

**PROMJENA STANJA HUMIZACIJE U ŠUMI BUKVE I JELE
(*Calamintho-Abieti-Fagetum*-Ht. 1938) NA KRŠU ZAPADNE
HRVATSKE**

THE ALTERING OF STATES OF SOIL HUMANIFICATION IN THE
BEECH AND FIR FOREST (*Calamintho-Abieti-Fagetum*. Ht.1938) ON
THE KARST OF WESTERN CROATIA

J. Martinović, A. Vranković, A. Kutle

SAŽETAK

Autore zanima kako gospodarenje sa šumama utječe na prirodno stečenu proizvodnu snagu tla i njegovu konzervacijsku ulogu u zaštiti okoliša. S tim u svezi u radu je obavljena periodička karakterizacija stanja humizacije tla (razdoblje 1965 - 2008. god.) u šumi bukve i jele, gospodarski najproduktivnijem šumskom ekosustavu zapadne Hrvatske. Istraživani ekosustav određen je pedološko-vegetacijskim slijedom i to: Tip tla je srednje duboko smeđe tlo na vapnencu i dolomitu (kalcikambisol), a vegetacijsku jedinicu čini klimatogena biljna zajednica *Calamintho - Abieti - Fagetum* (Ht.1938).

Na 22 primjerna objekta (Gorski kotar, Velika i Mala Kapela i Velebit) u humusno - akumulativnom horizontu tla analizirano je (2008. god.) stanje pH vrijednosti, koncentracija humusa i dušika i C / N odnosa, a na osnovi prosječnih uzoraka Jenny - evih tessera i uspoređenih u odnosu na podatke iz ranijih istraživanja. Uspoređeno je i zatečeno stanje sastojina sa šumsko-sastojinskim normalama za tu biljnu zajednicu s posebnim naglaskom na omjer vrsta drveća.

U razdoblju od 44 godine (1965 - 2008.) kao najznačajniji nalazi utvrđen je trend pada humizacije, smanjila se koncentracija humusa za oko 25 %. Odnos ugljika prema dušiku (C / N) u tlu nalazi se u rasponu od 15,2 (1965 - 1970) do 13,1 (2008.) god. Usporedba stanja reakcije tla (pH-vrijednosti) iz 1965 i 2008. god pokazuje, da je isto tlo (kalcikambisol) u istoj biljnoj zajednici prešlo iz slabo-kisele reakcije u kategoriju osrednje kiselosti tj. pH-vrijednost se u prosjeku snizila od 6,4 na 5,8. Na primjeru 22 šumska odjela

utvrđeno je, da sadašnje prosječno stanje sastojina jako odstupa od projektirane normale.

Ukupna proizvodnost jele i bukve iznosi prosječno 6,4 m³/ha godišnje, odnosno 57-62 % od po normalama moguće proizvodnje. Proizvodnost same jele (2,85 m³/ha) još je nepovoljnija s obzirom, da iznosi tek 30 - 40 % mogućnosti staništa (klime i tla).

UVOD

Prema D. Klepcu (1980.) u Hrvatskoj se sa šumama kao prirodnim bogatstvom gospodarilo na temelju gospodarskih osnova tijekom više od jednog stoljeća i to da su se šume same obnavljale putem oplodnih ili prebornih sječa pod upravom šumarskih stručnjaka. Uspostavljen je tako trajni uzor pravilnog gospodarenja ("potrajno gospodarenje - jednostavna biološka reprodukcija") po kojem je šumski fond, odnosno drvena zaliha u šumi, glavnicu ona, koja treba ostati netaknuta, a uživa se trajno samo prirast glavnice kako je to lijepo istaknuto u stihovima pjesnika Petra Preradovića:

"Nije blago ovo naše,
Domovine glavnicu je
Što uživati mi možemo,
Al' potrošiti ne smijemo "

Na toj se osnovi poslije Drugog svjetskog rata u Europi kao i kod nas razvila i udomaćila teorija o optimalnoj kompoziciji šume i s tim u svezi uspostavljene su "šumske normale", odnosno normalitet šume. Taj drugi uzor šumarske znanosti: "Optimalnu kompoziciju šume" opisat ćemo u nastavku, detaljnije.

Odavno se i kod nas, bez pogovora priznaje, da u glavnicu šume (šumskog ekosustava) ulazi i prirodno stečena snaga tla pa je stoga potpuno razumljivo i opravdano tloznanstveno zanimanje za promjenu stanja (svojstava i procesa) tla u gospodarenim šumama. Davno je na to upozorio F. Šandor (1915., str.235): "Dužnost je posjednika šuma i najvažnija zadaća šumara, da nastoje pomljivo oko toga, da se sve i uz intenzivno izrabljivanje snage tla one ne oslabe tako, da tlo trajno odbacuje određenu rentu, pa su prema tome dužni ostaviti nasljednicima šumsko tlo, koje im je povjereno u povoljnom stanju i nastojati,

da manje vrijedno tlo ili loše tlo po mogućnosti poprave tako, da se naredni imetak ne umanjiti".

Uvijek se, dakle postavlja pitanje imaju li konkretni gospodarski zahvati, u prvom redu intenzitet i način sječe nepovoljan učinak na svojstva tla, njegovu proizvodnu snagu i konzervacijsku ulogu u zaštiti okoliša.

Za raspravu o ovom pitanju proveli smo, ovim radom, istraživanja humizacije tla u šumi bukve i jele na kršu zapadne Hrvatske u korespondenciji sa stanjem sastojina težeći ući u (koliko nam je bilo moguće), periodičku karakterizaciju tih odnosa.

OPĆENITO O NORMALITETU ŠUME

Prema D. Klepcu (1990) ideja o "normalitetu šume" ima ishodište u teoriji o optimalnoj kompoziciji šume. Optimalna kompozicija šume je hipotetska. Ona je vrlo korisna da bi se znalo kako tretirati pojedine šume u stvarnosti. Poznavanjem optimalne kompozicije šume lakše ćemo se odlučiti koja stabla i uolikoj ih količini možemo posjeći. Optimalna kompozicija šume ili tzv. "normala" predstavlja ideal, koji pomaže praktičnom šumarskom stručnjaku kao voditelju u obilježavanju stabala za sječū. Optimalna kompozicija šume može se usporediti s "farovima" na automobilu. S pomoću tih farova možemo po noći autom doći do određenog cilja. Na sličan način praktični šumarski stručnjak može doći do cilja s pomoću optimalne kompozicije šume. Danas je najsvremeniji način utvrđivanja elemenata optimalne kompozicije "šume pomoću srednje visine dominantnih stabala u sastojini, jer je visina dobar indikator stojbinskih prilika ili tzv. boniteta staništa.

Za jelove šume, koje nas ovdje zanimaju, a na temelju dugogodišnjih istraživanja u Gorskom kotaru uspio je D. Klepac (1990) konstruirati optimalne kompozicije jelovih prebirnih šuma za 5 stojbinskih bonitetnih razreda definiranih slijedećim dominantnim visinama: 43; 38; 33; 28,5; i 22,5 metara.

Evo (prema D. Klepcu) najvažnijih podataka za "normalu" III. bonitetnog razreda (dominantna visina jelovih stabala 33 m), koji je ujedno i najrašireniji:

Broj stabala po hektaru iznad taksacijske granice (N/ha) = 311

Temeljnica (G) = 32 m² / ha

Drvena zaliha (V) = 350 m³ / ha

Drvena masa prije sječe (M) = 400 m³/ha

Drvena masa poslije sječe (m) = 300 m³/ha
Deset godišnji etat ili 10-godišnji prirast = 100 m³/ha
Intenzitet sječe = 25%
Godišnji priliv po ha = 7 stabala ili 1 m³
Ophodnjica (turnus) = 10 godina

Za raspravu u ovom radu posebno su zanimljive i dvije uspostavljene normale (Cestar et. al. 1986) za mješovite sastojine bukve i jele karakteristične za biljnu zajednicu *Calamintho-Abieti-Fagetum*, Ht (*Fagetum croaticum abietetosum*, Ht., 1938, hrvatska šuma bukve s jelom). Te su normale iskazane u tablicama 1 i 2. Podtip I-C-10a odnosi se na sastojine bukve i jele u kojima je stjenovitost i kamenitost površine tla manja od 25 %, dok je kod podtipa I-C-10b veća od 25 %.

Ukratko, opisane normale našle su široku primjenu u gospodarenju našim jelovim šumama i služe kao glavno uputstvo za izradu njihovih gospodarskih osnova. Primjenu normala pratile su i sugestije za provjeru njihove pouzdanosti i ekološke utemeljenosti. Evo nekoliko pripomenki i pitanja (J. Martinović, 1973 i 1997) u svezi s teorijom o optimalnoj kompoziciji šuma. U uvjetima jake antropogenizacije pa i tehnogenetskog pritiska na šumski ekosustav i kulturo promijenjenog prirodnog stanja sastojina (ekosustava) sve je manje izvornih odnosa u kompoziciji sastojina. Često, nezadovoljavajuća prirodna obnova (Šafar, 1955 i 1968), štete od biotičkih i abiotičkih utjecaja u razvoju sastojina pa i pojave grabežnog iskorišćivanja šuma (tz. kvalitetne sječe) stvaranju nove kompozicije šume. U takvim uvjetima uređajno projektiranje naših šuma sve se manje može oslanjati na visinu slobodno-rastućih stabala kao pokazatelja proizvodne sposobnosti stojbine i kriterija optimalne kompozicije šume. Tim postupkom navedenim okolnostima dobivaju se podaci o proizvodnosti zatečenog stanja, ali ne i o proizvodnom potencijalu stojbine.

Uređajno projektiranje šuma i uspostava šumske normale koji se ostvaruju pomoću samo sastojinskih pokazatelja (N, G, V, M, i m³ po hektaru) ne uzima u obzir konzervacijsku ulogu šumskog tla. Taj nedostatak ne smije se podcijeniti imamo li u vidu tako važnu ekološko-proizvodnu (filtracijsku i pufero-transformacijsku) ulogu šumskog tla. Uređajno projektiranje šuma mora se postaviti tako da se uvažavaju, što će reći bitno ne narušavaju izvorni odnosi između kompozicije šumske sastojine i tla kao energetske bloka šumskog ekosustava, ali i tla kao jedinog konzervatora toga ekosustava. Glede

konzervacijske uloge tla u šumi bukve i jele već je bilo naznaka o njezinu slabljenju u uvjetima prosječne sastojinske normale (Martinović, 1991). Normale D. Cestara (tablica 1 i 2) imaju odveć široku ekološku osnovu, jer za to uzimaju Horvatovu klimatogenu zajednicu bukve i jele koju karakteriziraju ekološki kontrastne pedosistematske jedinice (crnice, rendzine, smeđa i lesivirana tla). Kasnije se pokazalo (J.Martinović i A.Vranković, 1996, J. Martinović, 2003), da je u tipologiji (prirodnoznanstvenoj klasifikaciji) naših šuma, općenito najispravnije uvažavati pedološko-vegetacijski slijed kako je to idejno i dalekovidno postavio Mihovil Gračanin (1950). Za gospodarski važnije članove pedološko-vegetacijskog slijeda valja konstruirati normale kao temeljnu gospodarsku instrukciju i od toga, po našem mišljenju, za hrvatsko uređivanje šuma nema važnijeg posla. Tome idu u prilog i rezultati ovih istraživanja.

Tablica 1. Normala za jelu i bukvu, ekološko gospodarski podtip I-C-10a

Table 1. Standard for fir and beech, ecological economical subtype I-C-10a

Debljinski stupanj u cm	I-C-10a		
	Omjer smjese prema broju stabala u %		
	jela 70	bukva 30	Ukupno
	broj stabala		
12,5	235	97	332
17,5	117	46	163
22,5	77	28	105
27,5	50	19	69
32,5	36	14	50
37,5	28	10	38
42,5	22	8	30
47,5	18	6	24
52,5	15	-	15
57,5	12	-	12
N/ha	610	228	838
G m ² /ha	30,55	9,03	39,58
M-m ³ /ha	334,47	100,2	434,67
Prirast u %	2,8	2,3	2,7
Tečajni prirast u m ³ /ha	9,4	2,3	11,7
Niz	12	13	-
Primjer sječive zrelosti u cm	60	50	-

Tablica 2. Normala za jelu i bukvu, ekološko-gospodarski podtip I-C-10b

Table 2 Standard for fir and beech, ecological economical subtype I-C-10b

Debljinski stupanj u cm	I-C-10b		
	Omjer smjese prema broju stabala u %		
	jela 60	bukva 40	Ukupno
	broj stabala		
12,5	155	130	285
17,5	83	63	46
22,5	51	38	89
27,5	35	25	60
32,5	25	18	43
37,5	20	13	33
42,5	16	10	26
47,5	13	9	22
52,5	10	-	10
57,5	8	-	8
62,5	7	-	7
67,5	6	-	6
N/ha	429	306	735
G m ² /ha	25,40	12,03	37,43
M-m ³ /ha	298,82	129,89	428,71
Prirast u %	2,4	2,3	2,4
Tečajni prirast u m ³ /ha	7,2	3,0	10,3
Niz	12	13	-
Primjer sječive zrelosti u cm	70	50	-

Prema dosadašnjim gospodarskim osnovama u svim sastojinama šume bukve i jele u ukupno 22 šumska odjela zastupljeno je smeđe tlo na vapnencu i dolomitu tj. ista pedosistematska jedinica, međutim sastojine su razvrstane u različite ekološko-gospodarske tipove (Tablica 2a). To podrazumijeva, da primijenjena klasifikacija tipova šuma sistemski nije valjano ustrojena ni ekološki jasno utemeljena. Ona dozvoljava preveliku slobodu u identifikaciji biogeocenoza (ekosustava) i to na uštrb njihovih trajnih prirodnih sastavnica: klime i tla, a povodeći se uglavnom sa zatečenim stanjem sastojina. Ekološke nepreciznosti definiranja ekološko-gospodarskih tipova šume bukve i jele

dolaze do izražaja naročito u višem području prema subalpskoj šumi bukve. U svezi s tim određivanje ekološko-gospodarskih tipova nalaze posebnu pažnju. Moguće su, glede planiranja proizvodnosti sastojina i velike pogreške, kako se to vidi iz priloženih rezultata (Tablica 2a).

ZADATAK I METODA RADA

Nema, kako smo vidjeli nikakve dvojbe, da postoje valjani razlozi, da se prate i istražuju promjene stanja (svojstava i procesa) tla u gospodarenim šumama i to glede njihove proizvodne snage i konzervacijske uloge u zaštiti okoliša. Preuzeli smo stoga zadatak, da se u ovom radu po prvi put približimo istraživanju promjena stanja tla u šumi bukve i jele uvjetovanih suvremenim gospodarenjem.

Istraživanja su obavljena u šumi bukve i jele na smeđem tlu na vapnencu. To je ujedno i najrasprostranjeniji i gospodarski najznačajniji tip šume unutar klimatogene zajednice *Calamintho-Abieti-Fagetum* (*Fagetum Croaticum abietetosum*, Ht, 1938), koju je I. Horvat (1938., 1957 i 1974) opisao kao Hrvatsku šumu bukve i jele, a koja na kršu zapadne Hrvatske zauzima približno 200.000 ha.

U ovom radu uspoređuju se više stanja humizacije u gospodarenim šumama u razmaku od 44 godine (1965 - 2008) kao i stanje očuvanih šuma (utjecaj čovjeka zanemariv) iz prve inventarizacije tala iz 1970. godine.

Kao dijagnostički parametri stanja izabrani su: Debljina humusno-akumulativnog horizonta tla, reakcija tla, sadržaj humusa i ukupnog dušika u tlu, te njihov (C:N) odn o s i to sve u Amo-(humusano-akumulativnom) horizontu tla.

Navedena svojstva tla općenito su poznata (Pallmann i dr.1948, Gračanin, 1948, Duchaufour, 1970, Kovda, 1988.) kao karakteristična za pojedine šumske ekosustave i ujedno veoma osjetljiva na kulturni utjecaj. S tim u svezi obavljeno je uzorkovanje humusno-akumulativnog horizonta Jenny-eve (1958) modalne tessere ekosustava.

Uzorkovanje tla šumskog ekosustava u postupku periodičke karakterizacije stanja tla primjenom Jenny-eve tessere - elementarne površine (parcele) tla određene veličinom horizontalne projekcije krošnje dominantnog stabla - ima

ova važna obilježja: Uvijek se radi o istom bioklimatu i biljnoj zajednici, istoj pedosistemskoj jedinici, istom pedogenetskom horizontu tla, istoj vrsti drveća i srednjem stablu iz dominantne etaže sastojina (srednje slobodno rastuće stablo), a razlika je samo u tome što nije i ne može biti na istom mjestu, jer se stabla tessera, u pravilu, prebornom sječom uklanjaju iz sastojine tijekom narednih ophodnjica (10 do 20 godina). Po našem mišljenju ovaj način uzorkovanja ima dobru perspektivu, jer uvijek imamo jedna jedinstvena fitocenološka, pedološka i šumarska međusobno povezana svojstva uzorkovane površine šumskog ekosustava. Ovim postupkom isključuje se u matematičko-statističkom modeliranju procesa, općenito, velika varijabilnost podataka, koji potječu od kraške strukture zemljišnog pokrivača i često velike edafske kontrastnosti, elementarnih areala tla. Uz to ni površina tretmana nije ograničena, jer se tessere mogu kumulirati.

Ovdje je prilika, da se još jednom istakne kako Jenny-eva tessera "Landa" odaje i potvrđuje osnovni koncept pedološko-vegetacijskog slijeda, kojeg smo, kao što je poznato, (Jelavić V. i dr. 1997; Martinović, J. 1997; Jelavić, V. J. Martinović, A. Vranković, S. Šatalić 1998, .Martinović, J.: 2003; Martinović J., A.Vranković: 2006); po ideji M. Gračanina, (1950) s pravom uzeli kao osnovni kriterij hrvatskog modela prirodoznanstvene klasifikacije šuma.

Na terenu su uzimani prosječni (složeni) uzorci tla sastavljeni iz 15 do 20 pojedinačnih uzoraka s obradom od 3 do 5 tessera.

U istraživanjima, koja su obavljena u jesen 2008. god. težilo se, da istraživani odjeli što vjernije prezentiraju sadašnje prosječno stanje šumskih sastojina bukve i jele. U tom su nam nastojanju, sa zahvalnošću ističemo, značajno pomogli kolege šumari iz područnih uprava šuma: inž. Milan Dokmanović; inž. Miroslav Luketić; inž. Dalibor Kučinić; inž. Ivan Perković, inž. Dalibor Tomljanović; inž. Tomo Devčić; inž. Milan Špalj; mr. inž. Borko Pleše i inž. Tomislav Kuzele.

Posebno se zahvaljujemo udruzi LIJEPa NAŠA što je materijalno pripomogla da se ova istraživanja realiziraju u jesen 2008 godine.

Opis punktova opažanja (tessera jele) iskazan je u narednim tablicama. Laboratorijske analize obavljene su: Organski ugljik (C %) po Tjurinu ukupni dušik (N) po Kjeldahlu, reakcija tla u suspenziji vode (pH u H₂O) i odnos C / N računskim putem.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

U skladu s uvodno postavljenim zadatkom istraživanja i provedenom metodom rada prikupljene su dvije skupine podataka. Stoga ćemo raspravu podijeliti na dio, koji se odnosi na kompoziciju sastojina i dio, koji se odnosi na trend procesa humizacije i procjenu korespondencije navedenih pojava.

1. O omjeru vrsta drveća i stanju sastojina

U opisanoj normalni šume bukve i jele (tablica 1 i 2) važno obilježje čini omjer vrsta drveća. Uputa je jasna: U sastojinama u kojima je stjenovitost i kamenitost površine tla manja od 25% treba polučiti omjer prema broju stabala 70 : 30 % u korist jele, odnosno 60 : 40 tamo gdje je stjenovitost i kamenitost veća od 25 %.

Problem omjera bukve i jele dugotrajno se proučava i rješava i ima svoj povijesnu, bioekološki i ekonomski aspekt.

Ekonomsko - gospodarsko stajalište je jasno, da treba protežirati jelu, jer jela u odnosu na bukvu ima veći prirast i daje prema tržišnim cijenama vrjednije šumske sortimente. Prema A. Kaudersu (1959) pred više od 240 godina sastavio je Franzoni "stalni šumski red" za područje Karlovačkog generalata, kojega je godine 1765. odobrilo "Dvorsko ratno vijeće". Po tom elaboratu: "mora se nastojati, da se iz šuma okrenutim prema moru ukloni bukva i da se ondje uzgaja hrast, smreka, jela i bor". Od tada pa do danas naši se šumari bave mišlju kako je moguće i korisno protežirati jelu na račun bukve, odnosno uspostaviti u sastojini optimalni odnos jele i bukve. S tim u svezi ističemo neke za raspravu zanimljive nalaze i zamisli.

Prema J. Šafaru (1965; 1968) na hrvatskom dijelu Dinarida karakteristična je prirodna izmjena vrsta drveća, odnosno dolazi do pojave "naglijeg obukovljavanja, usporavanja obukovljavanja i većeg očetinjavanja". U dugom razvoju dominantan utjecaj imali su činioci klime, manje pedogenetski faktori, te posredno i neposredno veoma mnogo antropogeni faktori. Prosječno, na čitavom području Dinarida u tijeku posljednjih 100 do 200 godina razvio se (prema J. Šafaru, 1968.) proces proširivanja bukve i smanjenja učešća jele i smreke. Proces je ekonomski štetan pa ga je potrebno lokalizirati i uopće zaustaviti. Na osnovi rezultata inventure šuma na području sjeverozapadne

Hrvatske J. Šafar (1965) iznosi podatke o stanju omjera vrsta u šumi bukve i jele: Na risnjačkom području Dinarida razmjeno je velika drvena masa jele. Omjer smjese jele i bukve ovdje iznosi prosječno 62 : 38 tj. mnogo je veće učešće drvene mase jele, nego u drugim planinama Hrvatskih dinarida:(Mala Kapela 48%, Velika kapela 44 %, lička Plješivica 22 %, sjeverni Vetebit 38 %).

O problemu omjera vrsta drveća u šumi bukve i jele veoma zanimljivo mišljenje iznosi S. Šurić (1931): "Sadanje vrsti drveća bukva, jela, smrča su autohtone, dakle potpuno odgovaraju zahtjevima staništa i klime. S uzgojnog gledišta ne bi trebalo želiti ni u vrsti drveta ni u omjeru smjese nikakve promjene, jer nešto bolje nego je priroda stvorila ne može čovjek naći". Ali i njega sile na razmišljanje ekonomski pokazatelji pa nastavlja: "Sa gledišta rentabilnosti poželjno je, da se sadašnji omjer bukve i jele promijeni u korist jele. U kojem omjeru treba da budu ove vrste zastupane ne da se propisati, nego gospodarenjem polučiti. Protekciju jele ne postizavamo tako da u mješovitim jelovim i bukovim šumama siječemo više bukve nego jele. Time možemo polučiti obrnuti efekt, da se radi obilja svijetla pojavi više bukovog nego jelovog podmlatka. Promjena smjese polučuje se samo tako, da se protežira podmadak željene vrste".

O poziciji bukve u zajednici bukve i jele D. Cestar i V. Hren (1971) su mišljenja, da je bukva u spomenutoj zajednici "sekundarna vrsta i da je njezina uloga više biološka, a manje proizvodna. Sastojinski oblik, cilj i smjernice gospodarenja podređene su osnovnoj proizvodnoj vrsti jeli (smreki)". Najpovoljniji omjer smjese po tim autorima je iskazan u tablici 1 i 2.

Kako je snažan (radikalan) utjecaj čovjeka bio i može biti na omjer vrsta drveća dobar primjer daje po J. Šafaru (1968) S. Frančišković (1938) za područje bivšeg veleposjeda Thurn-Taxis. Postotni omjer jele i bukve kretao se ovako:

		Jela	Bukva
Po segregacijskim operatima oko	godine	1867	33 : 67
Po izmjerama	"	1907	54 : 46
Po stanju poslije I svjetskog rata	"	1920	66 : 34
Po plohama Oblasnih komisija	"	1930	81 : 19

Takva kretanja omjera smjese bila su u području tadašnjih revira: Brod na Kupi, Crni Lug, Delnice (Lokve), Zalesina, Skrad i Grobnik (Platak-Suho) ukupne površine 24000 ha. Ako bi se prema J. Šafaru (1968) eventualno mogla i pojaviti neka sumnja u točnost nevednih brojčanih podataka, ne može se priznati uvjerljivost u tijek razvitka omjera smjese. Možemo dakle, barem pretpostaviti, da se bukva mnogo sjekla i tako posredno forsirala jela pa se prvotni omjer smjese veoma izmijenio. Budući, da spontana izmjena omjera smjese ne može biti tako nagla nema razloga da ne smatramo, da se ta pojava razvila pod direktnim utjecajem antropogenog faktora. Iskazane zaključke Šafar podupire i zanimljivim podacima o spaljivanju bukovine potrošnjom u domaćinstvu, ugljenarenjem, pepeljarenjem (za 100 kg potaše spalilo bi se 30-40 m³ bukovine). Za potrebe domaćinstava bukva se najviše sjekla blizu naselja, najprije u nižim, a zatim i u višim predjelima. Nema dvojbe, otvorena ognjišta tražila su velike količine bukovine pa se tako povećao omjer jelovine u jelovo-bukovim šumama.

O utjecaju ekoloških, posebno edafskih (pedoloških) faktora na sastojinski omjer bukve i jele razmjeno je najmanje podataka. Rezimirajući Srednje-Europska iskustva, uključujući i naša, Šafar (1955) navodi više uzroka smanjenja učešća jele i njezina nedovoljnog pomlađivanja u biljnoj zajednici bukve i jele.

Ističu se najvažnije pojedinosti:

Jake sječe prije i poslije II. svjetskog rata otvorile su sklop krošanja, izmijenile sastojinsku klimu povećanjem topline i smanjenjem vlažnosti tla, te povećanjem svijetla u sastojini što pogoduje širenju termofilnije, heliofilnije i ekološki prilagodljivije bukve i ujedno degradaciji biotskog potencijala jele.

Pojava nedovoljnog pomlađivanja jele uzrokuje zakorovljivanje tla, kao i zakiseljavanje, te zbijenost tla. Takvo stanje teže podnosi jela nego smreka i bukva. Bezobzirnim izvlačenjem trupaca po sječinama kad nema snijega također je štetno, jer uništava mahovinski pokrov tla, koji služi kao dobro kljajalište za jelu. Razaranjem sloja mahovine uništava se i podloga za uspješno podizanje podmladka jele. U nepovoljne okolnosti za jelu idu i štete od divljači, atmosferski ekstremi u temperaturi i vlazi, a u novije vrijeme i unos zračnih onečišćivača tla.

Jedno statističko modeliranje sastojinskog omjera bukve i jele (J. Martinović, 1973a) pokazalo je kako se na smeđem tlu na vapnencu s porastom nadmorske visine (> 960 m) i sa smanjenjem nagiba povećava učešće bukve.

Imajući u vidu iznesene informacije o sastojinskom omjeru jele i bukve i problemima koji to prate zanimalo nas je kakvo je sadašnje stanje u promatranim šumskim odjelima i može li se to povezati sa stanjem humizacije tla. Rezultati do kojih smo došli potiču iz gospodarskih osnova i iskazani su u tablici 6a. Za 22 šumska odjela iskazana je distribucija prsnih promjera jele po debljinskim stupnjevima (10-30; 30-50 i više od 50 cm) i proizvodnost jele u m³/ha. Za usporedbu dati su isti podaci i za obje rabljene normale. Stvarno stanje distribucije stabala i prirasta jele iskazano je u zagradama "()" kao postotak (postotni dio) normala. U istim odjelima izračunali smo, da je proizvodnost bukve (tečajni prirast) prosječno 3,57 m³/ha godišnje i veći je od proizvodnje, koju projektiraju obadvije normale (2,3 m³/ha i 3,0 m³/ha). Ukupna proizvodnost jele i bukve prema gospodarskim osnovama iznosi; prosječno 6,41 m³/ha godišnje, a to znači od 57% - 62% po normalama moguće proizvodnje.

Kao primjer ostvarenja po normali moguće proizvodnje navodimo po S. Meštoviću (2001) podatke o potrajnom gospodarenju u g.j. Belevine (u središtu Gorskog kotara). U toj gospodarskoj jedinici površine cca 280 ha, omjera jela : bukva iznosi 76 : 24, drvene zalihe od približno 470 m³/ha proizvodnja je u posljednjih 48 godina (1951-1999) bila prosječno 8,1 m³/ha godišnje, a etat prosječno cca 9m³/ha. Stanje jele mnogo je nepovoljnije u pogledu distribucije jele po debljinskim stupnjevima vidljivo je, da je najveće odstupanje od normale u debljinskoj skupini 10 -30 cm promjera. Uzme li se u obzir prosječno stanje za 22 šumska odjela imamo u toj debljinskoj skupini svega 77 jelovih stabala po hektaru umjesto po normalama 479, odnosno 324 stabla po hektaru, a to je ujedno i najnepovoljnija činjenica u sastojinskoj strukturi promatrane šume bukve i jele. Kako se radi o najtanjem, a ujedno i najmlađem dijelu jelovih stabala praktično se u budućnosti može očekivati razvoj sastojina samo s istim ili nepovoljnijim odnosom jele i bukve.

Mala zastupljenost jele po broju stabala u strukturi sastojina ima za posljedicu nisku proizvodnost jele, u prosjeku svega 2,85 m³/ha godišnje stoje tek 30-40 % od po normalama moguće proizvodnosti jele (9,4 m³/ha, odnosno 7,2 m³/ha) na razmatranom staništu. Valja uočiti i utvrđene razlike u prosječnoj

Tablica 2a. Tipološka klasifikacija sastojina (Izvod iz osnova gospodarenja, stanje 2008. god.)

Table 2a Typological classification of components (Excerpt from basics of esonomisation, condition 2008.)

Područje	Red. br.	Oznaka odjela	Naziv tla	Oznaka tipa šume*	Prirast m ³ /ha**
1	2	3	4	5	6
MALA KAPELA	1	Jasenačka kosa 1a	Smeđe tlo na vapnencu i dolomitu	I-C-10a	11,7
	2	Dumanić, Ježevitar 1a	"	I-C-10b	10,3
	3	Jasenačka kosa 5a	"	I-C-12	9,3
	4	Šiljevačka 12	"	I-C-10b	10,3
	5	Makovnik 83a	"	I-C-10b	10,3
	6	Makovnik 71a	"	I-C-10b	10,3
	7	Alilovica 20a	"	I-C-10b	10,3
VELEBIT	8	Švičko bilo 38a	Smeđe tlo na vapnencu i dolomitu	I-C-10c	10,3
	9	Nadžak bilo 39a	"	I-B-10a	4,1
	10	Nadžak bilo 26a	"	I-B-10a	4,1
	11	Jelovac 45a	Lesivirano tlo na vapnencu	I-C-12	9,3
	12	Nadžak bilo 3a	Smeđe tlo na vapnencu i dolomitu	I-C-12	9,3
	13	Nadžak bilo 80b	"	I-B-11	6,7
	14	Nadžak bilo 89a	"	I-B-10a	4,1
	15	Štirovača 3a	"	I-C-10c	10,3
VELIKA KAPELA	16	Veliki Smolnik 86a	Smeđe tlo na vapnencu i dolomitu	I-C-10c	10,3
	17	Veliki Smolnik 39a	"	I-B-11	6,7
	18	Veliki Smolnik 16a	"	I-C-10c	10,3
GORSKI KOTAR	19	Crni lug, V. Tomac 67a	Smeđe tlo na vapnencu i dolomitu	I-C-10a	11,7
	20	Crni lug, V. Tomac 65b	"	I-C-10b	10,3
	21	Crni lug, Opaljenac 51c	"	I-C-10a	11,7
	22	Delnice, V.Drgomalj 48b	"	I-C-10a	11,7

*Oznaka tipa šume prema Cestar i dr. (1986)

**Prirast prema normalni m³/ha/godišnje

Tablica 2b. Glavni profili u Gorskom kotaru. Stanje 1965. godine. Tip šume: *Calamintho-Abieti-Fagetum* na kalcikambisolu plitkom i srednje dubokom

Table 2b Main profiles in Gorski kotar. Condition in year 1965. Type of forest: *Calamintho-Abieti-Fagetum* on kalcikombisol shallow and medium

Red. br.	Profil broj	Opis lokaliteta	n./v	Exp	Nagib %	A u cm	pH	C %	N %	C/N
1	109	Crni lug, Količak	930	NO	25	12	6,6	7,8	0,53	14,8
2	108		860	SW	35	10	6,6	6,0	0,43	13,9
3	105		880	E	15	10	5,1	3,9	0,23	15,1
4	165	Željezni križ, Guslice	1180	W	35	12	6,9	10,5	0,70	15,0
5	140	Lividraga	951	*	*	10	6,4	8,0	0,43	18,3
6	149	Pjetlićev vrh	1100	E	35	15	6,6	8,7	0,56	15,5
7	147		1040	N	20	10	7,4	10,1	0,79	12,7
8	205	Rogozno	870	NE	40	8	6,7	9,7	0,53	18,2
9	202		950	NE	30	7	5,9	8,0	0,48	16,7
10	112	Zelin Crnoluški	850	W	30	10	6,3	4,6	0,31	14,8
11	179	Platak	1200	E	25	10	6,7	9,6	0,66	14,5
12	17	Delnice Veliki Drgomalj g.j. Brod na Kupi	810	E	35	10	5,3	3,9	0,26	15,0
13	35		950	N	30	15	6,1	6,8	0,51	13,4
14	71		653	N	45	13	6,9	10,7	0,76	14,1
		x	949	21	28	10,9	6,4	7,7	0,51	15,2
		σ	158	13,6	7,3	2,4	0,7	0,9	0,13	1,6
		v	16,7	64,9	26,6	21,8	10,7	11,5	25,6	10,9

*Reljef ravan

Tablica 3. Svojstva tala u A-horizontu, etalon uzorci, jesen 1970. god.
Tip šume: Calamintho-Abieti Fagetum na kalcikambisolu srednje dubokom

Table 3 Characteristics of soils in A-horizon, elalon samples, autumn 1970.
Type of forest: Calamintho- Abieti Fagetum on kalcikombisol medium deep

Red. broj	Broj plohe	Opis lokaliteta	Položaj			Drvena masa u m ³ /ha	Jela %	C %	N ukupno	C:N	pH u H ₂ O	A-horizont (cm)
			n.v.	Exp.	Nagib %							
1	2	Plitvička jezera - Mejin naslon	900	16	5	306	94	8,9	0,58	15,3	6,7	8
2	29	Plitvička jezera - nad Birtovom livadom	880	0	8	359	37	7,9	0,47	16,7	5,8	10
3	39	Plitvička jezera -Čorkova uvala	910	30	24	627	54	7,8	0,54	14,5	6,0	9
4	67	Gorski kotar Crni lug-Sove	815	18	15	494	91	9,4	0,72	13,0	7,1	8
5	89	G. kotar, C.lug Razloški dolci	855	46	20	412	85	8,7	0,71	12,2	5,3	10
6	94	G. Kotar, Platak, Odjel 41	1130	40	10	392	58	8,5	0,55	15,5	4,8	11
7	129	Velebit, Nadžak bilo, Jelovec	910	34	12	332	98	8,5	0,47	18,1	6,4	10
8	149	Velebit, Zavižan, Apatišan grede	1275	18	25	329	-	9,7	0,75	12,9	5,4	10
9	152	Velebit, Zavižan, Apatišan grede	1320	58	13	486	-	9,5	0,67	14,1	5,9	9
10	174	Velebit, Oštarije - Crna duliba	1050	30	20	318	50	8,1	0,44	18,4	5,7	10
11	177	Velebit, Oštarije – Bizovci	1100	46	15	386	32	9,3	0,68	13,6	6,5	10
12	180	Velebit, Oštarije – Bizovci	790	0	6	512	-	11,3	0,84	13,4	6,6	7

J. Martinović i sur.: Promjena stanja humizacije u šumi bukve i jele (*Calamintho-Abieti-Fagetum*-Ht. 1938) na kršu zapadne Hrvatske

Red. broj	Broj plohe	Opis lokaliteta	Položaj			Drvena masa u m ³ /ha	Jela %	C %	N ukupno	C:N	pH u H ₂ O	A-horizont (cm)
			n.v.	Exp.	Nagib %							
13	185	Plitvička jezera, Kik	850	44	12	455	37	8,1	0,61	13,2	7,1	12
14	196	Plitvička jezera, Ogreci	730	16	20	317	99	8,5	0,52	16,2	5,7	9
15	200	Plitvička jezera, Žiga Vrh	850	16	25	429	35	8,6	0,54	15,9	5,9	10
16	284	Velika kapela, Jasenačka kosa, Šiljevača	940	60	24	335	30	7,9	0,65	12,2	5,6	12
17	297	Velebit, Kal, Treskavac	890	30	10	501	96	7,8	0,55	14,2	5,1	9
18	299	Velebit, Senjsko bilo, Odjel 33	1060	18	35	402	23	8,8	0,70	12,5	5,9	11
19	329	Velebit, Trojbukve, Crna draga	1100	44	10	348	39	8,1	0,60	13,4	5,4	11
20	368	V. Kapela, Smolnik - Gomirska kosa	650	16	23	389	63	8,8	0,42	20,9	4,9	10
21	138	Velebit, Zavižan, Ravne bukve	1220	12	30	358	29	11,0	0,72	15,2	6,5	12
		x	963	28	17,1	404	58	8,2	0,61	13,5	6,0	9,9
		σ	133	11,5	7,5	50	17	0,78	0,09	1,4	0,5	1,2
		v	13,8	41,1	43,8	12,4	29	9,5	14,8	10,3	8,3	12,6

proizvodnji jele unutar istraživanog područja one iznose za: Gorski kotar 3,7 m³/ ha, Malu kapelu 3,5 m³/ ha sjeverni Velebit 2,5 m³/ ha i Veliku kapelu 1,2 m³/ ha godišnje. Prema S. Matiću i dr. (2001) važan pokazatelj strukture i kakvoće preborne šume daje razdioba volumena (drvne mase) po debljinskim razredima. Preporuča se odnos 1 : 3 : 5 što znači, da je volumen debelih stabala iznad 50 cm prsnog promjera 5 (pet) puta veći od volumena tankih stabala, prsnog promjera 10 - 30 cm i 2/5 veći od volumena stabala prsnog promjera 30 - 50 cm. Po istim autorima ima preporuka, da ti odnosi budu 20 : 30: 50 %.

Tablica 4. Svojstva tala u A-horizontu, prosječno stanje u jesen 1970. god
Tip šume: Calmintho-Albieti-Fagetum na kalcikambisolu, srednje dubokom

Table 4 Characteristics of soils in A-horizon, average condition in autumn 1970
Type of forest: Calmintho-Albieti-Fagetum on kalcikambisol medium deep

Red. broj	Broj plohe	Opis lokaliteta	A-horizont (cm)	n.v. (m)	Exp.	Nagib (°)	Drvena masa u m ³ /ha	Jela %	C %	N	C:N	pH u H ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	5	Plitvička jezera, Odjel 12	10	950	46	10	518	70	6,7	0,45	14,9	5,6
2	30	Plitvička jezera, Odjel 12	9	820	12	15	456	3	6,7	0,43	15,7	5,2
3	31	Plitvička jezera, Odjel 11	8	830	12	10	465	30	4,9	0,34	14,6	5,2
4	58	Velebit, Padeška kosa; Bijele grede, odjel 47	9	1040	20	13	333	29	4,7	0,29	16,2	4,8
5	75	Gorski kotar, Crni lug, Toričak	9	710	16	5	579	95	6,9	0,49	14,1	5,3
6	84	Gorski kotar, Crni lug, Veliki Tisovac	9	855	44	10	479	84	6,2	0,43	14,5	5,3
7	85	Gorski kotar, Crni lug, Toričak	9	750	16	20	492	92	5,5	0,37	14,8	5,0
8	86	Gorski kotar, Crni lug, Biljevina	10	770	10	45	444	84	6,4	0,50	12,9	5,2
9	101	Velebit, Nadžak bilo, Odjel 52	8	980	12	22	467	100	6,9	0,44	15,8	5,3
10	144	Velebit, Božin plan	9	1190	16	22	349	99	5,5	0,42	13,2	5,7
11	148	Velebit, Zavižan, Apatišan grede	11	1320	30	22	308	6	5,8	0,41	14,0	6,1

J. Martinović i sur.: Promjena stanja humizacije u šumi bukve i jele (*Calamintho-Abieti-Fagetum*-Ht. 1938) na kršu zapadne Hrvatske

Red. broj	Broj plohe	Opis lokaliteta	A-horizont (cm)	n.v. (m)	Exp.	Nagib (°)	Drvena masa u m ³ /ha	Jela %	C %	N	C:N	pH u H ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
12	178	Velebit, Oštarije, Jazbine-Jadovac	10	1060	44	25	373	57	6,8	0,56	12,1	4,9
13	241	Gorski kotar, Platak, Jasenovica	11	1115	16	5	314	26	6,9	0,43	15,9	5,3
14	270	Mala Kapela, Alilovica, Odjel 20	9	750	16	26	318	50	5,8	0,47	12,3	5,2
15	272	Mala Kapela, Makovnik, Odjel 2	10	830	10	10	361	59	6,7	0,47	14,4	5,5
16	282	Velika Kapela, Jasenačka kosa, Odjel 79	11	900	30	20	360	73	5,6	0,39	15,2	5,0
17	293	Velebit, Viševica, Odjel 10	9	1180	32	17	318	47	4,9	0,36	13,5	5,3
18	327	Velebit, Smolnik, Odjel 16	10	1190	26	20	349	26	6,0	0,41	14,6	4,6
19	330	Velebit, Trojbukve - Crna draga, Odjel 50	10	960	26	15	340	31	6,7	0,43	15,5	5,1
20	331	Velebit, Trojbukve - Crna draga, Odjel 55	8	1060	36	10	371	16	4,0	0,31	13,0	5,1
21	370	Velebit, Konjska draga, Begovača, Štakine drage	13	710	30	20	301	100	5,9	0,42	14,2	6,2
		x	9,6	951	23	17,7	409	55	6,0	0,42	14,3	5,3
		σ	1,2	170	8,5	8,7	51	23	0,54	0,11	0,95	0,39
		v	13,0	17,9	36,9	49,4	12,5	41,8	9,0	26,1	6,6	7,4

Tablica 5. Stanje humizacije u šumi bukve i jele (jesen 2008. god)

Table 5 Condition of humisation in beech and fir forest (autumn 2008.)

Red. br. tessere	Šumarija Gospodarska jedinica Odjel Odsjek	Položaj tessere			Taksacijski podaci				Opis tessere			C %	N %	C/N	pH u H ₂ O
		N.v. (m)	Exp.	Nagib (%)	Drvena masa m ³ /ha	Omjer vrsta drveća		Tip tla	Visina jele (m)	Prsni promjer r jele					
						Jela	Bukva								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Jasenak, Jasenačka kosa 1a	700	NE	20	379	67	33	S/V- sd	31	50	5,6	0,46	12,2	5,5	
2	Jasenak, Dumanić - Ježevitar, 1a	900	S	15	377	59	41	S/V- sd	31	52	5,2	0,35	14,9	5,6	
3	Jasenak, Jasenačka kosa, Ostrožica 5a	941	SW	15	387	77	23	S/V- sd	31	51	5,1	0,39	13,1	5,8	
4	Jasenak, Šiljevačka Ostrežnica 5a	945	E/SE	15	341	38	62	S/V- sd	30	50	4,6	0,34	13,5	6,5	
5	Josipdol, Makovnik Uvale, 83a	880	NE	20	390	43	57	S/V- pl	30	49	5,7	0,44	13,0	6,5	
6	Josipdol, Makovnik Uvale, 71a	810	E	10	361	64	36	S/V- sd	32	53	6,2	0,45	13,8	5,3	
7	Josipdol, Aililovica, Vodena draga 20	820	E	25	269	49	51	S/V- sd	30	50	5,5	0,42	13,1	5,4	
8	Krasno polje, Švičko bilo, 38a	950	NE	15	283	83	17	S/V- pl	22	35	3,8	0,28	13,6	5,9	
9	Krasno polje, Nadžak bilo 39a	1300	NE	35	392	89	11	S/V- sd i S/V- pl	28	53	5,2	0,39	13,3	6,2	
10	Krasno polje, Nadžak bilo 26a	110	*	20	251	8	92	S/V- sd	24	36	9,0	0,63	14,3	6,2	
11	Krasno polje, Jelovac 45a	1065	E	15	376	65	35	S/V- sd	32	54	3,5	0,26	13,5	5,4	
12	Krasno polje, Nadžak bilo 3a	1098	SE	10	381	51	49	S/V- sd	34	63	9,0	0,84	10,7	5,3	
13	Krasno polje, Nadžak bilo 80b	1205	*	25	577	30	70	S/V- sd i S/V- pl	34	63	7,0	0,56	12,5	6,2	
14	Krasno polje, Nadžak bilo 89a	1332	N	20	279	8	92	S/V- pl i S/V- sd	28	66	6,5	0,50	13,0	5,2	
15	Krasno polj, Štirovača 3a	1220	SW	35	349	38	62	S/V- pl	27	60	4,5	0,41	11,0	5,7	
16	Novi Vinodolski, V. Smolnik, 86a	1095	SW	17	379	50	50	S/V- sd i S/V- pl	25	42	5,8	0,45	12,9	5,5	
17	Novi Vinodolski, V. Smolnik, 39a	1170	W	50	337	8	92	S/V- pl i S/V- sd	27	55	5,7	0,44	13,0	5,6	

J. Martinović i sur.: Promjena stanja humizacije u šumi bukve i jele (*Calamintho-Abieti-Fagetum*-Ht. 1938) na kršu zapadne Hrvatske

Red. br. tessere	Šumarija Gospodarska jedinica Odjel Odsjek	Položaj tessere			Taksacijski podaci				Opis tessere			C %	N %	C/N	pH u H ² O
		N.v. (m)	Exp.	Nagib (%)	Drvena masa m ³ /ha	Omjer vrsta drveća		Tip tla	Visina jele (m)	Prsni promjer r jele					
						Jela	Bukva								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
18	Novi Vinodolski, V. Smolnik, 16a	1180	NW	30	307	28	72	S/V- sd	24	38	5,7	0,43	13,3	5,6	
19	Crni lug, V.Tomac, 67a	900	SW	20	343	64	36	S/V- sd i S/V- pl	29	55	7,3	0,52	14,0	6,0	
20	Crni lug, V.Tomac, 67b	730	W	20	397	79	21	S/V- pl	34	65	5,9	0,45	13,1	5,6	
21	Crni lug, Opaljenac 51 c	690	*	5	397	68	13	S/V- sd i S/V- d	30	60	5,7	0,46	12,4	6,0	
22	Delnice, V. Drgomalj (Brod na Kupi) 48b	730	E	20	484	49	51	S/V- sd	32	60	7,3	0,52	14,0	6,8	
		1038		21	366	51					5,9	0,45	13,1	5,8	
		139		87	52	19					1,34	0,14	0,98	0,32	
		13,3		41,7	14,2	37,8					22,7	31,1	7,5	5,5	
		22		22	22	22					22	22	22	22	

*reljef razveden

Prema gospodarskim osnovama ti su odnosi u našim sastojinama utvrđeni taksacijskim izmjerama i iskazuju se u tablici 6a. Utvrđeni volumeni (m³/ha) debljinskih razreda općenito zamjetno odstupaju od normale. Prosječni odnos je 16 : 43 : 41 %. Postoje i očigledne razlike po područjima naših istraživanja. Najveće je odstupanje od normale u području sjevernog Velebita (21:51:28), a najmanje u području Male Kapele (12:38:50%).

U svezi s iskazanim podacima o sadašnjem stanju omjera jele i bukve i njihovoj proizvodnosti može se slobodno konstatirati, da se promatrane sastojine mogu svrstati u Šafarovu kategoriju "obukovljavanja i jakog potiskivanja jele." Nemamo dovoljno podataka, da razmatramo što je uzrok tome, ali to i ne ulazi u zadatak ovog rada.

2. Stanje humizacije tla

Prema M. Gračaninu (1950) humizacija je obogaćenost tla humusom, koji nastaje iz sirove organske tvari i drugih sastojaka, te čini složeni kompleks visoko molekularnih organskih spojeva kisele prirode, koji sadrži i dušik i ima

cikličku građu. Humizacija je neogenetski proces, koji se zbiva u čitavom biološki aktivnom dijelu tla pri čemu se najjače humizira površinski sloj tla (A-horizont). Humizaciji se opire mineralizacija tj. proces rastvorbe humusa u anorganske spojeve. Humizacija je uvelike ovisna o biološkim prilikama, svojstvima tla i antropogenim utjecajima. Želimo li popularno upozoriti na ulogu humusa u pedosferi općenito, često se navodi usporedba, da na našem planetu tlo u prosjeku ima manje od 5% humusa, ali je njegov udio u ukupnoj funkciji tla oko 50 %.

Humus predstavlja prelazni stadij između živih organizama i nežive mineralne sredine; najaktivniji je dio tla, koji određuje pravac evolucije tla; povoljno utječe na stanje strukture tla; kapacitet za vodu i volumnu gustoću. Propustljivost za vodu i aeracija tla mijenjaju se prema stanju (količini i kakvoći) humusa u tlu; 40 do 50 vrsta kemikalija, koje dospiju u tlo, uključujući pesticide i ostale opasne spojeve ostaje u tlu vezano za humus pa tako vezane kemikalije ne mogu ući u biljke ni u podzemne vode. Humus je izvor biljnih hraniva, osobito dušika, a bitan je i za stvaranje optimalnih uvjeta pri iskorištavanju mineralnih gnojiva.

Stanje humizacije, bez dvojbe, važan je pokazatelj proizvodne snage tla i njegove stabilnosti kao sastavnice ekosustava (biogeocenoze), pa je ono danas važan objekt svakog trajnog opažanja (monitoringa) okoliša osobito, ako se znade, da je u suvremenom gospodarenju s tlom globalna tendencija opadanje humizacije.

U ovom radu kao pokazatelj stanja humusa i humizacije šumskog ekosustava razmatrani su: dubina humusno-akumulativnog A-horizonta tla, % humusa, i C/N odnos u istom horizontu. Sva tri pokazatelja su tipska pedogenetska obilježja i u analizi se uspoređuju vremenske distance stanja i tako otkrivaju razlike i moguće anomalije. Za uspostavu relativnih odnosa stanja humizacije uveden je pojam indeksa humizacije (J. Martinović, 2000), koji je određen jednadžbom: $I_h = dA \times H / 100$, gdje je: I_h = Indeks humizacije; dA = debljina A - horizonta u cm; H = postotak humusa u A - horizontu i 100 = najviša vrijednost umnoška $dA \times H$. Veće vrijednosti indeksa znače ekološki povoljnije stanje humizacije tla.

Ovaj rad predstavlja prvu periodsku karakterizaciju stanja humizacije tla u šumi bukve i jele na smeđem tlu na vapnencu (kalcikambisolu) i obuhvaća

razdoblje od 1965 do 2008 godine. Na osnovi prikupljenih podataka (pretežno vlastitih istraživanja) iskazanih u tablicama 2b, 3, 4, 5 i 6 daje nam mogućnost rasprave o procesu humizacije u navedenom šumskom ekosustavu po vremenskim dionicama stanja: 1965, 1970, 1973/74, 1993 i 2008 godine.

Promatra li se stanje stanišnih faktora (nadmorska visina, nagib i ekspozicija) po vremenskim skupinama podataka (tablica 6) može se uočiti, da su prihvatljiviji za usporednu vremensku analizu stanja humizacije. Uz to vremenske skupine podataka imaju isti pedološko-vegetacijski slijed, odnosno istu kombinaciju taksonomskih jedinica tla i vegetacije. Na takvom fondu podataka, najviše što se može, približavamo se idealiziranom modelu analize antropogenog utjecaja na proces humizacije, koji podrazumijeva, da su svi faktori tvorbe biogeocenoze manje-više konstantni (analogni), osim utjecaja čovjeka.

Prvi statistički opis stanja humizacije tla s prostora Gorskog kotara, koji se odnosi na pedološko-vegetacijski slijed : "Kalcikatnbisol, srednje duboki - šuma bukve i jele" potiču iz jeseni 1965 godine (Tablica 2b). Ta istraživanja su obavljena (J. Martinović, 1965) prilikom pedološkog kartiranja (u mjerilu 1 : 25000) "Horvatovih transekata" osnovanih za poredbena istraživanja međusobnih odnosa tla i vegetacije. Podaci se odnose na Horvatove primjerne objekte, koji su karakterizirali tipični sastav šumske zajednice i očuvano stanje sastojina. Analizirani su pojedinačni uzorci tla s čeone strane pedoloških profila tla.

Drugi statistički opis humizacije istog šumskog ekosustava potiče iz jeseni 1970 godine (J. Martinović, 1972), a odnosi se na očuvano (etalon) i prosječno stanje šumskih sastojina (tablica 3 i tablica 4). Uzimani su prosječni uzorci tla, a utvrđeni su i taksacijski podaci. Očuvano stanje karakterizira bolju zastrtost tla krošnjama, a dijelom i povoljniji vertikalni profil sastojina, dok se drvena zaliha (m³/ha) pokazala podjednakom. To upućuje, da drvena zaliha, u ovom slučaju, nije pouzdan indikator stanja humizacije tla.

Podaci o stanju humizacije za razdoblje 1973-1974 (Tabela 6) potiču iz projekta Osnovne pedološke karte (J. Martinović i A. Vranković 1993.) Iskazane su vrijednosti pojedinačnih uzoraka tla, a uzimaju se kao veoma važne, jer se odnose na glavne profile tla u uobičajeno gospodarenim sastojinama.

U Tablici 6 iskazano je stanje humizacije tla za 1993 godinu (N. Pernar, 1996). Taj fond podataka je zanimljiv, jer daje stanje na osnovi većeg broja analiza: 47 složenih uzoraka s 47 dobro raspoređenih objekata opažanja. Ističe se visok postotni sadržaj humusa u tlu i u odnosu na ranija istraživanja plići humusno-akumulativni A-horizont. Uvjeti uzorkovanja (isključivanje ekstremnih položaja u mezoreljefu, potpuna sklopljenost sastojine i kalcikambisol-srednje duboki- tipični) upućuju na iznad prosječno stanje ekosustava.

Istraživanja, koja su provedena u mjesecu studenom 2008. godine posljednja su u nizu statističkih opisa stanja humizacije (Tablica 5). Sastojine su standardno gospodarene i uravnotežen je volumen prirasta i sječe. Ističu se sljedeće pojedinosti: Veća nadmorska visina u odnosu na terene iz 1970. godine (prosječno 86 m), te manja drvena zaliha (10%) i manja zastupljenost volumena jele (10 %).

Razmatrajući opisane vremenske skupine podataka glede glavnog pitanja, a to je trend stanja humizacije tla u istraživanom ekosustavu mogu se prevagom svjedočanstava povući sljedeće konstatacije:

- a.) Opći uvid u trend humizacije u promatranom razdoblju dugom 44 godine pruža opisani indeks humizacije (Ih), koji iskazuje u ovom slučaju relativne odnose vremenskog stanja humizacije u humusno-akumulativnom horizontu tla. Utvrđene Ih vrijednosti (Tabela 6) pokazuju sljedeće odnose:

Godina:	1965	1970	1973/74	1993	2008
Ih	100	99	82	70	70

Stanje humizacije u Horvatovim transektima iz 1965. godine i etalon uzoraka (očuvanih ekosustava) iz 1970. godine imaju najveći i međusobno podjednak indeks humizacije, te se mogu uzeti zajedno kao čvrsta točka početnog stanja. Kasnije utvrđena stanja humizacije imaju niže Ih vrijednosti, te tako pokazuju zamjetan trend opadanja humizacije. Ako se usporedi samo prosječna koncentracija humusa u humusno-akumulativnom horizontu to isto pokazuje sličan pad humizacije. Uzorci iz razdoblja 1965. i etalon uzorci iz 1970. godine imaju zajedno prosječnu koncentraciju ugljika 7,95 %, a posljednje stanje iz 2008. godine ima 5,9 %. Prema tome pad

Tablica 6. Statistički opis stanja humizacije u šumi bukve i jele (razdoblje od 1965. do 2008. god.)

Table 6. Statistical description of humisation condition in beech and fir forest (in period from 1965. to 2008.)

Red. br.	Promatrano područje	Izvor podataka	Vrijednosti	Položaj uzorkovanih čestica			Drvena masa m ³ /ha	Jela %	Amo-humusno-akumulativni horizont				C/N	Index humoznosti (I _h)
				Nadm. visina (m)	Ekspozicija*	Nagib (°)			Dubina (cm)	pH u H ₂ O	Sadržaj humusa (C%)	Dušik ukupni (N)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	V. i M. Kapela Sjeverni Velebit i Gorski kotar	J. Martinović (1972) Stanje 1970, Etalon uzorci tesera	x	963	28	17,1	404	58	9,9	6,0	8,2	0,61	13,5	82,8 (99)
			σ	133	11,5	7,5	50	17	1,2	0,5	0,78	0,09	1,4	
			v	13,8	41,1	43,8	12,4	29	12,6	8,3	9,5	14,8	10,3	
			n	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
2	V. i M. Kapela Sjeverni Velebit i Gorski kotar	J. Martinović (1972) Prosječni uzorci tesera Stanje 1970	x	951	23	17,7	409	55	9,6	5,3	6,0	0,42	14,3	57,6 (69)
			σ	170	8,5	8,7	51	23	1,2	0,39	0,54	0,11	0,95	
			v	17,9	36,9	49,4	12,5	41,8	13,0	7,4	9,0	26,1	6,6	
			n	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
3	Gorski kotar	J. Martinović (1965) Glavni profili Horvatovi transekti Stanje 1965	x	944	21	28	-	-	10,9	6,4	7,7	0,51	15,2	83,9 (100)
			σ	158	13,6	7,3	-	-	2,4	0,7	0,9	0,13	1,6	
			v	16,7	64,9	26,6	-	-	21,8	10,7	11,5	25,6	10,9	
			n	14	13	14	-	-	14	14	14	14	14	
4	V. i M. Kapela Sjeverni Velebit i Gorski kotar	J. Martinović, A. Vranković, A. Kutle: Prosječni uzorci tesera Stanje 2008	x	1043	28,0	21	365	51	10,0	5,8	5,9	0,45	13,1	59,0 (70)
			σ	139	7,5	8,7	52	19	0,0	0,32	1,34	0,14	0,98	
			v	13,3	26,8	41,7	14,2	37,8	0,0	5,5	22,7	31,1	7,5	
			n	22	21	21	22	22	22	22	22	22	22	
5	Sjeverni Velebit i Gorski kotar	N. Pernar (1996) Složeni uzorci Stanje 1993	x	958	29	22	-	-	7,1	5,9	8,3	0,65	13,3	58,9 (70)
			σ	152	48,1	4,9	-	-	2,4	0,64	1,9	0,18	2,5	
			v	15,9	46,7	22,3	-	-	33,8	10,8	22,9	27,7	18,8	
			n	47	47	47	-	-	47	47	47	47	47	
6	Gorski kotar	J. Martinović, A. Vranković (1997) Baza podataka o tlima RH stanje 1973/74	x	956	27	24	-	-	8,6	6,1	8,0	0,55	14,6	68,8 (82)
			σ	111	8,2	8,6	-	-	3,2	0,7	4,6	0,27	3,9	
			v	11,5	33,2	35,8	-	-	37,2	12,1	57,2	48,7	26,7	
			n	38	38	36	-	-	38	38	38	38	38	

*Numeričko obilježje ekspozicije: sjever 0, jug 60 (jednako raste i preko istoka i preko zapada)

Tablica 6a. Distribucija broja stabala jele u šumskim odjelima

Table 6a. Distribution of fir-trees in forest sections in numbers

Područje	Redni broj	Oznaka odjela	Prsni promjer u cm			Ukupno	Prirast jele m ³ /ha godišnje
			10-30	30-50	>50		
Mala Kapela	1	Jasenačka kosa, 1a	90	43	37	170	5,3
	2	Dumanić, Ježevitar, 1a	101	45	26	172	3,1
	3	Jasenačka kosa, 5a	93	42	24	159	4,9
	4	Šiljevačka 12a	70	41	18	12,9	2,3
	5	Makovnik 83a	108	35	21	144	2,8
	6	Makovnik 71a	150	46	34	230	3,8
	7	Alilovica 20a	27	13	20	60	2,3
Velebit	8	Švičko bilo 38a	208	85	25	318	3,5
	9*	Nadžak bilo 39a*	62	8	6	76	0,5
	10*	Nadžak bilo 26a*	17	15	-	32	0,4
	11	Jelovac 45a	113	60	40	213	6,4
	12	Nadžak bilo 3a*	72	36	33	140	3,3
	13	Nadžak bilo 80b	84	34	26	144	3,0
	14*	Nadžak bilo 89a	73	-	3	76	0,4
	15	Štirovača 3a	112	45	9	166	2,6
Velika Kapela	16	Veliki Smolnik 86a	78	53	27	158	2,2
	17	Veliki Smolnik 39a	17	10	4	31	0,3
	18	Veliki Smolnik 16a	52	19	11	82	1,0
Gorski kotar	19	Crni lug - V.Tomac 67a	39	14	25	78	2,8
	20	V.Tomac 65b	26	20	44	90	4,3
	21	Crni lug - Opaljenac 51c	129	33	56	218	4,5
	22	Delnice, Veliki Drgomalj 48b	28	16	37	81	3,1
Stjenovitost terena	<25%	Normala za omjer jela/bukva 70:30	479 (17%)	104 (32%)	27 (86%)	610 (22%)	9,4 (30,2%)
Stjenovitost terena	<25%	Normala za omjer jela/bukva 60:40	324 (24%)	74 (45%)	31 (75%)	429 (31,4%)	7,2 (39,4%)

Izvor podataka: Gospodarske osnove, obrazac 0-3

*Jela /smreka

Tablica 6b. Distribucija volumena po debljinskim razredima

Table 6b. Volume distribution according to thickness classes

Područje	Redni broj	Volumen (drvnih masa) po ha: jela i bukva (zajedno)				Odnos debljinskih razreda u %		
		Prsni promjer u cm			Ukupno			
		<30	30-50	>50				
Mala Kapela	1	44	142	192	379	12	37	51
	2	51	160	167	377	13	43	44
	3	36	142	206	384	9	37	54
	4	44	159	138	341	13	47	40
	5	47	145	198	390	12	37	51
	6	55	128	179	362	15	35	50
	7	25	88	155	268	9	33	58
Sjeverni Velebit	8	77	131	76	283	27	46	27
	9	69	185	138	392	18	47	35
	10	105	138	8	251	42	55	3
	11	54	178	146	376	14	47	39
	12	40	181	159	281	10	48	42
	13	69	361	147	577	12	63	25
	14	75	130	73	279	27	47	26
	15	64	191	95	349	28	55	27
Velika Kapela	16	70	194	115	379	19	51	30
	17	63	231	43	337	19	69	12
	18	51	140	116	307	17	45	38
Gorski Kotar	19	52	74	217	343	15	22	63
	20	32	62	303	397	8	16	76
	21	39	84	274	397	10	21	69
	22	71	165	247	484	15	34	51
Ukupno područje				x	365	16	43	41
				σ	52	3,6	12,9	12,4
				v	14,2	22,9	30,0	30,3
Preporuka normale				a)	20	30	50	
				b)	1	3	5	

humizacije u tom razdoblju iznosi oko 25 %. Članovi našeg vremenskog niza imaju prosječno 10,1 do 14,3 % humusa. Prema tome pripadaju, po Muchenhausenu (1970.) u skupinu veoma humoznih tala. Zanimljivo je uočiti i činjenicu, da nema većih razlika u stupnju humizacije između zatečenog stanja iz 2008. godine i jače antropogeniziranih sastojina iz 1970. godine. Ta se činjenica ne može komentirati s obzirom, da ne raspoložemo za to potrebnim podacima o strukturi sastojina i odnosu etata (prosječne drvene mase) i prirasta.

- b.) Priroda humusa, osim po količini važna je i po kvaliteti. Po iskustvu mnogih istraživača (Dushafour, 1970.) odnos ugljika i dušika (C / N) u organskoj tvari tla dobar je pokazatelj kvalitete humusa.

U tabeli 6 iskazani su podaci o periodičkom stanju C : N odnosa u humusno-akumulativnom horizontu tla. U vremenskom nizu od 6 (šest) članova C / N odnos u A-horizontu kalcikambisola od slučaja do slučaja je različit i ne pokazuje snažan trend promjena. Prosječne C / N vrijednosti po vremenskim razdobljima nalaze se u rasponu od 13,1 do 15,2 i s gledišta eutrofičnosti tla nalaze se u istoj povoljnoj kategoriji.

Podaci pojedinačnih uzoraka dobiveni iz ranijeg razdoblja (1965 i 1973/74) pokazuju nešto širi C/N odnos (14,6 i 15,2) u odnosu na složene uzorke (13,3 i 13,1) iz razdoblja 1993. i 2008. godine. Zanimljivo je istaknuti i to kako je varijabilnost C/N odnosa veća unutar vremenskih članova niža, nego između njih samih x niza = 14,05: $I_i = 0,84$ i $V = 6,0$.

U cjelini gledano izneseni podaci (Tablica 6) upućuju na konstataciju, da se u promatranom razdoblju na proučavanom području kakvoća humusa u humusno-akumulativnom horizontu tla kalcikambisola nije mijenjala ili tek neznatno u pravcu sužavanja C/N odnosa, odnosno u pravcu eutrofikacije tla. Prema M. Gračaninu (1977) svi članovi našeg niza u prosjeku vrlo su bogati dušikom ($> 0,3$ %).

- c.) Kiselost tla i preces acidifikacije važan je pedološki i ekološki pokazatelj u periodičkoj karakterizaciji kopnenih, poglavito šumskih ekosustava.

Prema M. Gračaninu (1947) vodikovi ioni igraju veliku ulogu u dinamici tla tako što "osiromašuju tlo bazama (napose hranivima), utječu na fizikalna svojstva tla (kapacitet i propusnost tla za vodu i zrak), mijenjaju stubokom mikrobiološki život u tlu, te ograničavaju proizvodnost viših biljaka".

Prema podacima (u tablici 6) analize pH (u H₂O) vrijednosti vremenskih skupina istog tipa tla pokazuju općenito, ekološki nepovoljan trend promjena povećanjem koncentracije H-iona u tlu. Ističu se slijedeće najvažnije promjene prosječnih vrijednosti: 1965- pH = 6,4; 1970. Etalon uzorci: pH = 6,0; 1993 : pH = 5,9 i 2008.godine pH = 5,8. Usporedi li se početno stanje iz 1965. i posljednje iz 2008 godine razlika pH (6,4 - 5,8) iznosi 0,6 što znači, da se koncentracija H - iona u A- horizontu tla povećala za šest puta, a tlo je u smislu Grabaninove klasifikacije (1977) prešlo iz slabo kisele u osrednje kiselu reakciju tla.

Sadašnje stanje reakcije tla značajno se razlikuje od prvotnog Horvatovog (1957) opisa po kojem "neutralna ili slabo kisela reakcija tla i zasićenost adsorpcijskog kompleksa bazama su odlučujući uvjeti za razvoj i održanje naše zajednice bukve s jelom". Nedvojbeno je, da se prisutan proces acidifikacije tla može objasniti karakterom perhumidne klime, koja uzrokuje stalno ispiranje tla padalinama i unosom zračnih oksidanata (SO₂ i NO_x). Potonji je utjecaj u Hrvatskoj najjače izražen upravo u bioklimatu bukve s jelom (V. Jelavić i dr. 1998).

- d.) Rasprava o humizaciji i utjecaju čovjeka preko stanja sastojina veoma je otežana i to zbog nedovoljno podataka o promjenama stanja sastojina u promatranom razdoblju. U tom pogledu dodirne točke i najbolju sliku odnosa daje usporedba stanja iz 1970. i 2008. godine. Po tim podacima (Tablica 6) smanjila se ukupna drvena masa od 406,5 m³/ha na 366 m³/ha. Postotno učešće jele u drvnoj masi sastojina smanjilo se s 55,5 % na 51,0 %, dok se sadržaj bumusa u humusno-akumulativnom horizontu tla smanjio za oko 25%.

Prvobitna zamisao, da se utvrdi odnos stanja humizacije tla i normaliteta šume nije se mogla ostvariti zbog, kako je vidljivo (Tablica 6a i 6b) sadašnje stanje je dosta daleko od projektiranog normaliteta šume, odnosno od optimalne kompozicije sastojina. Ono što je na relaciji stanja sastojina (i gospodarskog utjecaja) i stanja humizacije tla sigurno je, da taj odnos treba pratiti na mnogo široj i dobro osmišljenoj osnovi počevši od šumskog odjela kao osnovne operativne jedinice u gospodarenju s našim šumama.

ZAKLJUČAK

Tijekom dugogodišnjih istraživanja bioloških, ekoloških i gospodarskih odnosa u šumskim ekosustavima Hrvatske uočen je krupan problem uspostave i pedološke provjere normale (Tablica 1 i 2) naših šumskih sastojina. Najviše pažnje su privlačile prebirne šume, poglavito šume bukve i jele (J. Martinović, 1973 i J. Martinović; A. Kutle, 2003). U toj šumi, koja predstavlja Horvatovu klimazonalnu biljnu zajednicu (*Calamintho-Abieti-Fagetum*) provedena istraživanja ograničena su na dominantni tip tla: kalcikambisol te zajednice.

Na osnovi dobivenih rezultata prve periodičke karakterizacije stanja humizacije (razdoblje 1965 - 2008.) i dijelom proučavanja stanja šumskih sastojina u 22 šumska odjela izabranih tako, da dobro reprezentiraju sadašnje šumsko-sastojinske odnose u toj biljnoj zajednici može se izvesti sljedeći zaključak:

1. Na kompoziciju sastojina i omjer vrsta drveća u šumi bukve i jele i prema opsežnim literaturnim podacima djelovali su povijesni, biološki i ekonomski čimbenici. Omjer vrsta drveća je od slučaja do slučaja različit, a moguće su i krajnosti. Prema Šafaru i dr. jake sječe prije i poslije II svjetskog rata naglo su otvorile sklop krošanja i izmijenile sastojinsku klimu (povećale unos svjetla i topline, smanjile vlažnost tla) i tako znatno utjecale da se izmijenio kompleks ekoloških uvjeta. Odras toga je fiziološko slabljenje, slabo podmlaćivanje, slab ponik i podmladak jele, te nedovoljna rezistentnost jele štetnim tehnogenetskim utjecajima atmosfere.
2. Na našem primjeru (22 šumska odjela) utvrđeno je, da zatečeno (sadašnje prosječno) stanje sastojina jako odstupa od normale, odnosno projektirane optimalne kompozicije sastojine.

Ukupna proizvodnost jele i bukve iznosi prosječno 6,4 m³/ha godišnje, odnosno 57 - 62 % od po normalama moguće proizvodnje. Sama proizvodnost jele mnogo je nepovoljnija. Mala zastupljenost po broju stabala u strukturi sastojina ima za posljedicu nisku proizvodnost, prosječno svega 2,85 m³/ha godišnje što je tek 30 - 40 % od po normalama moguće proizvodnosti jele tj. 9,3, odnosno 7,2 m³/ha godišnje. Nepovoljna je i razdioba drvne mase po debljinskim razredima (Tablica 6b). U našim sastojinama prosječan odnos bukve i jele zajedno iznosi 16:43:41, (Tablica

- 6b), a preporuča se 20:30:50. Svi zajedno izneseni podaci o strukturi i proizvodnosti sastojina znače, da u sadašnjem stanju sastojine nedovoljno iskorištavaju, najmanje za 35 % proizvodne mogućnosti staništa (klime i tla) i da će to tako i ostati u dužem vremenskom razdoblju.
3. U takvim šumsko-sastojinskim uvjetima proučavanaje promjena stanja humizacije tla u humusno-akumulativnom horizontu kalcikambisola. Sigurnom prevagom svjedočanstva utvrđen je trend pada humizacije. U razdoblju od 44 godine (1965 - 2008) taj pad prema indeksu humizacije (Ih) (Tablica 6) iznosi oko 30 %, a prema padu koncentracije humusa u A-horizontu oko 25 %. Unatoč tome proučavana tla pripadaju u skupinu vrlo jako humoznih tala.
 4. Kvaliteta humusa iskazana C/N odnosom u A-horizontu kalcikambisola ne pokazuje zamjetno izražen trend promjena. Prosječne C/N vrijednosti po vremenskim distancama nalaze se u rasponu od 15,2 - 13,1.(Tablica 6, 2b, 3 i 4) S gledišta eutrofičnosti tla se nalaze u istoj vrlo povoljnoj kategoriji iako se tijekom vremena suzio C/N odnos.
 5. U promatranom razdoblju utvrđeno je prisustvo procesa acidifikacije tla. Usporedba stanja reakcije tla 1965. i 2008. godine pokazuje, da je isti tip tla (u istoj biljnoj zajednici) prešao iz slabo kisele reakcije tla u kategoriju osrednje kiselosti tj pH vrijednost se snizila od 6,4 na 5,8 Tablica 6, (razlika pH = 0,6). To pokazuje, da se koncentracija H-iona u humusno - akumulativnom A-horizontu tla povećala za 6 (šest) puta. Nedvojbano, prisutni proces acidifikacije može se objasniti karakterom i utjecajem perhumidne klime, koja uzrokuje stalno ispiranje tla padalinama i unosom zračnih oksidanata (SO₂ i NO_x). Potonji utjecaj upravo je najjače izražen u Hrvatskoj i to u bioklimatu bukve i jele.
 6. Rasprava o korespondenciji stanja humizacije i utjecaja čovjeka preko stanja sastojina veoma je otežana zbog nedovoljno podataka o promjenama stanja sastojina u promatranom razdoblju. U tom pogledu dodirne točke i najbolju sliku odnosa daje usporedba stanja 1970. i 2008. godine. U tom razdoblju smanjila se ukupna drvena masa od 406,5 m³/ha na 366 m³/ha. (Tablice 3, 4, 5). Učešće jele u drvnoj masi smanjuje se sa 55,5 % na 5,1 %, dok se sadržaj humusa u humusno- akumulativnom horizontu smanjio za oko 25 %.

Prvobitna zamisao, da se utvrdi odnos stanja humizacije i normaliteta šume nije se moglo utvrditi, jer je sadašnje stanje daleko od šumske normale (optimalne kompozicije sastojina) što će za sada tako i ostati.

Ono što je na relaciji stanja sastojina pa prema tome i gospodarskog utjecaja i stanja humizacije tla sigurno je, da je taj odnos potrebno pratiti na mnogo široj osnovi, počevši od šumskog odjela kao osnovne operativne jedinice u gospodarenju s našim šumama. Ipak, sa sigurnošću se može konstatirati, da su ova istraživanja pokazala kako je šumsko-gospodarski utjecaj na hrvatsku pedosferu i kopnene ekosustave toliko važan, da ne može biti prepušten samo osobnim naporima pojedinih istraživača, već je za to potreban državni istraživački projekt želimo li polučiti ono što je uvodno pjesnik poručio.

CONCLUSIONS

In the scope of authors interest is influence of forest economy on naturally acquired production-wise power of the soil and its preservation role in environmental protection. In connection to this, periodical characterization of humisation state of soil has been done in the study (period 1965.-2008.) in beech and fir forest - economywise most productive forest ecosystem in western Croatia. Researched ecosystem has been defined pedologically and vegetatively by: soil which is medium deep brown soil on lime-stone and dolomite (calcicambisol), and vegetative unit which is climatogenic community *Calamintho-Abiety-Fagetum* (Ht. 1938).

At 22 egzemplary objects (Gorski kotar, Velika i Mala Kapela i Velebit) in humus-acumulative layer of soil pH-rate has been analysed (year 2008.), concentration of humus and nitrogen, as well as C/N relation, based on average Jenny's samples and compared with earlier research data. It was also compared recent state of components with forest-component standards for appropriate vegetative community emphasizing the proportion of tree sorts (Table 1 and 2). Most important research results are as follows:

1. Composition of components and proportion of tree species in beech and fir forest has been determined by historical, biological and economical factors. Proportion of tree species vary from case to case with possible extremes.

Complexity of ecological conditions has been substantially changed due to vast felling of the trees after the second world war which caused opening the crowns of the trees and altered the component's climate (increased input of light and temperature, diminished soil humidity) according to Šafar and others.

That reflects on physiological decline, weak green shoot development, poor off-spring and green shoot of fir as well as insufficient resistance to technogenetic influence of atmosphere.

2. In our example (22 forest department) was found that state of components (recent average) substantially aberrate from standards, respectively projected optimal composition of components.

Total annual average productivity of beech and fir is 6,4 m³/ha, respectively 57-62% as per standards possible production. Sole productivity of fir is more unfavourable. Small quantity of trees in structure of components has consequence in low production, only 2,85 m³/ha average per annum which is 30-40% of standard production i.e. 9,3 respectively 7,2 m³/ha annually. Unfavourable is also distribution of timber according to thickness grades (Table 6b). In our components mutual proportion of beech and fir is 16:43:41 (Table 6b), and 20:30:50 is recommended.

All displayed data on structure and production of components show that they have been unsufficiently used, at least 35% below production possibility of habitat (climate and soil) and that it would remain for longer period of time.

3. In such forest-component conditions, the altering of states of soil humisation in humus-accumulated layer of calcicambisol has been researched. By certain prevail of data decline trend of humisation has been established. In period of 44 years (1965.-2008.) according to humisation index (I_h) decline is 30 and according to humus concentration in A-horizon about 25% (Table 6). In spite of that researched soils are in group of very rich in humus.
4. Quality of humus expressed by C/N relation in A-horizon of calcicambisol does not show significant trend of changes. Average C/N values in time periods are in range 15,2-13,1 (Table 6, 2b, 3 and 4). From the point of

view of eutrophicity soils remain in same, very favourable category, although relation C/N has been narrowed.

5. In period which has been researched, proces of acidification of soil was established. Comparison of soil reaction in 1965. and 2008. shows that same type of soil (in same floral community) turn reaction from low acid to medium acid i.e. pH value has decreased from 6,4 to 5,8 (difference pH=0,6) (Table 6). It shows that concentration of H-ions in humus-accumulative A-horison of soil has increased 6 (six) times. No doubt, established proces of acidification can be explained by character and influence of perhumid climate, which causes permanent flushing of soil by precipitation as well as by input of atmospheric oxidants (SO₂ and NO_x). Last mentioned influence has it's strongest expression in Croatia particulary in bioclimate of beech and fir.
6. Discussion on correspondence of state of humisation and human's influence on state of components is difficult due to lack of data on altering of states of components in observed period. In that regard the best picture of relations gives the comparison of condition in years 1970. and 2008. In that period the total mass of timber has diminished from 406,5 m³/ha to 366 m³/ha (Table 3, 4 and 5). Contribution of fir in timber mass has diminished from 55,5% to 51%, since the content of humus in humus-accumulative horison diminished for 25%.

LITERATURA

1. Cestar, D., V. Hren 1971: O poziciji bukve u zajednici bukve i jele. U ediciji Bertović, S. i dr.: Kvalitativna i kvantitativna proizvodnja bukovih šuma u zapadnom dijelu Hrvatske, Radovi br.18, Zagreb
2. Cestar, D. i dr. 1986: Uputstva za izradu karte ekološko-gospodarskih tipova gorskog područja (I) SR Hrvatske, Radovi br.4-izvanredno izdanje Zagreb.
3. Duchaufour, Ph. (1970): Osnovi počvovedenja, evolucija počv (prevod). Izdanje "Progres", Moskva.
4. Gračanin, M. 1947: Pedologija II dio, Fiziografija tala., Zagreb
5. Gračanin, M. 1948: Tipovi šumskih tala Hrvatske: Tla šuma *Querceto-carpinetum croaticum* i *Quercetum-castanetum croaticum*; Glasnik za šumske pokuse 9: 95119, Zagreb .
6. Gračanin, M. 1950: Tipological investigations of Vegetation and Soil as a Basis for Land Classification and Evaluation. Trans., Intern. Congres of Soil Science 1 I: 1-3, Amsterdam.
7. Gračanin, M., Lj. Ilijanić 1977: Uvod u ekologiju bilja, Školska knjiga, Zagreb.
8. Horvat, I. 1938: Biljnoscijološka istraživanja šuma u Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse, br.6, Zagreb.
9. Horvat, I. 1957: Die Tannenwalder Croatiens im pflanzensociologischen und forstlichen zusammenhang, Schweizerische zeitschrift für Forstwesen, No 11-12.
10. Horvat, I, V. Glavac, H. Ellenberg 1974: Vegetation Sudosteurogas, Stuttgart.
11. Jelavić, V. 1997: Calculation and Mapping of Critical Thresholds in Croatia, Ed. Posch, M., et. al. Status Report 1997, Coordination Center for effects RIVM, Bilthoven, Netherlands.
12. Jelavić, V., J. Martinović, A. Vranković, S. Šatalić 1998: Vrijednost kritičnih opterećenja šumskog ekosustava sumporom i dušikom na području zapadne Hrvatske - prvi rezultati. Ed: Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. Zbornik radova: Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama, Zagreb.
13. Jenny, H. 1958: Role of the Plant Factor in Pedogenic Function. Ecology, 39: 5-16.
14. Kauders, A. 1959: Hrvatska povijest šumarstva, Šumarska enciklopedija, str.561

15. Klepac, D.1980: Osnovne postavke i principi gospodarenja u šumama svijeta i u našoj zemlji; Šumarski list, str.391-402, Zagreb.
16. Klepac, D. 1990: Šumsko-uzgojni tretman u zaštićenim šumama s osvrtom na šume Zagreb; Znanstveno savjetovanje "Zelenilo grada Zagreba", JAZU, Zbornik radova, Zagreb.
17. Kovda , V.A., B.G. Rozanov 1988: Počvovedenie, str.400, Moskva
18. Martinović, J. 1965: Pedološka karta (1 : 25000) Horvatovih transekata u Gorskom kotaru, rukopis.
19. Martinović, J. 1972: Zavisnost stupnja humizacije od stanišnih uvjeta u šumskim tlima na kršu zapadne Hrvatske (Disertacija), Sarajevo.
20. Martinović, J. 1973: Tla sekcije Sušak 2, Tumac, str.1- 45, Zagreb.
21. Martinović, J. 1973a: Utjecaj tla i reljefa na omjer vrsta drveća u šumi bukve i jele na kršu zapadne Hrvatske; Šumarski list 9-10, Zagreb.
22. Martinović, J. 1991: Prilog poznavanju stanja tla zajednice *Calamintho - Abieti - Fagetum* u Hrvatskoj; U ediciji "Zemljište kao prirodni resurs i faktor razvoja" u ANU- BiH, pos. izdanja, knj. XCVIII, Sarajevo.
23. Martinović, J., A. Vranković 1996: Karta šumskih ekosustava (Receptora) zapadne Hrvatske, Fond dokumentacije EKONERG, Zagreb.
24. Martinović, J., A. Vranković 1997: Baza podataka o hrvatskim tlima , sv.1. DUZO, 1-364, Zagreb.
25. Martinović, J. 1997: Tloznanstvo u zaštiti okoliša; 1-288, Zagreb.
26. Martinović, J. 2000: Kopneni ekosustavi parkova prirode u Hrvatskoj. Fond dokumentacije Ministarstva za zaštitu okoliša i prostornog uređenja 1-330, Zagreb.
27. Martinović, J. 2003: Gospodarenje šumskim tlima u Hrvatskoj; 1-251, Zagreb.
28. Martinović, J., A. Vranković 2006: Studija i Karta šumskih ekosustava Hrvatske (1:500000), Rukopisni primjerak, Zagreb.
29. Matić, S., I. Anić, M. Oršanić 2001: Uzgojni postupci u prebornim šumama. Ed. Obična jela (*Abies alba*, Mill.) u Hrvatskoj.
30. Muchenhausen, E. 1974: Die Bodenkunde.
31. Pallmann, H., F.Richard, R.Boch 1948: Uber die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensozioologie, Sonderdruck ausdem Sammelband "10 ieme Congres Zurich", Zurich.

32. Pernar, N., 1996: Uzorci varijabilnosti organskog kompleksa kalcikambisola na kršu zapadne Hrvatske. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 173 p.
33. Šafar, J. 1955: Problem nadiranja i širenja bukve u arealu jele; Poseban otisak iz Knjige: "Anali Instituta za eksperimentalno Šumarstvo Jugoslavenske akademije" Vol. I, Zagreb.
34. Šafar, J., 1965: Pojave proširenja bukve u dinaridima Hrvatske; Šumarski list, 5/6, Zagreb.
35. Šafar, J. 1968: Prilozi rješavanju problema o održavanju i pomlađivanju jele na području Gorskog Kotara. I. Historijski profil antropogenih utjecaja, Šumarski list 11-12, Zagreb.
36. Šafar, J. 1969: Prilozi rješavanju problema u održavanju i pomlađivanju jele na području Gorskog Kotara. II. Bioekološka regresija jele u njenoj najugroženijoj zoni. Šumarski list, str. 25 - 36, Zagreb.
37. Sušić, S. 1931: Privredni plan gospodarske jedinice Plješivica; Dokumentacija Šumskog gospodarstva Gospić.
38. Šandor, F. 1915: Tloznanstvo 11. (Nauka o stojbini), Zagreb

Adrese autora – Author's address:

Dr. sc. Jakob Martinović,
Braće Domany 4, 10000 Zagreb

Mr.sc. Andrija Vranković,
Božidara Magovca 55, 10000 Zagreb

Dr. sc. Ante Kutle,
"Lijepa naša", Palmotićeve 17, 10000 Zagreb

Primljeno - Received:

22.02.2009.