od pionirskih zajednica koje sudjeluju u zarašćivanju bara i močvara na području kontinentalnog dijela naše zemlje, pa tako i u Slavoniji i Baranji.

Tablica 23. — Table 23

CARICETUM ELATAE W. Koch 1926

Broj snimka — Number of records	1.	2.
<i>Carex elata</i> All.	4.4	4.4
<i>Caricion rostratae, Magnocaricetalia, Phragmitetea</i>		
<i>Iris pseudacorus</i> L.	2.1	1.2
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess.	1.2	1.2
<i>Carex riparia</i> Curt.	1.2	1.2
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	1.2	1.2
<i>Galium palustre</i> L.	1.1	1.1
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	.	1.2
<i>Typha latifolia</i> L.	+2	.
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	.	+2
Pratičnice: — Comp.		
<i>Lythrum salicaria</i> L.	1.2	1.3
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	1.1	1.1
<i>Teucrium scordium</i> L.	1.1	1.1
<i>Euphorbia palustris</i> L.	+	1.2
<i>Veronica scutellata</i> L.	1.2	.
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	.	1.1

Snimci — Records: Spačva (1), Podunavlje (2)

SASTOJINE S VRSTOM RUMEX MARITIMUS

Sastojine štavelja

Velike sastojine u kojima dominira vrsta *Rumex maritimus* nađene su u ljetu kad je velik broj biljaka u njima već bio osušen, pa se nije mogao dobiti točan uvid u njihovu sistematsku pripadnost. Vjerojatno pripada svezi *Bidention Nordh.* 1940, u redu *Bidentetalia Br.—Bl. et Tx.* 1943 i razredu *Bidentetea Tx. et Prsg.* 1950.

Prostire se na sjeveru Baranje, u selu Duboševica, u plitkoj depresiji dugoj nekoliko kilometara, koja je u vrijeme istraživanja bila suha. (tablica 24).

Vrsta za raspoznavanje je *Rumex maritimus*.

SASTOJINE SVEZE NANOCYPERION

Na poplavnim područjima, u vrijeme niskog vodostaja, na mjestima gdje se povukla voda razvijaju se sastojine sveze *Nanocyperion*. One su prijelazni stadij; pri povišenju vodostaja opet prelaze u zajednice vode-njača, a ako niski vodostaj potraje, prelaze u druge zajednice, kao npr. u Kopačkom ritu u zajednicu *Oenantho-Rorippetum*.

Na istraživanom području nalazimo je u poplavnom području Dunava.

Vrste za raspoznavanje su: *Lindernia procumbens*, *Cyperus michelianus*, *Cyperus fuscus*, *Limosella aquatica*, *Gnaphalium uliginosum*, *Potentilla supina*, *Eleocharis acicularis*.

Tablica 24. — Table 24

SASTOJINE S VRSTOM RUMEX MARITIMUS

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
<i>Rumex maritimus</i>	5.5	3.3	5.5	3.3	4.2	4.4	5.5
<i>Polygonum amphibium</i>	2.1	5.4	2.1	5.5	5.5	+	1.1
<i>Rumex</i> sp.	1.1	+	1.1	1.1	1.1	.	.
<i>Chenopodium</i> sp.	.	1.1	+	2.1	1.1	1.1	2.1
<i>Potentilla supina</i>	+	+	+	1.1	+	+	.
<i>Bidens tripartita</i>	+	.	+	+	+	.	.
Apiaceae (klice)	.	+	.	.	+	+	+
<i>Nymphoides peltata</i>	.	.	.	.	.	2.1	1.1
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	.	.	.	.	.	1.1	2.2
<i>Ranunculus circinatus</i>	.	.	.	.	.	1.1	1.1
<i>Plantago major</i>	.	.	.	.	.	+	+
<i>Alopecurus geniculatus</i>	.	.	.	.	.	+	1.1
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	.	.	1.1
<i>Eleocharis acicularis</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Mentha aquatica</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Mentha pulegium</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Glyceria maxima</i>	.	.	.	.	.	.	+

Snimci — Records: Duboševica (1—7)

MYRIOPHYLLO-NUPHARETUM W. Koch 1926

Vodenjača pršljenastog krocnja i žutog lokvanja

Ta se zajednica razvija na slobodnoj površini vode u barama i močvarama, na manje dubokim dijelovima jezera, u dubokim kanalima i mrtvajama, i uz rubove slabo tekućih rijeka.

Na području istočne Slavonije i Baranje zajednica je najljepše razvijena na području Kopačkog jezera. Njezine površine mozaično se izmjenjuju sa srodnom zajednicom *Trapo-Nymphoidetum peltatae*. Početkom ljeta 1980. godine izgled površine jezera može nam samo djelomično dočarati sl. 4. Zajednica je razvijena na manjim ili većim površinama i na ostalim dijelovima područja. Lijepe sastojine zajednice nalazimo na niz lokaliteta uz rub rijeke Vulke, Bosuta, Karašice kod Valpova, u mrtvim rukavima Drave i Dunava i u barama i močvarama Spačve.

Nuphar luteum i *Numphaea alba* karakteristične su a ujedno i dominantne vrste u sastavu zajednice (tablica 25). Upravo po njima zajednicu je vrlo lako prepoznati i uočiti na terenu.

Zajednica ima važnu ulogu u zarašćivanju vodenih i močvarnih površina jer je biološka produkcija organske mase vrlo velika. U vrijeme kartiranja vegetacije, ploveći čamcem Kopačkim jezerom, imali smo prilike da se i sami uvjerimo u tu činjenicu. Naime, često smo morali gasiti motor čamca da bismo očistili propeler oko kojeg su se sakupile biljke.

Tablica 25. — Table 25

MYRIOPHYLLLO-NUPHARETUM W. Koch 1926

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.
<i>Nuphar luteum</i> (L.) Sm.	4.4	3.3	2.2
<i>Nymphaea alba</i> L.	1.2	2.2	3.2
<i>Potamion eurosibiricum</i> , <i>Potametalia</i> , <i>Potametea</i>			
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	2.2	+	1.2
<i>Potamogeton gramineus</i> L.	+	+	+
<i>Polygonum amphibium</i> L.	.	+	.
<i>Ranunculus aquatilis</i> L.	.	.	+2
Pratilice: — Comp.			
<i>Lemna minor</i> L.	2.2	1.2	1.2
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleiden	1.2	+2	+2
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	+2	.	.
<i>Lemna trisulca</i> L.	.	.	2.2

Snimci — Records: Mrtvi rukav Drave kod Kopačkog rita (1), mrtvi rukav Karašice blizu Valpova (2), u rijeci Vuki kod Vinkovaca (3)

Tablica 26. — Table 26

TRAPO-NYMPHOIDETUM Oberd. 1957

Broj snimka — Number of record	1.	2.
<i>Nymphoides peltata</i> (S. G. Gmel.) O. Kuntze	4.3	3.2
<i>Trapa natans</i> L.	2.3	4.3
<i>Potamion eurosibiricum</i> , <i>Potametalia</i> , <i>Potametea</i>		
<i>Hottonia palustris</i> L.	1.1	.
<i>Nuphar luteum</i> (L.) Sm.	.	+2
<i>Potamogeton lucens</i> L.	+2	.
<i>Callitriche palustris</i> L. emend. Schotsman	.	+2
<i>Nymphaea alba</i> L.	+2	.
Pratilice: — Comp.		
<i>Lemna minor</i> L.	1.2	1.2
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleiden	+	+

Snimci — Records: Kopačko jezero (1,2)

TRAPO-NYMPHOIDETUM PELTATAE Oberd. 1957

Vodenjača raznoličnog rašca i plavuna

Kao i zajednica *Myriophyllo-Nupharetum* i ova se zajednica razvija na slobodnoj površini vode. Vrlo se lako već izdaleka prepoznaju i uočavaju površine koje pripadaju vegetaciji te zajednice. U usporedbi s naprijed opisanom zajednicom asocijaciji *Trapo-Nymphoidetum peltate* pripadaju mnogo manje površine.

Na području Slavonije i Baranje toj zajednici pripadaju velike površine u Kopačkom ritu. One se izmjenjuju s površinama srodne zajednice *Myriophyllo-Nupharetum*.

U toku kartiranja vegetacije na području Srijema (Vojvodina) vrlo lijepe sastojine te zajednice našli smo u bari Slezen, u čijem je sastavu u to vrijeme bila obično prisutna tropska močvarna paprat *Azolla filiculoides*.

Zajednica se lako prepoznaje na terenu po karakterističnim vrstama *Nymphoides peltata* i *Trapa natans* (tablica 26). One su ujedno i dominantne u flornom sastavu zajednice.

HOTTONIETUM PALUSTRIS Tx. 1937

Zajednica rebratice

Ta zajednica vodenjara u kojoj dominira vrsta *Hottonia palustris* pripada svezi *Potamion eurosibiricum* Koch 26, redu *Potametalia* W. Koch 1926 i razredu *Potametea* Tx. et Prsg. 1942. Razvija se u barama i sporotekućim kanalima. Florni sastav prikazan je snimkom iz Spačve.

4.4 *Hottonia palustris*

1.1 *Callitriche verna*

1.1 *Ceratophyllum demersum*

1.1 *Ranunculus aquatilis*

+ *Lemna minor*

+ *Lemna trisulca*

+ *Alisma plantago-aquatica*

Zajednica je rasprostranjena u Spačvi i Kopačkom ritu.

Vrste za raspoznavanje su: *Hottonia palustris* i *Callitriche verna*.

LEMNO-SPIRODELETUM POLYRRHIZAE W. Koch 1954

Vodenjača obične vodene leće i barske leće

Zajednica slobodnoplivajuće barske leće obrađuje površine stajaćih voda. Razvijena je najčešće u svom tipičnom obliku. U rijeci Vuki kod Vukovara (1976) i na području Stare Drave i Kopačkog rita (1980) zajednica je razvijena u obliku subasocijacije *Lemno-Spirodeletum polyrrhizae salvinietosum natantis*. U pojedinim barama u Spačvi (1977) i u rukavcima Starog Dunava kod Opatovca (1979) u sastavu zajednice je dominirala plivajuća paprat — *Azolla filiculoides*. Tu smo vrstu obilno našli i u sastavu nekih zajednica močvarne vegetacije na području južnog Srijema i u Kopačkom ritu. (Trinajstić i Pavletić 1978, Topić i Šegulja 1979).

Zajednica je rasprostranjena po svim barama i močvarama, odvodnim i naplavnim kanalima, jarugama, jendecima i u rukavima Starog Dunava i Drave i ostalih rijeka i rječica na tom području. Također je razvijena uz rub manjih rječica koje u ljetnim mjesecima zbog niskog vodostaja i nižinskog terena imaju malu brzinu toka. Zauzima manje ili veće površine i uz rubove Kopačkog jezera.

Najznačajnije vrste koje su u zajednici uvijek prisutne su *Lemna minor* i *Spirodela polyrrhiza*.

Zajednica ima značajnu ulogu u zarašćivanju odnosno izdizanju močvarnih površina, jer je biološka produkcija karakterističnih vrsta, naročito u ljeto, velika.

POTENTILLETUM ANSERINAE Rapaics 1927 em. Pasarge 1964
(Syn: LOLIO-POTENTILLETUM ANSERINAE Knapp. 1946)

Utrina petoprste purave (gusjak)

Na cijelom području Slavonije i Baranje postoje povoljni uvjeti za razvoj nitrofilne zajednice *Potentilletum anserinae*. Ona obrađuje umjerenom vlažne pašnjačke površine, čije je pjeskovično-ilovasto tlo bogato dušikovim spojevima. Razvija se na površinama na kojima pase perad (guske i patke), koja na ovom području ima idealne uvjete za život. Zajednica se održava kao trajni stadij pod utjecajem paše, gnojenja i umjerenog gaženja. Samo promjena životnih prilika na staništu, tj. prestanak paše može dovesti do daljeg razvitka, odnosno sukcesije vegetacije.

Ta nitrofilna zajednica česta je uz naselja rijeke Drave i Dunava i ostalih rijeka i rječica na tom području. Zajednici pripadaju i veće ili manje površine uz rubove bara i lokava koje se nalaze uz mjesta, seoske pašnjake ili u samom mjestu. Na pašnjacima, u barama i lokvama uz koje se zajednica razvija možemo tokom cijelog ljeta odnosno dana vidjeti jata gusaka i pataka koje pasu, leže ili plivaju u bari. Najljepše sastojine zajednice *Potentilletum anserinae* na području Slavonije i Baranje razvijene su uz Dunav kod Aljmaša i Batine, kod Otočka i Ade uz rijeku Vuku i kod Ivankova blizu Vinkovaca. Također jako lijepe sastojine koje pripadaju toj zajednici razvijene su kod Bošnjaka, Babine Grede, Strizivojne, Čajkovaca, Vrpolja, Torijanaca, Novog Bezdana, Baranjskoga Petrovog Sela, Draža, Pogantovaca, Gorjanaca, Vrbice, Semeljaca i Budrovca.

Na pašnjacima uz bare i lokve uz ostala naselja na ovom području zajednici pripadaju male površine, ali i tu uvijek razvijene u svom tipičnom sastavu.

Potentilla anserina ili kako je u narodu ovog kraja nazivaju »gusjak« karakteristična je i dominantna vrsta u flornom sastavu zajednice (tablica 27). Ona ujedno određuje i fizionomiju zajednice. Od ostalih vrsta u zajednici su česte *Lysimachia nummularia*, *Mentha pulegium*, *Potentilla reptans*, *Agrostis stolonifera*, *Carex hirta*, *Rumex conglomeratus*, *Inula britannica*, *Prunella vulgaris* i dr.

Površine zajednice *Potentilletum anserinae* služe isključivo kao pašnjaci za perad. Na njima se perad zadržava u toku cijelog dana. Naročito je lijepo promatrati oku koje nije naviklo na tu sliku ujutro dolazak jata na pašnjak i navečer njihov povratak kući.

Tablica 27. — Table 27

POTENTILLETUM ANSERINAE Rapaics 1927 em. Pasarge 1964

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.
<i>Potentilla anserina</i> L.	5.4	4.4	3.3
<i>Agropyro-Rumicion, Agrostietalia stoloniferae, Molinio-Arrhenatheretea</i>			
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	1.2	+	2.2
<i>Trifolium repens</i> L.	—	+2	1.2
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Bess.	+	.	+
<i>Ranunculus sardous</i> Cr.	+	.	+
<i>Mentha pulegium</i> L.	.	1.1	.
<i>Prunella vulgaris</i> L.	.	.	1.1
<i>Rumex crispus</i> L.	+	.	.
Pratilice: — Comp.			
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	+	.	1.1
<i>Ranunculus repens</i> L.	.	+	1.2
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) PB.	.	1.2	.
<i>Pulicaria vulgaris</i> Gaertn.	1.1	.	.
<i>Lolium perenne</i> L.	.	.	1.1
<i>Plantago major</i> L.	.	.	+
<i>Polygonum mite</i> Schrank	.	.	+

Snimci — Records: Uz Dunav kod Aljmaša (1), kod Batine (2), Torijanci (3)

RUMICI-ALOPECURETUM GENICULATI Tx. (1937) 1950

Travnjak kiselice i koljenčastog repka

Na području Slavonije i Baranje to je rijetka i najčešće fragmentarno razvijena zajednica. Raste u trajno vlažnim mikrodepresijama. Voda na staništu zajednice uglavnom potječe od visokih podzemnih voda, ali i od oborinske vode koja se skuplja u mikrodepresijama nakon kiše. Takve površine odlikuju se vlažnim muljevito-pjeskovitim ili pjeskovito-ilovastim tlima koja obiluju organskim tvarima.

Na istraživanom području zajednica je razvijena samo uz rubove nekih bara u šumama bazena Spačve i na čistini u jarku i mikrodepresiji terena u šumi Katunište.

U sastavu zajednice dominantna je karakteristična vrsta *Alopecurus geniculatus* (tablica 28). Česte su vrste u njezinu flornom sastavu *Eleocharis palustris*, *Agrostis stolonifera*, *Ranunculus repens*, *Potentilla reptans*, *Galium palustre*, *Rumex crispus* i dr.

Zajednica nema neko veće gospodararsko značenje zbog malih površina na kojima je razvijena. Na samom staništu kao i većina ranije opisanih močvarnih zajednica sudjeluje u zarašćivanju i uzdizanju mikrodepresija u kojima se razvija.

Tablica 28. — Table 28

RUMICI-ALOPECURETUM GENICULATI Tx. (1937) 1950

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	4.4	3.4	3.3
<i>Agropyro-Rumicion, Agrostietalia stoloniferae, Molinio-Arrhenatheretea</i>			
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	+	1.2	2.2
<i>Potentilla reptans</i> L.	+2	+	+
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Bess.	.	1.1	1.1
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	.	+2	.
<i>Juncus inflexus</i> L.	.	.	+2
<i>Carex hirta</i> L.	+	+2	.
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+2	.	.
<i>Ranunculus sardous</i> Cr.	+	.	.
<i>Mentha pulegium</i> L.	+	.	.
Pratilice: — Comp.			
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. ex Schult	1.2	1.2	1.2
<i>Galium palustre</i> L.	.	1.1	1.1
<i>Lycopus europaeus</i> L.	1.1	+2	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+2	.	.
<i>Mentha aquatica</i> L.	+2	.	.
<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.	.	.	+2
<i>Bidens tripartita</i> L.	.	+	.

Snimci — Records: Spačva (1), šuma Katunište (2, 3)

JUNCO-MENTHETUM LONGIFOLIAE Lohm. 1953

Pašnjak pognute sitine i duguljaste metvice

U Slavoniji i Baranji zajednica *Juncus-Menthetum longifoliae* razvija se na povremeno poplavljenim mjestima uz rijeke i kanale i u mikrodepresijama seoskih pašnjaka. Stanište zajednice odlikuje se vlažnim ilovastim ili pjeskovito-ilovastim tlima koja obiluju dušikovim spojevima. Zajednica se održava kao trajni stadij samo na mjestima gdje je izložena umjerenj paši, gnojenju i slabom gaženju. To je poluruderalna zajednica koja se razvija na trajno vlažnim i povremeno plavljenim površinama. Prestankom toga slabog antropogeno-zoogenog utjecaja ili njegovim pojačanjem dolazi do njezine sukcesije.

Na čitavom području Slavonije i Baranje toj poluruderalnoj zajednici pripadaju male površine. Najljepše sastojine zajednice razvijene su u mikrodepresiji pašnjaka kod Starih Mikanovaca, zatim kod Ivankova i

Vodica i na pašnjacima uz rijeku Vuku. Na malim površinama i fragmentarno zajednica se razvija na trajno vlažnim površinama uz naselja, na prostorima uz seoske bunare, u jarcima i kanalima.

Zajednicu *Junco-Menthetum longifoliae* karakteriziraju vrste *Mentha longifolia*, *Juncus inflexus* i *Pulicaria dysenterica* (tablica 29), te su one i najčešće u njezinu flornom sastavu. Česte u sastavu zajednice su i vrste *Bidens tripartita*, *Mentha pulegium*, *Rumex conglomeratus*, *Trifolium fragiferum*, *Rorippa sylvestris*, *Ranunculus repens*, *Lolium perenne* i dr.

Već smo ranije naglasili da zajednici *Junco-Menthetum longifoliae* na području Slavonije i Baranje pripadaju vrlo male površine, te zato nema neko veće gospodarsko značenje.

Tablica 29. — Table 29

JUNCO-MENTHETUM LONGIFOLIAE Lohm. 1953

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.
<i>Juncus inflexus</i> L.	3.3	3.2	2.2
<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.	1.2	2.2	3.2
<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds.	1.1	1.2	2.2
<i>Agropyro-Rumicion, Agrostietalia stoloniferae, Molinio-Arrhenatheretea</i>			
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	3.3	2.2	1.2
<i>Trifolium repens</i> L.	1.2	1.2	1.2
<i>Mentha pulegium</i> L.	.	2.2	+
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Bess.	+	.	1.2
<i>Ranunculus sardous</i> Cr.	.	+	+
<i>Potentilla anserina</i> L.	.	+	+
<i>Daucus carota</i> L.	+	.	+
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	+2	.	.
<i>Inula britannica</i> L.	+2	.	.
<i>Potentilla reptans</i> L.	.	1.2	.
<i>Juncus effusus</i> L.	+2	.	.
<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	.	+	.
<i>Rumex crispus</i> L.	+	.	.
<i>Prunella vulgaris</i> L.	.	+	.
<i>Centaurea jacea</i> L.	.	.	+
Pratilice: — Comp.			
<i>Ranunculus repens</i> L.	1.2	+	1.2
<i>Bidens tripartita</i> L.	+	1.1	.
<i>Polygonum mite</i> Schrank	.	+	+
<i>Achillea millefolium</i> L.	+	+	.
<i>Polygonum hydrodiper</i> L.	.	+	+
<i>Plantago major</i> L.	+	.	.
<i>Lolium perenne</i> L.	+	.	.
<i>Verbena officinalis</i> L.	+	.	.
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	.	+	.

Snimci — Records: Stari Mikanovci (1), Ivankovo (2), uz rijeku Vuku sjeverno od Vinkovaca (3)

TRIFOLIO-AGROSTIETUM STOLONIFERAE Marković 1972

Pašnjak jagodaste djeteline i pršljenaste rosulje

To je najraširenija travnjačka zajednica na kartiranom području Slavonije i Baranje. Pripadaju joj najveće površine seoskih pašnjaka koji se nalaze uglavnom uz svako veće selo tog područja, a služe za pašu stoke, svinja i peradi. Prema intenzitetu paše, vrsti ispaše i vlažnosti staništa unutar površina koje pripadaju toj zajednici ima malih oaza koje pripadaju nekim drugim, najčešće ruderalnim zajednicama.

Na istraživanom području zajednica je razvijena u obliku triju subasocijacija: *Trifolio-Agrostietum stoloniferae typicum*, *Trifolio-Agrostietum stoloniferae cynodontietosum* i *Trifolio-Agrostietum stoloniferae hordeetosum* — subas. nova (tablica 30).

Subasocijacija T.-A. s. *typicum* razvija se na vlažnijim mjestima i mikrodepresijama staništa opisane zajednice. U sastavu subasocijacije na ovom području česte su vrste *Agrostis stolonifera*, *Rorippa sylvestris*, *Ranunculus repens* i dr.

Subasocijacija T.-A. s. *cynodontietosum* razvija se na sušim staništima, mikrouzvisinama terena i ona je najčešći tip pašnjaka tog područja. Diferencijalne vrste subasocijacije *cynodontietosum* jesu *Cynodon dactylon*, *Bellis perennis* i *Plantago lanceolata*.

Subasocijacija T.-A. *hordeetosum* razvija se u mikrodepresijama na ponešto slanom staništu unutar zajednice *Trifolio-Agrostietum stoloniferae*. Kako je vidljivo iz priložene tablice, diferencijalne vrste subasocijacije T.-A. *hordeetosum* su *Hordeum marinum* i *Poa compressa*.

Pašnjaci čitavoga područja Slavonije i Baranje pripadaju zajednici *Trifolio-Agrostietum stoloniferae*. Tu je zajednica najčešće razvijena u obliku subasocijacije *Trifolio-Agrostietum stoloniferae cynodontietosum*.

Zajednicu karakterizira vrsta *Trifolium fragiferum*, koja je samo na nekim pašnjacima unutar kartiranog područja dominantna u flornom sastavu zajednice. Ostale vrste česte u flornom sastavu zajednice jesu *Trifolium repens*, *Agrostis stolonifera*, *Cynodon dactylon*, *Mentha pulegium*, *Ranunculus sardous*, *Rumex crispus*, *Potentilla reptans* i dr.

S poljoprivredno-gospodarskog stajališta travnjaci zajednice *Trifolio-Agrostietum stoloniferae* vrlo su dobri i kvalitetni pašnjaci bogati leguminozama, koje stoka voli i koje pase tokom čitave godine. To su najčešće pašnjaci za goveda, ali na nekima pasu još i svinje, ovce, guske i patke. Veličina pašnjaka, intenzitet paše i brojnost životinja koje dolaze na pašu različita je od sela do sela, a to očito utječe na florni sastav zajednice. To se naročito vidi na pašnjacima na kojima pasu i svinje. One ruju zemljište pašnjaka, pa to uzrokuje pojavu okopavinskih korova u sastavu zajednice. Pojavljuju se više ili manje fragmentarno i elementi ruderalne vegetacije, osobito zajednice *Polygono-Bidentetum* ali i drugih ruderalnih zajednica.

Tablica 30. — Table 30

TRIFOLIO-AGROSTIETUM STOLONIFERAЕ Marković 1972

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
	<i>typicum</i>		<i>cynodontetosum</i>			<i>hordeetosum</i>	
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	4.4	4.4	3.3	3.3	2.2	1.2	1.2
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	.	.	4.2	3.3	.	.	.
<i>Bellis perennis</i> L.	.	.	1.1	1.1	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i> L.	.	.	1.2	1.1	.	.	.
<i>Hordeum marinum</i> Huds.	.	.	.	.	2.2	3.3	3.2
<i>Poa compressa</i> L.	.	.	.	.	3.2	3.2	3.3
<i>Agropyro-Rumicion, crispi, Agrostietalia stoloniferae, Molinio-Arrhenatheretea</i>							
<i>Trifolium repens</i> L.	1.1	1.2	2.2	2.2	3.2	3.3	3.3
<i>Ranunculus sardous</i> Cr.	1.1	.	+	+	1.1	1.1	1.1
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	3.3	3.2	+	.	2.2	2.2	2.2
<i>Prunella vulgaris</i> L.	+	2.2	+	+	.	.	.
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	1.1	1.1	+	1.1	.	.	.
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Bess.	1.2	1.2	.	+	+	.	.
<i>Lotus corniculatus</i> L.	.	.	.	+	+	+	1.1
<i>Lotus tenuis</i> W. et K. ex Willd.	1.1	2.1	.	+	.	.	.
<i>Daucus carota</i> L.	.	+	.	.	+	+	.
<i>Inula britannica</i> L.	+	+	.	+	.	.	.
<i>Bromus racemosus</i> L.	.	.	.	.	+2	+	1.1
<i>Potentilla reptans</i> L.	.	1.2	.	.	.	+	.
<i>Trifolium pratense</i> L.	.	.	.	.	.	+	1.2
<i>Leontodon hispidus</i> L.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Juncus inflexus</i> L.	.	+2	.	.	.	.	.
<i>Galium album</i> Mill.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	.	.	1.1	.	.	.	.
<i>Cerastium holosteoides</i> Fries emend. Hyl.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Carex distans</i> L.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Ononis arvensis</i> L.	.	.	1.2	.	.	.	+2
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	.	.	.	.	.	+	.
Pratilice: — Comp.							
<i>Lolium perenne</i> L.	2.2	2.2	2.2	3.3	2.2	2.2	1.1
<i>Mentha pulegium</i> L.	1.1	1.1	1.1	2.1	1.1	+	.
<i>Cichorium intybus</i> L.	1.1	1.1	.	+	+	.	+
<i>Plantago major</i> L.	+	1.1	+	1.1	+	.	.
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	.	1.1	.	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Achillea millefolium</i> L.	+	.	1.2	1.1	.	.	+
<i>Bidens tripartita</i> L.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Ranunculus repens</i> L.	2.2	3.2	.	.	.	.	.
<i>Juncus gerardi</i> Loisel.	.	.	.	.	.	1.1	1.1
<i>Carex flacca</i> Schreb.	1.2	1.1	.	.	.	.	.
<i>Medicago lupulina</i> L.	+	.	.	+	.	.	.
<i>Euphorbia esula</i> L.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	.	+	.	.	.	.	.

Snimci — Records: Đurdanci (1), Antunovac Tenjski (2), Kešinci (3), Poganovci (4), Vukovar (5, 6), Borovo (7)

GALEGA OFFICINALIS — XANTHIUM STRUMARIUM

Zajednica orlovca i obične dikice

Ta ruderalna zajednica pripada svezi *Agropyro-Rumicion crispi* Nordhagen 1940 (Horvat, Glavač, Ellenberg, 1974).

Manje sastojine nalazili smo na više mjesta, uz sela, na pašnjacima, a najveće na sjeveru Baranje, u Torjancima i Novom Nevesinju.

Vrste za raspoznavanje su *Xanthium strumarium*, *Galega officinalis*, *Mentha aquatica*, *Teucrium scordium*, *Althaea officinalis*.

Na tom staništu vrsta *Althaea officinalis* sakuplja se za farmaceutsku industriju.

SERRATULO-PLANTAGINETUM ALTISSIMAE Iljanić 1967

Livada obične pilice i visokolisnog trpuca

Zajednica je ranije na području Slavonije i Baranje zauzimala mnogo veće površine. Razvija se na aluvijalnim tlima lake teksturne građe uz obale Stare Drave i Dunava. Površine koje su pripadale zajednici bile su izložene povremenim poplavlivanjima i upravo je režim poplavnih i podzemnih voda dominantan faktor koji u tom fitogeografskom području uvjetuje razvoj zajednice. Danas su različiti melioracijski zahvati, koji se stalno provode na tom području, i izgradnja odvodnih kanala i nasipa općenito smanjili površinu pod livadnom vegetacijom.

Zajednici *Serratulo-Plantaginetum altissimae* na ovom području pripadaju male površine kod Podolja, uz Dunavac i kod Luga i Grabovca kod Osijeka. Sjeveroistočno od Osijeka toj su zajednici prije 20 godina pripadale velike površine.

Naročitu flornu i fizionomsku osebnost daju zajednici karakteristične vrste *Serratula tinctoria* i *Plantago altissima*, koje su najčešće i dominantne u flornom sastavu zajednice (tablica 31). Ostale vrste česte u sastavu zajednice jesu *Veronica longifolia*, *Gratiola officinalis*, *Scutellaria hastifolia*, *Gentiana pneumonanthe*, *Alopecurus pratensis*, *Lysimachia vulgaris*, *Prunella vulgaris*, *Thalictrum flavum* i dr.

Površine zajednice *Serratulo-Plantaginetum altissimae* predstavljaju livade košanice s visokom vegetacijom. One su neznatne te stoga imaju malo gospodarsko značenje kao predstavnik reda *Molinietalia* i kao značajna zajednica za razumijevanje fitogeografskog položaja tog područja naše zemlje.

VENTENATO-TRIFOLIETUM PALLIDI Iljanić 1967

Livada tankovite ventenate i blijede djeteline

Zajednica *Ventenato-Trifolietum pallidi* kao i zajednica *Serratulo-Plantaginetum altissimae* predstavnik je srednjoeuropskog reda *Molinietalia* na području ovog dijela Slavonije i Baranje. Objema zajednicama danas pripadaju mnogo manje površine nego prije 20 godina.

Zajednica *Ventenato-Trifolietum pallidi* razvija se na položajima koji su samo povremeno izloženi poplavljanju i na tlima nešto težega mehaničkog sastava od tala na kojima se javlja zajednica *Serratulo-Plantagine-tum altissimae*.

Tablica 31. — Table 31

SERRATULO-PLANTAGINETUM ALTISSIMAE Iljanić 1967

Broj snimka — Number of record	1.	2.
<i>Plantago altissima</i> L.	3.2	2.2
<i>Serratula tinctoria</i> L.	2.2	3.3
<i>Carex praecox</i> Schreb.	.	+
<i>Cnidion venosi</i> , <i>Molinietalia</i> , <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>		
<i>Veronica longifolia</i> L.	1.1	1.1
<i>Iris sibirica</i> L.	1.2	1.2
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	1.1	1.2
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	1.1	1.2
<i>Carex tomentosa</i> L.	1.1	1.1
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	1.2	+2
<i>Ranunculus acris</i> L.	+	+2
<i>Inula britannica</i> L.	+	1.2
<i>Carex panicea</i> L.	+	+
<i>Gentiana pneumonanthe</i> L.	1.1	.
<i>Allium angulosum</i> L.	.	+
<i>Scutellaria hastifolia</i> L.	+2	1.1
<i>Thalictrum flavum</i> L.	+	.
<i>Prunella vulgaris</i> L.	.	+
<i>Vicia cracca</i> L.	+	.
<i>Lychnis flos-cuculi</i> L.	.	+
<i>Lotus tenuis</i> W. et K. ex Willd.	1.2	.
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	.	1.1
<i>Rumex crispus</i> L.	.	+
Pratilice: — Comp.		
<i>Ranunculus repens</i> L.	1.2	2.2
<i>Lythrum salicaria</i> L.	1.1	1.1
<i>Plantago lanceolata</i> L.	1.1	1.1
<i>Galium palustre</i> L.	1.1	.
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	.	1.1
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	+2	.
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.	.	+
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	+	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	.	+

Snimci — Records: Podolje — područje Dunavca (12), kod Luga (2)

Zajednica *Ventenato-Trifolietum pallidi* razvijena je na maloj površini uz Satničke ribnjake i rijeku Krašicu.

Karakteristične vrste zajednice *Trifolium pallidum* i *Trifolium striatum* obilno su prisutne u sastavu zajednice, a vrsta *Ventenata dubia* bila je vrlo rijetka u vrijeme kartiranja vegetacije (tablica 32). Ostale vrste u

Tablica 32. — Table 32

VENTENATO-TRIFOLIETUM PALLIDI Ilijanić 1967

Broj snimka — Number of record	1.	2.
<i>Trifolium pallidum</i> W. et K.	+2	1.2
<i>Trifolium striatum</i> L.	1.2	1.2
<i>Ventenata dubia</i> (Leers) Coss.	+	.
<i>Cnidion venosi</i> , <i>Molinietalia</i> , <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>		
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	2.2	2.3
<i>Iris sibirica</i> L.	2.2	2.2
<i>Serratula tinctoria</i> L.	1.2	1.2
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	1.1	1.2
<i>Bromus racemosus</i> L.	1.1	1.2
<i>Ranunculus acris</i> L.	1.1	1.2
<i>Carex tomentosa</i> L.	1.1	1.1
<i>Viola elatior</i> Fries	1.1	1.1
<i>Oenanthe silaifolia</i> MB.	1.1	1.1
<i>Euphorbia palustris</i> L.	+2	+
<i>Lychnis flos-cuculi</i> L.	+	1.1
<i>Prunella vulgaris</i> L.	+	+2
<i>Veronica longifolia</i> L.	+	+
<i>Inula salicina</i> L.	+	+
<i>Equisetum palustre</i> L.	+	+
<i>Centaurea jacea</i> L.	+	+
<i>Rumex acetosa</i> L.	+	+
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	+	+
<i>Leucanthemum praecox</i> H-ić	.	+
<i>Gentiana pneumonanthe</i> L.	.	+
<i>Leucocjum aestivum</i> L.	+2	.
<i>Thalictrum flavum</i> L.	.	+2
<i>Rhinanthus serotinus</i> (Schönh.) Oborny	+	.
<i>Allium angulosum</i> L.	+2	.
<i>Trifolium patens</i> Schreb.	.	+2
<i>Campanula patula</i> L.	.	+
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	+	.
<i>Daucus carota</i> L.	+	.
Pratilice: — Comp.		
<i>Potentilla reptans</i> L.	1.2	1.2
<i>Poa palustris</i> L.	1.1	1.1
<i>Galium palustre</i>	1.1	1.1
<i>Lythrum salicaria</i> L.	+	1.1
<i>Galium verum</i> L.	1.2	+
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+	1.1
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	+2	+
<i>Moenchia mantica</i> L.	+	.
<i>Leontodon hispidus</i> L.	1.1	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	1.1	.
<i>Ranunculus repens</i> L.	1.2	.
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	.	+
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	.	+2
<i>Vicia angustifolia</i> L.	.	+2

Snimci — Records: Uz Karašicu kod Satničkih ribnjaka (1, 2)

sastavu zajednice jesu *Iris sibirica*, *Gratiola officinalis*, *Alopecurus pratensis*, *Poa pratensis*, *Leucanthemum praecox*, *Thalictrum flavum*, *Lysimachia vulgaris* i dr.

Površine zajednice *Ventenato-Trifolietum pallidi* su livade košarice. Zbog male površine koja im pripada na istraživanom području zajednica nema većega gospodarskog značenja.

VERONICA LONGIFOLIA — EUPHORBIA LUCIDA

Bal.-Tul. et M. Knež. 1975

Plavina duguljaste čestoslavice i svijetle mlječiike

Zajednica *Veronica longifolia-Euphorbia lucida* predstavnik je, kao i dvije naprijed opisane zajednice, srednjoeuropskog reda *Molinietalia* i sveze *Cnidion venosi* na kartiranom području Slavonije i Baranje. Površine zajednice izložene su povremenim poplavama i na njima se voda zadržava duže vrijeme. Režim poplavnih i podzemnih voda dominantan je faktor koji uvjetuje razvoj zajednice. Razni melioracijski zahvati koji se provode na tom području sigurno će u doglednoj budućnosti smanjiti njezine površine ili potpuno promijeniti stanište zajednice, pogotovo što se one nalaze nedaleko od velikoga privrednog središta Slavonije i Baranje.

Zajednica je razvijena uz rijeku Dravu i Karašicu. Velike površine pripadaju joj sjeveroistočno od Osijeka, prema Kopačevu.

Karakteristične vrste zajednice i sveze jesu: *Veronica longifolia*, *Euphorbia lucida*, *Euphorbia palustris*, *Valeriana officinalis*, *Thalictrum flavum*, *Thalictrum lucidum*, *Allium angulosum*, *Viola elata* (tablica 33). Sve te vrste obilno dolaze u flornom sastavu zajednice na navedenom području. Osim njih u flornom sastavu zajednice obilno dolaze i vrste *Leucosium aestivum*, *Serratula tinctoria*, *Gratiola officinalis* i dr.

Površine pod zajednicom *Veronica longifolia-Euphorbia lucida* predstavljaju pašnjake za divljač. U sušem dijelu godine neke se površine koše, a sijeno se upotrebljava za stelju. Taj tip livadne vegetacije ima veće značenje kao predstavnik vegetacije reda *Molinietalia* u tom dijelu naše zemlje i kao površine na kojima će se u budućnosti moći uporedo s meliorativnim zahvatima pratiti i promjene koje se događaju u flornom sastavu vegetacije.

ARRHENATHERETUM MEDIOEUROPAEUM (Br.-Bl. 1919) Oberd. 1952

Livade ovsene pahovke

To je livadna zajednica dubokih i hranom bogatih tala, koja se razvija samo na uzdignutim i ravnim mjestima istraživanog područja, izvan dohvata poplavnih voda. Njezine su površine relativno male, jer su sve koje bi ona potencijalno mogla obraštavati pretvorene u obradive (ratarske) površine.

Tablica 33. — Table 33

· VERONICA LONGIFOLIA — EUPHORBIA LUCIDA Bal.-Tul. et M. Knež. 1975

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.
<i>Veronica longifolia</i> L.	3.2	2.2	1.2
<i>Euphorbia lucida</i> W. et K.	3.2	3.2	1.2
<i>Euphorbia palustris</i> L.	1.2	1.2	2.2
<i>Viola elatior</i> Fries	+	+	+
<i>Valeriana officinalis</i> L.	.	+	+2
<i>Thalictrum flavum</i> L.	+	.	+
<i>Allium angulosum</i> L.	+	.	.
<i>Thalictrum lucidum</i> L.	.	+	.
<i>Cnidion venosi</i> , <i>Molinietalia</i> , <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>			
<i>Serratula tinctoria</i> L.	1.1	1.2	2.2
<i>Iris sibirica</i> L.	3.2	2.3	2.3
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	1.1	1.1	1.1
<i>Scutellaria hastifolia</i> L.	+	1.1	+
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	+	+	1.2
<i>Lythrum salicaria</i> L.	1.1	.	1.1
<i>Stachys palustris</i> L.	1.1	.	2.2
<i>Lathurus pratensis</i> L.	.	+	+
<i>Prunella vulgaris</i> L.	+	+	.
<i>Poa trivialis</i> L.	.	+	+
<i>Poa pratensis</i> L.	.	+	+
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+	+	+
<i>Leucocjum aestivum</i> L.	+2	.	.
<i>Gratiola officinalis</i> L.	.	+2	.
<i>Inula britannica</i> L.	.	.	+
<i>Lychnis flos-cuculi</i> L.	.	+	.
<i>Symphytum officinale</i> L.	.	+2	.
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	.	+	+2
<i>Vicia cracca</i> L.	.	.	+
<i>Ranunculus acris</i> L.	+2	.	.
<i>Cardamine pratensis</i> L.	+2	.	.
<i>Trifolium repens</i> L.	.	+2	.
Pratilice: — Comp.			
<i>Ranunculus repens</i> L.	1.2	1.2	1.2
<i>Galium palustre</i> L.	1.1	1.1	.
<i>Iris pseudacorus</i> L.	1.1	1.1	.
<i>Poa palustris</i> L.	.	1.1	+
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	.	+	+2
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Bess.	+	+	.
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.	+	.	.
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	.	.	+

Snimci — Records: Uz Dravu sjeverozapadno od Osijeka (1), uz nasip Drave istočno od Osijeka (2)

Na području Slavonije i Baranje zajednica je razvijena u obliku dviju subasocijacija: *Arrhenatheretum medioeuropaeum festucetosum arundinaceae* i *A. m. salvietosum nemorosae* (tablica 34).

Subasocijacija *A. m. festucetosum arundinaceae* razvija se na staništima s vlažnijim i težim tlima na području Baranje u dolinama na podnožju brežuljaka (područje Iloka i Sarengrada). Tlo na staništu zajednice pokazuje slabo bazičnu reakciju (Ilijanić, Segulja, 1978) koja se kreće od pH 7,07 do 7,72. Diferencijalne vrste subasocijacije *A. m. festucetosum arundinaceae* jesu: *Festuca arundinacea*, *Holcus lanatus*, *Cirsium cernuum*, *Lychnis flos-cuculi*, *Scutellaria hastifolia*, *Carex hirta*.

Subasocijacija *A. m. salvietosum nemorosae* razvija se u Baranji (uz ceste, nasipe) na sušim staništima koja su pod antropogenim utjecajem. Tlo je kao i kod prve subasocijacije slabo bazične reakcije, koja se kreće na ispitanim lokalitetima od pH 7,25 do 7,82. Diferencijalne vrste subasocijacije *A. m. salvietosum nemorosae* jesu: *Salvia nemorosa*, *Pimpinella saxifraga*, *Coronilla varia*, *Agropyron repens*, *Lathyrus latifolius*, *Salvia verticillata*, *Medicago sativa*, *Anchusa officinalis*, *Potentilla argentea* i *Artemisia vulgaris*.

Najljepše sastojine zajednice *Arrhenatheretum medioeuropaeum* s obje opisane subasocijacije na istraživanom području razvijene su kod Iloka, Sarengrada, Zmajevca, Suze, Baranjskoga Petrovog sela, Belog Manastira, Podolja, Novaka i Zelčina.

Zajednicu *Arrhenatheretum medioeuropaeum* karakteriziraju vrste *Arrhenatherum elatius*, *Pastinaca sativa*, *Knautia arvensis*, *Trisetum flavescens*, *Ononis arvensis* i *Tragopogon orientale*. Sve navedene vrste nalaze se u sastavu zajednice s većim ili manjim stupnjem stalnosti i prisutnosti. U opisu pojedinih subasocijacija navedene su diferencijalne vrste subasocijacije koje dolaze u sastavu vegetacije i po kojima se one mogu prepoznati.

Livade zajednice *Arrhenatheretum medioeuropaeum* pripadaju skupini najboljih livada košanica s najboljom kvalitetom sijena, a kose se 2 do 3 puta na godinu. Kako taj tip livade zauzima i vrlo kvalitetno tlo, one su na tom području, koje predstavlja žitnicu Hrvatske, vrlo ograničene i njezine površine pokazuju tendenciju smanjivanja.

RHYNANTHO-FILIPENDULETUM Ilijanić 1969

Livada šušlavca i obične končare

Zajednica *Rhynantho-Filipenduletum* razvija se uglavnom na tlima koja su izvan dohvata poplavnih voda. U svom flornom sastavu ima niz vrsta iz razreda *Festuco-Brometea* i razreda *Molinio-Arrhenatheretea*. Takav florni sastav uvjetovan je lokalnim edafskim prilikama na staništu zajednice.

Na istraživanom području livade tog tipa razvijene su uz auto-cestu Županja—Babina Greda, zatim kod Divoševaca i Gundinaca. Možemo reći

Tablica 34. — Table 34

ARRHENATHERETUM MEDIOEUROPAEUM (Br.-Bl. 1919) Oberd. 1952

Broj- snimka — Number of record	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	<i>salvietosum nemorosae</i>			<i>festucetosum arundinaceae</i>		
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J. S. et K. B. Presl.	3.3	4.4	4.3	1.2	2.2	2.2
<i>Pastinaca sativa</i> L.	1.1	+2	2.2	+	.	1.1
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	1.1	+2	.	+	2.1	1.1
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) PB.	1.1	.	.	+2	3.3	3.3
<i>Tragopogon orientalis</i> L.	.	1.1	1.1	.	.	+
<i>Ononis arvensis</i> L.	+2	.	.	+2	.	.
<i>Salvia nemorosa</i> L.	+	+2	+	.	.	.
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	+	+	+	.	.	.
<i>Lathyrus latifolius</i> L.	+2	+2	.	.	.	.
<i>Caronilla varia</i> L.	+	.	+3	.	.	.
<i>Agropyrum repens</i> (L.) PB.	1.1	+	.	.	.	.
<i>Cynoglossum officinale</i> L.	+	+	.	.	.	.
<i>Salvia verticillata</i> L.	+2	+2	.	.	.	.
<i>Potentilla argentea</i> L.	.	+2	.	.	.	.
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+	.	.	.	.	.
<i>Eryngium campestre</i> L.	+	.	.	.	.	.
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	.	.	.	3.3	1.1	1.1
<i>Leucanthemum praecox</i> H-ić	.	.	.	1.1	+	+
<i>Holcus lanatus</i> L.	.	.	.	+2	1.1	1.1
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	.	.	.	1.1	1.1	+
<i>Cirsium canum</i> (L.) All.	.	.	.	2.2	.	.
<i>Arrhenatherion, Arrhenatheretalia,</i>						
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>						
<i>Poa trivialis</i> L.	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Dactylis glomerata</i> L.	1.2	1.1	1.1	+	1.1	+
<i>Lotus corniculatus</i> L.	+2	1.2	1.1	+	1.2	1.2
<i>Trifolium pratense</i> L.	+2	+2	3.3	+	1.2	1.2
<i>Galium album</i> Mill.	+2	1.2	.	1.1	1.2	1.2
<i>Crepis biennis</i> L.	+	+	1.1	.	+	1.1
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	1.1	1.1	+	.	+	1.1
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lamk.	2.2	2.1	1.1	.	1.1	1.1
<i>Heracleum sphondylium</i> L.	+	+	.	.	+	+2
<i>Centaurea jacea</i> L.	2.2	.	.	1.1	+	1.1
<i>Ranunculus strigosus</i> Schur	+	+	.	1.2	.	1.1
<i>Cerastium holosteoides</i> Fries	1.1	1.1	1.1	1.1	.	.
<i>Prunella vulgaris</i> L.	+	1.1	.	1.1	.	1.1
<i>Trifolium repens</i> L.	1.1	1.1	3.3	.	1.1	.
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	1.1	.	.	1.2	+	+2
<i>Poa pratensis</i> L.	1.1	.	.	+	+	.
<i>Ranunculus polyanthemos</i> L.	1.1	1.1	.	.	.	+
<i>Potentilla reptans</i> L.	.	.	.	+	1.1	+
<i>Rumex acetosa</i> L.	.	.	.	.	1.1	+
<i>Daucus carota</i> L.	+	.	1.1	+	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	.	.	.	1.2	+	.
<i>Leontodon hispidus</i> L.	1.1	.	.	+	.	.
<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	.	.	.	+	.	1.2
<i>Carex hirta</i> L.	.	.	.	1.1	.	+
<i>Ranunculus acris</i> L.	.	.	1.1	.	.	+
<i>Rhinanthus minor</i> L.	+	1.2	.	.	.	.
<i>Lychnis flos-cuculi</i> L.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Thalictrum flavum</i> L.	+	.	.	.	.	.

Tablica 34 (nastavak) — Table 34 (continuation)

Pratilice: — Comp.

<i>Achillea millefolium</i> L.	+	+	1.1	+	+	+
<i>Glechoma hederacea</i> L.	+	1.1	.	1.1	+	+
<i>Bromus mollis</i> L.	1.1	1.1	1.1	.	+	+
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	1.1	1.1	.	+	.	+
<i>Plantago lanceolata</i> L.	.	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Calamintha</i> sp.	+	1.2	.	.	+	+
<i>Carex contigua</i> Hoppe	.	+	.	+	+	+
<i>Ranunculus repens</i> L.	+	+2	.	+	+	.
<i>Medicago lupulina</i> L.	+	+	1.2	.	.	.
<i>Verbena officinalis</i> L.	+	+	+	.	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	.	+	+	.	+	.
<i>Stellaria graminea</i> L.	.	.	.	+	+	+
<i>Bellis perennis</i> L.	1.1	1.1	.	.	1.1	.
<i>Euphorbia esula</i> L.	+	.	+2	+	.	.
<i>Plantago media</i> L.	+	+	.	.	.	.
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	+2	.	.	+2	.	.
<i>Euphorbia virgata</i> W. et K.	+	+2	.	.	.	.
<i>Vicia angustifolia</i> (L.) Reichard	.	+	.	+	.	.
<i>Ajuga reptans</i> L.	.	+	.	.	+	.
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	+	.	.	.	+2	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	.	.	.	+	.	+
<i>Medicago sativa</i> L.	+2	.	1.2	.	.	.
<i>Carex praecox</i> Schreb.	.	.	.	+	+	.
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	+	+	.	.	.	.
<i>Veronica arvensis</i> L.	+	.	1.1	.	.	.
<i>Mentha arvensis</i> L.	+	.	.	+	.	.
<i>Clematis vitalba</i> L.	+	+	.	.	.	.
<i>Salvia pratensis</i> L.	+2	.	.	.	.	.
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	+	.	.	.	.	.
<i>Cichorium intybus</i> L.	+	.	.	.	.	.
<i>Cruciata levipes</i> Opiz	.	.	.	+	.	.
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	.	.	.	+	.	.
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray	.	.	.	+2	.	.
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	.	.	+	.	.	.
<i>Galium vernum</i> L.	.	.	+2	.	.	.
<i>Bromus sterilis</i> L.	.	+	.	.	.	.
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	.	.	.	+2	.	.

Snimci — Records: Kneževi Vinogradi (1), Beli Manastir (2, 3), Šarengrad (4), Zmajevac (5), Suza (6).

da je osacijacija *Rhynantho-Filipenduletum* ograničene rasprostranjenosti jer na tom području ne dolazi sjevernije od Vrpolja ni istočnije od Spačve. Zapadna granica nije još detaljno utvrđena a nalazi se između Divoševaca i Slavonskog Broda.

Zajednicu *Rhynantho-Filipenduletum* karakteriziraju vrste *Rhynanthus rumelicus*, *Filipendula hexapetala* i *Fragaria viridis*, koje su obilno prisutne u florinom sastavu zajednice (tablica 35). Od ostalih vrsta česte su u sastavu zajednice: *Cynosurus cristatus*, *Trifolium pratense*, *Galium verum*, *Centaurea jacea*, *Potentilla reptans*, *Betonica officinalis*, *Festuca rubra*, *Trifolium pallidum*, *Clematis integrifolia* i dr.

Tablica 35. — Table 35

RHINANTHO-FILIPENDULETUM Hljanić 1969

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.	4.	5.
<i>Rhinanthus rumelicus</i> Velen.	3.3	3.3	2.1	1.2	1.2
<i>Filipendula vulgaris</i> Moench.	2.2	2.2	3.2	3.3	3.2
<i>Fragaria viridis</i> Duchesne	1.2	1.2	2.2	2.1	2.2
<i>Arrhenatherion, Arrhenatheretalia</i>					
<i>Ononis arvensis</i> L.	1.2	1.2	+2	+2	1.2
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	2.2	+	1.1	1.1	1.1
<i>Trifolium patens</i> Schreb.	+	1.1	.	+	+
<i>Daucus carota</i> L.	1.1	+	+	1.1	.
<i>Rumex acetosa</i> L.	1.1	+	+	.	.
<i>Bromus racemosus</i> L.	+	.	.	.	+
<i>Poa trivialis</i> L.	+	.	.	.	1.1
<i>Fastinaca sativa</i> L.	.	.	1.1	.	+
<i>Galium album</i> Mill.	.	.	+2	.	.
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>					
<i>Festuca elatior</i> L.	1.2	1.1	2.2	2.2	2.2
<i>Centaurea jacea</i> L.	2.1	1.2	1.1	1.1	1.1
<i>Trifolium pratense</i> L.	1.2	1.2	1.2	+	1.2
<i>Lotus corniculatus</i> L.	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1
<i>Trifolium pallidum</i> W. et K.	2.2	2.2	2.1	2.2	1.2
<i>Leontodon hispidus</i> L.	1.1	1.1	2.1	1.1	1.1
<i>Betonica officinalis</i> L.	1.1	1.1	.	2.2	1.2
<i>Potentilla reptans</i> L.	+	+	.	+	+
<i>Poa pratensis</i> L.	+	1.1	1.1	1.1	.
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	.	.	+	1.2	1.1
<i>Carex distans</i> L.	.	.	.	1.1	1.1
<i>Colchicum autumnale</i> L.	.	+2	.	+	+2
<i>Clematis integrifolia</i> L.	1.1	+2	.	.	+
<i>Carex tomentosa</i> L.	.	.	.	+	+
<i>Festuca rubra</i> L.	+	2.2	.	.	.
<i>Trifolium repens</i> L.	.	+	.	+	.
<i>Lotus tenuis</i> W. et K.	.	.	.	1.2	+
<i>Cerastium holosteoides</i> Fries. emend. Hyl.	+	.	.	.	1.1
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	.	.	.	.	.
<i>Carex hirta</i> L.	+	.	.	.	.
<i>Gratiola officinalis</i> L.	.	.	.	.	+
<i>Lychnis flos-cuculi</i> L.	+	.	.	.	.
<i>Phleum pratense</i> L.	.	.	.	.	+
<i>Lythrum virgatum</i> L.	.	.	.	.	+
<i>Ranunculus strigosus</i> Schur	.	+	.	.	.
<i>Succisella inflexa</i> (Kluk) Beck	.	.	.	.	+
<i>Juncus articulatus</i> L.	.	.	.	.	+
<i>Orchis laxiflora</i> Lamk.	.	.	+	.	.
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	+	.	.	.	.
Pratilice: — Comp.					
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lamk.	1.2	2.2	1.1	1.1	2.1
<i>Briza media</i> L.	2.2	1.1	1.1	1.2	1.1
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Ranunculus polyanthemus</i> L.	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Polygala vulgaris</i> (L.) L.	1.1	1.1	1.1	+	1.1
<i>Prunella laciniata</i> (L.) L.	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1

Tablica 35 (nastavak) — Table 35 (continuation)

<i>Galium verum</i> L.	.	2.1	2.1	2.1	1.1
<i>Medicago lupulina</i> L.	+	+	+	+	.
<i>Plantago lanceolata</i> L.	1.1	1.1	1.1	1.1	.
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	+	1.1	+	.	+
<i>Galium laevipes</i> Opiz.	+	.	+	.	+
<i>Achillea millefolium</i> L.	.	1.1	1.1	.	+
<i>Hieracium bauhinii</i> Schult.	+	1.1	+	.	+
<i>Trifolium montanum</i> L.	1.1	1.1	.	.	+
<i>Plantago media</i> L.	.	.	2.2	+	1.2
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	.	.	1.1	.	+
<i>Allium</i> sp.	.	.	+	+	.
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	+	.	.	.	+
<i>Cichorium intybus</i> L.	+	.	.	.	+
<i>Medicago falcata</i> L.	.	+	+	.	.
<i>Sanguisorba minor</i> Scop. subsp. <i>muricata</i> (Gremli) Briq.	.	1.1	+	.	.
<i>Dipsacus fullonum</i> L.	.	+2	+	.	.
<i>Ajuga reptans</i> L.	.	.	.	.	1.1
<i>Linum catharticum</i> L.	.	1.1	.	.	.
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	1.1	.	.	.	.
<i>Picris hieracioides</i> L.	.	.	.	+	.
<i>Leontodon saxatilis</i> Lam.	.	.	.	+	.
<i>Stellaria graminea</i> L.	+	.	.	.	.
<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	.	+	.	.	.
<i>Carex pallescens</i> L.	.	.	.	+	.
<i>Clinopodium vulgare</i> L.	.	.	.	.	+

Snimci — Records: Uz auto-cestu na području Babina Greda — Županja (1—5)

U gospodarskom pogledu površine zajednice *Rhynantho-Filipendule-tum* iskorištavaju se kao livade košanice i kao pašnjaci. Površine zajednice su lokalno geografski ograničene i imaju značajno mjesto u fitogeografskom pogledu. Naime, već smo naprijed naglasili da u svom sastavu sadrže niz elemenata dvaju u fitogeografskom pogledu značajnih razreda travnjačke vegetacije (razred *Festuco-Brometea* i *Molinio-Arrhenatheretea*). Imaju značenje i u gospodarskom pogledu jer su jedini tip livada koji susrećemo na tom području. Njezine se površine ne smanjuju i ne pretvaraju u oranice.

AGROPYRO-KOCHIETUM PROSTRATAE Zölyomi 1958

Travnjak kukmaste pirike i povaljene metvice

Zajednica *Agropyro-Kochietum prostratae* na području Slavonije i Baranje razvijena je samo fragmentarno uz rubove putova na geološkoj podlozi prapora. Po svom flornom sastavu predstavlja fragmente zajednice poluruderalnog karaktera.

Fragmenti zajednice *Agropyro-Kochietum prostratae* razvijeni su na rubovima prapornih naslaga uz Dunav kod Erduta, Batine, Zmajevca i Opatovca.

Zajednica je na istraživanom području karakterizirana vrstama *Artemisia campestris*, *Centaurea micrantha*, *Bromus squarrosus*, *Chondrilla juncea*, *Andropogon ischaemum* i dr.

U gospodarskom pogledu vegetacije zajednice *Agropyro-Kochietum prostratae* na tom području svojim korijenskim sustavom povezuje i učvršćuje čestice prapora. Mnogo su značajniji fragmenti zajednice *Agropyro-Kochietum prostratae* u fitogeografskom pogledu. Tu, na području Slavonije i Baranje, zajednica ima jugozapadnu granicu svog areala.

SASTOJINE *CYNODON DACTYLON-PLATAGO INDICA*

Sastojine puzavog troskota i pješčanog trpuca

Uz Dravu kod Belišća nedaleko od šumarije nalazi se pašnjačka površina koja je obrasla vegetacijom 85 do 95%. Vegetacija mjestimice pokriva površinu 100%. Ta je površina zapravo napuštena kultura na kojoj sada pase stoka.

Tlo na kojem je sastojina razvijena pjeskovito je, suho i nije još prema sadašnjem sastavu jasno u kojem će pravcu krenuti sukcesija vegetacije.

U flornom sastavu dominira vrsta *Plantago indica* i *Cynodon dactylon* (tablica 36). Česte su u sastojini: *Erigeron annuus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Chenopodium album* i dr.

Tablica 36. — Table 36

SASTOJINE *CYNODON DACTYLON-PLANTAGO INDICA (P. ARENARIA)*

<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	4.3
<i>Setaria glauca</i> (L.) PB.	2.2
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	2.2
<i>Lotus corniculatus</i> L.	1.2
<i>Plantago indica</i> L.	1.2
<i>Vulpia</i> sp.	1.1
<i>Plantago lanceolata</i> L.	1.1
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	1.1
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	1.1
<i>Chenopodium album</i> L.	1.1
<i>Eragrostis minor</i> Host	1.1
<i>Lolium perenne</i> L.	1.1
<i>Silene vulgaris</i> (Moenc) Garcke	+
<i>Cichorium intybus</i> L.	+
<i>Poa pratensis</i> L.	+
<i>Medicago lupulina</i> L.	+
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	+
<i>Trifolium repens</i> L.	+
<i>Polygonum aviculare</i> L.	+
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+
<i>Bromus sterilis</i> L.	+
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+
<i>Crepis biennis</i> L.	+
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	+
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	+
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	+
<i>Portulaca oleracea</i> L.	+
<i>Trifolium arvense</i> L.	+

Snimak — Record: Belišće, uz Dravu kod šumarije

SASTOJINE DAUCUS CAROTA-AGROPYRON REPENS

Sastojine žute mrkve i puzave pirike

Na području Preseka kod Selske bare i u blizini Duboševice nalazi se velika površina nekadašnjeg pašnjaka, koji se nakon melioracije neko vrijeme obrađivao. Danas su te površine napuštene i obrasle vegetacijom u čijem sastavu dominiraju vrste *Daucus carota* i *Agropyron repens* (tablica 37). Ta je površina dosta velika, a po sadašnjem flornom sastavu ne može se odrediti u kojem će pravcu krenuti razvoj vegetacije (sukcesija vegetacije), pa smo je morali posebno izdvojiti. Vjerojatno će se u skoroj budućnosti poduzeti još dodatni melioracijski zahvati i time osposobiti tu površinu za gajenje kultura. Susjedna područja su pod kulturom, a manje površine pripadaju pašnjaku zajednice *Trifolio-Agrostietum stoloniferae*.

Stanište sastojine je suho, a tlo većinom pjeskovito. Prema priopćenju mještana, nakon melioracije s tih se površina neko vrijeme vadio pijesak za gradnju kuća.

Osim navedenih vrsta u flornom sastavu sastojine česte su vrste *Achillea millefolium*, *Cynodon dactylon*, *Chondrilla juncea*, *Ajuga reptans*, *Medicago lupulina* i dr.

Tablica 37. — Table 37

SASTOJINE DAUCUS CAROTA I AGROPYRON REPENS

<i>Daucus carota</i> L.	4.4
<i>Agropyron repens</i> (L.) PB.	3.2
<i>Achillea millefolium</i> L.	4.3
<i>Medicago lupulina</i> L.	3.3
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	2.2
<i>Cichorium intybus</i> L.	1.1
<i>Picris</i> sp.	1.1
<i>Potentilla anserina</i> L.	1.1
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	1.1
<i>Lotus tenuis</i> W. et K. ex Willd.	1.1
<i>Carduus</i> sp.	1.1
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	1.1
<i>Pastinaca sativa</i> L.	+3
<i>Galium album</i> Mill.	+
<i>Inula britannica</i> L.	+
<i>Trifolium pratense</i> L.	+
<i>Chondrilla juncea</i> L.	+
<i>Poa pratensis</i> L.	+
<i>Odontites vulgaris</i> Moench	+
<i>Senecio jacobaea</i> L.	+
<i>Cirsium cannum</i> (L.) All.	+
<i>Sonchus arvensis</i> (L.)	+
<i>Ajuga reptans</i> L.	+
<i>Carex hirta</i> L.	+
<i>Lotus corniculatus</i> L.	+
<i>Mentha arvensis</i> L.	+

Snimak — Record: Duboševica

LOLIO-PLANTAGINETUM MAJORIS Beger 1930

Utrina ljulja i širokolistnog trpuca

To je česta ruderalna zajednica na istraživanom području. Lako se razlikuje od ostalih ruderalnih zajednica i po ekološkim uvjetima na staništu i po florinom sastavu. Grade je uglavnom busenaste biljke. Razvija se u obliku niskih tratina u dvorištima, na rubovima cesta i putova, osobito onih koji vode na seoske pašnjake, na igralištima, sajmištima, istovarištima repe i na sličnim mjestima koja su izložena stalnom gaženju. Stanište zajednice odlikuje se posve specifičnim ekološkim prilikama. Zbog stalnog gaženja na staništu zajednice vladaju nepovoljni životni uvjeti. To je veoma zbijeno, malog kapaciteta za zrak i vodu koja često varira. Vrste koje grade zajednicu dobro su prilagođene stalnim mehaničkim utjecajima (gaženju), a ekstremnim uvjetima na staništu zaštićene su od konkurencije drugih biljaka. Prestankom gaženja dolazi do propadanja zajednice i u sukcesivnom razvoju zajednica prelazi u vegetaciju iz sveze *Arction lappae*.

Kao što je već ranije naglašeno, to je vrlo česta zajednica u Slavoniji i Baranji. Površine na kojima se zajednica razvija najčešće su male. Nešto veće i ljepše sastojine zajednice na tom području razvijene su kod sela Majске Međe, gdje čitav pašnjak u selu pripada toj zajednici. Također veće površine pripadaju zajednici na sajmištu kod Belog Manastira, na nizu mjesta uz rubove stovarišta šećerne repe, te Brođancima, Belišću (igralište), na pašnjaku u Zelčinu, uz Satnički ribnjak i uz putove. Zajednica je lijepo razvijena uz putove prema seoskim pašnjacima kod Zmajevca, Batine, uz putove i kanale kod Bilja, Darde, Čemince i dr.

Najčešće i najdominantnije vrste zajednice su *Plantago major* i *Lolium perenne* (tablica 38). Od ostalih vrsta česte su u sastavu: *Poa annua*, *Capsella bursa-pastoris*, *Lepidium ruderale*, *Matricaria matricarioides*, *Polygonum aviculare*, *Bellis perennis*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium repens*, *Rorippa sylvestris* i dr.

Budući da su površine pod tom zajednicom uglavnom male, one u gošpodarskom pogledu nemaju veće značenje. Uglavnom služe kao pašnjaci. Veće značenje imaju vrste koje grade zajednicu radi učvršćivanja zemljišta. Njihovi listovi skupljeni su u prizemne rozete, sve su niskog rasta, a po svojoj građi odlikuju se velikom elastičnošću stabljike i listova, tako da im gaženje ne smeta mnogo za njihov rast i razvoj.

SCHLEROCHLOETUM DURAE Br. — Bl. 1936

Zajednica tvrđike

U toj ruderalnoj zajednici gaženih površina dominiraju karakteristične vrste asocijacije *Schlerochloa dura* i *Coronopus procumbens*. Zajednica pripada svezi *Polygonion avicularis* Br.-Bl. 1931 i redu *Plantaginetalia majoris* Tx. et Prsg. 1950. Florin sastav prikazan je snimkom iz Podunavlja u Baranji:

- 4.2 *Scherochloa dura* (L.) P. B.
2.2 *Coronopus procumbens* Gilip.
1.2 *Poa annua* L.
1.2 *Polygonum aviculare* L.
1.2 *Lolium perenne* L.
+ *Trifolium repens* L.
+ *Plantago major* L.
+ *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med.
+ *Sisymbrium officinale* (L.) Scop.

Zajednica je tipično razvijena u proljeće kad je načinjen i ovaj snimak (svibanj). Ljeti u vrijeme žege karakteristične vrste zajednice se sprže i nestaju.

Ta termofilna zajednica rasprostranjena je na toplim staništima (Šegulja i Topić, 1979; V., Marković, 1979), a u kontinentalnom području Hrvatske samo u njegovu istočnom dijelu.

Vrste za raspoznavanje su *Schlerochloa dura* i *Coronopus procumbens*.

Tablica 38. — Table 38

LOLIO-PLANTAGINETUM MAJORIS Beger 1930

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.
<i>Plantago major</i> L.	1.2	2.2	2.2
<i>Polygonum aviculare</i> , <i>Plantagineta</i> , <i>Plantaginetea</i>			
<i>Lolium perenne</i> L.	4.3	2.2	3.2
<i>Verbena officinalis</i> L.	+	1.1	+
<i>Polygonum aviculare</i> L.	+2	1.1	+
<i>Poa annua</i> L.	.	+2	.
Pratilice: — Comp.			
<i>Trifolium repens</i> L.	3.2	2.2	2.2
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	3.3	2.2	2.2
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	1.1	1.1	+
<i>Plantago lanceolata</i> L.	.	1.1	+
<i>Achillea millefolium</i> L.	+2	.	+
<i>Setaria glauca</i> (L.) P. Beauv.	+	.	+
<i>Medicago lupulina</i> L.	.	+	.
<i>Prunella vulgaris</i> L.	.	+	.
<i>Potentilla reptans</i> L.	.	+	.
<i>Mentha pulegium</i> L.	.	.	+2
<i>Conyza canadensis</i> L.	.	+	.
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	.	.	+2
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	+	.	.

Snimci — Records: Sajmište — Beli Manastir (1), uz put na pašnjaku Zelčinu (2), uz rub stovarišta šećerne repe u Brodancima (3)

ERAGROSTIS MINOR — POLYGONUM AVICULARE Oberd. 1954

Zajednica male kosmatke i dvornika troskota

To je zajednica gaženih površina i često je možemo naći u gradovima na parkiralištima i pješačkim stazama, između betonskih kocaka. Zajednica pripada svezi *Polygonion avicularis* Br.-Bl. 1931, redu *Plantaginetalia* Tx. 1950 i razredu *Plantaginetea* Tx. et Prsg. 1950.

Rasprostranjena je u Osijeku, Vukovaru, Bilju i dr.

Vrste za raspoznavanje su *Eragrostis minor* i *Polygonum aviculare*.

TANACETO-ARTEMISIETUM Br.-Bl. (1931) 1947

Zajednica vratića i običnog pelina

Ta umjereno nitrofilna zajednica razvija se na području Slavonije i Baranje uz rubove poplavnih šuma i šumskih putova, uz rubove pašnjaka i kanala, nasipa, na podlozi neuspjelih nasada topola, uz zgrade i zidove dvorišta, na zapuštenim površinama u selu i na drugim sličnim staništima. Raste na zasjenjenim površinama koje se odlikuju različitom podlogom. Zajednica jednako dobro uspijeva na aluvijalnim tlima uz obalu rijeka i na duboko humoznom tlu zapuštenih površina. Optimum razvitka postiže u mjesecu srpnju i kolovozu pa je u to doba možemo izdaleka uočiti i prepoznati na terenu. Uz nepromijenjene uvjete na staništu, sastojine te zajednice mogu se na istom mjestu zadržati i dulje vrijeme, što nije slučaj s ostalim ruderalnim zajednicama.

Kao i većina ruderalnih zajednica na istraživanom području, tako i zajednica *Tanaceto-Artemisietum* razvija se uglavnom na malim površinama, a osim toga zajednica je često razvijena samo fragmentarno. Najljepše sastojine zajednice nalaze se kod Draža — na podlozi neuspjelog nasada topola, kod Belog Manastira — nasuprot sajmištu, kod Podolja, Čepinskih Martinaca, uz rub poplavne šume uz Dravu kod Bezdana, nedaleko od pašnjaka i uz rub kanala kod Josipovca, Bilja i Darde. Lijepe sastojine zajednice razvijene su i na čistinama kod Batine i na Zelenom otoku, uz rub šume i uz šumske putove na području Katuništa. Zajednica je razvijena i uz rub pašnjaka kod sela Beketinaca, Ladisavaca, Semeljaca i Budrovaca.

Najčešće i najdominantnije vrste u sastavu zajednice su *Tanacetum vulgare* i *Artemisia vulgaris*, koje su ujedno i karakteristične vrste zajednice (tablica 39). Od ostalih vrsta u sastavu zajednice česte su: *Urtica dioica*, *Calystegia sepium*, *Arctium minus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Achillea millefolium* i dr.

Ta zajednica ima nagli i vrlo bujni razvitak pa obilno potiskuje ostale ruderalne zajednice koje rastu oko nje. Progresivni razvitak zajednice vodi ka razvoju šumske vegetacije preko različitih prijelaznih stadija vegetacije sječina i šikara. Sastojine te zajednice koje se nalaze podalje od naselja služe kao pašnjaci za divljač (obično je to plemenita divljač).

Tablica 39. — Table 39

TANACETO-ARTEMISIETUM Br.-Bl. (1931) 1947

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	4.4	4.3	3.3
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	3.2	3.3	3.3
<i>Arction lappae</i> , <i>Artemisietalia</i> , <i>Artemisietea</i>			
<i>Urtica dioica</i> L.	+2	1.2	+2
<i>Arctium minus</i> Bernh.	+2	+2	+
<i>Arctium lappa</i> L.	1.1	+2	+
<i>Cichorium intybus</i> L.	1.2	+	.
<i>Althaea officinalis</i> L.	+2	+	.
<i>Ballota nigra</i> L.	+	.	+
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	+	.	+
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	+	+	.
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	+	.	.
Pratilice: — Comp.			
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	1.1	2.2	1.1
<i>Achillea millefolium</i> L.	2.2	1.1	+
<i>Daucus carota</i> L.	2.2	.	+
<i>Potentilla reptans</i> L.	+	.	1.1
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	1.1	+	.
<i>Trifolium repens</i> L.	1.1	.	+
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	+	.	+
<i>Verbena officinalis</i> L.	+	.	+
<i>Salvia nemorosa</i> L.	+2	.	+2
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+	+	.
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+	+	.
<i>Ranunculus repens</i> L.	.	+2	.
<i>Bidens tripartita</i> L.	.	+	.
<i>Lolium perenne</i> L.	3.2	.	.
<i>Lotus corniculatus</i> L.	+	.	.
<i>Prunella vulgaris</i> L.	+	.	.
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	+2	.	.
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	+	.	.
<i>Agropyron repens</i> (L.) PB.	+	.	.

Snimci — Records: Draž (1), Beli Manastir (2), Čepinski Martinci (3)

SAMBUCETUM EBULI Felföldy 1942

Zajednica abdovine

Zajednica *Sambucetum ebuli* razvija se na vrlo različitim staništima. Odgovaraju joj uvjeti koji vladaju na rubovima putova, šuma, živica, pašnjaka i seoskih smetišta. Prilike na staništu su različite. Zajednica nije osjetljiva na promjene fizikalnih i kemijskih faktora (tekstura, vlažnost, bogatstvo nitratima), ne podnosi jedino gažene površine. Sastojine te zajednice mogu biti visoke i više od 2 metra.

Upravo zbog navedenih osobina zajednica je česta na ovom području. Zauzima relativno male površine, i obično je razvijena samo fragmentarno. Sastojine zajednice *Sambucetum ebuli* dosta su česte u Slavoniji i Baranji, ali najljepše je razvijena uz rub pašnjaka u blizini željezničke stanice u

St. Mikanovcima, uz rub pašnjaka kod sela Semeljaca, Kešinaca, Vodinaca, Ivankova, Jamene, Duboševice i uz Savu kod Slavenskog Šamca. Također je razvijena kod Bocanjevaca, Zelčina, Torijanaca, Baranjskog Petrovog sela, Habijanaca, Branjina vrha, uz šumariju kod Belišća uz rijeku Dravu, uz rub pašnjaka kod Darde te uz rub kanala kod Josipovca. Na svim tim lokalitetima zajednici pripadaju relativno male površine, a na nekim je lokalitetima razvijena samo fragmentarno.

Najdominantnija vrsta u sastavu zajednice je *Sambucus ebulus*, a ponegdje dolazi i *Conium maculatum* (tablica 40). Ostale vrste koje grade zajednicu su: *Urtica dioica*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Artemisia vulgaris*, vrste roda *Rubus*, *Dipsacus sylvestris*, *Calystegia sepium* i dr.

Tablica 40. — Table 40

SAMBUCETUM EBULI Felföldy 1942

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.
<i>Sambucus ebulus</i> L.	3.3	4.4	4.4
<i>Conium maculatum</i> L.	+2	.	+
<i>Arction lappae</i> , <i>Artemisieta</i> , <i>Artemisietea</i>			
<i>Urtica dioica</i> L.	+	+2	+2
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+2	+	+2
<i>Cichorium intybus</i> L.	+	+	+
<i>Ballota nigra</i> L.	.	+	+
<i>Dipsacus fullonum</i> L.	+	+	.
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	.	+	+
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	.	+	.
<i>Arctium lappa</i> L.	+	.	.
Pratilice: — Comp.			
<i>Mentha pulegium</i> L.	1.2	1.1	1.2
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	2.2	1.2	2.2
<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds emend. Harley	1.2	1.1	+
<i>Setaria glauca</i> (L.) PB.	1.2	+	+
<i>Verbena officinalis</i> L.	+	+	+
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) PB.	1.2	1.1	+
<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Huds.	+	.	+
<i>Anthemis</i> sp.	1.1	+2	.
<i>Trifolium repens</i> L.	+	+	.
<i>Plantago major</i> L.	1.2	.	+
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+	.	+
<i>Ranunculus sardous</i> Cr.	+	+	.
<i>Medicago lupulina</i> L.	+	.	+
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	1.1	+	.
<i>Achillea millefolium</i> L.	+	.	+
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	1.2	.	.
<i>Juncus inflexus</i> L.	+2	.	.
<i>Anagallis arvensis</i> L.	+	.	.
<i>Euphorbia maculata</i> L.	2.2	.	.
<i>Poa annua</i> L.	+	.	.
<i>Polygonum aviculare</i> L.	+	.	.
<i>Kickxia elatine</i> (L.) Dum.	+	.	.
<i>Agropyron repens</i> (L.) PB.	+	.	.
<i>Equisetum arvense</i> L.	+	.	.

Snimci — Records: Torijanci (1), uz šumariju Belišće (2), Stari Mikanovci (3)

LEONURO — BALLOTETUM NIGRAE Slavnić 1951

Zajednica srčanice i crne koprive

Zajednica pripada svezi *Arction lappae* Tx. 1937 em. Siss. 1946 a nalazimo je na ruderalnim staništima.

Razvijena je u jarcima i kanalima u Bilju, Aljmašu i dr.

Vrste za raspoznavanje su *Ballota nigra*, *Leonurus marrubiastrum* i *Leonurus cardiaca*.

ALLIARIO-CHAEROPHYLLETUM TEMULI (Krech. 1935) Lohm. 1949

Zajednica sročlike češnjače i otrovne krabljice

Zajednica je razvijena na području Slavonije i Baranje samo fragmentarno i pripadaju joj male površine. Razvija se na sjenovitim i polusjenovitim mjestima uz rubove putova, živica i ograda. Tlo na kojem se zajednica razvija je rahlo i humozno, umjereno vlažno i bogato dušikovim spojevima. U nepromijenjenim životnim uvjetima ta se zajednica može godinama održati na istom mjestu, ali promjene životnih uvjeta, što je najčešći slučaj na ovom području, dovode do razvitka različitih biljnih zajednica.

Zajednici pripadaju male površine kod Draža na blago nagnutom terenu uz put i livadu koja je eksponirana prema sjeveru, te na sličnim terenima kod Darde i Zmajevca. Zajednicu *Alliario-Chaerophylletum temuli* našli smo samo na ta tri lokaliteta prostranog područja istočne Slavonije i Baranje, a i tu je, analiziramo li njezin florni sastav (tablica 41), razvijena samo fragmentarno.

U sastavu zajednice najčešća je i dominantna vrsta *Chaerophyllum temulum* koja je i karakteristična vrsta zajednice. Od ostalih vrsta česte su *Chelidonium majus*, *Arctium minus*, *Melandrium album*, *Artemisia vulgaris*, *Urtica dioica* i dr.

SOLIDAGINETUM SEROTINAE-CANADENSIS (Moor) Ober. 1950

Plavine goleme i gustocvjetne zlatice

Zajednica *Solidaginetum serotinae-canadensis* razvija se na mineralno-organskim tlima koja obiluju vodom i dušikovim spojevima. U svom punom razvoju, koji dostiže u mjesecu kolovozu, kad je njezino stanište obično suše, predstavlja prave rascvjetale vrtove. Zajednica je uočljiva već iz daljine po svojoj lijepoj žutoj boji. Tako lijep izgled daju zajednici njezine karakteristične vrste. Sastojine zajednice znaju biti vrlo guste i visoke 1,5 i više od dva metra. Ovisno o dubini vode na staništu i količini dušikovih spojeva dostupnih za iskorištavanje u momentu razvoja biljaka zajednica ima u svom sastavu veću ili manju prisutnost biljaka koje srećemo u flornom sastavu ruderalne vegetacije na području.

Tablica 41. — Table 41

ALLIARIO-CHAEROPHYLLETUM TEMULI (Krech. 1935) Lohm. 1949

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.
<i>Chaerophyllum temulum</i> L.	3.3	2.2	1.2
<i>Lapsana communis</i> L.	.	1.2	1.2
<i>Geo-Alliarion, Artemisietalia, Artemisietea</i>			
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	3.2	+2	2.3
<i>Arctium minus</i> Bernh.	+3	1.2	1.2
<i>Chelidonium majus</i> L.	+2	+	1.1
<i>Urtica dioica</i> L.	3.2	1.2	.
<i>Lamium maculatum</i> (L.) L.	1.1	.	+
<i>Alliaria petiolata</i> (MB.) Cavara et Grande	+2	.	.
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	+2	.	.
Pratičice: — Comp.			
<i>Potentilla reptans</i> L.	+2	2.2	+
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	1.1	+	1.1
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+	1.1	.
<i>Fallopia convolvulus</i> L. A. Löve.	+2	.	+2
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	+2	.	+
<i>Prunella vulgaris</i> L.	+	.	.
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+	.	.
<i>Ajuga reptans</i> L.	+	.	.

Snimci — Records: Zmajevac (1), Draž (2), Darda (3)

Zajednica je na istraživanom području Slavonije i Baranje najljepše razvijena na čistinama uz nasipe rijeke Drave sjeverno od Belišća i Osijejka i u nasadima topola i uz njihove rubove.

Zajednicu karakteriziraju vrste *Solidago serotina* i *Solidago canadensis*, koje su ujedno i dominantne u njezinu flornom sastavu (tablica 42). Od ostalih vrsta česte su *Lysimachia vulgaris*, *Stachys palustris*, *Lythrum salicaria*, *Erigeron annuus*, *Calystegia sepium* i niz drugih.

Sastojine zajednice *Solidaginetum serotinae-canadensis* služe kao dobri pašnjaci za divlje svinje, kojima obiluje ovo područje, a manje za pašnjake plemenitoj divljači. Sastojine zajednice se kose pa se otkos koristi kao stelja za stoku.

POLYGONO-BIDENTETUM (W. Koch 1926) Lohm. 1950.

Zajednica trnoklasnog dvornika i dvozube torice

To je najraširenija ruderalna zajednica na ovom području Slavonije i Baranje. Razvijena je u selima uz rubove putova i kanala, u blizini pojilišta za stoku, na seoskim pašnjacima koji služe za intenzivnu pašu, naročito na onim pašnjacima koji su u samom selu. Razvijena je i uz rubove putova u poplavnim šumama nedaleko od naselja. Zajednicu grade uglav-

Tablica 42. — Table 42

SOLIDAGINETUM SEROTINAE-CANADENSIS (Moor) Oberd. 1950

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.	4.
<i>Solidago canadensis</i> L.	5.5	5.5	4.4	3.3
<i>Solidago gigantea</i> Ait.	+2	+2	2.2	3.3
<i>Urtica dioica</i> L.	+	+	.	.
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	.	+	.	.
<i>Convolvulion seppii</i> , <i>Convolvuletalia sepii</i> , <i>Artemisietea</i>				
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	1.1	1.1	+2	1.1
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	.	+	+	+
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	.	1.1	1.1	+
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	.	+	.	1.1
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	+	.	+	+
<i>Verbena officinalis</i> L.	+	.	.	+
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+2	.	+2	.
<i>Galium aparine</i> L.	+	+	.	.
<i>Sambucus ebulus</i> L.	+2	.	.	.
<i>Dipsacus fullonum</i> L.	.	+	.	.
Pratilice: — Comp.				
<i>Stachys patustris</i> L.	1.2	1.1	1.2	1.1
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	1.1	+	1.1	2.2
<i>Lythrum salicaria</i> L.	1.1	+	1.1	.
<i>Iris pseudacorus</i> L.	.	.	+	+
<i>Galium palustre</i> L.	+	.	.	+
<i>Carex hirta</i> L.	.	+	.	+
<i>Equisetum palustre</i> L.	+	.	.	+
<i>Poa trivialis</i> L.	+	.	+	.
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	+	.	+	.
<i>Euphorbia salicifolia</i> Host.	1.1	+	.	.
<i>Rorippa austriaca</i> (Cronz) Bess.	.	+	.	+
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	+2	+	.	+
<i>Melilotus alba</i> Med.	.	+2	.	+
<i>Odontites vulgaris</i> Moench	—	.	+	+
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	.	.	.	1.1
<i>Carex gracilis</i> Cirt.	.	.	1.2	.
<i>Potentilla reptans</i> L.	.	+	.	.
<i>Ranunculus repens</i> L.	.	.	.	+
<i>Cardamine pratensis</i> L.	.	+	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	.	.	.	+
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	.	.	.	+
<i>Dactylis glomerata</i> L.	.	+	.	.
<i>Symphytum officinale</i> L.	.	.	+	.
<i>Veronica scutellata</i> L.	.	.	+	.
<i>Euphorbia esula</i> L.	+	.	.	.

Snimci — Records: Uz nasip rijeke Drave sjeverno od Belišća i Osijeka (1—4)

nom jednogodišnje biljke koje maksimum razvoja imaju u ljetnim mjesecima. Na području Slavonije i Baranje zajednica je razvijena u obliku triju subasocijacija: *P.-B. typicum*, *P. B. verbenetosum* i *P. B. lycopetosum* (tablica 43).

Subasocijacija *P.-B. typicum* razvija se uz šumske putove i uz kanale na poljima, tj. na prirodnim staništima. Sastojine te subasocijacije visoke su 20—50—70 cm. U njezinu sastavu uz vrstu *Bidens tripartita* vrlo obilno dolaze različite vrste roda *Polygonum*.

Tablica 43. — Table 43

POLYGONO-BIDENTETUM (Koch 1926) Lahm. 1950.

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
	<i>typicum</i>		<i>verbenetosum</i>			<i>lycopetosum</i>	
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	4.3	3.3	3.2	3.2	3.2	1.1	1.1
<i>Verbena officinalis</i> L.	.	.	1.1	1.1	+	.	.
<i>Pulicaria vulgaris</i> Gaertn.	.	.	+	+2	+	.	.
<i>Xanthium spinosum</i> L.	.	.	1.1	.	+	.	.
<i>Potentilla supina</i> L.	.	.	1.1	.	.	.	.
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem et Schult.	.	.	.	.	.	2.2	2.2
<i>Lycopus europaeus</i> L.	.	.	.	.	.	1.1	1.1
<i>Mentha aquatica</i> L.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Lythrum salicaria</i> L.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Galium palustre</i> L.	.	.	.	.	.	.	1.1
<i>Bidention, Bidentetalia, Bidentetea</i>							
<i>Polygonum mite</i> Schrank	1.2	2.2	1.2	3.2	2.2	1.1	3.2
<i>Bidens tripartita</i> L.	3.2	3.2	2.1	1.2	1.2	3.2	2.2
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	1.2	1.2	1.2	+	1.2	2.2	1.1
<i>Bidens frondosa</i> L.	.	.	1.1	.	.	.	1.1
<i>Xanthium italicum</i> Moretti	.	.	+	.	.	.	.
Pratilice: — Comp.							
<i>Mentha pulegium</i> L.	1.2	1.2	1.1	.	+	+	1.1
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	1.1	1.1	+	+	2.2	1.1	.
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	1.1	1.1	+	+	.	+	.
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) PB.	+	.	+	1.1	1.2	.	.
<i>Potentilla reptans</i> L.	1.1	+	2.2	.	.	.	+
<i>Inula britannica</i> L.	.	+2	+	.	.	.	+
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Bess.	.	1.1	+	.	.	.	.
<i>Polygonum aviculare</i> L.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Plantago major</i> L.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	.	+2	1.1	.	.	.	.
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	+2	.	+	.	.	.	.
<i>Atriplex patula</i> L.	+	.	.	+	.	.	.
<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) C. H. Schultz	.	+	.	.	+	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	+2	.	.	.	.	.	1.1
<i>Ranunculus repens</i> L.	.	+	.	.	.	1.1	.
<i>Althaea officinalis</i> L.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	.	.	.	.	.	.	1.1

Snimci — Records: Strizivojna (1), Divoševci (2), Vinogranci (3), Bocanjevci (4), Valpovačka Gorica (5), Đurdanci (6, 7)

Znatno je češća subasocijacija *P.-B. verbenetosum*: Ona se razvija na antropogenim staništima u selu i na pašnjacima, na mjestima koja su bogata dušikovim spojevima, a njihov glavni izvor su izmetine domaćih životinja i otpadne vode. Diferencijalne vrste subasocijacije su: *Verbena officinalis*, *Pulicaria vulgaris*, *Urtica dioica*. Subasocijacija *P.-B. verbenetosum* opisana je prvi put upravo za kontinentalno područje Hrvatske (Marković, 1975).

Subasocijacija *P.-B. lycopetosum* razvija se na prirodnim, jako vlažnim staništima, u mikrodepresijama terena, uz rubove bara i močvara. Diferencijalne vrste subasocijacije su većinom predstavnici močvarne vegetacije.

To je vrlo raširena ruderalna zajednica, kojoj najčešće pripadaju male površine. Najljepše sastojine zajednice našli smo kod Slavenskog Šamca, Strizivojne, Divoševaca. Lijepo sastojine zajednice *Polygono-Bidentetum* razvijene su i uz rub pašnjaka kod Darde, uz rub Stare Drave, uz staze i putove na Zelenom otoku kod Batine, te uz rubove putova u poplavnim šumama nedaleko od naselja. Zajednica je lijepo razvijena i na ostalim dijelovima istraživanog područja, npr.: uz mjesta Habijanci, Vinograci, Bocanjevci, Torijanci, Ladimirevci, Valpovačka Gorica, Metlinci, Duboševica i dr.

U sastavu zajednice najčešća je, a ujedno i dominantna, karakterična vrsta *Polygonum hydropiper*, dok je *Polygonum minus* slabije zastupana. Od ostalih vrsta česte su: *Bidens tripartita*, *Echinochloa crus-galli*, *Polygonum lapathifolium*, *Verbena officinalis*, *Setaria glauca*, *Pulicaria vulgaris*, *Urtica dioica* i dr.

Kao što je ranije naglašeno, zajednici *Polygono-Bidentetum tripartiti* na kartiranom području pripadaju male površine. Zajednica je građena većinom od jednogodišnjih vrsta (terofita) koje obogaćuju stanište organskim tvarima, te omogućuje u progresivnoj sukcesiji vegetacije razvoj drugih zajednica ruderalne vegetacije. Površine zajednice služe kao pašnjaci za perad. Na seoskim pašnjacima, koje domaće životinje vrlo intenzivno pasu, ruju i gaze, travnjačka vegetacija u regresivnoj sukcesiji ustupa mjesto zajednici *Polygono-Bidentetum*.

RANUNCULETUM SCELERATI Siss. 1946 em. Tx. 1950

Zajednica močvarnog žabnjaka

Ta se močvarna zajednica razvija u plitkoj vodi, dubine od 10 do 30 cm. Florni sastav prikazan je snimkom iz Kopačkog rita:

3.1 *Ranunculus sceleratus*

1.1 *Lemna minor*

1.1 *Spirodela polyrrhiza*

+ *Sium latifolium*

+ *Alisma plantago-aquatica*

+ *Carex distans*

- + *Lycopus europaeus*
- + *Hydrocharis morsus-ranae*
- + *Juncus inflexus*
- + *Phragmites australis*
- + *Polygonum hydropiper*

Zajednica pripada svezi *Bidention tripartiti* Nordh 1940, redu *Bidentetalia* Br.-Bl. et Tex. i razredu *Bidentettea* Tx. et Prsg. 1950.

Razvija se periodično, u vrijeme određene razine vode na staništu, na manjim površinama u Kopačkom ritu.

Vrsta za raspoznavanje je *Ranunculus sceleratus*.

DESCURAINIETUM SOPHIAE Krech 1935

Zajednica obične oranjice

Ta termofilna ruderalna zajednica iz sveze *Sisymbriion* Tx., Lohm. et Prsg. 1950 i reda *Sisymbrietalia* Tx. 1961 em. Grös 1966 (Oberdorfer, 1957, Soó, 1961) razvija se uz nasipe i u vrtovima, na sušim staništima, a u njoj dominira karakteristična vrsta *Descurainia (Sisymbrium) sophia*, često pokrovnošću od 80 do 100%.

Najljepše razvijene sastojine zabilježene su u Kopačevu i Podunavlju, a i inače je zajednica primijećena samo u najistočnijem dijelu istraživanog područja.

Vrsta za raspoznavanje je *Descurainia sophia*.

MALVETUM PUSSILAE Morariu 1943

Zajednica malog sljeza

To je ruderalna zajednica iz sveze *Sisymbriion officinalis* i reda *Sisymbrietalia*. Razvija se u selima, uz putove.

Nađena je u više sela, npr. Bilju, Šaregradu, Aljmašu.

Vrste za raspoznavanje su *Malva pussila*, *Urtica urens* i *Amaranthus crispus*.

HORDEETUM MURINI Libbert 1932

Zajednica divljeg ječma

Ta ruderalna zajednica iz sveze *Sisymbriion officinalis* i reda *Sisymbrietalia* razvija se uz putove i u parkovima istraživanog područja.

Nalazimo je svuda na istraživanom području.

Vrste za raspoznavanje su *Hordeum murinum*, *Malva sylvestris*, *Lolium perenne*, *Bromus sterilis*.

ECHIO — MELILOTETUM Tx. 1942

Zajednica obične lisičine i žutog kokoca

To je ruderalna zajednica suših staništa. Nalazimo je uz putove, na nasipima. Pripada svezi *Onopordion acanthii* Br.-Bl. 1926 i redu *Onopordetalia acanthii* Br.-Bl. et Tx. 1943.

Nalazi se uz cestu Bilje—Kopačevo—Podunavlje i drugdje.

Vrste za raspoznavanje su *Echium vulgare*, *Melilotus officinalis*, *Melilotus albus*, *Anchusa officinalis*.

SASTOJINE SVEZE MARRUBION PEREGRINI Slavnić 1951

Sastojine tetrljana

Na istraživanom području nađeni su samo fragmenti zajednica te sveze (koja pripada redu *Onopordetalia* Br.-Bl. et Tx. 1943). Florni sastav prikazuju dva snimka načinjena u sastojinama uz stari grad Šarengrad (tablica 44).

Ta je vegetacija šire rasprostranjena u Vojvodini, a na istraživanom području zabilježena je samo na južnoj padini uz stari grad Šarengrad.

Vrste za raspoznavanje su *Marrubium peregrinum*, *Centaurea micranthos* i *Centaurea solstitialis*.

CONYZO — XANTHIETUM H-ić 1962

Zajednica hudoljetnice i dikice

Toj zajednici na istraživanom području pripadaju male površine. Zajednica je obično razvijena na seoskim pašnjacima, na kojima stoka vrlo intenzivno pase, li to naročito na pašnjacima gdje pasu svinje koje uz pasu ruju i tlo.

Na području Slavonije i Baranje zajednica je razvijena na pašnjacima kod mjesta Valpovačka Gorica, Čepinski Martinci, Budimički Petrovci, Vinograci i Zelčín.

Najčešće i najdominantnije u sastavu ove često fragmentarno razvijene zajednice su vrste *Xanthium spinosum* i *Xanthium strumarium* (tablica 45). Od ostalih vrsta česte su u sastavu zajednice: *Datura stramonium*, *Erigeron canadensis*, *Setaria glauca*, *Cynodon dactylon*, *Abutilon theophrasti*, *Lolium perenne*, *Arctium minus*, *Chenopodium murale* i dr.

Pašnjaci na kojima je razvijena zajednica *Conyzo-Xanthietum* predstavljaju maksimalno iskorištavano i izrovano zemljište. U gospodarskom pogledu treba izbjegavati takvo intenzivno iskorištavanje pašnjaka, jer mjesta na kojima se pojavljuje zajednica ne mogu gospodarski služiti za ništa drugo nego i dalje za rovanje svinja, koje takva mjesta na kojima se razvila zajednica *Erigero-Xanthietum* i izbjegavaju zbog obilne prisutnosti vrsta *Xanthium spinosum* i *Xanthium strumarium*.

Tablica 44. — Table 44

SASTOJINE SVEZE MARRUBION PEREGRINI Slavnić 1951

Broj snimka — Number of record	1.	2.
Karakteristične vrste sveze, reda i razreda — Char. all., order and class		
<i>Marrubium peregrinum</i> L.	1.1	2.2
<i>Centaurea solstitialis</i> L.	1.1	2.1
<i>Centaurea micranthos</i> S. G. Gmel.	1.1	1.2
<i>Lactuca serriola</i> L.	1.1	+
<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Lk.	+	+
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	+	+
<i>Chenopodium album</i> L.	+	+
<i>Onopordon acanthium</i> L.	+2	.
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	+	+
<i>Sisymbrium orientale</i> L.	+	.
<i>Echium vulgare</i> L.	.	+
Pratilice: — Comp.		
<i>Achillea millefolium</i> L.	1.2	2.1
<i>Melica transsilvanica</i> Schur	1.1	2.1
<i>Andropogon ischaemum</i> L.	+3	2.2
<i>Aegilops cylindrica</i> Host	+3	1.2
<i>Dactylis glomerata</i> L.	1.1	1.2
<i>Bromus</i> sp.	+	1.1
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	+	1.1
<i>Xeranthemum annuum</i>	+	1.1
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	+2	+
<i>Cichorium intybus</i> L.	+	1.1
<i>Asperula longiflora</i> W. & K.	+	2.2
<i>Carthamus lanatus</i> L.	+	+
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+	+
<i>Lycium halimifolium</i> Mill.	4.3	.
<i>Koeleria</i> sp.	.	2.2
<i>Agropyron cristatum</i> (Schreb.) Bess.	.	2.1
<i>Coronilla varia</i> L.	.	+3
<i>Thymus</i> sp.	.	1.2
<i>Poa bulbosa</i> L.	.	+2
<i>Salvia nemorosa</i> L.	.	+2
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	+2	.
<i>Cuscuta campestris</i> Yuncker	+2	.
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreb.	.	+
<i>Gallium album</i> Mill.	+	.
<i>Gallium aparine</i> L.	+	.
<i>Bromus sterilis</i> L.	+	.
<i>Daucus carota</i> L.	+	.
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+	.
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	.	+
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	.	+
<i>Medicago lupulina</i> L.	.	+
<i>Medicago falcata</i> L.	.	+
<i>Polygonum patulum</i> MB.	.	+
<i>Polycnemum arvense</i> L.	.	+

Snimci — Records: Šarengrad (stari grad) (1, 2)

Tablica 45. — Table 45

CONYZO-XANTHIETUM H-ić 1962

Broj snimka — Number of record	1.	2.	3.	4.
<i>Xanthium spinosum</i> L.	5.4	4.3	2.2	1.2
<i>Xanthium strumarium</i> L.	.	.	1.2	2.2
<i>Chenopodium muralis</i> , <i>Chenopodietalia</i> , <i>Chenopodietea</i>				
<i>Datura stramonium</i> L.	1.2	+	4.4	5.4
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	+	1.2	+	1.2
<i>Lolium perenne</i> L.	2.2	1.1	1.1	.
<i>Setaria glauca</i> (L.) PB.	.	4.3	.	3.3
<i>Solanum nigrum</i> L. emend Miller	.	1.1	.	1.1
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) PB.	.	1.1	.	+
<i>Sisymbrium officinale</i> L.	.	+	.	+
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	+	+	.	.
<i>Portulaca oleracea</i> L.	+	.	.	+
<i>Chenopodium album</i> L.	+	.	+	.
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	.	.	.	+
Pratilice: — Comp.				
<i>Verbena officinalis</i> L.	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Cynodon dactylon</i> (.) Pers.	1.2	2.2	2.2	2.1
<i>Polygonum aviculare</i> L.	+	.	1.1	+
<i>Achillea millefolium</i> L.	1.1	+	1.1	.
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	1.2	—	1.1	1.1
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	+	1.1	+	+
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Bess.	+	.	+	.
<i>Mentha pulegium</i> L.	+	.	+	.
<i>Plantago lanceolata</i> L.	.	+	+	.
<i>Hibiscus trionum</i> L.	+	.	.	+
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	.	+	.	+
<i>Trifolium repens</i> L.	.	+	.	+
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	.	.	1.1	.
<i>Arctium minus</i> Bernh.	.	.	+2	.
<i>Bidens tripartita</i> L.	.	.	+	.
<i>Filago vulgaris</i> Lam.	.	.	+	.
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	.	.	+	.
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	.	.	+	.
<i>Anagallis arvensis</i> L.	+	.	.	.
<i>Leersia oryzoides</i> (L.) Sw.	+	.	.	.
<i>Cirsium</i> sp.	+	.	.	.
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	.	+	.	.
<i>Trifolium pratense</i> L.	.	+	.	.
<i>Plantago major</i> L.	.	+	.	.
<i>Ranunculus sardous</i> Cr.	.	+	.	.
<i>Cichorium intybus</i> L.	.	+	.	.
<i>Abutilon theophrasti</i> Med.	.	.	.	1.1
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	.	.	.	+
<i>Verbascum</i> sp.	.	.	.	+

Snimci — Records: Valpovačka Gorica (1), Zelčin (2), Vinograci (3, 4)

PANICO-GALINSOGETUM Tx. et Becker 1942

Zajednica običnog koštana i konice

Korovna zajednica *Panico-Galinsogetum* razvija se u različitim okopavinskim kulturama kao što su kukuruz, krumpir, duhan, vinova loza, sunčokret a također i u vrtovima. Pripada svezi *Polygono-Chenopodium polyspermi* Koch 1926 em. Sissing 1946, redu *Chenopodietalia albi* Tx. et Lohm. 1950 i razredu *Stellarietea mediae** (Br.-Bl. 1932) Tx., Lohm. Prsg. 1950. U istraživanom području dolazi u dvije subasocijacije, *Panico-Galinsogetum* subass. *typicum* i *Panico-Galinsogetum* subass. *eragrostietosum*. Na temelju stotinjak vegetacijskih snimaka u istraživanom području florni sastav prikazan je u tablici 46.

Subasocijacija *eragrostietosum* predstavlja termofilnu varijantu ove zajednice odnosno prijelaznu zajednicu između sveza *Polygono-Chenopodium* i *Eragrostion*. Kao što je i karakteristično za korovne zajednice, u spektru životnih oblika prevladavaju terofiti (tablica 47).

To je tipična srednjoeuropska zajednica koja je široko rasprostranjena i u našoj zemlji. U Hrvatskoj zauzima najveći dio kontinentalnog područja (Topić, 1978, 1982). Subasocijacija *P.-G. typicum* rasprostranjena je u zapadnom i srednjem dijelu Hrvatske, a subas. *eragrostietosum* u istočnom dijelu, gdje se nadovezuje na termofilnu zajednicu *Hibisco-Eragrostietum*. Fitogeografski i floristički predstavlja prijelaznu zajednicu između dviju navedenih sveza.

Vrste za raspoznavanje su *Galinsoga parviflora*, *Chenopodium album*, *Chenopodium polyspermum*, *Mentha arvensis*, *Oxalis fontana*, a kod subas. *eragrostietosum* važne su kao diferencijalne vrste *Eragrostis megastachya*, *Hibiscus trionum* i *Chenopodium hybridum*.

Kao korovna zajednica koja nepovoljno utječe na prinos kultivirane biljke suzbija se različitim mehaničkim i kemijskim metodama.

HIBISCO-ERAGROSTIETUM MEGASTACHYAE (Felföldy 1942) Tx. 1950

Zajednica mjehuraste sljezolike i mnogocvjetne kosmatke

Ta termofilna korovna zajednica rasprostranjena je u raznim okopavinskim kulturama a pripada svezi *Eragrostion* Tx. 1950, u redu *Chenopodietalia albi* Tx. et Lohm. 1950. i razredu *Stellarietea mediae* (Br.-Bl. 1932) Tx., Lohm., Prsg. 1950. Florni sastav zajednice prikazan je u tablici 48.

* U sistematskom pregledu vegetacije korovna vegetacija okopavina svrstana je prema Horvatu, Glavaču i Ellenbergu (1974) u razred *Chenopodietea*, no najnovija istraživanja Topić, 1982) pokazala su da se sva segetalna korovna vegetacija može s dovoljno opravdanja ujediniti u poseban razred *Stellarietea mediae*.

Tablica 46. — Table 46
PANICO-GALINSOGETUM Tx. et Becker 1942

	Stupanj prisutnosti subass. <i>typicum</i>	subass. <i>eragro- stietosum</i>
Karakteristična vrsta asocijacije: — Char. ass.		
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	V+—1	V+—1
Diferencijalne vrste subasocijacije: — Diff. subass.		
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	.	II+—2
<i>Eragrostis megastachya</i> (Koel) Lk.	I+—1	I—3
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	.	I+—1
<i>Eragrostis minor</i> Host.	.	I+—1
<i>Reseda lutea</i> L.	.	I+
<i>Amaranthus albus</i> L.	.	I—3
Karakteristične vrste sveze: — Char. all.		
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	IV+—3	III+—3
<i>Oxalis fontana</i> Bunge	III ¹	I+—1
<i>Mentha arvensis</i> L.	I+—2	I—3
<i>Stachys palustris</i> L.	II+—3	II+—3
<i>Polygonum lapathifolium</i> L. subsp. <i>incanum</i> (F. W. Schmidt) Schubl. et Mart.	I+	I+
Karakteristične vrste reda: — Char. order		
<i>Chenopodium album</i> L.	V+—3	V+—3
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) PB.	V+—3	V+—1
<i>Setaria glauca</i> (L.) PB.	V+—2	V+—3
<i>Polygonum persicaria</i> L.	IV ¹	III ¹
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	III+—1	II+—1
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	III+—3	IV+—2
<i>Lamium purpureum</i> L.	III+	II+—1
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	III+—2	III+—3
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	III ¹⁻³	III+—3
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	I+	II+
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	I+	I+
<i>Setaria viridis</i> (L.) PB.	I+—2	II+—1
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	I+	.
<i>Solanum nigrum</i> L. emend Miler	I+	I+—2
<i>Amaranthus lividus</i> L.	I+	.
<i>Geranium molle</i> L.	.	I—3
<i>Setaria verticillata</i> (L.) PB.	.	I ¹
<i>Senecio vulgaris</i> L.	.	I+
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	.	I+
<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.	.	I+
Karakteristične vrste razreda — Char. class		
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	III+—2	III ¹⁻²
<i>Veronica persica</i> Poir.	II+—1	I+—1
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	III+—1	II+—2
<i>Sonchus arvensis</i> L.	I+—1	II+
<i>Anagallis arvensis</i> L.	I+	I+—1
<i>Kickxia elatine</i> (L.) Dum.	I+	I+
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	I+	I+
<i>Sherardia arvensis</i> L.	.	I ²
<i>Centaurea cyanus</i> L.	.	I+
<i>Anthemis arvensis</i> L.	I+	.

Tablica 46 (nastavak) — Table 46 (continuation)

Pratilice: — Comp.

<i>Convolvulus arvensis</i> L.	IV+ ⁻³	IV+ ⁻⁴
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	V+ ⁻³	III+ ⁻⁴
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	IV+ ⁻¹	II+ ⁻²
<i>Equisetum arvense</i> L.	III+ ⁻²	I+ ⁻²
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Bess.	III+ ⁻¹	II+ ⁻¹
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	II+	II+ ⁻¹
<i>Agropyron repens</i> (L.) PB.	III+	I+
<i>Polygonum aviculare</i> L.	II+	I+ ⁻¹
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	I ³	I+ ⁻³
<i>Plantago major</i> L.	II+	I+ ⁻²
<i>Rubus caesius</i> L.	I+ ⁻²	III+ ⁻⁴
<i>Trifolium repens</i> L.	I+	I+
<i>Verbena officinalis</i> L.	I+	I+ ⁻¹
<i>Potentilla reptans</i> L.	I+ ⁻¹	I+ ⁻²
<i>Bidens tripartita</i> L.		II+ ⁻²
<i>Mentha longifolia</i> Huds emend. Harley	I+	I+ ⁻²
<i>Portulaca oleracea</i> L.	I+ ⁻¹	I+ ⁻¹
<i>Ranunculus repens</i> L.		I+ ⁻¹
<i>Daucus carota</i> L.	I+	II+ ⁻¹
<i>Glechoma hederacea</i> L.	I+	I+ ⁻¹
<i>Achillea millefolium</i> L.	I+	I+
<i>Vicia</i> sp.	I+	I+
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	I+	I+
<i>Ranunculus sardous</i> Cr.	I+	I+
<i>Medicago lupulina</i> L.	I+	I+
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	I+	I+
<i>Gypsophila muralis</i> L.	I+	I+ ⁻¹
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	I+ ⁻¹	I ¹
<i>Poa annua</i> L.	I+	
<i>Rumex crispus</i> L.		I+
<i>Symphytum officinale</i> L.	I+	I+
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	I ¹	I+ ⁻¹
<i>Pulicaria vulgaris</i> Gaertn.	I+	I+
<i>Cichorium intybus</i> L.		I+
<i>Panicum capillare</i> L.	I+	I+ ⁻¹
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	I+	I+
<i>Chondrilla juncea</i> L.	I+	I+ ⁻¹
<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.	I+	I ¹
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	I+	
<i>Prunella vulgaris</i> L.	I+	
<i>Lapsana communis</i> L.	I+	
<i>Lythrum salicaria</i> L.	I+	I+
<i>Trifolium pratense</i> L.	I+	I+
<i>Kochia scoparia</i> (L.) Schrad.		I+
<i>Plantago lanceolata</i> L.	I+	
<i>Euphorbia esula</i> L.		I+
<i>Coronilla varia</i> L.	I+	
<i>Carex hirta</i> L.		I+
<i>Robinia pseudacacia</i> L.	I+	
<i>Scirpus sylvaticus</i>	I+	
<i>Potentilla anserina</i> L.	I+	
<i>Valeriana officinalis</i> L.		I+
<i>Abutilon theophrasti</i> Med.		I+
<i>Xanthium strumarium</i> L.		I+
<i>Reseda lutea</i> L.		I+
<i>Datura stramonium</i> L.		I+
<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	I+	

Tablica 47 — Table 47. Zastupljenost životnih oblika u asocijaciji *Panico-Galinsogetum*
— life forms in the association *Panico-Galinsogetum*

		tero- fiti	hemi- krip- tofiti	geofiti	nanofa- nerofi-	fanero- fiti
<i>Panico-Galinsogetum</i> subass. <i>typicum</i>	%	60,8	23,0	13,6	1,3	1,3
<i>Panico-Galinsogetum</i> subass. <i>eragrostietosum</i>	%	65,0	22,0	11,6	1,2	—

Tablica 48. — Table 48

HIBISCO-ERAGROSTIETUM MEGASTACHYAE (Felföldy 1942) Tx. 1950

Stupanj prisutnosti

Karakteristične vrste asocijacije: — Char. ass.

Eragrostis megastachya (Koel.) Lk. V+—3
Hibiscus trionum L. IV+—3

Karakteristične vrste sveze: — Char. all.

Heliotropium europaeum L. III+—3
Chenopodium hybridum L. III+—3
Portulaca oleracea L. III+—3
Amaranthus albus L. II+—2
Eragrostis minor Host. II+—2

Karakteristične vrste reda: — Char. order

Chenopodium album L. V+—2
Amaranthus retroflexus L. V+—2
Setaria glauca (L.) PB. IV+—3
Digitaria sanguinalis (L.) Scop. IV+—2
Setaria viridis (L.) PB. IV+—2
Solanum nigrum L. emend. Miller IV+—2
Echinochloa crus-galli (L.) PB. IV,1—3
Sonchus oleraceus L. II+—1
Galinsoga parviflora Cav. II+—3
Capsella bursa-pastoris (L.) Med. II+—1
Setaria verticillata (L.) PB. II+—2
Diptotaxis muralis (L.) DC. II+—1
Sonchus asper (L.) Hill. I
Polygonum lapathifolium L. I+—2
Euphorbia helioscopia L. I+—2
Chenopodium polyspermum L. I+—2
Polygonum percicaria L. I+—2
Lamium purpureum L. I+
Geranium molle L. I+
Senecio vulgaris L. I+
Lamium amplexicaule L. I+
Stachys palustris L. I+—2

Karakteristične vrste razreda: — Char. class

Fallopia convolvulus (L.) A. Löve IV+—2
Stellaria media (L.) Vill IV+—2
Veronica persica Poir. III+—2

Tablica 48 (nastavak) — Table 48 (continuation)

<i>Sonchus arvensis</i> L.	II+—1
<i>Sinapis arvensis</i> L.	II+
<i>Stachys annua</i> (L.) L.	II+—1
<i>Anagallis arvensis</i> L.	I+
<i>Kickxia elatine</i> (L.) Dum.	I+
<i>Anthemis arvensis</i> L.	I+
<i>Nonnea pulla</i> (L.) DC.	I+
<i>Galium tricorneratum</i> Dandy	I+
Pratilice: — Comp.	
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	V+—2
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	III+—1
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	III+
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	II+—1
<i>Verbena officinalis</i> L.	II+—1
<i>Rubus caesius</i> L.	II+
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	I+—2
<i>Polygonum aviculare</i> L.	I+—1
<i>Chondrilla juncea</i> L.	I+
<i>Mentha longifolia</i> Huds. emend. Harley	I+—2
<i>Datura stramonium</i> L.	I+—1
<i>Reseda lutea</i> L.	I+
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreb.	I+
<i>Euphorbia esula</i> L.	I+
<i>Daucus carota</i> L.	I+
<i>Plantago major</i> L.	I+
<i>Vicia</i> sp.	I+
<i>Panicum capillare</i> L.	I+
<i>Medicago lupulina</i> L.	I+
<i>Euphorbia falcata</i> L.	I+
<i>Robinia pseudacacia</i> L.	I+
<i>Brassica napus</i> L.	I+
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	I+
<i>Medicago sativa</i> L.	I+
<i>Glechoma hederacea</i> L.	I+
<i>Euphorbia peplus</i> L.	I+
<i>Artemisia annua</i> L.	I+
<i>Aristolochia clematitis</i> L.	I+
<i>Agropyron repens</i> (L.) PB.	I+
<i>Cichorium intybus</i> L.	I+
<i>Silene alba</i> (Mill.) E. H. L. Krause	I+
<i>Sambucus ebulus</i> L.	I+
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	I+
<i>Malva sylvestris</i> L.	I+
<i>Calystegia sepium</i> L.	I+
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	I+

U spektru životnih oblika upadljivo prevladavaju terofiti (69,2%). Sve karakteristične vrste asocijacije i sveze i neke pratilice su termofilne vrste (stupanj 5 po Landoltu, 1977). U usporedbi s drugim korovnim zajednicama okopavina kontinentalnog dijela Hrvatske ta se zajednica odlikuje značajnim udjelom biljaka pontsko-centralno-azijskog florog elementa, 10,25% (Topić, 1982).

Zajednica je rasprostranjena na toplim staništima srednje Evrope i u jugoistočnoj Evropi. U Hrvatskoj dolazi samo u najistočnijem dijelu Slavonije i Baranje (Topić, 1978).

Vrste za raspoznavanje su *Eragrostis megastachya*, *Hibiscus trionum*, *Chenopodium hybridum*, *Heliotropium europaeum* i *Amaranthus albus*.

SASTOJINE *VERBASCUM* SP.

Sastojine divizme

Velik dio površina na pašnjacima kod sela Bocanjevaca pripada vegetaciji u čijem sastavu dominira vrsta *Verbascum*.

Sastojine te vegetacije visoke su 150—200 cm. Podloga na kojoj je razvijena suha je, pjeskovita i sva izrovana. Prizemni sloj vegetacije, odnosno obraslost na staništu je mala (slaba), mjestimično pokriva 60 do 70% površine.

U flornom sastavu sastojine dominira *Verbascum* sp. (tablica 49). Osim navedene vrste velikom stalnošću, ali promjenljivom prisutnošću dolaze vrste *Heliotropium europaeum*, *Plantago lanceolata*, *Polygonum aviculare*, *Convolvulus arvensis*, *Datura stramonium*, *Portulaca oleracea* i niz drugih.

O RASPROSTRANJENOSTI NEKIH RJEDIH BILJNIH VRSTA U ISTOČNOJ SLAVONIJI I U BARANJI — DISTRIBUTION OF SOME RELATIVELY RARE PLANT SPECIES OVER THE INVESTIGATED AREA

U toku kartiranja i istraživanja vegetacije u istočnoj Slavoniji i u Baranji nailazili smo na neke rjeđe biljne vrste u flori Hrvatske i Jugoslavije. To su većinom adventivne vrste, a manje autohtoni pripadnici naše flore.

ERANTHIS HIEMALIS (L.) Salisb. rijetka je vrsta u nas. Najveća nalazišta u Hrvatskoj nalaze se na istraživanom području (Topić & Segulja, 1983). Ta je vrsta zakonom zaštićena, no ne prijeti joj toliko istrebljenje od neposrednog uništavanja koliko od uništavanja staništa. Sada je nalazimo u svijetlim šumama, iako je nekad bila rasprostranjena i na livadama kojih više nema.

KITAIBELIA VITIFOLIA Willd. Rasprostranjena je dijelom u Vojvodini a dijelom u istočnoj Slavoniji. Našli smo je u ruderalnoj vegetaciji unutar ruševina starog grada Šarengrada. Te godine bilo je mnogo primjerkara, no naredne godine ta je vegetacija pokošena, pa je ostao samo jedan grm. U jednom trenutku ta se biljka pojavila u velikom broju u ribnjacima nakon ispuštanja vode (Skender & Stević, 1979).

AZOLLA FILICULOIDES Lam. tropska je vodena paprat koja se periodično javlja u velikoj masi i prekriva vodene površine. Nalazili smo je u rukavcima Dunava i u Kopačkom ritu (Trinajstić & Pavletić, 1978; Topić & Segulja, 1979).

Tablica 49. — Table 49

Broj snimka — Number of record	1.	2.
<i>Verbascum</i> sp.	4.4	4.3
<i>Polygonum aviculare</i> L.	2.1	2.2
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	2.1	2.2
<i>Euphorbia maculata</i> L.	1.2	1.2
<i>Hibiscus trionum</i> L.	+	2.2
<i>Polygonum persicaria</i> L.	+	2.1
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	+	1.1
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	1.1	+
<i>Mentha pulegium</i> L.	+2	+
<i>Solanum nigrum</i> L. emend. Miller	+	+
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	+	+
<i>Anthemis</i> sp.	+	+
<i>Ranunculus sardous</i> Cr.	+	+
<i>Datura stramonium</i> L.	+	.
<i>Xanthium spinosum</i> L.	1.1	.
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	+	.
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	1.1	.
<i>Veronica persica</i> Poir.	+	.
<i>Malva sylvestris</i> L.	+	.
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	+	.
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	.	1.1
<i>Plantago lanceolata</i> L.	.	2.2
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Bess.	.	1.1
<i>Lolium perenne</i> L.	.	1.1
<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	.	1.1
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) PB	.	+
<i>Plantago major</i> L.	.	+
<i>Kickxia elatine</i> (L.) Dum.	.	+
<i>Portulaca oleracea</i> L.	.	+
<i>Trifolium repens</i> L.	.	+
<i>Medicago lupulina</i> L.	.	+
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	.	+

Snimci — Records: Bocanjevci (1, 2)

WOLFFIA ARRHIZA (L.) Wimm. u istraživanom području nađena je samo u Kopačkom ritu.

FRITILLARIA MELEAGRIS L. dolazi u tom području samo u šuma-
ma uz Dravu.

CHRYSOPOGON GRYPHUS Trin. nađena je na istraživanom područ-
ju samo na jednom lokalitetu kod Belišća.

ELEUSINE INDICA (L.) Gäertn. jest adventivna vrsta koja se u na-
šoj zemlji nesumnjivo širi. Naš nalaz u Vukovaru (Topić i Segulja,
1978) bio je prvi u tom dijelu Hrvatske, no danas, nakon nekoliko godina,
primijećena je u Osijeku i Bilju na gaženim površinama.

IMPATIENS PARVIFLORA DC. adventivna je vrsta nađena u tom
području samo u Osijeku, kao korov u zasjenjenom vrtu.

IMPATIENS GLANDULIFERA Royle, adventivna vrsta proširila se
Podravinom do Osijeka.

Osim navedenih rjeđih biljaka u tom području postoji još niz nekada češćih, a danas ugroženih vrsta. Uzrok tome je uništavanje njihovih staništa. Kao primjer, spomenimo vrstu *Iris sybirica* L. koja u proljeće ostavlja izuzetan dojam na svakom prolazniku cestom Osijek—Bilje i odmaralište Satnica (Valpovo), jer obilje plavih cvjetova pravi golema »jezera« usred okolnog zelenila. No, svake godine otrgne se po komad te površine i kultivira, pa će sigurno za nekoliko godina te plave oaze nestati. Na isti način nestaju na tom području i druge biljne vrste a i cijele biljne zajednice, naročito livadne i močvarne.

LITERATURA — REFERENCES

- Adamović, L., 1909: Die Vegetationsverhältnisse der Balkanländer. Die Vegetation der Erde, XI Leipzig
- Androić, M., 1965: Kratki osvrt na zaštitu šuma u razdoblju od 1945—1965. Šum. list 508—517, Zagreb
- Anić, M., 1942: Šuma u Hrvatskoj. Zemljopis Hrvatske, str. 539—558, Zagreb
- Balatova-Tučkova, E. M., Knežević, 1975: Beitrag zur Kenntnis der Überschwemmungswiesen in der Drava und Karašica-Aue (Nord-Jugoslawien), Acta Bot. Croat. 34, 63—80
- Beck-Mannagetta, C., 1901: Vegetationsverhältnisse der Illyrischen Länder, in: Engler-Drude, Die Vegetation der Erde, Leipzig
- Bertović, S., 1962: Prilog poznavanju odnosa klime i vegetacije u Hrvatskoj, Zagreb
- Bösendorfer, J., 1952: Istočna granica Tomislavove, Krešimirove i Zvonimirove Hrvatske u Savsko-dravskom intermediju. Rad. JAZU, br. 286, str. 143—170. Zagreb
- Erdeš, J., 1971: Fitocenoza šuma zapadnog Srijema. Sremska Mitrovica
- Fukarek, P., 1948: Raširenje poljskog ili lučkog jasena (*Fraxinus oxycarpa*) u FNR Jugoslaviji. Godišnjak biološkog instituta, I. sv. 2, str. 63—70, Sarajevo
- Fukarek, P., 1954: Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl.). Šumarski list, 9/10, str. 433—453, Zagreb
- Fukarek, P., B. Fabijanić & V. Stefanović, 1963: Pregled osnovnih tipova šumske vegetacije u donjem toku rijeke Lepenice. Naučno društvo SR BiH, knjiga III. str. 85—129, Sarajevo
- Fukarek, P., 1964: Sjeverozapadna granica današnje rasprostranjenosti hrasta sladuna (*Quercus conferta* Kit. = *Quercus frainetto* Ten.) Šum. list str. 10:—123, Zagreb
- Glavač, V., 1959: O šumi poljskog jasena sa kasnim drijemovcem (*Leucioieto* — *Fraxinetum angustifolia* ass. nov.) Šum. list, 1/3, Zagreb
- Glavač, V., 1960: Crna joha u Posavskoj i Podravskoj Hrvatskoj s ekološkog, biološkog i šumsko-uzgojnog gledišta. (Disertacija) Zagreb
- Glavač, V., 1962: Osnovno fitocenološko raščlanjenje nizinskih šuma u Posavini. Šum. list 9/10, Zagreb
- Glavač, V., 1968: Über Eichen-Hainbuchenwälder Kroatiens, Berlin
- Godra, B., 1872: Flora des Peterwardeiner Grenz-Regiments, Nr. 9, O. B. Z. 22, pp. 98, 133, 163, 201, 228, 266, 292
- Hirc, D., 1919: Građa za floru Srijemskog plošnjaka, Fruške gore i okolice grada Osijeka, Glasnik Zemaljskog muzeja XXXI, Sarajevo
- Horvat, I., 1938: Biljnoscioška istraživanja šuma u Hrvatskoj, Glasnik za šum. pokuse, knj. 6, Zagreb
- Horvat, I., G. Tomazić, S. Horvatić & H. Em, 1950: Metodika istraživanja i kartiranja vegetacije. Priručnik za tipološko istraživanje i kartiranje vegetacije, Zagreb
- Horvat, I., 1963: Šumske zajednice Jugoslavije. Posebni otisak iz Šumarske enciklopedije, Zagreb

- Horvat, I., V. Glavač, H. Ellenberg, 1974: Vegetation Südosteuropas. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart
- Horvatić, S., 1931: Die Verbreitetsten Pflanzengesellschaften der Wasser und Ufervegetation im Kroatien und Slawonien. Acta bot. Inst. bot. Univ. 6, 91—108, Zagreb
- Horvatić, S., 1950: Prilog poznavanju korovne vegetacije rižišta na Jelas-polju. Glasnik biološke sekcije, ser. II/B, sv. 2/3, 1948, 1949, Zagreb
- Horvatić, S. & dr. 1967: Analitička flora Jugoslavije. Sv. I., br. 1, Zagreb
- Horvatić, S., Lj. Ilijančić & Lj. Marković-Gospodarić, 1970: O biljnom pokrovu Slavonije, I znanstveni sabor Slavonije i Baranje, Osijek
- Ilijančić, Lj., 1963: Typologisch-geographische Gliederung der Niedrungswiesen Nordkroatiens im klimatischen Zusammenhang. Acta bot. Croat. 22, str. 119—132, Zagreb
- Ilijančić, Lj. 1966: Zur Frage der Pflanzengeographischen Stellung Ostkroatiens, Angew. Pflanzensoz. 18/19, 177—183, Wien
- Ilijančić, Lj., 1968: Die Ordnung *Molinietalia* in der Vegetation Nordostkroatiens, Acta Bot. Croat. 26—27, 161—180
- Ilijančić, Lj., 1969: Das *Trifolion pallidi*, ein neuer Verband der Ordnung *Trifolio-Hordeetalia* H-ic. Acta Bot. Croat. 28, 151—159
- Ilijančić, Lj., 1971: Fitocenološko i fitogeografsko raščlanjenje livadne vegetacije Posavine. Savjetovanje o Posavini III, 317—322, Zagreb
- Ilijančić, Lj., 1973: Allgemeiner Überblick über die wechselfeuchten Niederungswiesen Jugoslawiens im Zusammenhang den klimatischen Verhältnissen. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 19, 1—4, 165—179
- Ilijančić, Lj. & N. Šegulja, 1978: Zur Pflanzensoziologischen Gliederung der Glatthaferwiesen Nordostkroatiens. Acta Bot. Croat. 37, 95—105
- Janković, Gj., 1970: Pedološke karakteristike Slavonije i Baranje. Prvi znanstveni sabor Slavonije i Baranje, Osijek
- Janković, M. & V. Mišić, 1954: Šumske fitocenoze Fruške gore (prethodno saopštenje). Srpska akademija nauka — Institut za ekologiju i biogeografiju, Zbornik radova knj. 5, Beograd
- Janković, M., 1970: Istorija florističkih proučavanja u Srbiji. Flora Srbije I. dio Beograd
- Janković, M., 1971: Poplavna šumska i vodena vegetacija u sremskom dijelu Posavine i njen značaj u vezi s problemima melioracije. Savjetovanje o Posavini I, 27—29, Zagreb
- Janković, M. & R. Bogojević, 1971: Ekološki uslovi u poplavnim šumama kod Morovića u Sremu. Savjetovanje o Posavini I, 27—29, Zagreb
- Jovanović, B., 1965: Biljni svet — Osnovne karakteristike autohtone flore i vegetacije Beljskog lovno-šumarskog područja »Jelen«, Bilten Lovno-šumarskog gazdinstva Beograd, pos. izdanje Operativno-naučnog centra Bilje, 3
- Kadić, M., 1964: Iz povijesti svinjogojstva slavonske Posavine. Biblioteka muzeja u Županji
- Kerner, A., 1863: Pflanzenleben der Donauländer, Wien
- Kozarac, J., 1886: K pitanju pomlađivanja posavskih hrastika. Odgovor J. Kozaraca na ocjenu »Zašto *Fraxinus excelsior* strašilo? Šum. list 6, str. 241—249, Zagreb
- Kozarac, J., 1888: Važnost promijeđivanja. Šum. list br. 3, str. 109—114, Zagreb
- Marković-Gospodarić, Lj., 1965: O vegetaciji sveze *Bidention tripartiti* u Hrvatskoj, Acta Bot. Croat. 34, 103—120
- Marković-Gospodarić, Lj., 1978: Travnjačka vegetacija sveze *Agropyro-Rumicion crispi* u obalnom pojasu Save u Hrvatskoj, Acta Bot. Croat. 37, 107—130
- Marković-Gospodarić, Lj., 1979: Das *Sclerochloo-Polygonetum avicularis* in der Trittvegetation Nordostkroatiens. Acta Bot. Croat. 38, 87—94
- Majer, A. 1968: Magyarországi erdő társulásai. Akadémiai Kiadó Budapest
- Metlaš, J., 1926: Slavonske stare hrastove šume. Pola stoljeća šumarstva 1876—1926, str. 416—440, Zagreb
- Oberdorfer, E., 1957: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

- Prpić, B., 1971: Zakorjenjivanje lužnjaka, poljskog jasena i crne johe u Posavini. Savjetovanje o Posavini I, 27—29. I. Zagreb
- Rauš Đ., 1905: Types biologiques pour la géographie botanique, Bull. Acad. Sc. Danemark
- Rauš Đ., 1970: Crna joha (*Alnus glutinosa* Gaertn.) u šumama Posavine. Savjetovanje o Posavini III, str. 353 Zagreb
- Rauš Đ., 1971a: Raspostranjenost bukve (*Fagus sylvatica* L.) u nizinskim krajevima šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj. Šumarski simpozij, Zagreb
- Rauš Đ., 1971b: Fitocenološke osobine šuma na obroncima zapadnog dijela Fruške gore. Poseban otisak iz knjige »Radovi Centra za organizaciju naučno-istraživačkog rada u Vinkovcima«, knj. 1, Zagreb
- Rauš Đ., 1972a: Karta šumskih zajednica Spačvanskog bazena i okolice Vinkovaca, Grafički zavod Hrvatske, Zagreb
- Rauš Đ. & M. Kalinić, 1973: Pedološke i fitocenološke osobine šume lužnjaka i običnog graba s bukvom u Posavini i Pokuplju. Radovi Centra JAZU, Vinkovci, knj. 2, Zagreb
- Rauš Đ., 1974a: Šumske fitocenoze i vegetacijska karta šuma jugoistočne Slavonije. Zbornik o stotoj obljetnici šumarstva jugoistočne Slavonije, Centar JAZU Vinkovci
- Rauš Đ., 1974b: Prilog poznavanju jednogodišnjih količina prostirke u šumskim zajednicama Posavine. Ekologija (Separat) Acta Botanica Jugoslavica, Vol. 8, No. 2, Beograd
- Rauš Đ., 1975a: Vegetacijski i sinekološki odnosi šuma u bazenu Spačva. Glasnik za šumske pokuse br. 18, 225—346, Zagreb
- Rauš Đ., 1975b: Stielechenwälder Slavoniens. Problems of Balkan Flora and Vegetation, Sofia 1975
- Rauš Đ., 1975c: Šuma crne johe (*Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 68) u bazenima Spačva, Šum. list 11—12, Zagreb
- Rauš Đ., 1978: Šumska vegetacija Đakovštine. Zbornik Đakovštine, knj. III Centra za znanstveni rad Vinkovci, str. 115—145, Zagreb
- Rauš Đ., 1976b: Vegetacija ritških šuma dijela Podunavlja od Aljmaša do Iloka. Glasnik za šum. pok. vol. XIX, p. p. 7—75, Zagreb
- Rauš Đ., 1977: Vegetationsuntersuchungen in den Wäldern des Spačva-Beckens in Kroatien. Studia phytologica in honorem jubilantis A. O. Horvat, Poec
- Rauš Đ., 1978: Šumska vegetacija dunavskih ada i ritova u okolici Vukovara. Ekologija, Vol. 13, No. 2, 133—147, Beograd
- Rauš Đ., N. Šegulja & J. Topić 1978: Prilog poznavanju močvarne i vodene vegetacije bara u nizinskim šumama Slavonije. Acta Bot. Croat. 37, 131—147
- Rauš Đ. & dr., 1980: Šumsko bogatstvo Slavonije i gravitacijskog područja »Belišća« u vrijeme postanka Kombinata »Belišće« kao činilac privrednog razvoja str. 33—68, Osijek
- Rauš Đ., N. Šegulja & J. Topić, 1980: Vegetacija bara i močvara u šumama jugozapadnog Srijema. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke, sv. 58, 17—51, Novi Sad
- Rauš Đ., 1982: Rezultati petnaestogodišnjih (1966—1980) istraživanja i kartiranja slavonskih i baranjskih šuma Šum. list 4—5, 93—105, Zagreb
- Rauš Đ. & dr., 1983: Prirodne i ostale mogućnosti proizvodnje drveta u Slavoniji i Baranji. Zbornik III Sabora Slavonije i Baranje, 435—467, Osijek
- Rauš Đ., 1983: Šume hrasta lužnjaka u Slavoniji i Baranji. Radovi Akademije nauka Bosne i Hercegovine, knj. 21, str. 465—471, Sarajevo
- Rauš Đ. & N. Šegulja, 1983: Flora Slavonije i Baranje. Glasnik za šumske pokuse br. 21, Zagreb
- Skender, A. & I. Štević, 1979: Pojava kadivke (*Kitabelia vitifolia* Villd.) na nasipima ribnjaka »Koprivna« i suzbijanje pomoću Tormone 80. Spomenica i zbornik radova Poljoprivredno-prehrambeno-tehnološkog fakulteta u Osijeku, 249—258
- Slavnić, Ž., 1952: Nizinske šume Vojvodine. Zbornik Matice srpske, br. 2, Novi Sad
- Soó, R. 1945: Növényföldrajz. Str. 141—150, Budapest

- Soò - Javorka, 1951: A Mahyar novényvilag kézikönyve I. es II. kötet. — Akadémiai Kiadó, Budapest
- Soò, R., 1961: Systematische Übersicht der Pannonischen Pflanzengesellschaften III. Acta Bot. Acad. Sci Hung. 426—450
- Spaić, I., 1970: Neki od glavnih problema zaštite šuma u Slavoniji s osobitim obzirom na značaj entomofaune. Prvi znanstveni Sabor Slavonije i Baranje, str. 351, Osijek
- Šegulja, N. & J. Topić, 1978: Prilog poznavanju pašnjaka istočne Slavonije, Poljoprivredna znanstvena smotra, 46 (56), 91—94
- Šegulja, N. & J. Topić, 1978: Novo nalazište vrste *Eleusine indica* (L.) Göertn. u Hrvatskoj. Acta Bot. Croat. 37, 229—230
- Šegulja, N. & J. Topić, 1979: Asocijacija *Sclerochloëtum durae* Br.-Bl. 31 u Sremu. Fragm. herbol. Jugosl. VII, 116—125, 39—42
- Takšić, A., 1970: Pregled geološke građe (Slavonije). Prvi znanstveni Sabor Slavonije i Baranje, str. 107, Osijek
- Topić, J., 1978: Sintaksonomsko raščlanjenje korovne vegetacije okopavina kontinentalnog područja Hrvatske. Fragm. herbol. Jugosl. IV, 37—43
- Topić, J., 1978: Fitocenološka istraživanja korovne vegetacije okopavina istočne Podravine. Acta Bot. Croat. 37, 149—157
- Topić, J. & N. Šegulja, 1979: *Azolla filiculoides* Lam. u Sremu i Slavoniji. Zbornik za priř. nauke Matice srpske, 55, 117—118
- Topić, J., 1982: Ekološka istraživanja korovne vegetacije okopavina u kontinentalnom području Hrvatske (Doktorska disertacija), Zagreb
- Topić, J. & N. Šegulja, 1983: Nova nalazišta vrste *Eranthis hiemalis* (L.) Salisb. u Hrvatskoj, Acta Bot. Croat. 42, 145—147
- Trinajstić, I. & Zl. Pavletić, 1978: *Azolla filiculoides* Lam. u vegetaciji vodenjara istočne Hrvatske, Acta Bot. Croat. 37, 159—162
- Vajda, Z., 1948: Koji su uzroci sušenju hrastovih posavskih i donjopodravskih šuma. Šum. list, str. 105, Zagreb
- Vukićević, E., 1959: Šumske fitocenoze u neplavljenom području Posavine. Glasnik šumarskog fakulteta br. 16, Beograd

DURO RAUŠ, NEDELJKA ŠEGULJA & JASENKA TOPIĆ

VEGETATION OF EASTERN SLAVONIA
AND BARANJA*Summary*

The investigations of flora and vegetation of Slavonia and Baranja, started in the 19th century by Kerner, have been continued by a number of florists and phytocenologists. Recently, particular efforts were made in the period from 1975 to 1980 during the intensive vegetational mapping of this area.

Slavonia and Baranja are the part of the Panonian valley, although it is not plane in all its parts. The altitude is from 80 to 294 meters above sea level.

In addition to the great rivers the Danube, the Sava and the Drava, there are some smaller rivers such as the Karašica, the Vučica, the Vuka, the Bosut, the Orłjava, the Spačva etc.

Since the 19th century until now the meliorations have been made in the river-basins because of drainage that influenced upon the water regime and habitat changes.

The climate of this region belongs to the moderate continental type. On the basis of the data for a few meteorological stations on the investigated area, we can see the characteristic parameter: the average annual precipitation amount to 622—733 mm, what means that the climate is semihumide to semiarid with 3—5 semiarid or arid months in the vegetational period. Nevertheless, the precipitation regime is convenient because in the vegetational period there falls down about 54% of the annual quantity.

There exist numerous types of soil, zonal and azonal.

The anthropogeneous influence upon the vegetation is considerable, both on wood and other types.

The newest flora list, made by Rauš and Šegulja (1983) shows that a majority of plants in the investigated area belongs to *hemicyptophyta* (40%), followed by *therophyta* (25%), *phanerophyta* (17%), *geophyta* (10%), *chamaephyta* (4%) and *hydrophyta* (4%) what coincides with typical life form spectrum of the middleeuropean, moderate continental climate conditions.

Takeing into consideration floric elements, there is a considerable number of widely spread plants belonging to eurasian, european, middleeuropean floric elements and widely spread cosmopolite and circumpolar plants. To these groups it belongs the majority of 86% of plants.

A number of plant communities are noted on this territory belonging to 12 vegetational classes. To the class *Querc-Fagetea* it belongs the wood and shrub vegetation included into orders *Fagetalia* and *Prunetalia spinosae*. The associations described there are ass. *Querc-Capinetum croaticum*, ass. *Carpino betuli-Quercetum roboris* and ass. *Corno-Ligustretum illyricum*, with distinct subassociations.

The class *Alno-Populetea* is presented here by the wood communities, ass. *Genisto elatae-Quercetum roboris*, ass. *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae*, ass. *Frangulo-Alnetum glutinosae*, ass. *Fraxino-Ulmetum laevis*, ass. *Populetum nigro-Albae*, ass. *Salici-Populetum nigrae*, ass. *Galio-Salicetum albae*, ass. *Salicetum triandrae* and ass. *Salicetum purpureae*.

The swamp vegetation, widely spread in depressions, canals and inundational areas, belongs to the class *Phragmitetea* and includes three orders with the following associations: ass. *Scirpo-Phragmitetum*, ass. *Glycerietum maximae*, ass. *Oenanthro-Rorippetum*, ass. *Sparganio-Glycerietum fluitantis*, ass. *Caricetum ripariae*, ass. *Phalaridetum arundinaceae*, ass. *Caricetum gracilis*, ass. *Caricetum vesicariae* and ass. *Caricetum elatae*.

On the habitat, which periodically dries out after inundation, one can find the vegetation of the class *Isoëto-Nanojuncetea*, as a short transitional stage of vegetation.

In the waters it develops the vegetation belonging to the classes *Potametea* and *Lemnetea*, the associations *Myriophyllo-Nupharetum*, ass. *Tra-po-Nymphoidetum peltatae*, ass. *Hottonietum palustris* and ass. *Lemno-Spirodeletum polyrrhizae*.

To the grassland, meadow and pasture vegetation, there belong each year smaller and smaller areas. This vegetation is included in the classes *Molinio-Arrhenatheretea* (ass. *Potentilletum anserinae*, ass. *Rumici-Alopecuretum geniculati*, ass. *Junco-Menthetum longifoliae*, ass. *Trifolio-Agrostietum stoloniferae*, ass. *Galega officinalis-Xanthium strumarium*, ass. *Serratulo-Plantaginetum altissimae*, ass. *Ventenato-Trifolietum pallidi*, ass. *Veronica longifolia-Euphorbia lucida*, ass. *Arrhenatheretum medioeruo-paeum*, ass. *Rhynantho-Filipenduletum*) and *Festuco-Brometea* (ass. *Agropyro-Kochietum prostratae*).

It is a great deal of the anthropogeneous vegetation, ruderal and weed, belonging to the classes *Plantaginetea*, *Artemisietea*, *Bidentetea tripartiti*, *Chenopodietea* and *Stellarietea mediae*. There are numerous communities such as ass. *Lolio-Plantaginetum majoris*, ass. *Schlerochloëtum durae*, ass. *Eragrostis minor-Polygonum aviculare*, ass. *Tanaceto-Artemisietum*, ass. *Sambucetum ebuli*, ass. *Leonuro-Ballotetum nigrae*, ass. *Alliario-Chaerophylletum temuli*, ass. *Solidaginetum serotinae-canadensis*, ass. *Polygono-Bidentetum*, ass. *Ranunculetum scelerati*, ass. *Descurainietum sophiae*, ass. *Malvetum pussillae*, ass. *Echio-Melilotetum*, ass. *Conyzo-Xanthietum*, ass. *Panico-Galinsogetum* and ass. *Hibisco-Eragrostietum megastachyae*.

The zonal vegetation of the largest part of eastern Slavonia is presented by wood community, ass. *Carpino-betuli-Quercetum roboris*, while the other types of woods are extrazonal vegetation depending mostly on soil

water regime. On the wet, periodically inundated habitats it occurs the wood association *Genisto elatae-Quercetum roboris* with famous oak trees and trunks of the best quality.

As already mentioned, the swamp vegetation is spread over the large areas, the most important and the most famous of which being the area of Kopački rit, an inundational area in the corner between the Danube and the Drava rivers in Baranja. In this partially protected area, there are mosaics of the different swamp vegetational types, floatant and submerge plant communities and monotypic woods of white willow. This unique habitat presents the refugium and oasis for the number of animals, especially birds. The grassland vegetation is present on smaller areas, particularly meadows. All areas, convenient for agriculture are transformed from meadows and pastures into cultivated, arable soils. This is a typical, traditionally agricultural region with numerous cultures — maize, wheat, sunflower, sugar beet, vineyards, tobacco and so on. It is the reason for developing of accompanying vegetal weed vegetation which, in this climatically transitional region from western more humid toward eastern arid areas, also show characteristic phytogeographical division similar to other types of vegetation.

Everywhere, where there is a considerable content of nitrogen, the very rich ruderal vegetation develops.

On the investigated area, through numerous meliorations and other agrotechnical treatment, many habitats are changed or destroyed. So, it disappear some plant communities without economical value, but very interesting from a phytocenological standpoint, and our flora and vegetation become poorer and poorer.

In the investigated area we have found some interesting, not very spread plants in the flora of Croatia or Yugoslavia. Some of them are the autohtonous members of our flora such as *Eranthis hiemalis*, *Kitaibelia vitifolia*, *Wolfia arrhiza*, *Fritillaria meleagris*, *Chrysopogon gryllus*, *Iris sibirica*, while the others are the adventive plants such as *Azolla filiculoides*, *Eleusine indica* and *Impatiens parviflora*.

Received February 11, 1985

Accepted March 31, 1985

Author's addresses:

Đuro Rauš

Faculty of Forestry

41001 Zagreb, P. O. Box 178

Yugoslavia

Nedeljka Segulja

Faculty of Science, University of Zagreb

Jasenka Topić

Pedagogical Faculty, University of Osijek

DRAGUTIN PIČMAN

TEHNIČKO-BIOLOŠKA SANACIJA ŠUMSKE PUTNE MREŽE

TECHNISCH UND BIOLOGISCHE SANIERUNG DES WALDWEGNETZES

Prispjelo 11. veljače 1985.

Prihvaćeno 31. ožujka 1985.

U ovom radu obrađen je problem sanacije površina usjeka i nasipa na šumskim cestama. Prikazani su različiti uzroci nastajanja oštećenja, osnovna oštećenja kosina, metode gradnje i osnovne vrste drveća i grmlja koje se mogu primjenjivati kod tehničko-biološke sanacije. Kao poligon za istraživanje uzet je Gorski Kotar odnosno Zelesina. Na pokusnoj dionici utvrđen je vegetacijski pokrov i biljne vrste koje sudjeluju kod sanacije površina usjeka i nasipa. Osnovni cilj je bio u tome, da se odredi mogućnost prirodnog materijala kao osnovnog sanatora na površinama usjeka i nasipa šumskih cesta.

Ključne riječi: inženjerska biologija, šumska cesta, oštećenja usjeka i nasipa, pokos, sanacija, tehničko-biološka gradnja.

UVOD — EINLEITUNG

Šumske ceste odnosno mreža šumskih cesta (puteva) izgrađena je na različitim terenima, terenima koji su više ili manje podložni djelovanju vanjskih činilaca — glavnih uzročnika nastajanja oštećenja na površinama usjeka i nasipa kod šumskih cesta. Oštećenja na površinama usjeka i nasipa predstavljat će osnovni problem ovog razmatranja.

Kako tehničko-biološka sanacija šumske putne mreže predstavlja upotrebu biljaka kao građevnog materijala, naš osnovni problem biti će da pokušamo pronaći glavne uzroke nastajanja oštećenja, a samim tim i pokušati spriječiti njihovo nastajanje upotrebom biljaka. Biljke koje se upotrebljavaju kod ovih radova, predstavljaju »živi« materijal za gradnju, a njihova je funkcija višestruka.

Tehničko-biološka sanacija predstavlja primjenu raznih metoda građenja s biljkama tzv. »inženjerska biologija«. Primjenom ovakove vrste građenja, što znači primjenu i ugradnju bilo živih bilo mrtvih djelova biljaka, ozelenjava se onaj dio naših šumskih cesta koji je najviše podložan utjecaju vanjskih činilaca.

KRATKI PRIKAZ RADOVA NA SANIRANJU POVRŠINA USJEKA I NASIPA
— ABRISS DER ARBEITEN BEI DER SANIERUNG DER FLÄCHEN VON
EINSCHNITTE UND DÄMME

Površina sanacija šumskih cesta odnosno puteva nije novijeg datuma, ali je zapravo tek 60-tih godina ovog stoljeća došlo do ponovog razvoja i procvata različitih metodama gradnje. Povijest bavljenja ovom problematikom ide tamo negdje od 1850. godine, kada su razni stručnjaci, u prvom redu šarmarski, počeli intenzivnije proučavati problem upotrebe biljaka kao glavnog prirodnog građevnog materijala. Materijala, koji se može naći na svakom mjestu i koji se najviše i najbolje uklapa u krajolik u kojem je izgrađena određena šumska cesta.

Problem sanacije bio je isključivo vezan za područje viših i visokih planina u srednjoj Evropi u prvom redu u Alpama. Osnovni problemi koji se javljaju jesu različita klizanja i odronjavanja novoizgrađenih šumskih i javnih prometnica. Austrijski i švicarski stručnjaci prvi su ukazali na mogućnost primjene biljaka i njihovih dijelova kao osnovnih tehničko-bioloških materijala.

Inženjerska biologija, kao specifična grana, bavi se problemom primjene biljaka kao građevnog materijala. Biljke su predstavljale osnovni materijal, materijal koji je davao zadovoljavajuće rezultate. Kako se razvijala tehnika, biljke su sve manje korištene. Građevinski strojevi omogućili su brže i jeftinije radove na izvođenju sanacija, tako da je postojala mogućnost istiskivanja biljaka kao građevnog materijala. Uvidjevši ovaj problem, u Švicarskoj je saveznim zakonom o zaštiti prirode i krajolika iz 1966. godine obavezno upotrebljavati biljke kao materijal koji će se najlakše uklopiti u određeni krajolik — pejzaž.

Problem upotrebe biljaka kod sanacije šumskih cesta uvjetovan je daljnjim razvojem »inženjerske biologije« kao grane tehnike, tako da se ovakova vrsta radova sve više upotrebljava kod gradnje autocesta, oblikovanja krajolika u cestogradnji, u gradnji elektrana, kod osiguranja obala u vodogradnji, kod gradnje zimskih sportskih objekata i nastamba, kod kanala za plovidbu i drugdje.

Danas možemo sa sigurnošću reći, da se najveći zahvati u kojima je biljka glavni građevni materijal, obavljaju kod javnih cesta, prvenstveno kod gradnje širokih autocesta.

PROBLEMATIKA ISTRAŽIVANJA — UNTERSUCHUNGSPROBLEM

Kao osnovni problem tehničko-biološke sanacije šumske putne mreže pojavljuju se razna oštećenja zemljanog trupa šumskih cesta, odnosno donjeg stroja ceste koji je izgrađen od različitih vrsta zemljišta (materijala). Problem istraživanja predstavljaju različiti činioci koji sudjeluju kod stvaranja štetnih deformacija (oštećenja).

Oštećenja šumskih cesta nastala na gornjem stroju nije moguće sanirati upotrebom biljaka kao građevnog materijala, tako da taj vid oštećenja nećemo niti obraditi.

Šumske ceste kao osnovni transportni element jednog transportnog sistema dobivaju sve značajniju ulogu. One postaju ne samo šumske, već i jednim dijelom turističke, i kao takove zavređuju drugačiji pristup. Naime, poznato je da se šumske ceste izgrađuju prema određenim investicijskim programima svake šumarije ili šumskog gospodarstva u cjelini i izgrađuju se u prvom redu radi otvaranja pojedinih gospodarskih jedinica, odnosno područja. Šumske ceste povezuju mjesta različitih zemljopisnih položaja, različite šumske predjele. Iz tog razloga potrebno je graditi takve ceste, koje će tehnički i građevinski biti najbolje izvedene i na taj način veće upotrebne vrijednosti i dužeg vijeka trajanja.

Tehničko-biološka sanacija, odnosno popravak šumskih cesta, daje mogućnost iskorišćivanja biljaka kao »živog« i »mrtvog« materijala. Dakle, oštećenja usjeka i nasipa mogu biti spriječena ili smanjena pravilnom primjenom biljnog materijala.

U daljnjim razmatranjima upoznat ćemo se ukratko s glavnim vanjskim i unutrašnjim (obzirom na tlo) činiocima, koji utječu na stvaranje oštećenja.

Tlo kao činilac stvaranja oštećenja — Boden als Gestaltungsfaktor der Beschädigungen

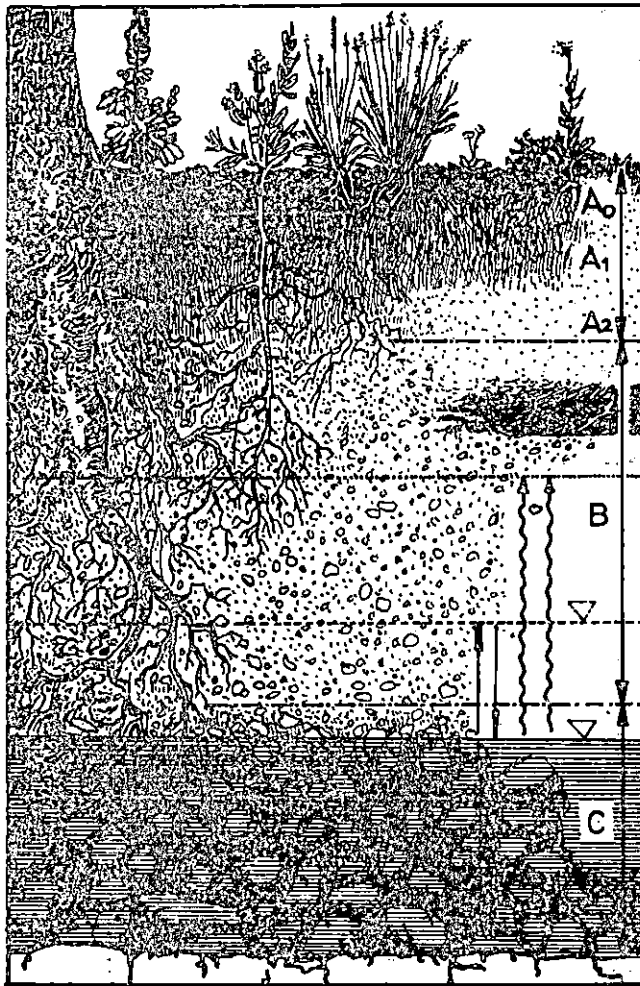
Tlo je jedan od osnovnih, ako ne i osnovni činilac koji utječe na stvaranje oštećenja površina usjeka i nasipa na novoizgrađenim ili postojećim šumskim cestama.

Kad govorimo u unutrašnjim činiocima nastajanja oštećenja, mislimo na sile koje djeluju u samom tlu. Tlo od kojeg je izgrađen zemljani trup ceste, različito je po nastanku, koherenciji i tvari. Tlo se sastoji od čestica tla, vode u porama i zraka u porama i po svom nastanku odnosno postanku nastalo je u različito doba razvijanja zemljine kore i nalazi se uvijek na mjestu prvobitnog nastanka. Tlo je smjesa različitih organskih i anorganskih tvari, povezano je ili nepovezano, a može biti različitih kombinacija.

U ovom djelu razmatranja govorit ćemo o tlu kao građevnoj komponenti, tj. koristit ćemo se slojevima tla sposobnim da se na njima izgrađuje šumska cesta.

U karakterističnom presjeku kroz jedno tipično tlo (slika 1) razlikujemo tri potpuno različita sloja sastavljena iz različitih tvari:

- A — eluvijalni sloj, plodna zemlja. Prema stupnju zasićenosti organskim tvarima i stupnju prisutnosti živih organizama, dijeli se na podslojeve A_0 , A_1 , A_2 ;
- B — iluvijalni sloj predstavlja raspadnuti mineralni sloj koji je prema stupnju ispravnosti podijeljen na podslojeve B_1 i B_2 ;
- C — matični supstrat nije ništa ili vrlo malo obuhvaćen raspadanjem. Atmosferski utjecaj i kretanje vode ovdje teško mogu imati neko značajnije djelovanje.



Slika — Bild 1. Poprečan presjek kroz jedno tipično tlo (Kruedener, 1951)
— Querschnitt durch einen typischen Boden (Kruedener, 1951)

Kao građevna podloga koristi se C-sloj, u kojem je nastalo najmanje promjena od njegovog nastanka. Za radove na biološkoj sanaciji upotrebljavat ćemo materijal iz slojeva A i B sa svim njihovim podslojevima. Ovi su slojevi manje ili više bogati hranjivim tvarima potrebnim biljkama za njihov normalni razvoj.

Obzirom na biološke radove, tlo u rješavanju naznačenog problema sanacije ima veliku ulogu. Postojanost donjeg stroja šumskih cesta, a samim tim površina usjeka i nasipa, ovisi o ravnoteži sila koje djeluju u njemu ili na njega. Ovdje razlikujemo dvije vrste sila:

— vanjske sile — vlastita težina, stalno pokretno opterećenje i reakcija temeljnog tla;

— unutrašnje sile — kohezija, adhezija i trenje.

Trajnost i nosivost cesta u prvom redu ovisi o osobinama tla iz kojeg je izgrađena. Zbog toga je potrebno, da se prilikom građenja šumske ceste tlo temeljito ispita, i da se donese točna ocjena o njegovom ponašanju pod svim uvjetima koji mogu biti povoljni i nepovoljni, te da na taj način tlo osigura tako, da cesta bude trajna i promet siguran. Za ispitivanje tla potrebno je izvršiti kopanje sondažnih jama i izvršiti pokusna bušenja odnosno sondiranja terena. Raspored iskopanih jama mora biti takav, da uzorci daju čim potpuniju sliku o vrstama tla, slojevima, rasprostriranju podzemne vode i drugo.

Upravo djelovanje podzemne vode u tlu i površinske vode na površinama kosina glavni su uzroci nastajanja štetnih oštećenja zemljanog trupa. Kod izgradnje nasipa najviše oštećenja nastaje kod primjene neodgovarajućeg materijala za gradnju, kao što su tla s većim sadržajem organskih tvari ili većim postotkom gline. Ove vrste tla — materijala upijaju i zadržavaju vodu, koja vrši promjenu njihovih mehaničkih osobina. Dolazi do stvaranja navlaženog sloja ili plohe unutar tla, tzv. *puzotine*, a one su uzrok nastajanja *opuzlina*, znači dolazi do smanjenja čvrstoće i nepovezanosti čestica tla uzrokovano djelovanjem vode.

Oštećenja tla nastaju i na onim mjestima gdje dolazi do spajanja ugrađenog i temeljnog tla. U ovom slučaju susrećemo se s pojavom nepovezanosti dvije vrste tla, koja se odmah ne javlja.

Kao osnovni zaključak o tlu kao činiocu stvaranja oštećenja zemljanog trupa, možemo reći da djelovanjem podzemne i površinske vode dolazi do razgradnje strukture i na taj način do nestabilnosti kosina usjeka i nasipa i same šumske ceste.

Klimatski činioci — Klimatische Faktoren

Govoreći o klimatskim činiocima koji negativno utječu na površine kosina šumskih cesta, mislimo u prvom redu na djelovanje oborina, sunca, vjetra i ostalog.

Uz tlo klimatski činioci uvjetuju pravilno odabiranje određenih biljnih vrsta potrebnih za radove na sanaciji površina usjeka i nasipa. Znamo da biljne vrste imaju određene zahtjeve za tlom i istom tako imaju određene zahtjeve u pogledu klime. Klimatski nam činioci omogućavaju lakši odabir vrsta pogodnih za tehničko-biološke radove na nekom području. Ne samo da nam klimatski činioci određuju primjenu određenih biljnih vrsti, već nam oni omogućavaju da na vrijeme predvidimo različite mogućnosti stvaranja oštećenja na šumskim cestama.

Voda — Wasser

Kako smo ranije naveli, voda je zapravo najvažniji vanjski čimilac koji uvjetuje stvaranje oštećenja i u pravilu radovi na sprečavanju štetnog djelovanja površinske i podzemne vode mogu u potpunosti spriječiti nastajanje štetnih oštećenja.

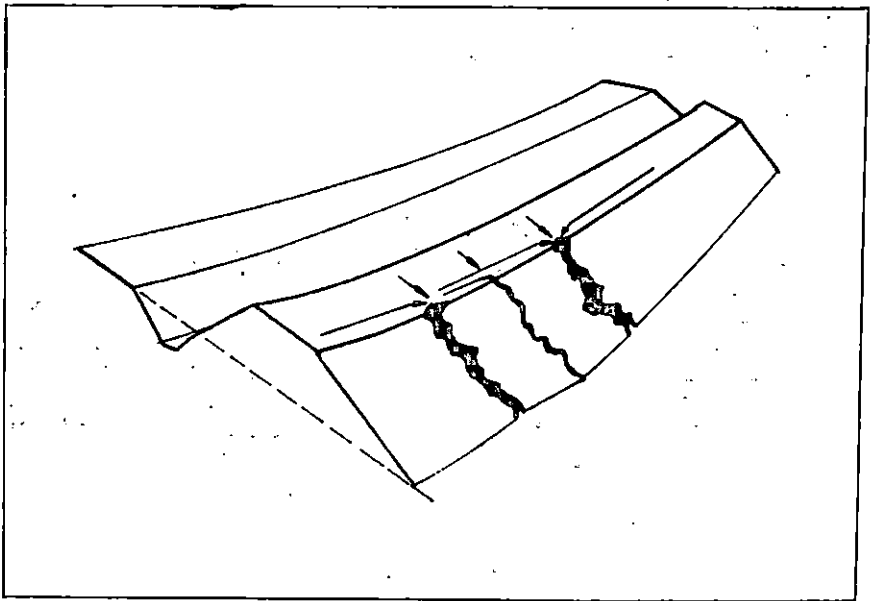
Poznato je da voda može djelovati kao površinska i podzemna. Promatrajući oštećenja površina usjeka i nasipa, ustanovili smo da su ona nastala djelovanjem površinskih voda u većoj mjeri. Iako bismo mogli reći, da se djelovanje površinske i podzemne vode u određenim uvjetima povezuje i zajedno negativno djeluje na šumske ceste.

Atmosferska ili površinska voda pojavljuje se kao kiša, snijeg, te kao njihove različite kombinacije. Voda koja padne na površine šuma, jednim djelom se zadržava na površinama krošanja stabala, a drugim djelom pada na površinu tla.

Intenzitet oborina je najvažniji čimbenik štetnog i razornog djelovanja. Kiša kao oborina može padati u kraćim ili dužim razmacima i sa slabijim ili jačim trajanjem. Ona kiša koja pada kratko vrijeme i slabe je jačine, stvara samo površinska oštećenja, dok kiša s jačim udarima vjetrova i dužim trajanjem stvara veća oštećenja, kako površina usjeka tako i nasipa.

Poznato je da sva količina oborina koja padne na kolnik i ceste i slijeva se niz površine kosina nasipa, ne prolazi u potpunosti odvodnim jarcima. Naime, jedan dio takove površinske vode uslijed nejednako poprečnog nagiba kolnika ne odlazi u jarke, već se slijeva niz površinu kosine nasipa. Zato takva površinska voda stvara male pukotine iz kojih mogu nastati veći odroni (slika 2).

IZ navedenog razloga potrebno je izrađivati kod svih šumskih cesta odvodne jarke bilo trokutnog bilo trapeznog oblika propisanih dimenzija.



Slika — Bild 2. Štetno djelovanje površinskih voda na površine nasipa —
— Schädliche Wirkung der Oberflächenerwasser auf die Dammlächen

Usljed loše izvedene kolničke konstrukcije može doći do prodora vode u donji stroj i na taj način se stvaraju optimalni uvjeti za nastajanje oštećenja, u ovom slučaju nasipa. Voda kod profila nasipa uvijek ima jednu slobodnu stranu, stranu niz padinu, koja omogućava da se ona voda koja prodre u donji stroj iz njega prirodnim putem odstrani, ali ujedno takova voda stvara oštećenja koja će ovisno o količini vode odnijeti veće ili manje količine tla.

U prethodnom izlaganju govorili smo o vodi, zapravo o kiši kao glavnoj atmosferskoj oborini, oborini koja je prisutna u svim našim šumskim krajevima u većoj ili manjoj mjeri. Od ostalih vrsta oborina značajnu ulogu ima snijeg.

Snijeg — Schnee

Snijeg kao čimilac stvaranja šteta na postojećim šumskim cestama prisutan je u velikoj mjeri u našim brdskim i planinskim terenima. Snijeg kao oborina dolazi gotovo uvijek sa slabijim ili jačim vjetrom, vjetrom koji stvara sniježne nanose koji opet mogu biti različitih veličina, ovisno o konfiguraciji terena. Snijeg svojom težinom može stvoriti manja oštećenja, ali zato površina snijega, koja je u dodiru sa površinom tla polako se topi i na taj način navlažuje tlo. Ova pojava je izrazitija u proljeće, kada dolazi do kopnjenja i stvaranja manjih bujičnih tokova.

Snijeg nošen vjetrom prolazeći kroz različite tipove vegetacije stvara i različite nanose (slika 3).

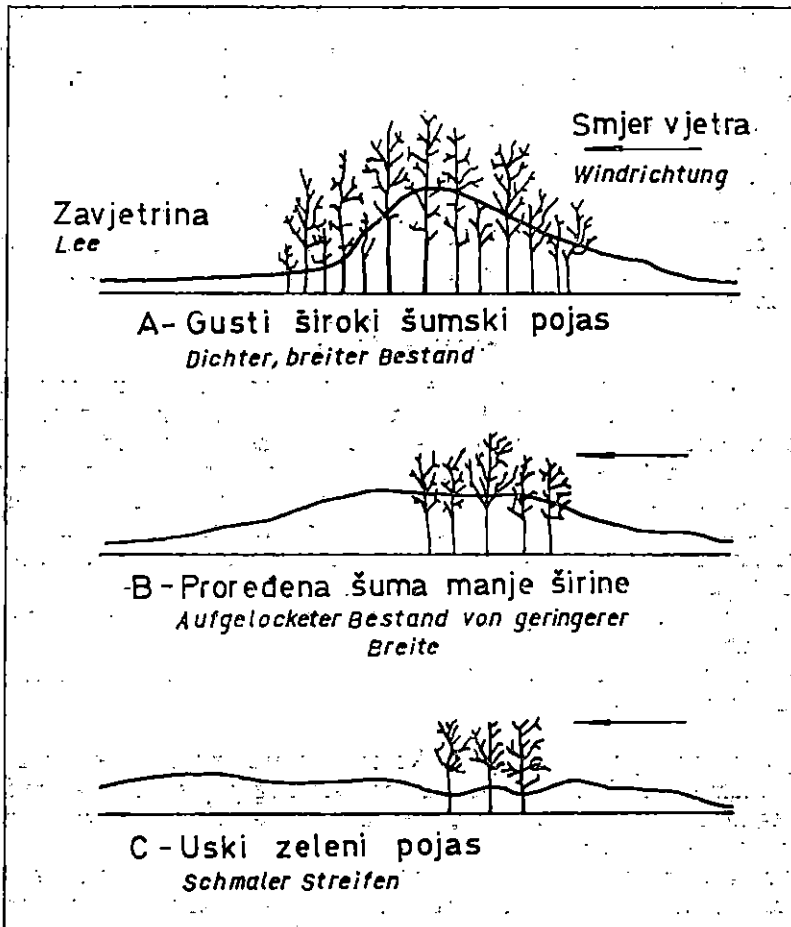
Na slici je prikazano nanošenje snijega koji je nošen vjetrom prošao kroz razne tipove raslinja:

- A — *gusti široki pojas šume*, kod kojeg se snijeg nošen vjetrom zaustavlja između stabala unutar takovog širokog pojasa. Na taj način snijeg koji padne na suprotnoj strani, tj. u zavjetrini znatno je manji i neće se stvarati veći nanosi.
- B — *prorijedena šuma manje širine*, kod nje se snijeg nošen vjetrom samo u manjoj mjeri zadržava između stabala, tako da u zavjetrini postoji mogućnost nastajanja sniježnih nanosa.
- C — *uski zeleni pojas*, on predstavlja pojas u kojem se jačina vjetra malo ublaži i praktično se kroz njega snijeg normalno širi i pada. Ovaj pojas nema neku značajniju primjenu u praksi.

Vjetar — Wind

Vjetar kao vanjski uzročnik utječe na stvaranje oštećenja, kao sredstvo pojačanja intenziteta oborina, kiše i snijega. Ranije smo naveli da vjetar stvara sniježne nanose koji opet ovisi o pružanju i položaju ceste na terenu. Kako smo ranije vidjeli, snaga vjetra slabi prolazeći kroz različite prepreke od zasadenog drveća ili grmlja.

Vjetar koji puše bez prisutnosti kiše ili snijega, odnosi samo površinski sloj zemlje, bilo usjeka bilo nasipa i na taj način ne stvara veća oštećenja. Sekundarno se na mjestima gdje je odnesen površinski sloj mogu stvoriti uvjeti za lakši prodor vode u donje slojeve.



Slika — Bild 3. Prikaz nanošenja snijega na površine pod raznim tipovima raslinja: (Lorenz, 1971) — Darstellung der Schneeablagerung auf den Flächen mit verschiedenen Pflanzentypen (Lorenz, 1971)

Svi ovi do sada opisani klimatski činioci u sprezi s tlom glavni su uzročnici nastajanja štetnih oštećenja i deformacija usjeka i nasipa, odnosno zemljanog trupa šumskih cesta. Upotrebom biljaka, ovo negativno djelovanje može se u potpunosti spriječiti.

Štetna oštećenja zemljanog trupa — Schädliche Beschädigungen der Erdgrundstockes

U dosadašnjim razmatranjima govorili smo o činiocima koji utječu na stvaranje oštećenja na šumskim cestama, a sada ćemo govoriti o karakteri-

stičnim oštećenjima zemljanog trupa. Kao dva osnovna karakteristična presjeka šumskih cesta uzimamo usjek i nasip. Na površinama kosina ovih poprečnih presjeka javljaju se različita oštećenja. Glavni problem rješavanja sanacije šumske putne mreže tehničko-biološkim metodama predstavlja upravo oštećenja nastala na gore navedenim površinama.

Oštećenja usjeka — Beschädigung der Einschnitte

Uzroci nastajanja oštećenja usjeka mogu biti različiti. Ipak možemo kao osnovne uzroke navesti promjenu prvobitnog otpora zemljišta nastalog u manjoj mjeri kopanjem ili su izradom usjeka poremećeni tokovi površinskih i podzemnih voda.

Oštećenja usjeka (Jeličić, 1979) možemo podijeliti u pet osnovnih grupa, odnosno kategorija:

- 1 — zastorna korita
- 2 — grbine
- 3 — ispadanje materijala
- 4 — odvaljivanje kosina
- 5 — klizanje kosina

Ispadanje materijala — Materialausfall

Ovo oštećenje pojavljuje se kod usjeka izgrađenim u različitim vrstama stijena. Djelovanjem vode, sunca, mraza i vjetra pospješuje se nastajanje ovog oštećenja. Količina i veličina kamenog materijala koji padne na površinu kolnika u prvom redu ovisi o trošnosti stijene i utjecaju raznih vremenskih (klimatskih) činilaca.

Odvaljivanje kosina — Abwälzung der Böschungen

Ovo oštećenje pojavljuje se kod dubljih usjeka gdje je nagib kosine veći od onog predviđenog za određenu vrstu ili kategoriju zemljišta. Tereni na kojima nastaje ovo oštećenje u najvećoj mjeri su glinoviti ili trošne stijene.

Klizanje kosina — Rutschen der Böschungen

Ovo oštećenje karakteristično je za usjeke koji su izgrađeni na vodonosnom sloju ili na mokrim slojevitim terenima. Kod ovog oštećenja dolazi do postepenog odvajanja slojeva zemljišta zbog postojanja vodonopropusnog sloja. Klizanje ovakvih kosina sprječavamo izvođenjem i izgradnjom drenažnih kanala (drenaža).

Oštećenje nasipa — Dammbeschädigung

Općenito su uzroci nastajanja oštećenja nasipa vanjski klimatski činioci, koji uvjetuju promjene u ravnoteži unutrašnjih sila — otpora i klizanja. Ova vrsta oštećenja nastaje i zbog loše izvedenosti nasipa, slabe podloge i ostalih činilaca.

Oštećenja nasipa možemo podijeliti u osam grupa, odnosno kategorija (Jeličić, 1979):

- 1 — slijeganje nasipa
- 2 — zastorna korita
- 3 — grbine
- 4 — raspadanje nasipa
- 5 — odvaljivanje nasipa
- 6 — klizanje nasipa
- 7 — podlokavanje kosina nasipa
- 8 — slijeganje podloge nasipa

Odvaljivanje nasipa — Dammabwaltung

Ovo oštećenje nastaje zbog prevelikog nagiba kosina, lošeg načina gradnje i ugradnje lošeg građevnog materijala.

Klizanje nasipa — Rutschen der Damme

Klizanje nasipa predstavlja oštećenje nasipa, i ono se događa na strmijim padinama, prvenstveno zbog loše izvedenosti i zbijenosti materijala. Klizanje nasipa može biti na pojedinim djelovima nasipa ili cijelog nasipa.

U svakom tipu tla može se napraviti kosina dovoljno visoka i strma da ona izazove lom tla uslijed vlastite težine (Terzaghi, 1972).

Upoznavši se s osnovnim oštećenjima usjeka i nasipa vidimo da su problemi sanacije različiti od oštećenja do oštećenja. Sva ova oštećenja mogu se u potpunosti sanirati pravilnom primjenom biljaka kao samostalnog građevnog materijala ili u kombinaciji s tehničkim građevnim materijalima.

Opisana glavna oštećenja usjeka i nasipa predstavljaju zapravo najjednostavnije primjere oštećenja, odnosno one vrste oštećenja koja su najčešća u našim šumskim cestama. U mnogim slučajevima oštećenja nasipa mogu biti takova da njihovo saniranje predstavlja zapravo izgradnju novog dijela nasipa, onog dijela koji je u potpunosti ili većim djelom uništen djelovanjem vode. Takova oštećenja nasipa najčešća su kod šumskih cesta kod kojih kroz nasip prolaze cijevni propusti. To su oni nasipi koji su izgrađeni na raznim vodotocima.

Kod lošeg projektiranja i kasnije izvođenja cijevnih propusta, pri dolasku visoke vode uslijed udara iste u tijelo nasipa i zatvaranja cijevnih propusta, dolazi do stvaranja manjih akumulacija. Nakon povlačenja vode dolazi do stvaranja odrona, tj. oštećenja nasipa. Ovakovo oštećenje potpomognuto je i velikom količinom površinskih voda koje se slijevaju niz površinu nasipa. Saniranje ovako nastalog oštećenja možemo izvesti u prvom redu izgradnjom potpornih zidova i sadnjom biljaka na golim površinama nasipa.

Da bismo spriječili nastajanje opisanih osnovnih oštećenja usjeka i nasipa, potrebno je zajedno s radovima na izgradnji, kako donjeg i gornjeg stroja šumskih cesta, prići radovima na sadnji grmlja ili drveća ili opet sjetvi sjemena trava ili prizemnog rašća. Površine usjeka i nasipa koje se osiguravaju kod samog izvođenja radova na šumskim cestama u potpunosti će spriječiti stvaranje oštećenja.

METODE RADA KOD TEHNIČKO-BIOLOŠKE SANACIJE ŠUMSKE PUTNE
MREŽE — ARBEITSMETHODEN BEI TECHNISCHER UND BIOLOGISCHER
SANIERUNG DES WALDWEGNETZES

Općenito o tehničko-biološkoj gradnji — Allgemeines über
technisch-biologischen Bau

Kako smo ranije vidjeli, djelovanje vode ima veliki utjecaj kod razaranja površine usjeka i nasipa. Razorna snaga vode povećava se na neuređenim i nesaniranim kosinama usjeka i nasipa. Na svim vrstama zemljišta potrebno je izvršiti čisto tehničko ili kombinirano tehničko-biološko saniranje nastalih oštećenja.

Oštećenja koja su nastala na kosinama nasipa, rješavaju se pomoću gradnje potpornih zidova, i to onda kad se nemože primijeniti biljni materijal ili kada takova gradnja ne bi dala odgovarajuće rezultate. Kako je za sanaciju gotovo svih oštećenja nastalih na zemljanom trupu šumskih cesta moguće primjeniti i biljni materijal, to će predmet našeg daljnjeg rada biti upravo metode i vrste radova kod kojih su biljke glavni građevni materijal. Ova vrsta radova, osim što je jeftinija od klasične gradnje svojim se izgledom uklapa u sredinu u kojoj se izvodi.

Izvođenje radova na tehničko-biološkoj sanaciji moguće je na svim terenima i ono ovisi u prvom redu o pravilnom izboru biljaka kao građevnog materijala. Tehničko-biološka sanacija predstavlja upotrebu trava, grmlja i drveća kao sanacionog materijala.

Svaka od ovih grupa raslinja ima određene zahtjeve koji moraju biti ispunjeni, da bi se moglo normalno razvijati i rasti. Mi ćemo u metodama rada govoriti uglavnom o upotrebi grmlja i drveća, a tek nešto manje o travama. Kod izgradnje šumskih cesta površine usjeka i nasipa ostaju gole i kao takve omogućuju vodi, vjetru i suncu da počinju stvarati površinska oštećenja koja se kasnije mogu i povećati.

Kod strojem građene šumske ceste potrebno je svu plodnu zemlju sa buduće trase deponirati. Plodna zemlja je različitih debljina, ali općenito možemo reći da se ona kreće oko 20 cm. Ovakvo deponirana plodna zemlja služiti će kod sadnje biljaka i ostalih radova biljnim materijalom.

Plodna zemlja — humus, omogućava brži razvoj biljaka bilo da se one razvijaju iz sjemena, bilo da rastu s razvijenim korijenskim sustavom. Na strmim i vlažnim terenima, raspadnutim slojevima i drugim, erozija bi išla do razaranja istih, međutim, zasađivanjem biljaka ovakav sloj zemlje se zaštititi. Biljke kao djelovi flore najbolje zaštićuje tlo od negativnih utjecaja prirodnih sila.

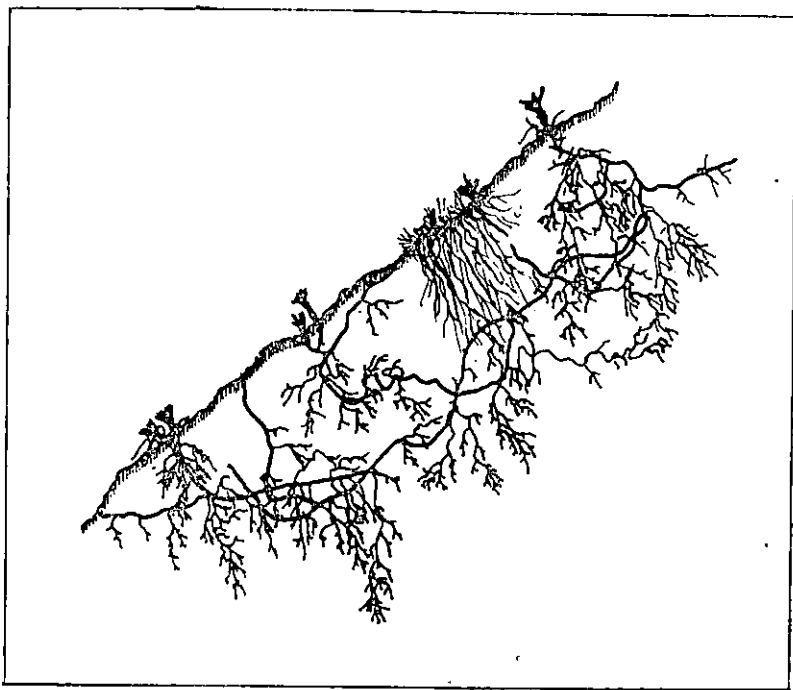
Korijenski sustav zasađenog ili samoniklog bilja predstavlja glavni učvršćivač protiv klizanja površinskih slojeva (slika 4). Prodor korijena zeljastog bilja u prvom redu trava, prodire pod površinu tla otprilike 8 cm.

Na slici 5 prikazan je prolaz korijena breze koji usisava vodu iz vodo-propusnog sloja li joha čiji korijen prolazi kroz ovaj sloj i razvija se u glinovitom sloju.

Trave kao sredstvo za učvršćivanje kosina — Gräser als Mittel zum Festigung der Böschungen

Trave kao sredstvo za ozelenjavanje i učvršćivanje imaju veliko značenje i primjenu kod javnih cesta, gdje je uz tehničke uvjete gradnje važan i estetski izgled. Kod šumskih cesta estetski izgled nije toliko bitan, tako da se trave malo ili uopće ne upotrebljavaju. Zatravljivanje golih površina usjeka i nasipa nastaje obično prirodnim putem.

Ako je potrebno zatraviti pojedine površine usjeka ili nasip, onda se služimo strojevima. Kod primjene strojeva sjeme se izbacuje na površinu koju treba ozeleniti pomoću vodenog ili zračnog mlaza izmješanog s različitim materijalom koji će omogućiti brži razvoj sjemena.



Slika — Bild 4. Vežanje tla korijenom trava i prizemnog rašća (Lorenz, 1971)
— Bindung des Bodens durch die Gräserwurzel und Krautschichten (Lorenz,
1971)

Materijal za sjetvu sjemena primjenom strojne sjetve je sljedeći:

- sjeme
- tresetni prah
- umjetno gnojivo ili žitko blato
- različiti materijali za prihranjivanje
- emulzija od bitumena ili slično.

Prednost upotrebe sjetve strojem je u slijedećem:

- ušteda u radnoj snazi
- veliki dnevni učinak
- zaštita sjemena od rasijavanja i ispiranja
- ozelenjavanje kod terena neprikladnih za ručnu sjetvu.

Sjetva sjemena moguća je na svim terenima i nagibima, a najbolje rezultate daje ako nagib kosine nije veći od 1:1,5. Osim sjetve sjemena drugi način primjene trava je upotrebom travnog busena, tzv. *buseniranje*. Travnj busen predstavlja posijano travno sjeme na plodnu zemlju, koja je određenim zahvatima i radnjama odvojena od ostalog tla (podloge). Preporučljiva debljina busena iznosi oko 10 cm. Kod buseniranja razlikujemo slijedeće tipove busena:

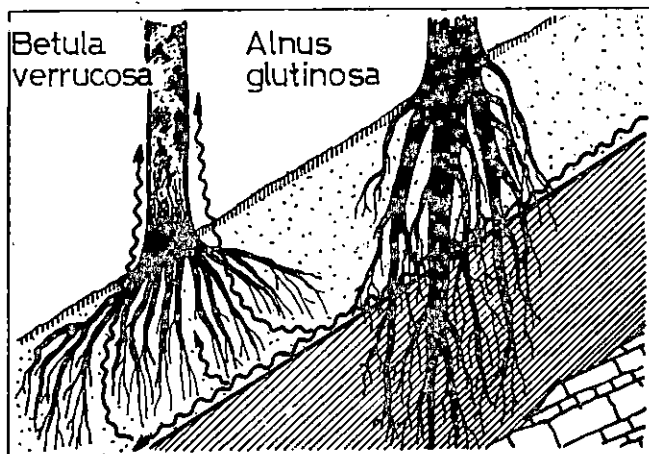
- 1 — kvadratni busen (25—30 cm širine stranice)
- 2 — busen u trakama (30 x 200 cm)
- 3 — travni tepisi (širine 80—100 cm, a dužine do nekoliko metara).

Busen s travom sadrži mnogo rezervne hranjive tvari, tako da je njegova primjena moguća na svim terenima. Za terene zasadene busenom bitno je da imaju mogućnost da busen vlastitim korijenom dođe do vlage prijeko potrebne za normalan razvoj. Najidealnije je da se travni busen upotrebljava na onim terenima — plodnim tlima, gdje će korijenski sustav trava iz busena vrlo brzo doći do hranjivih tvari. Kod stjenovitog terena u prvom redu kod trošnih stijena, korijen trava pronalazi hranjive tvari između pojedinih kamena, u tzv. »džepovima«. Učvršćivanje terena travnim sjemenom ili travnim busenom može se kombinirati s grmljem ili drvećem. Ova sadnja ovisi o položaju na kojem je izgrađena cesta.

Učvršćivanje površina usjeka i nasipa pomoću vrbe — Festigung der Einschnitt und Dammenflächen mittels der Weiden

Trajna zaštita od erozije tla tehničko-biološkim metodama je upravo sadnja vrbovih sadnica — reznica. Vrbove reznice mogu se saditi kao grmovi, pojedinačno ili se od njih izrađuje pleter (poplet). Kod manjih površina kosina, upotrebljava se vrbova reznica koja će kasnije izrasti u grupe grmlja, dok se kod većih kosina, pogotovo usjeka, upotrebljava vrbov pleter. Osnovni princip kod sadnje vrbovih reznica je taj da se one uzmu za sadnju u vrijeme vegetacijskog mirovanja, kad su bez lista, a njihovom sadnjom i dolaskom u tlo počinje vegetacija.

Vrba kao pionirska vrsta u sprječavanju nastajanja erozije površina usjeka i nasipa, stvara preduvjete za rast i razvoj ostalih biljnih vrsta. Vrbova reznica treba mnogo svjetla, ona se sadi debljim krajem postavljenim u tlo i to tako da veći dio reznice ostaje u tlu, ukupno 2/3 dužine. Razvojem korjenskog sustava, vrba počinje vezati čestice tla i na taj način sprječava odnošenje površinskog sloja tla. Tijekom razvoja vrbu treba prikraćivati tako, da na kraju ostane samo razvijen korjenski sustav, koji je u potpunosti sprječao daljnje širenje erozije.



Slika — Bild 5. Prolaz korijena kroz tlo (Lorenz, 1971) — Wurzeldurchgang durch den Boden (Lorenz, 1971)

Načini sadnje vrbe na manjim površinama — Pflanzmethoden der Weide auf den kleineren Flächen

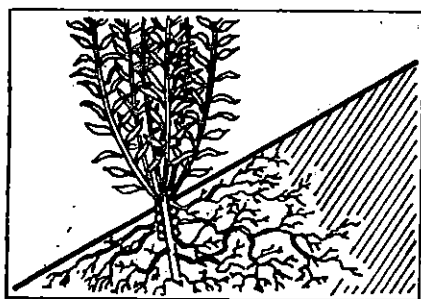
Sadnja vrbe na manjim površinama usjeka i nasipa obavlja se uvijek pomoću vrbovih reznica, pojedinačno ili u određenim grupama odnosno elementima pogodnim za sadnju. Ova vrsta sadnje vrbovih reznica na manjim površinama moguća je na svim vrstama zemljišta na kojima postoji dovoljna dubina plodnog tla. Vrbe kao vrste općenito podnose više vlage, tako da će one biti pravilno posađene na takvom području gdje je veća vlažnost zraka i tla.

Načini sadnje vrbe na većim površinama — Pflanzmethoden der Weide auf den grösseren Flächen

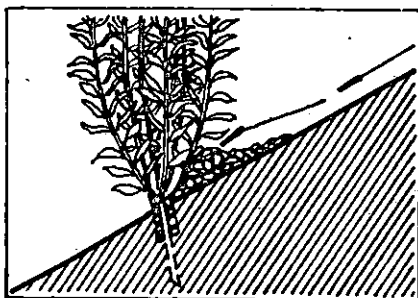
Gradnja velikih površina usjeka ili nasipa prisutna je u prvom redu kod javnih cesta, dok je kod šumskih cesta ona manje prisutna. Površine usjeka i nasipa tako velikih gradnji mogu biti stabilizirani i zaštićeni sadnjom vrbe ili primjenom mehanizacije ili kombinacijom sadnje i radova izvedenih strojem. Strojna gradnja moguća je naročito kod izrade novih nasipa. Kod ovakvih vrsta sadnje, tlo se strojevima odmah nanosi na biljne djelove i na taj način omogućava stopostotan uspjeh sadnje. Ova vrsta sadnje ne može se primjenjivati kod stjenovitih terena.

Izrada pletera (popleta) — Ausarbeitung des Weidenflechtwerkes

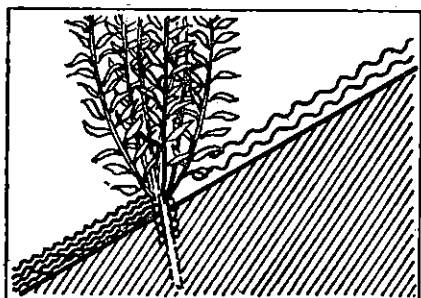
Osim sadnje grmlja u redovima ili pojedinačnom sadnjom vrbovih sadnica postoji način sadnje vrbovih reznica pomoću pletera. Pleter se postavlja tamo gdje je došlo do stvaranja oštećenja zemljanog trupa i gdje po-



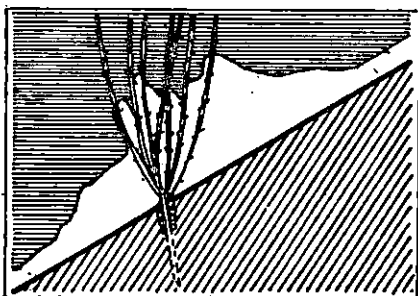
A



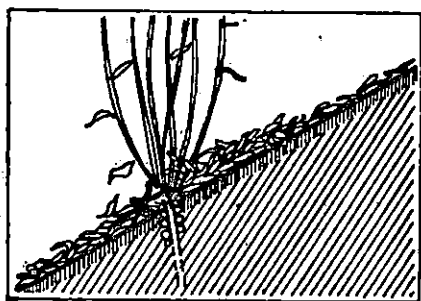
B



C



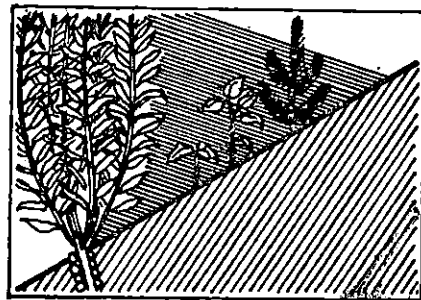
D



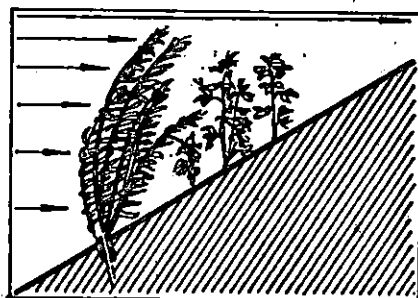
E



F



G



H

Slika — Bild 6. Prikaz korisnog djelovanja vrbovog pletera (Lorenz, 1971)
 — Darstellung der nützlicher Weidenflechtwerkwirkung (Lorenz, 1971)

stoji mogućnost stvaranja većih oštećenja ili ispiranja tla. Za izradu pletera služe štapovi od vrbovih grana koji se zabijaju u temeljno tlo 20—25 cm iznad površine tla. Oko ovako zabijenih štapova obavijaju se (pletu) vrbove šibe u cik-cak liniji.

Korisno djelovanje pletera prikazano je na slici 6 (slika 6), kako slijedi:

- A — ožiljavanje vrbe (nije prikazano na ostalim slikama na kojima je prikazano korisno djelovanje i uloga pletera),
- B — spriječava zadržavanje odronjenog materijala,
- C — smanjuje brzinu vode koja se slijeva niz padinu,
- D — zadržava snijeg i na taj način povećava vlažnost zemljišta,
- E — otpalo lišće stvara humus,
- F — suvišnu vodu koristi i ostalo okolno raslinje,
- G — svojom sjenom štiti mlado bilje,
- H — štiti mlado bilje i ne jako raslinje od naleta i udara vjetra.

Vrbov pleter može se izvoditi i na neplodnom tlu, kod kojeg će uspjeh sadnje biti nešto manji. Na tlu učvrstnutom pleterom stvoreni su preduvjeti za rast ostalih biljnih vrsta. Pošumljavanje površina zasadenim vrbovim pleterom ili reznicama izvodi se različitim metodama sadnje. Sjemenje vrsta drveća koje raste u sastojini, nošeno vjetrom, past će na ovakvo plodna tlo učvrstnuto vrbovim reznicama i pleterom i iz njega će se razvit drveće. Tako ozelenjene površine postaju u kasnijoj dobi sastavnim djelom sastojine.

Sadnja mladih sadnica različitih vrsta drveća nije moguća kod velikih površina nasipa, jer takva mala stabalca nisu u mogućnosti preuzeti opterećenje tla u takvoj mjeri da ne bi došlo do nastajanja njihovog oštećenja.

Kod osiguranja i učvršćivanja kosina vrbovim sadnicama mogu se upotrijebiti slijedeće vrste vrba: *Salix alba*, *Salix purpurea*, *Salix appedunculata*, *Salix daphnoides*, *Salix nigricans*, *Salix caprea*, *Salix viminalis* i druge.

Ozelenjavanje stijena — Felsbegrünung

Kako erozija nije prisutna samo na različitim vrstama tla, već i na stijenama, potrebno je upoznat određene metode kojima se mogu ozeleniti stijene, te na taj način ublažiti razornu snagu vode.

Radovi na ozelenjavanju stijena izvode se za II-kamenitu klasu tla (klasifikacija tla prema JUS-u U.E1.010 1981), i to za slijedeće vrste klasa tla:

- 1 — polučvrsta kamenita,
- 2 — čvrsta kamenita,
- 3 — veoma čvrsta kamenita.

Najbolje rezultate postizemo kod prve polučvrste kamenite vrste koja je po sastavu: laporci, pješčari, srednje vezani konglomerati, raspadnuti škriljci, raspadnuta čvrsta kamenita tla i kod čvrste kamenite klase tla koja je po sastavu: dolomiti, vapnenci, sedimentne metamorfne i eruptivne stijene srednje čvrstoće.

Na šumskim cestama izgrađenim u čvrstim neraspadajućim stijenama (graniti i druge erupтивne stijene) ozelenjavanje nema niti praktičnu niti ekonomsku vrijednost, pa se ono ne primjenjuje. Općenito možemo reći, da ozelenjavanje stijena predstavlja estetsku vrijednost, pa je stoga uloga ozelenjavanja kod zaštite kosina izrađenim u stijenama vrlo mala.

Stijene prošarane pukotinama i ispunjene tlom stvaraju dobre uvjete za sadnju biljnog materijala.

Sedimentne stijene podložne raspadanju zaštićujemo smanjenjem nagiba i upotrebom biljaka, prvenstveno trava. Na djelovima usjeka gdje nije moguća primjena biljaka kao sanatora upotrijebit ćemo razna tehnička pomagala, u prvom redu zaštitne mreže.

Svi ovi opisani načini sadnje i rada s biljkama vrlo su jednostavni za primjenu i daju izvrsne rezultate. Biljke u potpunosti smiruju teren radom svog korijenskog sustava, pa se zbog toga mogu primjenjivati na svim terenima.

Kombinirane metode sadnje — Kombinierte Pflanzungsmethoden

Osim navedenih načina radova postoje i tzv. kombinirane metode gradnje. Ove metode primjenio je i obradio Schiechl M. H. (Zeh, 1979). Prema ovom autoru možemo govoriti o pet osnovnih metoda. Svaka metoda kao osnovni element ima različite biljke i načine sadnje. Radovi s vegetativnim djelovima biljaka pogodnih za razmnožavanje tili sadnjom gotovih, školovanih sadnica bjelogoričnog tili crnogoričnog grmlja i drveća. Kombiniranim metodama dobije se još bolji i čvršćiji gornji površinski sloj tla, jer se kako sama riječ kaže, služimo raznim načinima sadnje ovisno o metodi koja će biti primjenjena.

Stabilne gradnje — Stabilbauweisen

Stabilne gradnje izrađuju se od dijelova biljaka sposobnih da izbijaju korijenje i grane iz adventivnih pupova. Ova metoda služi za učvršćivanje temeljnog tla od popuštanja unutrašnjih sila. Kod ove vrste gradnje korijenski sustav ne prolazi u dublje slojeve tla, već se on širi odmah ispod površinskog sloja.

Metoda stabilne gradnje može se primjeniti kako kod velikih usjeka, tako isto i kod velikih nasipa. Mogućnost probijanja korijena kod učvršćivanja ovisi o vrsti materijala kao temeljnog tla.

Gradnja odnosno sadnja vrši se reznicama kao osnovnim materijalom. Kod ove metode služimo se slijedećim metodama rada:

- 1 — Izrada pletera
- 2 — Polaganje reznica
- 3 — Sadnja valjaka od fašina na položene reznice

Maksimalna dubina učvršćivanja iznosi do 2,0 m.

Kombinirane gradnje — Kombinierte Bauweisen

Kombinirane gradnje izvode se uz pomoć živih i mrtvih djelova biljaka. Kod ovog načina gradnje dolazi odmah do čvrstog vezanja tla. Kombinirana gradnja upotrebljava se kod površina na kojima treba izvršiti zaštitu od odronjavanja površinskog sloja tla, od ispiranja površinskog tla i kod zaštite obale nasipa koji je izgrađen u blizini vodotoka (potoka).

Kod ove gradnje služimo se slijedećim metodama rada:

- 1 — Živa ograda (palisada)
- 2 — Zeleni pragovi
- 3 — Ozelenjeni kameni blokovi

Materijali kod ove vrste gradnje mogu biti osim biljaka još beton, kamen i ostali građevni materijali.

Biotehnička odvodnja — Biotechnische Entwässerung

Ova metoda zaštite površina usjeka i nasipa i sanacije nastalih oštećenja izvodi se pomoću biljaka i tehničkih građevnih materijala pogodnih za manje odvodnje. Primjenjujemo takve biljke, koje imaju veću sposobnost upijanja vode, što je jedan od načina površinske odvodnje.

Kod ove gradnje služimo se slijedećim metodama rada:

- 1 — Travni žlijeb
- 2 — Drenaža od fašina
- 3 — Sadnja biljaka koje podnose vodu

Ova metoda gradnje primjenjuje se na onim mjestima gdje je potrebno vršiti stalnu odvodnju s površina usjeka i nasipa.

Zaštitne (površinske) gradnje — Deckbauweisen

Zaštitna gradnja primjenjuje se na onim mjestima gdje je došlo ili može doći do brzog odnošenja površinskog tla. Ova vrsta gradnje upotrebom sjemena i ostalih načina sadnje ispunjava površinu tla (pokriva tlo) i na taj način štiti od štetnog djelovanja površinskih voda, osim toga zaštićuje tlo od udara kiše, tuče i vjetra.

Kod ove gradnje primjenjuju se slijedeće metode rada:

- 1 — Sjetva sjemena
- 2 — Betonski travni elementi
- 3 — Sloj položenih grana — pruća

Strojom sjetvom sjemena postiže se velik učinak, a brzina nicanja sjemena se povećava i na taj način postiže se brzo vezanje čestica površinskog tla i njegovo daljnje osiguranje. Dubina prodiranja korijena — desetak cm, tako da je to površinska metoda vezanja tla.

Dopunske-naknadne gradnje — Ergänzungsbauweisen

Zadatak ove vrste gradnje je da osigura početnu vegetaciju, koja će kasnije biti nadopunjena u trajno stanje, prirodnim putem.

Kod ove gradnje služimo se slijedećim metodama rada:

- 1 — Sjetva sjemena drveća i ostalog
- 2 — Sadnja baliranih sadnica
- 3 — Sadnja u tresetne lončice
- 4 — Sadnja u jame
- 5 — Sadnja balirane trske

Izbor prave vrste sadnje ovisi o geološkoj podlozi, odnosno vodi i tlu, opasnosti od erozije, ekspoziciji i ostalom. Ovom metodom učvršćivanja više slojeva tla moguća je zaštita nasipa od visokih voda upotrebom kamena i baliranih sadnica trske.

Sve gore napisane i opisane kombinirane gradnje, odnosno načini osiguranja površina usjeka i nasipa moguće je primijeniti kod šumskih cesta. Izbor prave metode ovisi o čitavom nizu činilaca koji utječu na stvaranje oštećenja i o veličini nastalih oštećenja.

VRSTE DRVEĆA I GRMLJA POGODNOG ZA IZVOĐENJE RADOVA NA SANACIJI ŠUMSKE PUTNE MREŽE — ENTSPRECHENDE BAUM- UND BUSCHWERARTEN ZUM AUSFÜHRUNG DER ARBEITEN AN DER SANIERUNG DES WALDWEGNETZES

U opisanim metodama gradnje — sadnje biljaka kao elemenata potrebnih za učvršćivanje površina kosina usjeka i nasipa i sanaciju nastalih oštećenja, mogu se primijeniti različite biljne vrste. Biljke, ovdje u prvom redu mislimo na drveće i grmlje, osim svojeg tehničkog djelovanja, imaju i estetsku vrijednost, prijeko potrebnu kod javnih cesta.

Za sadnju kod radova na učvršćivanju površina šumskih cesta podložnih oštećenjima upotrebljavamo različite vrste bjelogoričnog grmlja i drveća; vrsta koje podnose promjenu unutrašnjih i vanjskih sila u tlu. Prema Kruedeneru, 1951. razlikujemo slijedeće vrste drveća i grmlja pogodnih za navedene radove.

Drveće — Bauarten

1. *Abies alba* Mill. — jela
2. *Acer campestre* L. — klen
3. *Acer platanoides* L. — javor mljječ
4. *Acer pseudoplatanus* L. — gorski javor
5. *Aesculus hippocastanum* L. — obični divlji kesten
6. *Alnus glutinosa* Gärtn. — crna joha
7. *Alnus incana* Moench. — bijela joha
8. *Alnus viridis* DC. — zelena joha
9. *Betula humilis* Schrank. — brezica
10. *Betula pubescens* Ehrh. — breza cretuša

11. *Betula verrucosa* Ehrh. — obična breza
12. *Carpinus betulus* L. — obični grab
13. *Castanea sativa* Mill. — evropski kesten
14. *Fagus sylvatica* L. — obična bukva
15. *Fraxinus excelsior* L. — obični jasen
16. *Larix decidua* Mill. — evropski ariš
17. *Picea abies* Karsten — smreka
18. *Pinus sylvestris* L. — obični bor
19. *Populus alba* L. — bijela topola
20. *Populus nigra* L. — crna topola
21. *Populus tremula* L. — trepetljika
22. *Prunus avium* L. — divlja trešnja
23. *Prunus padus* L. — sremza
24. *Quercus petraea* Liebl. — kitnjak
25. *Quercus robur* L. — lužnjak
26. *Robinia pseudoacacia* L. — obični bagrem
27. *Salix alba* L. — bijela vrba
28. *Salix aurita* L. — uhorkasta vrba
29. *Salix caprea* L. — obična iva
30. *Salix cinerea* L. — siva iva
31. *Salix fragilis* L. — krhka vrba
32. *Salix grandifolia* Ser. — velelisna vrba
33. *Salix elaeagnos* Scop. — siva vrba
34. *Salix purpurea* L. — rakita
35. *Salix triandra* L. — bademasta vrba
36. *Salix viminalis* L. — košaračka vrba
37. *Sorbus aucuparia* L. — jarebika
38. *Tilia cordata* Mill. — malolisna lipa
39. *Tilia platyphyllos* Scop. — velelisna lipa
40. *Ulmus laevis* Pall. — vez
41. *Ulmus glabra* Huds. — gorski brijest
42. *Ulmus carpiniifolia* Gled. — poljski brijest

Grmlje — Buscharten

1. *Berberis vulgaris* L. — žutika
2. *Corylus avellana* L. — lijeska
3. *Cornus mas* L. — dren
4. *Cornus sanguinea* L. — svib
5. *Crataegus monogyna* Jacq. — jednoplodni glog
6. *Crataegus oxyacantha* L. — obični glog
7. *Evonimus europea* L. — obična kurika
8. *Hippophae rhamnoides* L. — vučji trn
9. *Ligustrum vulgare* L. — kalina
10. *Prunus spinosa* L. — crni trn
11. *Rhamnus cathartica* L. — pasdrijen, krkavina
12. *Sambucus nigra* L. — crna bazga
13. *Sambucus racemosa* L. — crvena bazga

14. *Sarothamnus scoparius* Wimm. — obični zečjak
15. *Viburnum lantana* L. — crna hudika
16. *Viburnum opulus* L. — crvena hudika
17. *Rosa* sp.
18. *Rubus* sp.

Navedene vrste drveća i grmlja upotrebljavaju se u različitim kombinacijama i vrstama radova na učvršćavanju usjeka i nasipa. Vrba kao pionirska vrsta omogućava da se stvore uvjeti za sadnju ostalih vrsta, kako grmlja, tako i drveća. Kombiniranom sadnjom drveća i grmlja omogućava se slabljenje snage površinske vode i vjetrova.

Upotrebom šumskog drveća i grmlja kao građevnog materijala, a prema ispitanim vrstama koje posjeduju tehničke karakteristike prijeko potrebne za radove na sanaciji i uređivanju površina kosina, usjeka i nasipa, može se samo njihovom primjenom smanjiti nastala oštećenja.

REZULTAT ISTRAŽIVANJA — UNTERSUCHUNG ERGEBNISSE

Upoznavši detaljno problematiku istraživanja, metode rada i vrste drveća i grmlja pogodnog za sadnju i izvođenje radova na učvršćavanju površina usjeka i nasipa, možemo vrlo jednostavno rješavati određene stvarne probleme. Za potrebe ovih istraživanja odabrali smo šumske ceste izgrađene na području nastavno pokusnog šumskog objekta Zalesina. Ove ceste su izgrađene ili se nalaze u fazi gradnje na području gospodarske jedinice »Belevine« (tab. 1).

Gospodarska jedinica »Belevine« ima ukupnu površinu od 293,94 ha. Na ovoj površini protežu se šumske ceste u ukupnoj dužini od 5.000 m. Ove šumske ceste prolaze kroz različite šumske zajednice. Na ovoj površini prema Ra u š u, 1980 nalaze se tri šumske zajednice:

1. Šuma jele s rebračom na crvenim laporima
(*Blechno-Abietetum fagetosum* Rauš)
2. Šuma jele s rebračom i žutim mahom
(*Blechno-Abietetum hylacomietosum* Horv.)
3. Šuma jele s rebračom i okruglastom bročikom
(*Blechno-Abietetum galietosum rotundifolii* Horv.)

Geološka podloga na kojoj su izgrađene šumske ceste odnosno na kojima se nalaze ove šumske zajednice jesu:

- karničke (Rabial) naslage
- crni brusilovci, rdasti drobljivi škriljci, kvarcni pijesci i konglomerati.

U šumi jele s rebračom u sloju drveća dominira jela, a uz jelu nalazi se u prvoj subasocijaciji smreka, ali i bukva ima važan udio. Od ostalog drveća nalazi se stalno prisutna jarebika. Svojstvene vrste asocijacije imaju regionalan karakter, ali zajednicu vrlo jasno ograničavaju prema svim dru-

Tabela — Tab. 1. Raspored šumskih cesta u gospodarskoj jedinici »Belevine«
— Anordnung der Waldwege in der Wirtschaftseinheiten »Belevine«

ODJEL ABTEILUNG	IZGRADENE AUSBAUTE	U IZGRADNJI IN AUSBAU	UKUPNO SUMME
	m		
1,2		780	780
3,5,6,7,8	2.260		2.260
10,11,12,13,14, 15,16	1.580		1.580
15		380	380
UKUPNO SUMME (m)	3.840	1.160	5.000

gim zajednicama u istom pojasu. To su vrste: *Blechnum spicant*, *Nephrodium oreopteris*, *Rurhynchium striatum*, *Campylopus flexuosus*, *Melampyrum vulgatum* i dr.

Među ostalim vrstama osobito se ističu svojstvene vrste sveze i reda te pratilice: *Nephrodium dilatatum*, *Vaccinium myrtilus*, *Lucoposium an-notinum*, *Hieracium murorum*, *Luzula nemorosa* i druge.

Asocijacije se dijele u dvije subasocijacije:

a) *Blechno-Abietetum hylocomietosum* Horv. — javlja se u vlažnim staništima, osobito u manjim depresijama.

b) *Blechno-Abietosum galietosum rotundifolii* Horv.

Uslijed geološke podloge na kojoj su izgrađene šumske ceste na ovom cijelom području položene su većim ili manjim oštećenjima, kako usjeka, tako i nasipa. Poslije jačih kiša pojavljuju se manje erozije, koje odnose površinski sloj zemlje. Ovaj sloj se ispire i na taj način gubi vezu s podlogom, što stvara mogućnost razornom djelovanju vode.

Istraživanjima je ustanovljeno da površine usjeka i nasipa na navedenim šumskim cestama, koje su izgrađene ili su u izgradnji, dolazi do djelomičnog učvršćivanja sjemenom prizemnog rašča iz navedenih zajednica. Površine usjeka i nasipa nakon izgradnje ostaju gole i na taj način stvoreni su uvjeti da sjeme raznog bilja padne na ove površine.

Nisko rašče koje se ovdje razvija povezuje površinski sloj tla i sprječava njegov odron. Na ovakav teren padne sjeme drveća koje svojim korjenjskim sustavom prolazi u dublje slojeve tla i na taj način izvršava povezivanje površinskih slojeva tla i podloge.

Na površinama usjeka i nasipa na ovim cestama pronađene su slijedeće vrste drveća i grmlja koje imaju tehničke karakteristike pogodne za radove na sanaciji: *Abies alba*, *Sorbus aucuparia*, *Lonicera nigra*, *Rubus idaeus*, *Betula verrucosa*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Salix cinerea*, *Vaccinium myrtullus*, *Fraxinus excelsior*, *Picea abies*, *Fagus sylvatica* i prizemno rašče iz navedenih zajednica.

Nađene biljne vrste potrebno je primjenjivati kod svih sanacionih radova na postojećim ili budućim cestama, jer su ove vrste pokazale određene pozitivne karakteristike s obzirom na učvršćivanje. Upotrebom ovih biljaka kao učvršćivača terena u potpunosti sprječavamo nastajanje ili širenje oštećenja na šumskim cestama.

Na površinama usjeka i nasipa izgrađenih šumskih cesta na području gospodarske jedinice »Belevine« nije upotrebljavana niti jedna od navedenih gradnji. Razlog tome je taj, što su ove površine malene i kako smo vidjeli, one su sanirane prirodnim putem tj. prirodnim podmlađivanjem.

Ovakva metoda sanacije bit će prisutna u većoj mjeri u svim našim šumskim terenima, dakle tamo gdje su stvoreni određeni prirodni uvjeti. Ovakva sanacija ne nastupa odmah, pa postoji opasnost da prije njene pojave ne dođe do pojave stvaranja oštećenja. Ako bi do toga došlo, onda je potrebno primijeniti neku od opisanih metoda gradnje. Sam odabir metode ovisit će o vrsti i karakteru nastalih oštećenja i mogućnosti primjene okolnog građevnog materijala. Na taj način sama gradnja biti će ekonomičnija i praktičnija i uklapat će se u okolni teren.

ZAKLJUČAK — ZUSAMMENFASSUNG

Metodama sadnje odnosno gradnje sa šumskim drvećem i grmljem vidimo da je moguće u potpunosti spriječiti daljnje širenje i nastajanje oštećenja na šumskim cestama. Oštećenja površina usjeka i nasipa diktiraju nam odabiranje pravilne metode rada. Površinska oštećenja odnosno deformacije, kako smo vidjeli, moguće je u cjelosti spriječiti upotrebom trava i niskog grmlja koje ima bogato korijenje. Dubinske ili veće deformacije sprječavamo kombiniranim metodama gradnje, metodama koje nam omogućavaju i primjenu tehničkih građevnih materijala.

Kod terenskog istraživanja utvrđeno je da su biljke u potpunosti ili djelomično spriječile površinska oštećenja. Upravo na istraženim površinama pronađene su biljne vrste sa tehničkim karakteristikama, pogodnim za tehničko-biološku gradnju.

Gradnjom i izvođenjem radova s biljkama na površinama usjeka i nasipa stavljamo u potpunu vezu sve prirodne elemente i na taj način ne narušavamo određene odnose koji u prirodi vladaju. Tako smanjujemo daljnje nastajanje i širenje oštećenja i omogućavamo prirodnim elementima kojim gradimo da se međusobno upotpunjuju i učvršćuju.

Budućnost radova na saniranju šumskih puteva, isto tako i javnih, tehničko-biološkim metodama gradnje poprimit će još veći značaj. Biljke kao građevni materijal postaju nepresušan izvor za izvođenje različitih kombinacija gradnje. Ovaj materijal nalazi se u neposrednoj blizini radilišta i na taj način smanjuju se troškovi radova na sanaciji.

Općenito možemo reći da tehničko-biološku sanaciju treba primjenjivati svugdje, gdje za to postoje određeni prirodni uvjeti i ekonomska opravdanost.

LITERATURA — LITERATUR

- Jeličić, V., 1979: Šumske komunikacije II, Šumski putevi, Projektiranje (skripta); 76—88, Sarajevo.
- Kruedener, A., Ingenieurbiologie, München/Basel, 9—164.
- Lorenz E. H., 1971: Trassierung und Gestaltung von Strassen und Autobahnen, 238—346, Wiesbaden/Berlin.
- Rauš Đ., 1980: Šumarska fitocenologija (skripta), drugo ispravljeno i dopunjeno izdanje, Poseban dio, 150—345, Zagreb.
- Schiechtl, M. H., 1978: Ingenieurbiologie — Methoden und Anwendungen, Verbauungsmöglichkeiten im Rahmen des Nationalstrassenbaues in Leventina, Schweizerische Bauzeitung 51/52: 988—999, Zürich.
- Zeh H., 1977: Ingenieurbiologische Bauweisen. Tagungsbericht über »Bauen mit Natur«, Schweizerische Bauzeitung 13: 187—191, Zürich.
- Zeh H., 1979: Böschungstabilisierungen mit ingenieurbiologischen Methoden. Ein Baustellenbericht, Schweizer Ingenieur und Architekt 47: 961—966, Zürich.
- JUSU. El. 010, 1981: Zemljani radovi u izgradnji puteva, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
- Terzaghi, 1972: Teorijska mehanika tla, Naučna knjiga 118—120, Beograd.

DRAGUTIN PIČMAN

TECHNISCH UND BIOLOGISCHE SANIERUNG DES WALDWEGNETZES

Zusammenfassung

Mit den Pflanzungsmethoden nämlich Bauweisen mit den Waldbäumen und den Buschwerk sehen wir, dass es möglich ist im ganzen die weitere Verbreitung und die Entstehung von Beschädigungen der Waldwege zu verhindern.

Die Beschädigungen der Einschnitt- und Dammflächen diktieren uns die Auswahl der richtigen Arbeitsmethoden. Die Beschädigungen der Oberflächen nämlich die Deformationen wie wir gesehen haben, kann man mit Verwendung von Gräser und mit niedrigen Buschwerken, welche reich am Wurzel sind, im ganzen verhindern. Deformationen in der Tiefe oder grössere Deformationen werden wir mit kombinierten Bauweisen aber auch mit solchen Methoden die Anwendung des technischen Baumaterials ermöglichen.

Bei der Geländeuntersuchungen wurde es festgestellt, dass die Pflanzen die Flächenbeschädigungen im ganzen oder teilweise verhindert haben. Gerade bei der Flächenuntersuchungen wurden die Pflanzengattungen mit den technischen Charakteristiken gefunden, die für technisch-biologische Bauweise geeignet sind.

Mit dem Bau und mit Ausführung der Arbeiten mit den Pflanzen auf der Oberfläche der Einschnitte und Damme stellen wir in völlige Verbindung alle Naturelemente, und auf diese Weise stören wir nicht die bestimmten Verhältnisse, die in der Natur herrschen. So vermindern wir weitere Entstehungen und eine Verbreitung der Beschädigungen, so auch ermöglichen wir den Naturelementen mit denen wir bauen, dass sie sich vervollständigen und befestigen.

Die Zukunft der Arbeiten an der Sanierung der Waldweg, wie auch an der öffentlichen mit technischen-biologischen Methoden der Bauweise wird so die grössere Bedeutung bekommen. Die Pflanzen als Baumaterial werden eine unversiegbare Quelle zum Ausführung verschiedener Baukombinationen. Dieser Material befindet sich in der unmittelbarer Nähe der Arbeitsstelle und somit vermindern sich die Unkosten der Sanierung.

Im allgemeinen können wir sagen, dass man die technisch-biologische Sanierung überall dort verwenden soll, wo dafür die bestimmten natürlichen Bedingungen und ökonomische Berechtigungen bestehen.

Eingegangen am 11. Februar, 1985.

Akzeptiert am 31. März, 1985.

Die Adresse des Autors:

Forstliche Fakultät
41001 Zagreb, Postfach 178
Jugoslawien

PRANJIC, A.: HYPOTHETICAL DEVELOPMENT OF PEDUNCULATE OAK STANDS (Original in Croatian: *Hipotetski razvoj sastojina hrasta lužnjaka*, with English Summary). Glas. šum. pokuse 23 : 1—23, Zagreb, 1985.

Taking into consideration very changeable natural conditions and very different manner of management seven developmental models of Pedunculate oak stands have been set. We have accepted that the time culmination of height and diameter increment plays an important role in the development of oak stands (*Carpino betuli-Quercetum roboris*, Anić 1959). The developmental models has been constructed on the base of synthesis, specially on the past and present constructed mathematical models of mensured magnitudes. Our developmental models are the base for the future investigations of the dimension structure of trees within each age class with technique of simulation.

Key words: height increment, diameter increment, volume increment, mathematical models, technique of simulation

HITREC, V.: MATHEMATICAL MODELS AND SOLUTION OF CERTAIN PROBLEMS IN FORESTRY AND WOOD TECHNOLOGY (Original in Croatian: *Matematički modeli i rješenja nekih problema u šumarstvu i tehnologiji drva*, with English Summary). Glas. šum. pokuse 23 : 25—94, Zagreb, 1985.

Volume of all logs in a pile can be determined by several methods. Errors appearing by use of individual methods have been analyzed. In practice, estimates are often made by means of so-called »coefficients«. It is said that such estimates are not always sufficiently accurate and is shown in which cases are allowed to be used. Also, the adequate methods for such estimates have been worked out in detail. In forestry it is often necessary to perform fitting by functions $y = C + Af(x, B)$ where it is not linear. Approximate methods are known. It is shown here how the fitting of non-linear functions can be performed arbitrarily accurately by use of computers. Good reason for using ranges in calculating parameters for construction of control charts are analyzed and adequate models for control charts in primary processing of lumber suggested. A problem of determining the optimum saw settings for sawing fir logs on frame saws has been discussed in detail and satisfactory methods based on simulation of programs RARAVO and RAVIDI elaborated. Factors which effect the quantity yield of logs have been analyzed. Problems concerning assorting of logs in the log yard have been taken into consideration.

Key words: mathematical models, volume of logs in a pile, errors, estimate, regression analysis, control charts, optimization of sawing, computers, simulation

VUKELIĆ J.: CONTRIBUTION OF THE PHOTOINTERPRETATION ANALYSIS TO VEGETATION RESEARCH OF WOODLAND COMMUNITIES IN THE NATIONAL PARK »RISNJAK« (Original in Croatian: *Doprinos fotointerpretacijske analize vegetacijskom istraživanju šumskih zajednica nacionalnog parka »Risnjak«, with German Summary*). Glas. šum. pokuse 23 : 95—140, Zagreb, 1985.

The paper describes how the photointerpretation analysis can be applied in woodland vegetation mapping in the National park »Risnjak«. Panchromatic aerophotos of the approximate scale 1:15000 and a mirror stereoscope with parallax bar and Antiscope II were used. The best methodology in similar works was investigated and describes where mapping is carried out in three stages: the stage of chamber photointerpretation where first prognostic mapping results were obtained, then the field of investigation verifying, extending and if necessary correcting the chamber photointerpretation and finally the synthesis of all the investigation results and production of definitive vegetation map. All the geomorphological, pictoria and some taxative parametres, significant for accurate identification and exact of woodland communities were also investigated and described. As a result of the investigation carried out a detailed photointerpretation key has been worked out which can be applied in identificational works in vegetationally and sinecologically similar areas.

Key words: photointerpretation analysis, identification and spread of woodland communities, National park »Risnjak«, photointerpretation key.

KRIŽANEC, R.: A UNIVERSAL GENERAL FORMULA FOR CALCULATING THE YIELD OF PRINCIPAL PRODUCTS IN EVEN-AGED FORESTS (Original in Croatian: *Jedinstvena opća formula za računanje etata glavnog prihoda u visokim regularnim šumama, with German Summary*). Glas. šum. pokuse 23 : 141—175, Zagreb, 1985.

The particular formulas known for calculating the yield of principal products in even-aged forests are applicable only for the age limit for which they have been formulated. The research has shown that a new formula can be used to calculate the yield of principal products. This formula can replace all existing formulas (*Mantel-Masson's, Mélard's, Hufnagl's, Klepac* and the general *Simmons*) because it is applicable for any age level x within the rotation. The universal general formula for calculating the annual yield of principal products

$$E_g = K \cdot \frac{V_x}{u} \text{ in which } K \text{ is defined as: } K = \frac{2}{C_x}$$

is based on knowing the constant C_x , which we have been able to express analytically by the least-squares method according to the formula for the parabola: $C_x = 1 + 0.0053 x - 1.0065 x^2$

(V_x is the part of the growing stock for which the yield is to be calculated, u = rotation). The universal general formula is applicable to any rotation and age class by using the relevant constant C_x and the chosen age limit x . When applying the formula, all that has to be done is to calculate the C_x or K for a given age limit x , or to find it in the table annexed to this paper, and, putting in the other necessary parameters, to calculate the annual yield of principal products.

Key words: even-aged forest, yield of principal products, growing stock, rotation, age class.

SEVER, S., D. HORVAT & V. GOLJA: DEVELOPMENT INVESTIGATION OF THE SOIL PLANT HOLE DRILL IVA-1m (Original in Croatian: *Razvojno istraživanje bušilice za tlo IVA-1m*, with German Conclusions). Glas. šum. pokuse 23 :177—222, Zagreb, 1985.

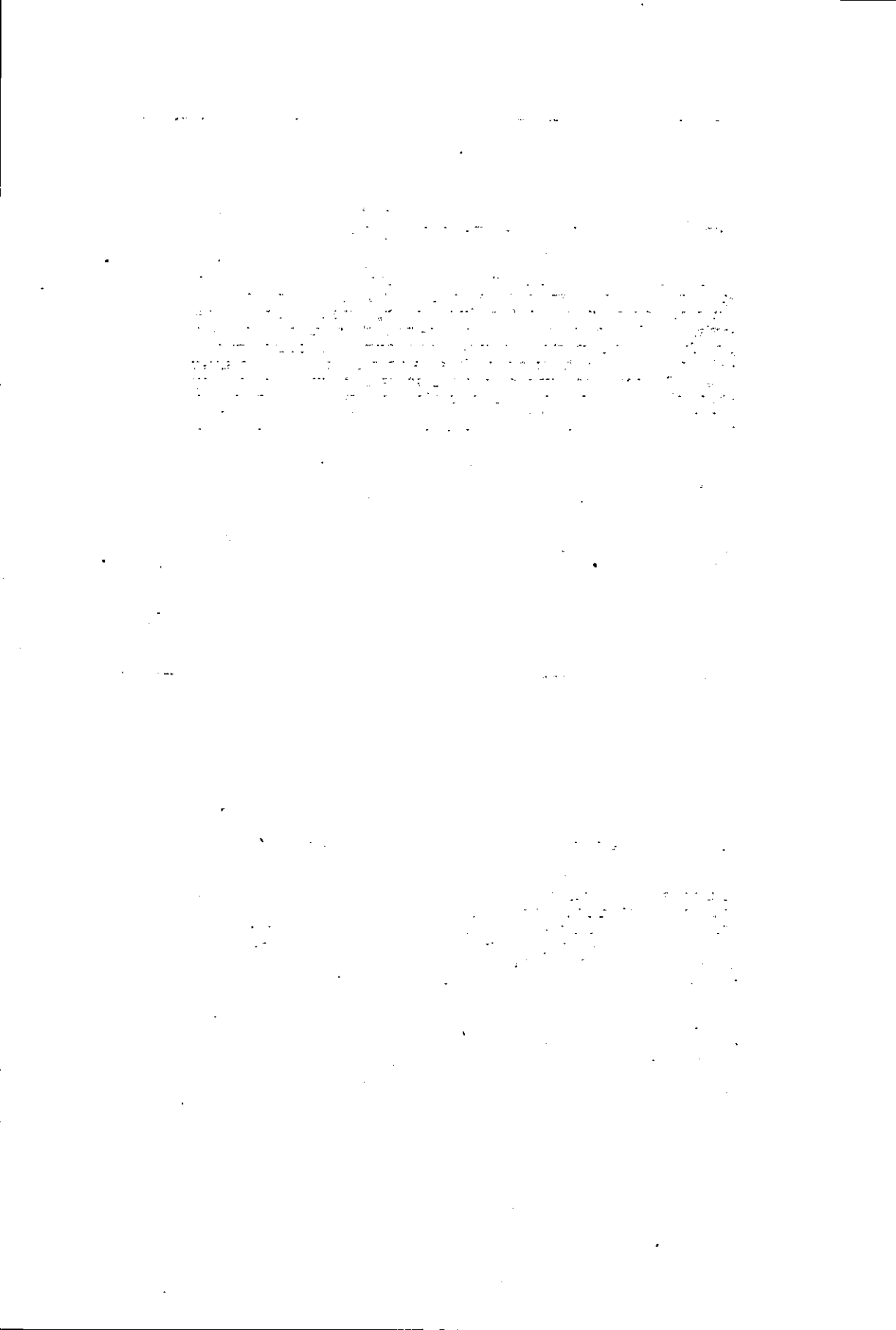
The measuring, the methods and the research results of the Soil Plant Hole Drill IVA-1m have been described. The borer Φ 450 mm and 900 mm of length has been used. Based on the research results of soil characteristics, energy parameters of the boring (torque, forces, power...), boring speed and working methods, the elaboration of the fundamentals for the production of this kind of hole drills, adjusted to environmental conditions, can begin.

Key words: soil plant hole drill, soil characteristics, energy consumption soil boring, aggregate stability, soil boring working conditions.

RAUŠ, D., N. ŠEGULJA & J. TOPIĆ: VEGETATION OF NORTHEASTERN CROATIA (Original in Croatian: *Vegetacija sjeveroistočne Hrvatske*, with English Summary). Glas. šum. pokuse 23: 223—355, Zagreb, 1985.

The paper presents the vegetation of northeastern Croatia, the flat area with relatively large rivers, the Sava, the Drava and the Danube. Although potentially a forest area, today it is covered, in the greatest part, with the secondary, anthropogeneous vegetation. The recent vegetation belongs to 12 vegetational classes, including about 60 wood, grassland, swamp, weed and ruderal communities. The majority of them are argumented by the phytocenological tables. Meliorations, as well as other agrotechnical technology treatments have continuous influence upon the landscape and the vegetational composition. The areas with the inundational swamp and grassland communities decrease and sometimes disappear, replaced by agrophytocenoses. The emphasis is on the funds of some relatively rare autochthonous plant species, as well as on the adventive plants, spreading of which is noted in the former years on the investigated area.

Key words: vegetation, Slavonia and Baranja, woods, grasslands, swamps, weed and ruderal vegetation.



PIĆMAN, D.: TECHNICAL AND BIOLOGICAL RECOVERY OF FOREST ROAD NETWORK (Original in Croatian: *Tehničko-biološka sanacija šumske putne mreže*, with German Summary). Glas. šum. pokuse 23 : 357—381, Zagreb, 1985.

This study with the problem of the stabilization of excavations and dams along the forest roads. Various reasons for the appearance of damages, basic slope damages, methods of their recovery and basic types of trees and bushes which can be used as a means for that recovery are shown here. A research field was in Zalesina, Gorski Kotar. Tests proved types of plants and vegetation used for excavations and dams stability. The point is to find out adequate plants that can be used efficiently for the recovery of the areas along the forests roads.

Key words: biological engineering, forest road, damages on excavations and dams, slope, stabilization (recovery), technical and biological building.

S A D R Ž A J
(SUMMARIUM)

Pranjić A.

Hipotetski razvoj sastojina hrasta lužnjaka	1
Hypothetical development of Pedunculate oak stands	22

Hitrec V.

Matematički modeli i rješenja nekih problema u šumarstvu i tehnologiji drva	25
Mathematical models and solution of certain problems in forestry and wood technology	92

Vukelić J.

Doprinos fotointerpretacijske analize vegetacijskom istraživanju šumskih zajednica nacionalnog parka »Risnjak«	95
Bedeutung der Luftbildinterpretationsanalyse für die Vegetationsforschung der Waldgemeinschaften im Nationalpark »Risnjak«	138

Križanec R.

Jedinstvena opća formula za računanje etata glavnog prihoda u visokim regularnim šumama	141
Allgemeine Einheitsformel zur Berechnung des Hauptnutzungshiebsatzes in gleichaltrigen Hochwäldern	175

Sever S., D. Horvat & V. Golja

Razvojno istraživanje bušilice za tlo IVA-1m	177
Entwicklungsuntersuchung des Bodendrillaohrers IVA-1m	221

Rauš Đ., N. Šegulja & J. Topić

Vegetacija sjeveroistočne Hrvatske	223
Vegetation of Northeastern Croatia	353

Pičman D.

Tehničko-biološka sanacija šumske putne mreže	357
Technisch und biologische Sanierung des Waldwegnetzes	381