

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO · INSTITUTE OF FORESTRY · BEOGRAD

ZBORNİK RADOVA

COLLECTION
TOM 46-47

Yu ISSN 0351-9147



BEOGRAD
2002.

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO • INSTITUTE OF FORESTRY • BEOGRAD

ZBORNİK RADOVA

COLLECTION
TOM 46-47

Yu ISSN 0351-9147



BEOGRAD
2002.

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO – BEOGRAD

Za izdavača:

Dr MILOŠ KOPRIVICA

•

Redakcioni odbor:

Dr ZORAN TOMOVIĆ
Dr VLADIMIR LAZAREV
Dr MILOŠ KOPRIVICA
Dr SLAVKO VLATKOVIĆ
Dr SRĐAN BOJOVIĆ
Dr MIHAILO RATKNIĆ
Dr RADOVAN NEVENIĆ
Dr LJUBINKO RAKONJAC
Dr MARA TABAKOVIĆ-TOŠIĆ

•

Glavni i odgovorni urednik

Dr MARA TABAKOVIĆ-TOŠIĆ

•

Urednik-lektor

MILUTIN VUJOVIĆ, novinar

•

Prevod na engleski:

Mr ANA TONIĆ

•

Svi radovi su recenzirani

•

Unos, priprema i računarski slog:

BOJANA SAVIĆ

•

Tiraž:

300 primeraka

•

Štampa: "Želnid", Beograd, Nemanjina 8

SARDŽAJ • CONTENTS

Zoran Miletić, Miloš Koprivica, Nenad Marković

ZAVISNOST PROIZVODNOSTI KULTURA CRNOG I BELOG BORA OD NEKIH SVOJSTAVA ZEMJIŠTA NA PEŠTERSKOJ VISORAVNI • Dependence of austrian pine and scots pine plantation productivity on some soil properties at Pešterska visoravan	1
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

Ljubinko Rakonjac, Milić Matović, Mihailo Ratknić, Vlado Čokeša

NEKE ZAJEDNICE ŽBUNASTE VEGETACIJE NA PODRUČJU JUGOZAPADNE SRBIJE • Some communities of shrub vegetation in the area of the Southwest Serbia	13
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Milorad Veselinović

UTICAJ VAZDUŠNIH POLUTANATA NA PROMENE ASIMILACIONIH ORGANA ČETINARA • Effect of air pollutants on the changes of assimilation organs in conifers	23
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Vera Lavadinović, Vasilije Isajev

GENETSKI POTENCIJAL SEMENSKIH OBJEKATA BUKVE U SRBIJI - OSNOVA ZA OPLEMENJIVANJE VRSTE • Genetic potential of beech seed sources in Serbia - the base for species improvement	32
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Pero Radonja, Miloš Koprivica, Vera Lavadinović

MODELI VISINSKOG RASTA KULTURA DUGLAZIJE NA RAZLIČITIM STANIŠTIMA U SRBIJI • Height increment models of Duoglas-fir culture on different sites in Serbia.....	40
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Milun Krstić, Snežana Stajić, Vlado Čokeša, Bratislav Matović

PRILOG POZNAVANJU KVALITETA IZDANAČKIH BUKOVIH ŠUMA ISTOČNE SRBIJE • A contribution to the study of coppice beech forest quality in East Serbia	53
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Miroslava Marković, Mara Tabaković-Tošić

PRILOG POZNAVANJU EPIKSILNIH GLJIVA U IZDANAČKIM BUKOVIM ŠUMAMA NA PODRUČJU CRNOG VRHA I DUBAŠNICE KOD BORA • A contribution to the study of epixylous fungi in coppice beech forests in the region of Crni vrh and Dubašnica near Bor	67
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Mara Tabaković-Tošić, Miroslava Marković

PRILOG POZNAVANJU ŠTETNE ENTOMOFAUNE IZDANAČKIH BUKOVIH ŠUMA CRNOG VRHA I DUBAŠNICE KOD BORA • A contribution to the study of harmful entomofauna in coppice beech forests of Crni vrh and Dubašnica near Bor	78
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Mara Tabaković-Tošić

HRASTOVI DEFOLIJATORI IZ REDA LEPIDOPTERA I DEFOLIJACIJA
U ŠUMAMA PODRUČJA ŠUMSKOG GAZDINSTVA "RASINA" KRUŠEVAC
• Oak defoliators in the order Lepidoptera and defoliation in the forest region
of the Forest estate "Rasina" Kruševac91

Mara Tabaković-Tošić, Slobodan Milanović, Katarina Babović

EFIKASNOST MIKROBIOLOŠKOG PREPARATA D-STOP U BORBI PROTIV
DUDOVCA (*Hyphantria cunea* Drury) • Efficiency of the microbiological
preparation D-stop In the control of the fall webworm (*Hyphantria cunea* Drury)101

Milić Matović, Mihailo Ratknić, Ljubinko Rakonjac

PLODOVI, ZAČINI I LEKOVITO BILJE ŠUMSKIH PODRUČJA SRBIJE
I NJIHOVA PRERADA • Fruits, spices and medicinal plants in the forest
regions of Serbia and their processing111

Milorad Zlatanović, Bogdan Stefanović

OPTIMIZACIJA RASPOREDA ZEMLJANIH MASA PRI GRADNJI ŠUMSKIH
PUTEVA • Optimisation of earth mass distribution in forest road construction117

Sonja Braunović, Svetlana Bilibajkić, Tomislav Stefanović

DEFINISANJE EROZIVNOSTI PADA VINA NA PODRUČJU BEOGRADA
• Definition of rainfall erosivity in Belgrade region.....130

Miljan Velojić, Tomislav Stefanović

ANALIZA ZAPLAVA PREGRADE br. 1 U KUSOVRAANSKOJ RECI • Analysis
and effect of the first dam siltation in the Kusovranska reka.....139

Radovan Nevenić, Nenad Marković, Tomislav Stefanović

METODOLOŠKI PRISTUP MANIPULACIJE PODACIMA U ŠUMARSTVU
GIS ALATOM • Spatial relation in hunting domain researched
by GIS methodology149

Radovan Nevenić, Nenad Marković, Dušan Petrović

ISTRAŽIVANJE PROSTORNIH RELACIJA GIS METODOLOGIJOM
U DOMENU LOVSTVA • Spatial relation in hunting domain researched
Data manipulation in forestry by GIS tool - methodological approachby
GIS methodology158

Vladimir Lazarev, Miljan Velojić, Ljiljana Brašanac,

Katarina Babović, Slobodan Milanović

MODEL PROCENE POTENCIJALA I PRINOSA JESTIVIH GLJIVA
• Assessment model of edible mushroom potential and yield166

Vladimir Lazarev, Dragan Karadžić

ULOGA HERBICIDA I FUNGICIDA U SISTEMU INTEGRALNE ZAŠTITE
BILJAKA U ŠUMSKIM RASADNICIMA • The role of herbicides and fungicides
in the system of integral protection of plants in forest nurseries180

Milanka Batinić

PROJEKTOVANJE NAUČNOISTRAŽIVAČKE ORGANIZACIJE • Design
of scientific research organisations186

UDK 630*232+114.1/.2
Originalni naučni rad

ZAVISNOST PROIZVODNOSTI KULTURA CRNOG I BELOG BORA OD NEKIH SVOJSTAVA ZEMJIŠTA NA PEŠTERSKOJ VISORAVNI*

Zoran Miletic, Miloš Koprivica, Nenad Marković

Izvod.- Ispitivan je uticaj raspoloživih pristupačnih količina najvažnijih makroelemenata ishrane šumskog drveća (azota, fosfora i kalijuma), kao i količina zemlje i ukupnog humusa na prosečni dobni prirast zapremine (prinos) kultura crnog i belog bora. spitivanja su obavljena na Pešterskoj visoravni u kulturama starim 14 do 22 godine.

Ključne reči: prosečni dobni prirast zapremine (prinos), zemljište, humus, azot, fosfor, kalijum.

DEPENDENCE OF AUSTRIAN PINE AND SCOTS PINE PLANTATION PRODUCTIVITY ON SOME SOIL PROPERTIES AT PEŠTERSKA VISORAVAN

Abstract.- The effect of available quantities of major nutritive soil macroelements (nitrogen, phosphorus and potassium) as well as the quantities of soil and total humus on average periodic volume increment (yield) in Austrian pine and Scots pine plantations was studied on Pešterska Visoravan in the plantations between 14 and 22 years old.

Key words: Average periodic volume increment (yield), soil, humus, nitrogen, phosphorus, potassium.

Mr Zoran Miletic, istraživač saradnik; dr Miloš Koprivica, viši naučni saradnik; Nenad Marković, dipl.inž., JP "Srbijašume" - Institut za šumarstvo, Beograd.

* Istraživanja su delom finansirana od strane MNTR Republike Srbije po Projektu BTN.5.06.0516.A: Strukturne i proizvodne karakteristike veštački podignutih satojina četinara i predlog optimalnih mera gazdovanja.

1. UVOD

Pošumljavanje Pešterske visoravni je počelo 1978. i trajalo do 1988. godine (Rakonjac, 1988). Pri ovome su za pošumljavanje najviše korišćeni crni i beli bor, a u znatno manjoj meri smrča, ariš, borovac i drugi četinari.

Crni bor, kao pionirska i oligotrofna vrsta, koja nema većih ekoloških zahteva, je korišćen za pošumljavanje najtežih terena Pešterske visoravni. Zbog toga se, danas, njegove kulture uglavnom nalaze na zemljištima mlađeg evoluciono genetskog stadijuma, kao što su: litosoli, plitke i jako skeletne krečnjačke crnice ili eutrični rankeri na serpentinitima. Pošumljavanje terena gde su zastupljeni razvijeniji evoluciono genetski stadijumi zemljišta, uglavnom, je vršeno drugim vrstama, izuzev u slučajevima kada se radilo o erodiranim i degradiranim zemljištima (smeđim krečnjačkim, serpentinitiskim smeđim i kiselim smeđim zemljištima) umanjene proizvodne sposobnosti. Samo u izuzetno retkim slučajevima, kulture crnog bora se mogu naći i na zemljištima veće produkcione sposobnosti.

Pošumljavanje Pešterske visoravni belim borom je vršeno, kako na zemljištima lošijih produkcionih sposobnosti (krečnjačke crnice, koluvijalni rankeri na serpentinitima, erodirana serpentinitiska smeđa zemljišta, smeđa krečnjačka i dr.), tako i na zemljištima koja poseduju znatno veći produkcionu potencijal (smeđa i ilimerizovana zemljišta na krečnjacima, kisela smeđa zemljišta, luvisoli na serpentinitima i dr.). Beli bor nije korišćen za pošumljavanje jedino na najtežim staništima kao što su litosoli ili ekstremno erodirana zemljišta, gde je korišćen crni bor. Zbog toga se kulture belog bora danas nalaze na staništima kod kojih zemljišta poseduju daleko veći raspon svojstava u odnosu na kulture crnog bora.

Makroklimatski usovi Pešterske visoravni su približno ujednačeni. To su uslovi perhumidne klime, sa ekstremno niskim zimskim temperaturama i kratkim vegetacionim periodom (Rakonjac, 1983, 2002; Ratknić, 2002). Ali, edafski uslovi staništa, koji u značajnoj meri imaju uticaja na prijem sadnica, dalji razvoj kultura, produkciju drvne mase i ekonomske efekte pošumljavanja na kojima su podignute kulture mogu biti vrlo različiti.

Posle dužeg niza godina od izvršenih pošumljavanja bilo je interesantno ispitati razvojno proizvodne karakteristike kultura crnog i belog bora, starosti 14–22 godine, u različitim stanišnim uslovima Pešterske visoravni. Poznavanje uticaja edafskih uslova staništa na razvojno proizvodne karakteristike različitih kultura nekog područja je važno, jer se na klimatske uslove područja ne može uticati, dok se na edafske usove, izborom odgovarajuće tehnologije pošumljavanja i primenom određenih fertilizacionih mera, delimično može uticati već pri samom postupku pošumljavanja.

2. OBJEKAT I METOD RADA

Ispitvane su kulture crnog i belog bora na Peštarskoj visoravni. U kulturama crnog bora je postavljeno 24, a u kulturama belog bora 15 oglednih polja. Ispitivanje uticaja zemljišta na produkciju drvene zapremne kultura crnog i belog bora je vršeno metodom višestruke linearne i nelinearne regresije, pri čemu je kao zavisno promenljiva veličina uzet prosečni dobni prirast zapremine jednog stabla u sastojini, a kao nezavisno promenljive raspoložive količine: zemlje, humusa, azota, fosfora i kalijuma po jednom stablu u sastojini.

Radi se o srednjem stablu prinosa (I_p), jer je zapremina sastojine (V) podeljena sa proizvodom starosti (S) i broja stabala (N) po hektaru, tj.

$$I_p = \frac{V}{S \cdot N}$$

Sadržaj ukupnog humusa i organske materije određen je metodom po Tjurinu, azota metodom po Kjeldlahlu, biljkama pristupačnih oblika fosfora i kalijuma Al-metodom, zapreminska gustina zemljišta u cilindrima po Kopeckom. Količina skeleta kod razvijenijih zemljišnih stadijuma je određena gravimetrijski, a kod mlađih procenom na terenu.

Količina sitne zemlje na jedinici površine sastojine određena je sabiranjem mase zemlje prisutne u pojedinim pedogenetskim horizontima na sledeći način:

$$\text{Masa zemlje} = \sum_{i=1}^n \left[h_i \times P \times \left(1 - \frac{S}{100} \right) \times d \right] \quad [\text{t/ha}]$$

gde je: h – dubina horizonta [m]

P – jedinična površina [10000 m²]

S – sadržaj skeleta [%]

d – zapreminska gustina zemljišta [t/m³]

Na osnovu mase zemlje po horizontima i sadržaja humusa i azota [%], odnosno sadržaja fosfora i kalijuma [mg/100 g zemljišta] određena je raspoloživa količina humusa i makroelemenata ishrane po jedinici površine sastojine [kg/ha]. Deljenjem raspoloživih količina hranljivih materija, ukupne zemljišne supstance i humusa na jedinici površine sastojine sa brojem stabala po hektaru dobivene su raspoložive količine po jednom stablu u sastojini.

Na ovakav način izraženi prosečan dobni prirast zapremine (po jednom stablu), kao nezavisno promenljiva veličina i raspoložive količine hranljivih materija u zemljištu (po jednom stablu) na izvestan način delimično eliminišu (umanjuju) uticaj sastojinskih uslova na prosečni dobni prirast zapremine. Treba napomenuti i da su ispitivane kulture približno iste starosti i da zbog toga prosečni dobni prirast zapremine približno jednako odražava uslove staništa kod svih oglednih polja.

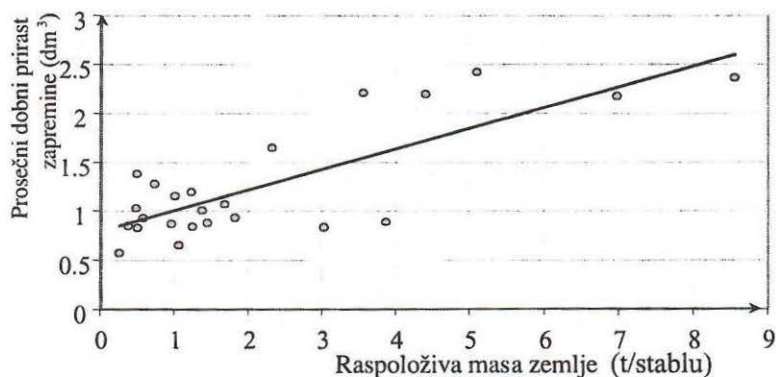
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1 Zavisnost proizvodnosti kultura crnog bora od svojstava zemljišta

Kulture crnog bora se, uglavnom, nalaze na plitkim skeletnim zemljištima, gde u ukupnoj masi soluma, frakcija sitne zemlje, odnosno, fiziološki aktivni deo zemljišta nije prisutan u dovoljnoj meri. Kod litosola površinu zemljišta čini kamenjar sa veoma malo jako humozne zemlje između kamenitih blokova i u pukotinama stena. Na ovakvim staništima crni bor je pokazao najslabiji uspeh. Kod starijih evoluciono genetskih stadijuma zemljišta povećava se učešće frakcije sitne zemlje, što obezbeđuje povoljnije uslove za razvoj ove vrste. To se prvenstveno odnosi na povećane kapaciteta primanja i zadržavanja vode, a takođe i na povećanje ukupne raspoložive količine hranljivih materija u zemljištu.

S obzirom da se crni bor, uglavnom, koristio za pošumljavanje terena na kojima nema mnogo zemljišne supstance konstatovana je značajna korelacija između ukupne mase zemlje i prosečnog dobnog prirasta zapremine po jedinici površine (slika 1). To nije slučaj sa bilo kojim pojedinačnim elementom ishrane.

Slika 1.– Zavisnost prosečnog dobnog prirasta zapremine crnog bora od mase zemlje



Rezultati analitičkog izravnavanja podataka su sledeći:

$$I_p = 0,7939 + 0,7952 (t \text{ zemlje/stablu});$$

$$R = 0,7952; R^2 = 0,6324; \text{ prilagođena } R^2 = 0,6157;$$

$$F(1;22) = 37,85; p < 0,0000; Se = 0,36 \text{ dm}^3;$$

Srednje stablo prinosa (I_p) iskazano je u dm^3 .

Ovako visoka zavisnost prosečnog dobnog prirasta zapremine od ukupne raspoložive mase zemlje (63,2%) ukazuje na značaj primenjene tehnologije pošumljavanja. U cilju ostvarivanja veće produkcije drvne zapremine, pri

budućim pošumljavanjima najtežih terena crnim borom, neophodno je primenjivati takve tehnologije pošumljavanja, kojima se obezbeđuje veća količina zemlje po sadnici. To su, na primer, gradoni, infiltracione bankete, terasiranje i slično.

Ukupna količina zemlje po jednom stablu u sastojini, kao nezavisno promenljiva, u jakoj je korelaciji sa svim ostalim nezavisno promenljivim (izuzev sa azotom), što se može videti iz korelacione matrice (tabela 1).

Tabela 1. – Matrica koeficijenata linearne korelacije za kulture crnog bora

Promenljiva	Masa zemlje	Fosfor	Humus	Azot	Kalijum	Pros.dob. prirast
Masa zemlje	1,0000	0,9723	0,8496	0,3253	0,8033	0,7952
Fosfor		1,0000	0,7851	0,2968	0,7136	0,8413
Humus			1,0000	0,4857	0,9257	0,4471
Azot				1,0000	0,3558	0,1443
Kalijum					1,0000	0,4118
Pros. dobni prirast						1,0000

I pored postojanja jake korelacije između mase zemlje i drugih promenljivih, masa zemlje je uvrštena u statističku analizu, jer objašnjava značajne fizičke karakteristike zemljišta (pre svega kapacitete primanja i zadržavanja vode), koje nisu mogle biti uzete u analizu zbog nedostatka podataka za većinu oglednih polja.

Na ovaj način izvedena višestruka linearna regresija nije dala zadovoljavajuće rezultate, jer parcijalni koeficijenti regresije nisu statistički značajni na odgovarajućem nivou. Zato je provedena postepena višestruka linearna regresija (*Forward stepwise*) u cilju dobijanja najboljeg modela.

Dobijeni su sledeći rezultati:

$$I_p = 0,9505 + 0,0317 (P_2O_5) - 0,0033 (\text{humus});$$

$$R = 0,9092; R^2 = 0,8266; \text{ prilagođena } R^2 = 0,8101;$$

$$F(2;21) = 50,06 \quad p < 0,0000 \quad Se = 0,25 \text{ dm}^3.$$

gde je: P_2O_5 – količina lako pristupačnih oblika fosfora po jednom stablu [g]

humus – sadržaj ukupnog humusa i organske materije po jednom stablu [kg].

Povećanjem lako pristupačnih oblika fosfata za jedan gram po jednom stablu crnog bora približno se povećava prosečan dobni prirast zapremine za $0,03 \text{ dm}^3$, dok povećanje humusa za jedan kilogram po stablu smanjuje očekivanu vrednost prosečnog dobnog prirasta zapremine za $0,0033 \text{ dm}^3$.

Sigurno je da prisustvo humusa popravlja zemljišnu strukturu, a samim tim utiče i na druge fizičke osobine zemljišta. Humusne materije povećavaju

sorptivna i puferna svojstva, što obezbeđuje hemijsku stabilnost zemljišnog rastvora i pozitivno se odražava na rast biljaka. Humus, takođe, predstavlja najvažniji izvor azota kojeg biljke koriste iz zemljišta. To znači, da je negativan predznak koeficijenta uz humus u jednačini višestruke regresije nelogičan i verovatno je rezultat multikolinearnosti humusa sa ostalim svojstvima zemljišta.

Takođe, zbog multikolinearnosti, odnosno postojanja jake korelacije između pojedinih svojstava zemljišta, nije konstatovan značajan uticaj raspoloživih količina azota i kalijuma po jednom stablu u sastojini na prosečni dobni prirast zapremine. Crni bor je izrazito oligotrofna vrsta, koja nema velikih zahteva prema pojedinim elementima ishrane. Količine biljkama lako pristupačnih oblika kalijuma kod svih oglednih polja su dovoljne da se potrebe u ishrani crnog bora ovim elementom zadovolje. Istovremeno, visoke količine ukupnog azota omogućavaju da se procesima mineralizacije oslobađaju dovoljne količine mineralnih oblika azota koje crni bor koristi za potrebe ishrane. Količine azota i kalijuma na skoro svim oglednim poljima na kojima je ispitivan crni bor su dovoljne za potrebe ove vrste, pa se najverovatnije zbog toga u postepenoj višestrukoj regresiji nije kao značajan faktor ispoljio uticaj kalijuma i azota na prosečni dobni prirast zapremine stabala.

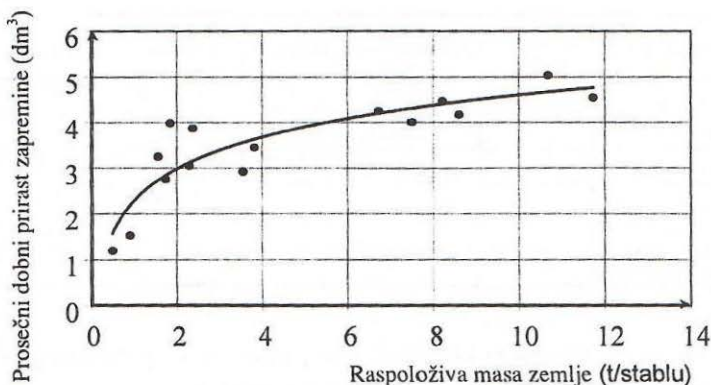
Crni bor, takođe, nema ni većih zahteva prema fosforu. Međutim, za razliku od kalijuma i azota, količine biljkama pristupačnih oblika fosfora u zemljištu, kod svih oglednih polja, su izrazito niske i, uglavnom, nisu dovoljne za potrebe ishrane ove vrste. To je rezultiralo ispoljavanjem statistički značajnog uticaja raspoloživih količina ovog elementa na prosečni dobni prirast zapremine stabla.

3.2 Zavisnost proizvodnosti kultura belog bora od svojstava zemljišta

Na staništima Pešterske visoravni beli bor je pokazao znatno veći prosečni dobni prirast zapremine od crnog bora. To nije samo rezultat povoljnijih edafskih uslova staništa na kojima je za pošumljavanje primenljivan beli bor, već i bolje prilagođenosti ove vrste na makroklimatske uslove ispitivanog područja u odnosu na crni bor. Istovremeno to je i rezultat bioloških razlika između ovih vrsta, jer beli bor uopšte ostvaruje veću produkciju drvne mase od crnog bora. Beli bor pokazuje znatno veći prosečni dobni prirast zapremine od crnog bora, čak i kada se nalaze u mešovitoj kulturi na jednom te istom zemljištu. To znači, da su bolje produkcijske sposobnosti belog u odnosu na crni bor, na području Pešterske visoravni, rezultat kako bioloških osobina ove vrste, tako i njegove veće sposobnosti da u datim stanišnim uslovima (vlažnost i temperatura) bolje iskoristi proizvodni potencijal zemljišta od crnog bora i ostvari veću produkciju drvne zapremine.

Kao i za crni bor, tako i za beli bor prosečni dobni prirast zapremine u najvećoj meri zavisi od ukupne raspoložive mase zemlje na površini, odnosno od razvojnog stadijuma zemljišta ili stepena njegove degradiranosti (slika 2).

Slika 2.– Zavisnost prosečnog dobnog prirasta zapremine belog bora od mase zemlje



Rezultati analitičkog izravnjavanja podataka su sledeći:

$$I_p = 2,2734 + 1,0139 \ln (t \text{ zemlje/stablu});$$

$$R = 0,8918; R^2 = 0,7952; \text{ prilagođeno } R^2 = 0,7795;$$

$$F(1;13) = 50,492; p < 0,00001; Se = 0,51 \text{ dm}^3.$$

To, takođe, znači da će i za beli bor na produkciju drvene zapremine u značajnoj meri uticati primenjena tehnologija pošumljavanja, kojom se delimično može uticati na raspoloživu masu zemlje po jednoj sadnici.

Linija regresije, koja najbolje odražava prosečni dobní prírast zapremine belog bora u zavisnosti od ukupne mase zemlje ima krivolinijski oblik. To znači, da ukupna masa zemlje po jednom stablu u sastojini jače utiče na prosečni dobní prírast zapremine kod mlađih evoluciono genetskih stadijuma zemljišta i jako erodiranih zemljišta, nego što je to slučaj sa razvijenim stadijumima veće produkcione sposobnosti. Iz ovoga se može zaključiti da primena tehnologija pošumljavanja koje povećavaju masu zemlje po jednom stablu u sastojini, odnosno u zoni razvijanja korenovog sistema, ima svoje opravdanje samo na staništima gde su zastupljena degradirana zemljišta ili mlađi evoluciono genetski stadijumi.

Za zemljišta na kojima je ispitivan beli bor karakteristična je jaka korelacija između mase ukupne zemlje po jednom stablu u sastojini i na ovaj način izraženih raspoloživih hranljivih materija po jednom stablu (tabela 2).

Beli bor je, takođe, oligotrofna i pionirska vrsta, kao i crni bor, samo je zastupljeniji od crnog bora u hladnijim, severnijim, područjima. Ni beli bor nema većih zahteva prema elementima ishrane u zemljištu. Zbog toga je i kod ove vrste postepenom višestrukom regresijom konstatovano da od svih ispitivanih makroelemenata ishrane, značajan uticaj na prosečan dobní prírast zapremine, odnosno na produkciju drvene zapremine, ima raspoloživa količina lako pristupačnih oblika fosfora u zemljištu. To je i razumljivo, jer su i azot i kalijum zastupljeni u dovoljnoj količini da zadovolje potrebe belog bora u ishrani.

Tabela 2. – Matrica koeficijena linearne korelacije za kulture belog bora

Promenljiva	Masa zemlje	Humus	Azot	Fosfor	Kalijum	Pros.dob. prirast
Masa zemlje	1,0000	0,6239	0,7376	0,9610	0,6791	0,7961
Humus		1,0000	0,8531	0,8050	0,9317	0,3750
Azot			1,0000	0,8546	0,7541	0,4729
Fosfor				1,0000	0,8174	0,7224
Kalijum					1,0000	0,4799
Pros. dob. prirast						1,0000

Regresionom analizom je konstatovano da zavisnost prosečnog dobnog prirasta zapremine od fosfora najbolje odražava parabola:

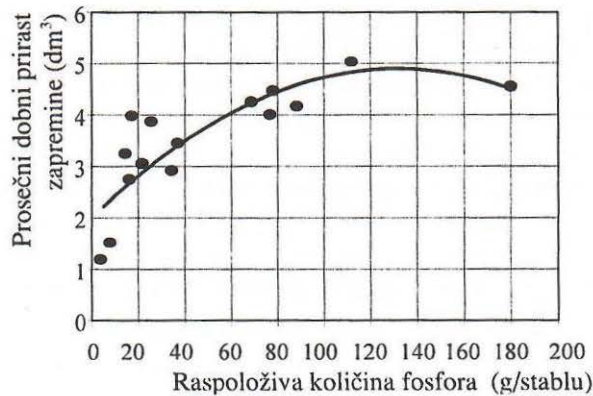
$$I_p = 2,0042 + 0,043826 (P_2O_5) - 0,000166 \times (P_2O_5)^2;$$

$$R = 0,8370; R^2 = 0,7007; \text{ prilagođen } R_2 = 0,6508;$$

$$F(2;12) = 14,047; p < 0,0007; Se = 0.64.$$

Zavisnost je prikazana i grafički (slika 3).

Slika 3. – Zavisnost prosečnog dobnog prirasta zapremine belog bora od sadržaja pristupačnih oblika fosfora po jednom stablu u sastojini



I za beli bor osnovni nedostajući element ishrane u zemljištu je fosfor. To je i ovde rezultat nedovoljne zastupljenosti ovog elementa za potrebe ishrane belog bora. Zemljišta pod kulturama belog bora i ovde pokazuju jaku korelaciju između ukupne zemlje i raspoloživih količina fosfora. Zato se može zaključiti da povećanjem mase zemlje u zoni razvijanja korenovog sistema (što se može postići primenom odgovarajuće tehnologije sadnje) dolazi do povećanja raspoloživih količina fosfora po jednom stablu u sastojini.

4. DISKUSIJA

Za obe ispitivane vrste drveća, konstatovano je da je fosfor osnovni makroelement ishrane, koji u najvećem broju slučajeva nije zastupljen u dovoljnoj količini za potrebe ovih vrsta. Ovaj neophodni element ishrane šumskog drveća, između ostalog, ulazi u sastav nukleoproteina koji izgrađuju ćelijsko jedro (Anderson, 1946. prema Tešić, Ž., Todorović, M., 1988). Upravo od ćelijskog jedra, odnosno od hromozoma, počinje deoba ćelija meristemskih tkiva, što je osnova rasta i prirasta. Zbog toga se može zaključiti, da je u cilju ostvarenja veće produkcije drvne zapremine, pri budućim pošumljavanjima crnim i belim borom staništa kod kojih je fosfor u izrazitem deficitu, poželjno predvideti i dodavanje određene količine fosfornih đubriva.

Crni bor je izrazito acidifikatorska vrsta, koja svojim lisnim opadom zakišeljava zemljište (Knežević 1982). To znači da se dužim delovanjem ove vrste na zemljište menjaju uslovi pedohemijske sredine, a pre svega, uslovi rastvorljivosti fosfata.

Na zemljištima kod kojih se fosfor nalazi u oblicima višebaznih kalcijumovih i magnezijumovih fosfata, koji su nepristupačni za biljke, acidifikacija zemljišnog rastvora dovodi do prevođenja nerastvorljivog tri-kalcijum fosfata u primarne i sekundarne oblike koji su rastvorljivi i koje biljke mogu da koriste za potrebe ishrane. Kod zemljišta kod kojih se fosfor nalazi u obliku niže baznih oblika gvožđevih i aluminijumovih fosfata acidifikacijom zemljišnog rastvora fosfor se potpuno okluduje u nepristupačne oblike.

Nedostatak biljkama pristupačnih oblika fosfora je karakterističan za sva krečnjačka zemljišta. Na ovih zemljištima u rezidualnom ostatku posle rastvaranja krečnjaka i ispiranja karbonata zaostaje visoka količina gvožđa i aluminijuma od kojih su sastavljeni pozitivno naelektrisani koloidi. Acidifikacijom zemljišta se povećava aktivnost pozitivno naelektrisanih koloida (bazidoida) na kojima se adsorbuju anjoni (Jakovljević, M., Pantović, M., 1991). Anjon fosforne kiseline podleže izuzetno jakoj adsorpciji i u slučajevima kada je zemljište bogato krajnjim produktima raspadanja minerala, koje čine različiti oksidi i hidrokoksidi gvožđa i aluminijuma (kao što je to slučaj sa zemljištima na krečnjacima) dolazi do neizmenljive adsorpcije.

Kod serpentinitskih zemljišta, s obzirom da su serpentinski feromagnezijski silikati, najzastupljeniji su gvožđevi i magnezijumovi fosfati, od kojih su magnezijumovi rastvorljiviji i pristupačniji biljkama. Acidifikacija zemljišta pod uticajem produkata razlaganja borovih četina na serpentinitskim staništima povećava rastvorljivost magnezijumovih, a smanjuje rastvorljivost gvožđevih fosfata.

U kiselim sredinama, fosforna kiselina se najvećim delom povezuje za gvožđe i aluminijum (Paul H. Struthers, Dale H. Seling, 1950; B.S. Jai Prakash, T.D. Bhasker, 1974). Daljom acidifikacijom zemljišta na kiselim silikatnim supstratima može se očekivati potpuno okludovanje fosfora u nepri-

stupačne oblike, jer su gvožđe i aluminijum u kiseloj sredini aktivniji, a kao slabe baze u zemljišnom rastvoru molarizuju sa OH- jonima. Tako molarizovani oblici gvožđa i aluminijuma nagrađuju višebazne fosfate. Tako se kod gvožđevih fosfata acidifikacijom, rastvorljiviji oblik $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$, prevodi u slabije rastvorljiv $\text{Fe}_2(\text{HPO}_4)_3$, zatim još slabije rastvorljive FePO_4 , $\text{Fe}_3(\text{OH})_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Fe}_2(\text{OH})_3\text{PO}_4$ i $\text{Fe}_3(\text{OH})_6\text{PO}_4$. Na isti način se okcluduju i aluminijumovi fosfati. Okcludovani fosfati trajnije ispadaju iz kruženja materija u ekosistemu, jer se ne mogu rastvoriti ni u prisustvu egzofermenata koje izlučuju zemljišni mikroorganizmi i koren viših biljaka.

Imajući u vidu da se uslovi rastvorljivosti fosfora pod kulturama crnog i belog bora menjaju i da sa razvojem kulture i povećanjem zemljišne kiselosti postaju sve teži, može se zaključiti da je poželjno unošenje mineralnih oblika fosfata u zemljište prilikom pošumljavanja. Kako su sva jedinjenja fosfora slabo pokretna, odnosno jako sporo migriraju kroz zemljišni profil, fosfate treba uneti na dno sadne jame.

Za osnovno đubrenje, prilikom pošumljavanja, ne bi trebalo koristiti rastvorljive (biljkama pristupačne) fosfate, kao što su fosfati amonijaka, kalijuma, monokalcijum fosfat i sl, jer će oni u nastupajućim uslovima posle pošumljavanja, odnosno u uslovima stalnog zakiseljavanja zemljišnog rastvora i adsorptivnog kompleksa pod uticajem borovih kultura, lakše prelaziti u okcludovane, i biljkama nepristupačne oblike. Tako bi se primenom rastvorljivih fosfata sa razvojem kultura i povećanjem zahteva za ovim elementom ishrane smanjivala njegova rastvorljivost i pristupačnost.

S obzirom da su i crni i beli bor vrste koje dobro podnose prisustvo kalcijuma u zemljištu, za osnovno đubrenje pri pošumljavanju može se koristiti nerastvorljivi $\text{Ca}_3(\text{P}_2\text{O}_4)_2$ – trikalcijum-fosfat. Ovaj višebazni oblik fosfora će se u kiseloj sredini, pod dejstvom organskih kiselina koje nastaju razlaganjem borovih četina, postepeno prevoditi u sekundarne $\text{Ca}_2(\text{HP}_2\text{O}_4)_2$, a zatim i u primarne $\text{CaH}_2\text{P}_2\text{O}_4$, odnosno rastvorljive kalcijumove fosfate. Na taj način će razvojem kultura (koje prati acidifikacija zemljišta i istovremeno povećanje zahteva u ishrani) dolaziti do oslobađanja fosfora iz nepristupačnih oblika u pristupačne.

Unošenje nosećeg katjona fosforne kiseline (kalcijuma) ne bi smelo da ima značajniju negativnu ulogu ni kod jednog tipa zemljišta na kojima su podizane kulture crnog i belog bora. Prvenstveno zbog toga što crni i beli bor nisu kalcifobne vrste i dobro podnose čak i slobodne kalcijumove karbonate u zemljištu. Istovremeno ni unete količine kalcijuma nisu toliko velike, da bi značajnije uticale čak i na kalcifobne vrste kao što je breza, pitomi kesten i sl. Prisustvo kalcijuma bi samo delimično usporilo acidifikaciju. Na krečnjačkim zemljištima kalcijum je već dominantan katjon u adsorptivnom kompleksu. Na serpentinitima gde je ovaj makroelement ishrane u deficitu bi popravio odnos kalcijuma prema magnezijumu, a kod kiselih smeđih zemljišta bi njegovo povećanje u kompleksu dovelo do popravljivanja strukture. Do kraja ophodnje crnog i belog

bora može se očekivati iznošenje značajnijih količina kalcijuma iz zemljišnog soluma, pa ovakva mera njegovog unošenja kao nosača nedostajućeg elementa (fosfora) može da ima samo pozitivnu ulogu usporavanja tendencije smanjivanja plodnosti zemljišta tokom ophodnje crnog i belog bora.

5. ZAKLJUČAK

Pošumljavanjem peštarske visoravni crnim i belim borom u potpunosti je uspostavljena zaštitna i hidrološka funkcija šuma. Ove funkcije su se uspostavile već samim prijemom sadnica pri pošumljavanju i uspostavljanjem sklopa. Međutim, proizvodne osobine podignutih sastojina na nekim staništima nisu zadovoljavajuće. Jednim delom to je rezultat neblagovremene nege, a drugim proizvodnog potencijala staništa. Slab razvoj kultura, na nekim staništima, odnosno nezadovoljavajući visinski i debljinski prirast (od kojih zavisi zapremina) se direktno odražavaju i na estetsko dekorativnu funkciju novopodignutih šumskih ekosistema.

Izvršenim istraživanjima konstatovano je da prosečni dobni prirast zapremine (prinos), za obe ispitivane vrste, u najvećoj meri zavisi od raspoložive količine zemlje u kojoj se razvija koren šumskog drveća. Na ovo se može uticati primenom odgovarajuće tehnologije pošumljavanja koja obezbeđuje veću količinu zemlje u zoni korena. To mogu biti gradoni, terase, infiltracione bankete, podziđivanje i sve ostale tehnologije koje podrazumevaju donošenje zemlje sa okolnih mikrolokacija, površine koja se pošumljava, na lokaciju u kojoj se sadi sadnica. Kod razvijenijih stadijuma zemljišta, gde je prisustvo zemljišne supstance dovoljno, mogu se primenjivati i klasične metode pošumljavanja kontejnerskim sadnicama. Predložene tehnologije pošumljavanja su skupe, ali donose daleko veću ekonomsku korist od klasičnih metoda pošumljavanja.

Staništa na kojima su zastupljeni litosoli plitke krečnjačke crnice, rankeri na serpentinitima i druga slabo produktivna zemljišta moraju biti pod šumskom vegetacijom, jer ovakve površine nisu produktivne ni kao pašnjaci, a istovremeno nanose štetu produkcijom velikih viškova voda od kojih u ekstremnim godinama nastaju razorne (bujične) vode. To znači, da se za njihova pošumljavanja moraju izdvojiti sredstva od strane šire društvene zajednice, a pre svega: vodoprivrede, elektroprivrede, poljoprivrede i drugih. Pošumljavanje slabo produktivnih staništa klasičnim metodama obezbediće zaštitnu i hidrološku funkciju šuma, ali ne i ostale funkcije. To, takođe, znači da je za povećanje značaja ekonomske funkcije šuma, a samim tim i estetsko dekorativne, potrebno samo nešto veće ulaganje.

Od osnovnih makroelemenata ishrane, na ispitivanim staništima nedostaje fosfor, zbog toga se preporučuje da se prilikom pošumljavanja, crnim i belim borom, bez obzira kakva se tehnologija usvoji, u dublje delove soluma (na dno sadne jame) doda izvesna količina nerastvorljivog trikalcijum-fosfata, koji će, u

dužem vremenskom periodu, u uslovima menjanja reakcije pedohemijske sredine pod uticajem crnog i belog bora predstavljati izvor pristupačnih oblika azota za biljke. Ovaj tip đubriva se ne preporučuje za druge vrste, a naročito ne za kalcifobne.

LITERATURA

- Hadživuković, S. (1991): Statistički metodi. Drugo prošireno izdanje. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Jakovljević, M., Pantović, M. (1991): Hemija zemljišta i voda. Naučna knjiga, Beograd.
- Jai Prakash, B.S., Bhasker, T.D. (1974): Exchangable Aluminium and Phosphorus Sorption of Some Acid Soils of Mysore State. Soil science, No 4, Vol. II8. pp. 243-246.
- Knežević, M. (1992): Promene zemljišta pod uticajem kultura crnog bora, smrče i belog bora na različitim staništima u Srbiji. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet, Beograd.
- Rakonjac, Lj. (1993): Uticaj tehnoloških postupaka pošumljavanja na prijem i razvoj šumskih kultura crnog i belog bora na Peštterskoj visoravni. Magistarski rad. Šumarski fakultet, Beograd.
- Rakonjac, Lj. (2002): Šumske zajednice i potencijalna šumska vegetacija Peštterske visoravni kao osnova za pošumljavanje. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet, Beograd.
- Ratknić, M. (2002): Pošumljavanje Peštterske visoravni. Ministarstvo za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu. Beograd.
- Struthers, P.H., Selig, D.H. (1950): Effect of Organic Anions on Phosphate Precipitation by Iron and Aluminium as Influenced by pH. Soil Science.
- Tešić, Ž., Todorović, M. (1988): Mikrobiologija. Naučna knjiga, Beograd.

DEPENDENCE OF AUSTRIAN PINE AND SCOTS PINE PLANTATION PRODUCTIVITY ON SOME SOIL PROPERTIES AT PEŠTTERSKA VISORAVAN

*Zoran Miletic
Miloš Koprivica
Nenad Marković*

Summary

It was concluded that average periodic volume increment of Austrian pine and Scots pine depends mostly on the available quantity of soil per tree in the stand. The available quantity of soil per one tree can be partially affected by the selection of the afforestation technology. Of all the basic elements in the soil, the study sites of Peštterska Visoravan are deficient only in phosphorus. Consequently, we propose a type of phosphorous fertiliser which suits the physiological properties of Austrian pine and Scots pine nutritive requirements, in the conditions of soil acidification caused by these species.

Recenzent: prof. dr Milan Knežević.