

**PRILOG ISTRAŽIVANJU KOLIČINE I TIJEKA BIOGENIH  
ELEMENTATA U ORGANIČNOM HORIZONTU BREZOVIH  
(*Betula pendula* Roth) I BUKOVIH (*Fagus sylvatica* L.) SAS-  
TOJINA NA PAPUKU OVISNO O VRSTI DRVEĆA I ELEMEN-  
TIMA RELJEFA**

**SUPPLEMENT TO THE RESEARCH ON THE QUANTITY AND  
COURSE OF BIOELEMENTS IN ORGANIC HORIZON OF BIRCH  
(*Betula pendula* Roth) AND BEECH (*Fagus sylvatica* L.) STANDS ON  
THE PAPUK MOUNTAIN DEPENDING ON SPECIES OF TREES AND  
ELEMENTS OF RELIEF**

**N. Pernar**

**IZVOD**

U radu je istraživana količina biogenih elemenata (dušik, fosfor, kalij, kalcij i magnezij) u organskom horizontu brezovih i bukovih sastojina na Papuku, ovisno o vrsti drveća (bukva i breza) i elementima reljefa (ekspozicija i inklinacija).

Ključne riječi: organski horizont, biogeni elementi, breza, bukva.

**ABSTRACT**

In this work the amount of biogenic elements (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium) in a organic horizon of birch-tree and beech-tree associations on Papuk have been studied in relation to tree species (birch and beech) and to the relief elements (exposition and inclination).

Key words: organic horizon, bioelements, birch, beech.

**UVOD**

Živi pokrov, osobito vegetacija, vrlo je značajno ektomorfološko obilježje pedosfere. Njen utjecaj na svojstva tla naročito je istraživano u šumskim ekosusta-

vima, o čemu svjedoče i istraživanja u našoj zemlji (Hršak, 1986, Kalinić, 1965, Komlenović et al., 1992, Martinović, 1968, 1969, 1975, Mayer, 1979, Vranković et al., 1991. itd.), a pri čemu su obuhvaćene uglavnom važnije gospodarske vrste šumskog drveća (obična bukva, hrast kitnjak, smreka, obični i alpski bor itd.).

Neposredni utjecaj vegetacije ogleda se prije svega u depoziciji odumrlih ostataka (većinom list) na površini tla ili u samom tlu (rizosfera) i njihovoj razgradnji. Kakvoća i količina tih ostataka varira ovisno o biljnoj vrsti (Topić, 1992) odnosno biljnoj zajednici (Martinović, 1975), pa tako i produkti njihove transformacije.

Površinski dio pedosfere - organski horizont predstavlja akumulaciju manje ili više transformiranih biljnih ostataka koji se kasnije većinom u vidu humusa uključuju u organomineralni kompleks, a rjeđe duže ostaju na površini u vidu moćnog O-horizonta. Dinamičke promjene u pedosferi uvjetovane su tijekomima tvari i energije u ekosustavu i ovise o njima. Tu je osobito zanimljiva ovisnost ciklusa biogenih elemenata o specifičnostima ekosustava.

## DEFINICIJA PROBLEMA

Kao posljedica utjecaja drvenaste i sve ostale vegetacije pa tako i drugih bioloških tvorevina šume, dolazi do formiranja određenog florističkog sastava, što sa svoje strane mijenja mikroklimatske prilike transformirajući ih u odgovarajuće fitoklimatske uvjete. Uzajamno djelovanje bioloških faktora i fitoklimatskih uvjeta vodi ka promjeni tla i organizama koji ga naseljavaju. Za potpuno razumijevanje ovih utjecaja neophodno je poznavanje unutarnjih procesa, koji se odvijaju u svim segmentima biogeocenoze tj. transpiraciji, fotosintezi, akumulaciji organskih i neorganskih tvari u biljnim organima, uključujući tu i korijenov sustav. Ne smiju se zaboraviti ni uzajamni unutarvrtni i međuvrtni odnosi vegetacije i drugih stanovnika u nadzemnom dijelu biogeocenoze. Aktivnost mikroorganizama u tlu uvjetovana je kako mikroklimatskim prilikama staništa, tako i specifičnošću odumrlih biljnih ostataka. O količini nakupljanja biljnih ostataka, njihovoj kvaliteti i karakteristikama njihove transformacije, ovisi i ciklus biogenih elemenata u šumskim ekosustavima.

S pedološkog stajališta potrebno je istaknuti značenje dušika, kalija, fosfora, kalcija i magnezija koji su od presudnog značenja za ishranu biljaka i fizikalno-kemijske karakteristike tla, stoga su upravo ti elementi predmetom ovih istraživanja.

Osim neposrednog utjecaja na tlo i procese u njemu, vegetacija ostvaruje

posredan utjecaj preko mikroklike koju stvara u prirodnim asocijacijama. To se naročito odražava na procese transformacije i humifikacije organske tvari pod šumskom vegetacijom (Antić et al., 1987). Lutz & Chandler (1962) u kemizmu biljnog materijala posebno ističu sastav lišća šumskog drveća prema vrstama. Vrste drveća se razlikuju po relativnim i apsolutnim količinama hranjivih elemenata koje uzimaju iz tla (Martinović, 1975). Posljedica toga je razlika u sastavu lišća, čak i kada crpe hraniva iz iste otopine tla. O kemijskom sastavu listinca ovisi brzina i priroda njegove razgradnje (Stefanović et al., 1991), a naročito je značajna količina kalcija koji bitno utječe kako na kemijska tako i na fizička svojstva tla (Lutz & Chandler, 1962). Attiwill (1968) analizira ciklus biogenih elemenata u šumskim ekosustavima te naglašava postojanje razlika u brzini recikliranja pojedinih elemenata ovisno o fitoklimatu.

Međuovisnošću humifikacije, mineralizacije i humizacije bavio se Martinović (1969). Isti autor (1975) naglašava ovisnost energije nakupljanja bioelemenata u lišću ("koeficijent biološke sorpcije" i "biogeokemijski koeficijent") o vrsti drveća odnosno biljnoj zajednici.

Ćirić (1969) ističe da je vegetacija rjeđe kod nas dominantni faktor u obrazovanju određenog tipa tla, a kao primjer navodi visoka tresetišta sa sphagnumovim mahovinama. Isti autor tvrdi da vegetacija često utječe na pojedina svojstva tla (forma humusa, reakcija, zasićenost bazama itd.). Ukoliko neka od ovih svojstava imaju i dijagnostičko-sistematsko značenje, može se smatrati da vegetacija uvjetuje pojavu određenih formi i varijeteta tla modificirajući najčešće organski ili i humusno-akumulativni horizont.

Quesnel & Lavkulich (1981) su multivarijacijskom analizom dokazali da su najindikativniji parametri za karakteriziranje organskog horizonta različitih ekosustava ukupni dušik (N), ukupni kalij (K), ukupni fosfor (P), gubitak žarenjem (količina pepela), ukupni ugljik te kapacitet zamjenjivih kationa. Daubenmire & Prusso (1963) su analizirajući dekompoziciju listinca za 13 vrsta drveća u laboratorijskim uvjetima ustanovili da je na dekompoziciju od vanjskih faktora najutjecajnije temperatura. U radu se upravo preko analize količine bioelemenata s različitim "tretmanima temperature" pokušavaju uočiti specifičnosti površinskog dijela pedosfere dvaju tipova ekosustava - bukovih i brezovih sastojaka na Papuku.

## OBJEKTI I PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Objekte istraživanja predstavljaju dvadeset i četiri (24) pokusne plohe, od čega je 12 u sastojinama bukve, a 12 u sastojinama breze. Nalaze se u gospodarskoj

jedinici zapadni Papuk II., na području Šumarije Kamenska, Uprava šuma Slavon-ska Požega. Zemljopisne koordinate objekata su 15°12' i 15°15' istočne dužine, te 45° 32' i 45° 34' sjeverne širine. Visinski raspon objekata je 750 - 850 m n.v.

Klimatski odnosi na istraživanom području analizirani su prema rezultatima mjerenja na meteorološkim stanicama Daruvar, Voćin i Brezovo polje, te oborin-skim stanicama Pakrac, Sirač, Slatinski Drenovac, Velika i Kamenska, a prema Kapperovoj klasifikaciji klima se može označiti kao umjereno hladna, humidna (Cfwbx").

Na temelju dosadašnjih vegetacijskih istraživanja slavonskog sredogorja (Hor-vat 1975, Martinović et al. 1977, Medvedović 1991, Rauš & Vukelić 1986, Rauš et al. 1988, Vukelić & Spanjol 1990 i dr.) objekti istraživanja pripadaju panonskoj varijanti šume bukve i jele (*Abieti-Fagetum pannonicum*, Rauš 1969, syn. *Fagetum croaticum boreale abietetosum* Horv. 1938).

Pokusne plohe su postavljene tako da se što više izbjegne utjecaj ostalih vrsta drveća (osim breze i bukve) preko listinca na pedosferu, te se fizionomski stječe dojam da se uistinu ne radi o spomenutoj zajednici, već o čistom "Fagetumu" odnosno "Betuletumu". Može se međutim primijetiti sporadična prisutnost jele u sloju grmlja (stadij podmlatka) te kao pojedinačna stabla. Objašnjenje ove pojave treba potražiti u činjenici da se radi o sekundarnoj vegetaciji. Na istraživanim lokalitetima to se očituje u podređenosti jele u strukturi broja stabala i temeljnici, a razlog su šumsko-gospodarski i drugi antropogeni utjecaji u prošlosti.

U pogledu tipske pripadnosti u pedosferi užeg područja istraživanja, dominira distrično smeđe tlo razvijeno na stijenama visokog stupnja metamorfizma. Kalinić (1965) navodi da uvjeti tvorbe tala na Papuku pogoduju razvoju tipičnog distričnog smeđeg tla ("Na granitima i gnajnsnim stijenama, zatim velikim dijelom i na efuzivnim stijenama i nekarbonatnim sedimentima, razvija se pretežno kiselo smeđe tlo").

## METODE RADA

### Postavljanje primjernih ploha

Kao što je vidljivo iz tablice 1, postavljeno je po 12 ploha u brezovim odnosno bukovim sastojinama, po šest je postavljeno na prisojnim (91 - 270°) odnosno osojnim (271 - 90°) ekspozicijama, od čega tri na nagibu 0-20% ("blagi" nagib) i tri na nagibu 20- 40% ("strmi" nagib), (tablica 2).

Plohe su površine 30x30 m. Veličinu ploha izmjerio sam vrpcom i označio rubna stabla. Ekspoziciju sam odredio džepnim kompasom, a inklinaciju Abney-evim padomjerom. Nadmorsku visinu očitao sam iz karte.

Plohe su izabrane po načelu parova: svakoj plohi u brezovim sastojinama po navedenim parametrima odgovara ploha u bukovim sastojinama (tablica 2).

Radi izbjegavanja utjecaja erozije kao dodatnog faktora u planu eksperimenta, plohe su postavljene podalje od vrhova i pridanaka. Prilikom postavljanja ploha otvoren je na svakoj po jedan pedološki profil pomoću čega je određena sistemat-ska pripadnost tla.

Tablica 1

Shematski prikaz plana eksperimenta

Table 1

The schematic review of experiment plan

Kombinacije tretmana Combinations of treatments			Analitičke vrijednosti Analytic values			
vrsta species	eksp. (°)	inkl. (%)				
B	B	prisojna	0-20	-	-	-
U	E	prisojna	20-40	-	-	-
K	E			-	-	-
V	C	osojna	0-20	-	-	-
A	H	osojna	20-40	-	-	-
B	B	prisojna	0-20	-	-	-
R	I	prisojna	20-40	-	-	-
E	R					
Z	C	osojna	0-20	-	-	-
A	H	osojna	20-40	-	-	-

## Uzorci

Na temelju preliminarnih istraživanja varijabilnosti moćnosti O- i A- horizonta određena je veličina prosječnog uzorka, a to je 14 pojedinačnih uzoraka. Za formiranje prosječnih uzoraka, otvoreno je po 14 prikopki na svakoj plohi, u pravilu ispod vanjske trećine krošnje dominantnih stabala. Posebno su uzimani prosječni uzorci iz O1-, a posebno iz Of/h pothorizonta.

Tablica 2 Položajni parametri primjernih ploha. B(F)6<sup>225</sup><sub>15</sub> - B (Betula)-breza, F (Fagus)-bukva; 6-redni broj plohe; <sup>225</sup> - ekspozicija (azimut) u stupnjevima (°); 15- inklinacija u postocima (%).

Tabela 2 The position parameters of experiment areas. B(F)6<sup>225</sup><sub>15</sub> - B (Betula)-birch, F (Fagus)-beech; 6- areas number; <sup>225</sup>-exposition (azimuth) in degrees (°); 15- inclination in percentages (%).

Oznaka plohe Mark of area	Odjel i odsjek Compartment and subcomp.	Veličina plohe Size of area	Ekspozicija Exposition	Inklinacija Inclination	Nadm. visina Height above sea
		(m)	(o)	(%)	(m)
B1	24 a	62x62	0	15	775
F1	51 a	30x30	340	18	690
B2	24 a	30x30	68	30	780
F2	58 b	30x30	70	32	730
B3	24 a	30x30	0	32	835
F3	58 b	30x30	70	30	740
B4	24 a	30x30	0	32	825
F4	42 b	30x30	340	32	695
B5	23 a	60x60	340	16	820
F5	42 b	30x30	315	17	700
B6	23 a	30x30	225	15	810
F6	42 b	30x30	250	17	700
B7	25 c	30x30	45	6	750
F7	58 a	30x30	45	13	830
B8	32 c	30x30	180	14	750
F8	51 a	30x30	180	18	750
B9	32 c	30x30	180	14	750
F9	51 b	30x30	190	17	740
B10	33 b	30x30	225	22	760
F10	51 a	30x30	180	26	760
B11	22 a	30x30	252	34	720
F11	56 a	30x30	180	29	740
B12	22 a	30x30	262	31	720
F12	56 a	30x30	225	27	725

Laboratorijske analize su obavljene u laboratoriju Katedre za pedologiju Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a manjim dijelom i u laboratoriju Odjela za ekologiju Šumarskog instituta u Jastrebarskom uz neposrednu suradnju mr. N. Pezdirca i tehničarke A. Zuber. Određivane su količine dušika (N), fosfora (P), kalija (K), kalcija (Ca) i magnezija (Mg).

- N - mikrometoda Kjeldahla;

- P, K, Ca, Mg - spaljivanje mokrim postupkom u sumpornoj i perklornoj kiselini; fosfor je iz ekstrakta određen kolorimetrijski, kalij i kalcij plamenfotometrijski, a magnezij metodom atomske absorpcijske spektrofotometrije;

**Obrada podataka** obuhvaća komparativnu i statističku analizu ranije navedenih parametara i njihovu kvalitativnu interpretaciju.

U tekstualnoj interpretaciji osnovna težina je na aritmetičkoj sredini, koeficijentu varijabilnosti i opsegu.

Koncepcija statističke analize temelji se na faktorijalnom eksperimentu. Ovdje se radi o faktorijalnom eksperimentu s tri faktora, svaki s po dvije razine, koji ima ukupno osam tretmana s tri ponavljanja (tablica 1).

Statistička obrada provedena je na personalnom računalu u Katedri za pedologiju Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I TUMAČENJE

### Komparativna analiza

*O1-pothorizont* je gornji dio organskog horizonta u kojem se jasno razlikuju dijelovi biljaka, ponekad međusobno povezani micelijima gljiva. U vrijeme uzimanja uzoraka (studen 1989) ovo je bio većinom svježi, a manjim dijelom i stariji, bukov odnosno brezov listinac.

Na reprezentativnim uzorcima određena je količina dušika (N), fosfora (P), kalija (K), kalcija (Ca) i magnezija (Mg) (tablice 3 i 5).

Za usporedbu s dobivenim rezultatima daje se pregled količine biogenih elemenata u *zrelom* lišću bukve i breze (tablica 4).

*Of/h-pothorizont* je dio organskog horizonta gdje se makroskopski teško raspoznaje struktura biljnih ostataka, a u donjem dijelu se primjećuje sporadična primjesa mineralnih zrna.

Odvojenim uzimanjem uzoraka u O1- odnosno Of/h-pothorizontu čini se transverzalni presjek u segmentu transformacije organske tvari, a uočene razlike mjerenih parametara ukazuju na različitost uvjeta u kojima se ona odvija, bilo

uslijed biotskih (vrsta drveća odnosno sinekološke karakteristike ekosustava, ili abiotskih (temperatura) faktora.

Glede količine biogenih elemenata u O1-pothorizontu treba poći od činjenice da se ne radi o analizi svježeg lista s drveta, već o netom odbačenom, odnosno o neznatnim dijelom razgrađenom listincu. Usporedimo li količine biogenih elemenata u zreloom listu bukve i breze (tablica 4) s onima u O1- (tablica 3) odnosno Of/h- pothorizontu (tablica 5), uočiti će se pomak u smislu smanjenja elemenata u O1, a naročito u Of/h-pothorizontu u odnosu na svježi list. Od ovoga odstupa jedino magnezij, čija se količina povećava u Of/h-pothorizontu u odnosu na O1. Imajući u vidu istraživanja Attiwill (1968), koji ukazuje na poredak u gubitku pojedinih elemenata iz lista u tijeku razgradnje ( $Na > K > Ca > Mg > P$ ), razumljivo je da u Of/h-pothorizontu dolazi do relativne akumulacije magnezija.

Rezultati ovih istraživanja pokazuju da u bukovim sastojinama količina dušika neznatno opada u Of/h-pothorizontu, nešto jače količina fosfora i kalija, a najjače količina kalcija. Količina magnezija ima porast u Of/h- pothorizontu (za 160%).

U brezovim sastojinama količina dušika, fosfora i kalija smanjuje se za 5-25% u Of/h-pothorizontu u odnosu na O1-pothorizont, dok je to kod kalcija vrlo jako izraženo, pa u Of/h-pothorizontu poprima vrlo niske iznose (0.14%). Količina magnezija ima relativno manje povećanje (78%) u Of/h- u odnosu na O1- pothorizont, međutim poprima veće vrijednosti (0.44%) nego u bukovim sastojinama (0.37%).

### Statistička analiza

Prema faktorijalnom eksperimentu 2x2x2 analizom varijante utvrđene su značajne razlike između pojedinih tretmana (tablica 6).

Statističkom analizom potvrđene su razlike između bukovih i brezovih sastojinama u količini dušika, kalija i magnezija u O1- pothorizontu, dok su razlike u količini fosfora i kalcija statistički nebitne uz vjerojatnoću od 99%. U brezovim sastojinama ima više dušika (0.70%), kalija (0.86%) i magnezija (0.25%) nego u bukovim sastojinama (0.66%; 0.64%; 0.14%). Analizirani parametri ne variraju s obzirom na promjenu ekspozicije i inklinacije, izuzev količine kalija čega ima više na prisojnoj ekspoziciji (0.86%) i blagoj inklinaciji (0.81%) (tablica 6).

U Of/h-pothorizontu (tablica 6) zabilježena je jača ovisnost količine biogenih elemenata o ekspoziciji (i inklinaciji) nego u O1- pothorizontu. U ovom pothorizontu količina ukupnog dušika ovisi samo o vrsti drveća; više ga ima u brezovim (0.65%) nego u bukovim (0.62%) sastojinama. Količina kalija je veća na prisojnoj ekspoziciji (0.68%) i blažoj inklinaciji (0.65%), a količina magnezija je veća u brezovim sastojinama (0.44%) i na prisojnoj ekspoziciji (0.43%). Količine kalcija



i fosfora, kao i u O1- pothorizontu, ne podliježu utjecaju analiziranih faktora.

Na temelju navedenih činjenica može se reći da je variranje količine biogenih elemenata ovisno o vrsti drveća (bukva-breza) i elementima reljefa (ekspozicija i inklinacija) **djelomično** objašnjivo rezultatima analize prema modelu faktorijalnog eksperimenta. Ovo stoga što nije obuhvaćeno i interakcijsko djelovanje navedenih faktora, već njihov pojedinačni učinak.

Tablica 3 Količina biogenih elemenata u O1-pothorizontu bukovih (F) i brezovih (B) sastojina

Table 3 The quantity of bioelements in O1-subhorizon of beech (F) and birch (B) stands.

Elementi Elements %/ suha tvar %/ dry matter		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
	N	.64	.68	.66	.67	.63	.69	.62	.68	.70	.65	.61	.67
	P	.20	.16	.16	.17	.23	.24	.18	.16	.20	.16	.15	.15
	K	.65	.58	.51	.44	.66	.70	.53	.91	.73	.72	.62	.63
	Ca	1.25	1.34	1.44	1.51	1.51	1.26	1.56	2.07	1.50	1.50	1.39	1.39
	Mg	.11	.13	.17	.09	.12	.15	.19	.17	.12	.14	.11	.12
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
	N	.68	.62	.72	.71	.68	.70	.69	.68	.71	.71	.70	.69
	P	.13	.15	.16	.15	.16	.12	.18	.23	.21	.14	.22	.19
	K	.67	.49	.52	.57	.95	.69	1.02	1.08	1.13	.99	1.12	1.03
	Ca	.94	.91	.80	1.14	.27	1.44	1.83	1.49	2.27	.54	.86	1.74
	Mg	.23	.24	.22	.24	.04	.24	.29	.31	.30	.35	.25	.29

Tablica 4 Količina biogenih elemenata u zrelom lišću bukve i breze. (% od suhe tvari). (Iz W. Bergmann, 1988).

Table 4 The quantity of bioelements in beech and birch leaves. (%/dry matter). (From W. Bergmann, 1988).

	N	P	K	Ca	Mg
Bukva - beech	1.90..2.50	0.15..0.30	1.00..1.50	0.30..1.50	0.15..0.30
Breza - birch	2.50..4.00	0.15..0.30	1.00..1.50	0.30..1.50	0.15..0.30

Tablica 5 Količina biogenih elemenata u Of/h-pothorizontu bukovih (F) i brezovih (B) sastojina.

Table 5 The quantity of bioelements in Of/h-subhorizon of beech (F) and birch (B) stands.

Elementi Elements %/ suha tvar %/ dry matter	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
	N	.63	.65	.60	.61	.64	.67	.60	.64	.63	.63	.62
P	.11	.16	.17	.16	.19	.16	.18	.15	.15	.16	.14	.15
K	.61	.36	.43	.43	.45	.47	.51	1.05	.87	.65	.43	.54
Ca	.11	.14	.16	.11	.16	.14	.14	.54	.23	.16	.16	.16
Mg	.30	.37	.35	.25	.43	.37	.36	.33	.33	.48	.47	.42
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
N	.65	.68	.66	.65	.66	.65	.65	.64	.56	.69	.67	.66
P	.11	.10	.12	.10	.12	.14	.23	.11	.14	.11	.17	.15
K	.51	.54	.43	.49	.56	.54	.63	.83	.79	.61	.63	.72
Ca	.12	.12	.11	.11	.12	.17	.12	.12	.14	.14	.19	.17
Mg	.41	.46	.34	.42	.47	.37	.41	.47	.46	.51	.49	.44

U O1-pothorizontu najveći utjecaj na razlike mjerenih parametara ima vrsta drveća i to sve uz razinu pouzdanosti 99%, a ekspozicija i inklinacija objašnjavaju samo razlike u količini kalija pri čemu je inklinacija s nižim stupnjem pouzdanosti. Ovo je i razumljivo s obzirom na činjenicu da se radi većinom o svježem listincu dviju različitih vrsta drveća.

U Of/h-pothorizontu utjecaj vrste drveća na razlike parametara se smanjuje, a do izražaja dolazi utjecaj ekspozicije.

Kao što je vidljivo u tablici 6, utjecaj vrste drveća i ekspozicije se neznatno mijenja po dubini O-horizonta, dok se kod inklinacije niti ne uočava zakonitost.

Iz prethodnih razmatranja je očigledno da u istraživanim sastojinama glede količine biogenih elemenata u organskom horizontu, breza ima relativno povoljniji utjecaj od bukve. S obzirom da se radi o istim ekološkim uvjetima, ovo se može protumačiti razlikama u biološkim osobinama breze i bukve, što bi najbolje pokazao koeficijent biološke sorpcije odnosno biogeokemijski koeficijent.

Ekspozicija, a naročito inklinacija, ima manji utjecaj na količinu biogenih elemenata koji se u Of/h-pothorizontu povećava. U tom kontekstu prisojna ekspozicija

i blaga inklinacija imaju povoljniji utjecaj na osobine pedosfere koje su ovisnije o alimentaciji biogenim elementima nego osojna ekspozicija i strma inklinacija.

Tablica 6 Pregled količine biogenih elemenata u O1- i Of/h-pothorizontu, ovisno o vrsti drveća, ekspoziciji i inklinaciji (% od suhe tvari) - (Vb - breza, Vf - bukva, Ep - prisojna ekspozicija, Eo - osojna ekspozicija, Ib - blaža inklinacija, Is - strmija inklinacija).

Table 6 The survey of quantity of bioelements in O1- and Of/h-subhorizon, depending on species of trees, exposition and inclination (%/dry matter) - (Vb - birch, Vf - beech, Ep - exposition to the sun (south of west), Eo - exposition to the north or east, Ib - gently inclined slopes, Is - steeper inclined slopes).

Količina biogenih elemenata po tretmanima koji uzrokuju značajne razlike The quantity of bioelements in treatments that cause significant differences							
		Vrsta drveća Species of trees		Ekspozicija Exposition		Inklinacija Inclination	
		95%	99%	95%	99%	95%	99%
O1	N		Vb 0.70; Vf 0.66				
	P						
	K		Vb 0.86; Vf 0.64		Eo 0.86; Eo 0.63	Ib 0.81; Is 0.68	
	M		Vb 0.25; Vf 0.14				
	Ca						
Of/h	N		Vb 0.65; Vf 0.62				
	P						
	K				Eo 0.68; Eo 0.50	Ib 0.65; Is 0.52	
	Mg		Vb 0.44; Vf 0.37	Eo 0.43; Eo 0.38			
	Ca						

## ZAKLJUČCI

Karakter migracije, akumulacije i transformacije tvari u različitim prirodnim uvjetima se razlikuje, a zavisi od niza međusobno povezanih uvjeta staništa i svojstvenosti vegetacije.

Kad se govori o migraciji, akumulaciji i transformaciji tvari u šumskim ekosustavima, pored akumulacije u vidu drvne mase, veliku pozornost privlači površinski dio pedosfere koji predstavlja vrlo važan segment u biogenom ciklusu tvari u ekosustavu. Karakter navedenih pojava ima odlučujući utjecaj na fiziografske osobine pedosfere, prvenstveno njenog površinskog dijela.

U ovom je radu *predmet* istraživanja bio upravo površinski dio pedosfere - organski horizont - sa *zadatom* analize količine biogenih elemenata. Transverzalnim vidom istraživanja izvršena je determinacija utjecaja vrste drveća i reljefa (ekspozicija i inklinacija).

Na temelju prethodne rasprave o rezultatima istraživanja mogu se izvesti slijedeći zaključci:

a) U O1-pothorizontu bukovih i brezovih sastojina na Papuku najveći utjecaj na razlike u količini biogenih elemenata ima vrsta drveća, zatim ekspozicija, a najmanje inklinacija;

1. - u brezovim sastojinama ima više dušika (0.70%), kalija (0.86%) i magnezija (0.25%) nego u bukovim sastojinama (0.66%, 0.64%, 0.14%);
2. - na prisojnoj ekspoziciji ima više kalija (0.86%) nego na osojnoj (0.63%);
3. - na blažim nagibima ima više kalija (0.81%) nego na strmijima (0.68%).

b) U Of/h-pothorizontu istih sastojina utjecaj vrste drveća na razlike u količini biogenih elemenata se smanjuje, a povećava se utjecaj ekspozicije:

1. - u brezovim sastojinama ima više dušika (0.65%) i magnezija (0.44%) nego u bukovim sastojinama (0.62%, 0.37%);
2. - na prisojnoj ekspoziciji ima više kalija (0.68%) i magnezija (0.43%) nego na osojnoj (0.50%, 0.38%);
3. - na blažim nagibima ima više kalija (0.65%) nego na strmijim (0.52%).

S obzirom da su tla istraživanih ploha niskog stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa bazama, vrlo značajna je fitogena migracija i obogaćivanje površinskog dijela tla biogenim elementima. Prema tome, može se govoriti o različitom meliorativnom utjecaju pojedinih vrsta šumskog drveća na neka svojstva tla u istim prirodnim uvjetima te o modifikacijama tog utjecaja zbog reljefa.

Prema "tretmanima" koji su provedeni u okviru ovih istraživanja breza ima povoljniji meliorativni učinak nego bukva. Prisojne ekspozicije imaju povoljniji

N. Pernar: Prilog istraživanju količine i tijeka biogenih elemenata u organskom horizontu  
brezovih i bukovih sastojina na Papuku ovisno o vrsti drveća i elementima reljefa

---

**Topić, V.**, 1992: Količina i kemizam šumske prostirke pod nekim šumskim kulturama na kršu,  
Šumarski list, 9-10:407-414.

**Vranković, A., J. Martinović & N. Pernar**, 1991: Neki pokazatelji ekoloških promjena tla  
u Nacionalnom parku Plitvička jezera, ANUBiH, posebna izdanja - knjiga XCVIII, od-  
jeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 15.

**Vukelić, J. & Ž. Španjol**, 1990: Fitocenološki karakter čistih sastojina obične breze (*Betula  
pendula* Roth.) u području panonskih šuma bukve i jele (*Fagetum croaticum boreale  
abietetosum* Horv.) na Papuku. Šumarski list, 9-10:357-368.

**Adresa autora - Author's address:**

Nikola Pernar  
Šumarski fakultet  
Zagreb

Primljeno: 8.12.1992.