



Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

**Simpozijum o problemima istraživanja šumskih
zemljišta (Sarajevo – Tjentište, august 1973) -
Symposium sur les problems des recherches des
sols forestiers**

Ćirić, Milivoje

1975

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

<https://bastina.anubih.ba/items/7e97dd29-fa96-4f9b-b5c2-f1df56002eb7>

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

<https://bastina.anubih.ba/>

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI BOSNE I HERCEGOVINE

POSEBNA IZDANJA

KNJIGA XXIII

ODJELJENJE PRIRODNIH I MATEMATIČKIH NAUKA

Knjiga 5.

SIMPOZIJUM O PROBLEMIMA ISTRAŽIVANJA ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA

Sarajevo — Tjentište, avgusta 1973.



Urednik

MILIVOJE ĆIRIĆ,
redovni član Akademije nauka i umjetnosti
Bosne i Hercegovine

SARAJEVO
1975.

DRAŽEN CESTAR, JAKOB MARTINOVIĆ i ZVONIMIR PELCER*

ANALIZA KORELACIJE IZMEĐU PROIZVODNOSTI JELE (*Abies alba* Mill.) I NEKIH SVOJSTAVA TLA NA KRŠU ZAPADNE HRVATSKE

U V O D

U šumama SR Hrvatske jela (*Abies alba* Mill.) spada u gospodarski najvrednije vrste drveća. Najviše je rasprostranjena na kršu zapadne Hrvatske, u zajednici Fagetum croaticum abietetosum Ht., gdje dolazi na prostranstvu od približno 250.000 ha. Zbog svoje izuzetne gospodarske važnosti, privlačila je jela u posljednja 3 decenija pažnju velikog broja istraživača. Ovdje je od interesa spomenuti istraživanja u vezi s ekološkim uvjetima jele (Horvat 1957, 1962, kao i Šafar 1965, Z. Gračanin 1962, Martinović 1968), zatim istraživanja u vezi s rastom i prirastom jele (Klepac 1956, Bertović, Cestar, Pelcer 1966).

Spomenuta istraživanja za naše uvjete brojna i opsežna, pružila su valjanu osnovu za racionalno gospodarenje jelovim šumama. Ali, ta su istraživanja i pokazala da jela u zajednici Fagetum croaticum abietetosum Ht. ima vrlo široku proizvodnu i ekološku amplitudu, i da brojni gospodarski razlozi zahtijevaju preciznije ekološko raščlanjenje jelovih šuma i objašnjenje proizvodnosti jele u odnosu na ekološke faktore. Pokazalo se (Martinović, 1968, 1973) da je posebno nedovoljno istražen i objašnjen utjecaj faktora plodnosti tla na proizvodnost jele. Tek u okviru programa tipoloških istraživanja šuma i šumski staništa Hrvatske što ih provodi Institut za šumarska istraživanja u Zagrebu pristupilo se sistematskom prikupljanju podataka o edafskim uvjetima jele, povezanih s podacima o njezinom rastu i prirastu. Manji dio tih podataka bilo je moguće obraditi u ovom prvom prilogu analizi korelacije između proizvodnosti jele i nekih ekološki značajnih svojstava tla u uvjetima krša zapadne Hrvatske.

Moglo se očekivati da će takva analiza, odnosno tako postavljen zadatak istraživanja pružiti neka praktična rješenja za bolje gospodarenje

* Institut za šumarska istraživanja — Zagreb.

šumskim tlama u našim jelovim šumama, a još više: doprinijeti boljem koncipiranju zadataka daljnjih znanstvenih istraživanja o funkciji tla u proizvodnosti naših jelovih šuma.

MATERIJAL I METODA RADA

a) Istraživanja su provedena u zajednici *Fagetum croaticum abietetosum* Ht na području Gorskog kotara, Velike i Male Kapele, te sjevernog Velebita s njegovim kontinentalnim padinama. Analizom je obrađeno 95 primjernih ploha, osnovanih na tipovima tla koji su karakteristični za spomenutu zajednicu, i to na crnici na vapnencu 10, na smeđem tlu na vapnencu 42 i na ilimeriziranom tlu na vapnencu 43 primjerne plohe. S obzirom na matični supstrat tala, primjerne plohe se nalaze uglavnom na čistim jurskim vapnencima, a manji dio (oko 10%) i na dolomitiziranim vapnencima jure i trijasa. Slučajnim rasporedom primjernih ploha obuhvaćeni su: širok visinski pojas jele (600—1200 metara nadmorske visine), različite ekspozicije tla i širok raspon nagnutosti terena (0—40°). Prema podacima B. Kirigina (1968), istraživano područje ima karakteristike toplo umjerene klime. Temperatura najhladnijeg mjeseca kreće se između —3 i 1,8°C. Ljeta su svježja, s mjesečnom temperaturom najtoplijeg mjeseca ispod 22°C. Oborina je jednoliko razdijeljena na cijelu godinu, a najsuši dio godine pada u toplo godišnje doba. Sporednom maksimumu oborina u početku toplog dijela godine (travanj) pridružuje se glavni maksimum oborina u kasnoj jeseni (studenj). Prema indeksu efektivnosti oborina (P/E 128) područje se ubraja u perhumidnu klimu.

b) Analizom su obuhvaćeni ovi pokazatelji proizvodnosti jele i faktori tla:

- srednji sastojinski debljinski prirast (Z_s),
- godišnji volumni prirast stabala debljinskog stepena 40 cm (V_{40}),
- godišnji volumni prirast stabla debljinskog stepena 50 cm (V_{50}),
- bonitet sastojine (B),
- postotak organskog ugljika u humusno akumulativnom horizontu tla (C),
- postotak ukupnog dušika u humusno akumulativnom horizontu tla (N),
- postotak čestica gline u humusno akumulativnom horizontu tla (Gl),
- reakcija tla — pH u H_2O — u humusno akumulat. horizontu tla (pH),
- debljine humusno akumulativnog horizonta tla u cm (dA_1),
- ukupna debljina (dubina) tla (dT).

Pokazatelji proizvodnosti jele izračunati su, i to: srednji sastojinski debljinski prirast (Z_s) na osnovu broja godova na dužini izvrtka od 2,5 cm; godišnji volumni prirast stabla određenog debljinskog stepena (V_{40} i V_{50}) po Lachausseeovoj formuli; bonitet sastojine (B) utvrđen je po visinama stabala debljinskog stepena 50, 55 i 60 cm pomoću Šurić-Pranjićevih bonitetnih krivulja.

Statistička obrada podataka provedena je primjenom modela višestruke linearne regresijske analize. Račun regresijske jednadžbe proveden je za svaku zavisnu varijablu, i to posebno za svaki tip tla, kao i za sva tri tla zajedno. Ukupno je ispitano 150 kombinacija nezavisnih varijabli.*

Kao što je poznato (Čirić, 1973, Martinović, 1970), ova vrsta analiza — utjecaj faktora tla na proizvodnost jedne vrste drveća — ima smisla samo ako su ostali faktori koji utječu na proizvodnost vrste konstantni. U ovom smo se radu tom uvjetu približili izborom opisanih pokazatelja proizvodnosti jele. Naime, izabrani su pokazatelji koji u najvećoj mogućoj mjeri isključuje antropogene i sastojinske utjecaje. Izborom primjernih ploha unutar jedne, i to klimatogene zajednice (*Fagetum croaticum abietosum* Ht.), težilo se ograničiti utjecaj varijabilnosti klime na rezultate istraživanja. Unatoč tome, već spomenute fizičko-geografske raznolikosti unutar istraživanih područja predskazuju izvjestan stupanj nehomogenosti klimatskih uvjeta, grupirani su ulazni podaci (primjerne plohe) u 5 grupa, prema ekološkim karakteristikama prizemnog rašća (ekološke grupe biljaka u smislu klasifikacije H. Ellenberga) i statistički testirane razlike u proizvodnosti jele tih grupa. Takav pristup olakšava diskusiju o rezultatima regresijske analize i istovremeno omogućava objektivnu procjenu indikatorske vrijednosti prizemnog rašća u odnosu na proizvodnost jele u zajednici *Fagetum croaticum abietosum* Ht.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

1. Podaci višestruke regresijske analize

Na uzorcima veličine: 95 primjernih ploha (svi podaci), 10 primjernih ploha (crnica na vapnencu), 42 primjerne plohe (smede tlo na vapnencu) i 43 primjerne plohe (ilimerizirano tlo na vapnencu) ispitane su 4 zavisne varijable (Z_s , V_{40} , V_{50} i B), ukupno 150 selekcija nezavisnih varijabli. Od tog ukupnog broja, prema F-testu, statistički značajne selekcije prikazane su u tabelama 1 i 2, a ima ih ukupno 16. Već na prvi pogled je jasno da su kao statistički značajne ostale one regresijske jednadžbe u kojima se kao nezavisna varijabla nalazi ukupna dubina tla. Zaključak koji se iz tog dađe povući je jednostavan. Ukupna dubina tla značajan je ekološki faktor (a od promatranih najznačajniji), koji u istraživanim uvjetima značajno djeluje na proizvodnost jele. Odnosi su takvi da se s povećanjem dubine tla poboljšava bonitet sastojine i prirast (Z_s , V_{40} i V_{50}) jele. Sve to vrijedi, u prvom redu, za jelu na smeđem tlu na vapnencu. Činjenica da takvi odnosi, s obzirom na parametre V_{40} , V_{50} i B, nisu utvrđeni i kod jele na ilimeriziranom tlu — postaje razumljiva kad se zna da je dubina tog tla u prosjeku za 15 cm veća od dubine smeđeg tla. To dozvoljava implikaciju da kod jele na ilimeriziranom tlu varijabilnost dubine tla ne ograničava njezinu proizvodnost, već to uzrokuju neki drugi faktori.

* Račun višestruke linearne regresijske analize realiziran je u računskom centru »SRCE« u Zagrebu na UNIVAC-računaru. Rad je obavio V. Hitrec, magistar iz područja matematike.

Tabela 1.

VIŠESTRUKA LINEARNA REGRESIJSKA ANALIZA
MULTIPLE LINEAR REGRESSION ANALYSIS

Y	Tip tla Soil type	Kombinacija nezavisnih varijabli Combination of independent variables	Koeficijent multiple korelacije Coefficient of multiple correlation	Standardna greška procjene Standard error of evaluation	F-vrijednosti 5 % + 1 % + F value	Objašnjivi dio varijanca u % Explainable part of variance
Z ₁	Svi	pH, dT	0,29	0,70	4,28 ⁺	7
	All	dT	0,29	0,70	8,63 ⁺	8
	S	dT	0,34	0,81	5,15 ⁺	10
	L	(pH), dT	0,42	0,52	4,33 ⁺	14
		(C) N (pH) Gl (dA ₁) dT	0,51	0,51	2,48 ⁺	17
		N (pH) (dA ₁) dT	0,49	0,52	2,98 ⁺	16
V ₄₀	S	dT	0,38	0,01	6,73 ⁺	12
		(pH) dT	0,38	0,01	3,33 ⁺	10
V ₅₀	Svi	dT	0,25	0,01	5,98 ⁺	5
	All	dT	0,42	0,02	8,65 ⁺⁺	16
	S	(pH) dT	0,43	0,02	4,31 ⁺	14
B	Svi	(dT)	0,20	0,78	3,97 ⁺	3
	All	(dT)	0,51	0,76	14,02 ⁺⁺	24
	S	(pH) dT	0,51	0,77	6,91 ⁺⁺	22
		C (N) (pH) Gl dA ₁ (dT)	0,61	0,75	3,41 ⁺⁺	26
		(pH) Gl dA ₁ (dT)	0,57	0,75	4,52 ⁺⁺	26

Objašnjenje znakova (Interpretation of signs):

- Svi (crnica, smeđe tlo i ilimerizirano tlo na vapnencima)
All (black soil, brown soil and illimerized soil on limestone)
S (smeđe tlo na vapnencu)
(brown soil on limestone)
L (lesivirano tlo na vapnencu)
(luvisol on limestone)
- Nezavisne varijable s negativnim predznakom koeficijenta regresije pisane su u zagradama, npr. (pH)
Independent variables with minus sign. of regression coefficient are in brackets e. g. (pH)

Tabela 2.

PREGLED ZNAČAJNIH REGRESIJSKIH JEDNADŽBI
TABLE OF SIGNIFICANT REGRESSION EQUATIONS

Broj reg. jedn. Reg. eqw No	Kombinacija podataka Combination of data	$Y = f(x_1, \dots, x_k)$
1	Svi podaci (crnica + sme-	$Z_s = 2,862 + 0,02 \text{ pH} + 0,0128 \text{ dt}$
2	de + ilimerizirano tlo)	$Z_s = 2,985 + 0,0124 \text{ dt}$
9	All data (black soil + brown	$V_{50} = 0,0387 + 0,00021 \text{ dt}$
12	soil + illimerized soil)	$B = 2,893 - 0,0095 \text{ dt}$
3		$Z_s = 2,1519 + 0,0330 \text{ dt}$
7		$V_{40} = 0,0134 + 0,0006 \text{ dt}$
8		$V_{40} = 0,0186 + 0,0006 \text{ dt} - 0,0009 \text{ pH}$
10		$V_{50} = 0,0085 + 0,0009 \text{ dt}$
11		$V_{50} = 0,0183 + 0,0009 \text{ dt} - 0,0017 \text{ pH}$
13	Smeđe tlo na vapnencima	$B = 4,7550 - 0,0515 \text{ dt}$
14	Brown soil on limestones	$B = 4,3823 - 0,0507 \text{ dt} + 0,0634 \text{ pH}$
15		$B = 4,6348 - 0,576 \text{ dt} - 0,0228 \text{ pH}$ $+ 0,0594 \text{ C} - 2,3946 \text{ N} + 0,0365 \text{ Gl}$ $+ 0,0049 \text{ dA}_1$
16		$B = 3,9819 - 0,0501 \text{ dt} - 0,0658 \text{ pH}$ $+ 0,0332 \text{ Gl} + 0,0008 \text{ dA}_1$
4	Ilimerizirano tlo na vap-	$Z_s = 4,2733 - 0,0897 \text{ C} + 2,4052 \text{ N}$ $- 0,3645 \text{ pH} + 0,0218 \text{ Gl}$ $- 0,0314 \text{ dA}_1 + 0,0088 \text{ dt}$
5	Illimerized soil on limes-	$Z_s = 4,8101 + 1,1329 \text{ N} - 0,3558 \text{ pH}$ $- 0,0298 \text{ dA}_1 + 0,0079 \text{ dt}$
6	tones	$Z_s = 5,4788 - 0,4558 \text{ pH} + 0,0085 \text{ dt}$

Prema regresijskim jednadžbama br. 4 i 5, na povećanje srednjeg sastojinskog debljinskog prirasta (Z_s) jele na ilimeriziranom tlu povoljno djeluje, pored povećanja dubine tla, i veći postotak ukupnog dušika i čestica gline u A_1 -horizontu tla. Nadalje je zanimljivo da povoljno utječu na proizvodnost jele na smeđem tlu, osim dubine tla, još i manji postotak gline a veći sadržaj dušika u A_1 -horizontu tla.

Višestruka linearna regresijska analiza nije dala signifikantnih veza između promatranih svojstava tla i parametara proizvodnosti jele na crnici na vapnencima. Po svoj prilici, uzrok tome leži u malom broju primjernih ploha (svega 10), koje se odlikuju odveć heterogenim podacima.

U metodičkom pogledu smatramo da od svih iskorišćenih parametara veću pažnju zaslužuje godišnji volumni prirast stabala promjera 40 i 50 cm, jer on u sebi sadrži srednji sastojinski debljinski prirast (Z_s) i bonitet sastojine. Na taj način ti su pokazatelji još manje podložni promjenama koje mogu biti uzrokovane načinom gospodarenja, nego sam bonitet sastojine.

Za ocjenu proizvodnosti jele na promatranim tipovima tla zanimljivi su i podaci o postotnoj zastupljenosti pojedinih bonitetnih razreda unutar tipova tala. Na smeđem tlu postotno učešće I i II boniteta iznosi 48%, dok na ilimeriziranom tlu ono iznosi 65%. Prema tom pokazatelju izgleda da između ta dva tipa tla veći nivo plodnosti ima ilimerizirano tlo. Pri tome valja spomenuti da navedeni podatak I i II boniteta na smeđem tlu

ukazuje na veću heterogenost boniteta jele na tom tlu. Ona je, prema rezultatima regresijske analize, velikim dijelom uvjetovana varijabilnošću njegove dubine.

Na kraju, u vezi s osvrtom na rezultate regresijske analize i u vezi s iskorištavanjem iznesenih podataka potrebno je napomenuti da su promatrana svojstva tla samo neka od brojnih i različitih fizikalnih i kemijskih komponenata, koje sve zajedno određuju njegovo integralno svojstvo — plodnost tla. Već činjenica da su samo neki od analiziranih faktora plodnosti tla pokazali statistički značajan učinak na proizvodnost jele govori dovoljno da je plodnost tla značajan faktor proizvodnosti naših jelovih šuma.

2. Testiranje indikatorske vrijednosti prizemnog rašća

Iz razloga koji su već objašnjeni, razvrstani su ulazni podaci u ovih 5 grupa:

1. grupa *Helleborus macranthus* — *Mercurialis perennis* — 10 ploha
2. grupa *Calamagrostis varia* i *C. arundinacea* — 11 ploha
3. grupa *Galium rotundifolium* — *Luzulo sp. div.* — 10 ploha
4. grupa *Sanicula europaea* — *Asperula odorata* — 11 ploha
5. grupa *Athyrium filix femina* — *Circea lutetiana* — 11 ploha

Te ekološke grupe biljaka (u smislu klasifikacije H. Ellenberga) predstavljaju skupine biljaka — indikatora podjednakih ekoloških svojstava.

Rezultati istraživanja predskazuju da postoje značajne razlike u proizvodnoj vrijednosti jele između pojedinih ekoloških grupa. Ti su rezul-

Tabela 3.

SREDNJE VRIJEDNOSTI POKAZATELJA PROIZVODNOSTI JELE PREMA
EKOLOŠKIM GRUPAMA PRIZEMNOG RAŠĆA
MEAN VALUE INDICATORS OF PRODUCTIVITY OF SILVER FIR AS TO
ECOLOGICAL GROUPS OF LOW GRWTH

Naziv grupe Denomination of group	$\bar{X} \pm \sigma$			
	Z ₁	V ₄₀	V ₉₉	B*
I. <i>Helleborus macranthus</i> <i>Mercurialis perennis</i>	3,40 ± 0,54	0,0348 ± 0,0084	0,0477 ± 0,0114	2,50 ± 0,88
II. <i>Calamagrostis varia</i> <i>Calamagrostis arundinacea</i>	3,26 ± 0,69	0,0339 ± 0,0092	0,0451 ± 0,0128	2,64 ± 0,34
III. <i>Galium rotundifolium</i> <i>Luzulo sp. div.</i>	3,77 ± 0,59	0,0392 ± 0,0100	0,0534 ± 0,0137	2,40 ± 0,97
IV. <i>Sanicula europaea</i> <i>Asperula odorata</i>	3,76 ± 0,88	0,0398 ± 0,0127	0,0549 ± 0,0235	2,04 ± 0,23
V. <i>Athyrium filix femina</i> <i>Circea lutetiana</i>	3,95 ± 0,73	0,0429 ± 0,0088	0,0601 ± 0,0117	1,92 ± 0,49

* Bolji bonitet sastojine ima niže numeričke vrijednosti
The higher stand quality gets lower numeral values

tati prikazani u tabelama 3 i 4. Ovaj prvi primjer statističkog ispitivanja veza proizvodnosti jele i ekoloških grupa više je putokaz za daljnja istraživanja na toj osnovi, nego podloga za donošenje konačnih zaključaka.

Tabela 4.

TESTIRANJE ZNAČAJNOSTI RAZLIKA SREDNJIH VRIJEDNOSTI
PROIZVODNOSTI JELE
TESTIFICATION OF SIGNIFICANCE OF MEAN VALUES DIFFERENCES
OF PRODUCTIVITY OF SILVER FIR

Pokazatelj proizvodnosti jele Indicator of productivity of Silver Fir	Signifikantne t - vrijednosti Significant t - values	
Z _s	t ₂₋₅	2,16 ^{xx}
	t ₂₋₃	1,81 ^x
V ₄₀	t ₁₋₅	2,14 ^{xx}
	t ₂₋₅	2,35 ^{xx}
V ₅₀	t ₁₋₅	2,43 ^{xx}
	t ₂₋₅	2,87 ^{xxx}
B	t ₁₋₅	1,90 ^x
	t ₂₋₅	2,49 ^{xx}

Opaska: (Remark) t^{xxx} (1%), t^{xx} (5%), t^x (10%)

Kao što je poznato, u literaturi postoje podvojena mišljanja o indikatorskoj vrijednosti prizemnog rašća u odnosu na proizvodni potencijal staništa. Ističe se da prizemno rašće ne može biti indikator dubljih slojeva koje zauzima rizosfera šumskog drvaća. Zatim, da je pojava nekih biljaka vezana za sastojinske prilike koje odstupaju od »normalnog« prirodnog stanja, npr. dominacija vrsta svjetla uslijed jačeg otvaranja sklopa sastojine i sl.

Međutim, prikazane razlike (tabela 3 i 4) moguće je objasniti ekološkim prilikama staništa koja reprezentiraju te grupe: Grupa 1: *Helleborus macranthus* — *Mercurialis perennis* je indikator staništa južnih obronaka s plitkim, suhim i toplim tlima, a grupa 2: *Calamagrostis varia* i *C. arundinacea* suhих, skeletnih tala (stjenovitih terena), dok je grupa 5: *Athyrium filix femina* — *Circea lutetiana* karakteristična za udoline s dubokim, svježim i hladnijim, ilimeriziranim tlima.

Z A K L J U Č C I

1. Ovim istraživanjima dat je prvi uvid u linearnu korelaciju između proizvodnosti jele i nekih ekoloških svojstava tla u zajednici *Fagetum croat. abietetosum* Ht. na području Gorskog kotara, Velike i Male Kapele i sjevernog Velebita.

2. Analizirane veze između parametara proizvodnosti jele (Z_s, V₄₀, V₅₀ i B) i ukupne dubine tla, te postotka humusa, dušika i gline u humusno akumulativnom horizontu tla, kao i pH-vrijednosti i debljine tog horizonta — odaju da od svih promatranih svojstava tla odlučan utjecaj na proiz-

vodnost jele ima dubina tla. Naročito to vrijedi za jelu na smeđem tlu na vapnencu, gdje sama dubina tla objašnjava 16% vrijednosti pokazatelja V_{50} , odnosno 24% varijance boniteta sastojine. Na proizvodnost jele na smeđem i ilimeriziranom tlu povoljno utječe još i povećan sadržaj dušika u humusno akumulativnom horizontu tla.

3. Ispitivanje veza između proizvodnosti jele na crnici na vapnencu i promatranih svojstava tla, provedeno na uzorku od 10 primjernih ploha, nije dalo pouzdanih rezultata.

4. Statistički opravdane razlike pokazala je proizvodnost jele na staništima koja, s jedne strane, karakteriziraju ekološke grupe 1 (*Helleborus macranthus* — *Mercurialis perennis*) i 2 (*Calamagrostis varia* i *C. arundinacea*), a s druge, grupa 5 (*Athyrium filix femina* — *Circea lute-niana*).

5. U daljnjim istraživanjima udjela plodnosti tla u proizvodnosti jele bit će potrebno proširiti broj promatranih svojstava tla, te uzeti u obzir količinu bioelemenata u tlu, svojstva adsorpcijskog kompleksa tla i vodo-fizičke »konstante« tla, povećati broj informacija, kao i ispitati neke nelinearne odnose. Da se izbjegnu poteškoće koje potječu od klimatske heterogenosti podataka, koja se javlja već i unutar jedne klimatske zajednice, bit će potrebno grupirati ulazne podatke po fizičko-geografskim elementima (visinski pojasevi, ekspozicija terena i drugi).

CESTAR D., MARTINOVIĆ J., and PELCER Z.

CORRELATION ANALYSIS OF THE PRODUCTIVITY OF SILVER (ABIES ALBA MILL.) AND CERTAIN SOIL PROPERTIES IN THE KARST REGION OF WESTERN CROATIA

SUMMARY

Investigations were carried out in the forest community of *Fagetum croaticum abietetosum* Ht. in the Karst region of western Croatia. 95 sample plots laid out on soil types characteristic of the mentioned community are concerned to wit: 10 sample plots on black earth on limestone, 42 sample plots on brown soil on limestone, and 43 sample plots on ilimerized soil on limestone.

The analysis comprised the following indicators of the productivity of Silver Fir: mean stand diameter increment (Z_s), annual volume increment of the stem of diameter class of 40 cm (V_{40}) and 50 cm (V_{50}), and stand quality (B). The following soil factors in the humus accumulating soil horizon were taken into consideration: percentage of organic carbon (C), percentage of total nitrogen (N), percentage of loam particles (G1), the soil reaction in the humus accumulating horizon (pH), thickness of the humus accumulating soil horizon in cm (dA_1), total thickness (depth) of the soil (dT). To limite the influence of climate, the input data, i. e. sample plots, were grouped into 5 groups according to the ecological characteristics of the low growth.

Statistical processing of data was performed by applying the model of multiple linear regression analysis. Concerning the methodical aspect the authors stress the importance of using parameters V_{40} and V_{50} , for they contain in themselves also the remaining parameters of the productivity of Silver Fir.

In this paper the authors concluded that of all the studied soil properties, the productivity of Silver Fir is most influenced by soil depth, especially of the brown soil on limestone (Tab. 1). The productivity of Silver Fir is also favourably influenced by the increased nitrogen content in the humus accumulating soil horizon. The grouping according to the ecological groups of low growth (Tab. 3) also proved justified, for it shows statistically justifiable differences. Further investigations ought to include also other parameters in order to obtain exact information on the influence of soil on the productivity of Silver Fir.

LITERATURA

- Bertović S., Cestar D., Percel Z.: Prilog poznavanju proizvodnih mogućnosti šume bukve s jelom (*Fagetum croat. abietetosum* Ht.) na Ličkoj Pljevešici, Radovi broj 5, Zagreb 1966.
- Čirić M.: Problemi istraživanja produktivnosti šumskih zemljišta, Zbornik Simpozijum o šumskim zemljištima, Akademija nauka i umjet. SRBiH, 1973.
- Gračanin Z.: I Suoli della regione carsica Croata, Accademia Italiana di Science forestali, Firenze 1962.
- Horvat I.: Vegetacija planina zapadne Hrvatske, izdanje JAZU, Prirodoslovna istraživanja, knjiga 30, Zagreb 1962.
- Klepac D.: Istraživanja debljinskog prirasta jele u najraširenijim fitocenoza Gorskog kotara, Glasnik za šumske pokuse, Zagreb 1956.
- Kirigin B.: Opis klimatskih prilika na području Šumskog gospodarstva Senj (rukopis), 1968.
- Martinović J.: Neke pedološke značajke šumskih fitocenoza na području Viševice i Velike Javornice, Šumarski list 9/10, Zagreb 1968.
O nekim pedološkim pitanjima u vezi s tipološkim istraživanjima šuma u Hrvatskoj, Radovi, sv. IV, broj 16, Zagreb 1970.
Utjecaj tla i reljefa na omjer vrsta drveća u šumi bukve i jele na kršu zapadne Hrvatske (u štampi), 1973.
- Šafar J.: Pojava proširenja bukve na Dinaridima Hrvatske, Šumarski list 5/6, Zagreb 1965.