



Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

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

Ćirić, Milivoje

1975

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

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

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

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

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI BOSNE I HERCEGOVINE

POSEBNA IZDANJA

KNJIGA XXIII

ODJELJENJE PRIRODNIH I MATEMATIČKIH NAUKA

Knjiga 5.

SIMPOZIJUM O PROBLEMIMA ISTRAŽIVANJA ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA

Sarajevo — Tjentište, avgusta 1973.



Urednik

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

SARAJEVO
1975.

MILIVOJE ĆIRIĆ*

PROBLEMI ISTRAŽIVANJA PRODUKTIVNOSTI ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA

U V O D

Proučavanja naših šumskih zemljišta bila su u prvim fazama razvoja uglavnom usmerena na osnovno upoznavanje fonda šumskih zemljišta i usavršavanje klasifikacije izrazito šumskih tipova zemljišta. U to vreme pedologija u poljoprivredi već ima izvesnu tradiciju, a neke njene oblasti razvile su i visok nivo eksperimentalnog rada. Međutim, to nije moglo imati većeg odraza na pedologiju u šumarstvu, jer je poljoprivreda koncentrisala pažnju na ravničarska zemljišta, a zemljišta brdsko-planinskih regiona sa nizom specifičnih svojstava — gotovo nisu bila obuhvaćena istraživanjima. Stoga je faza opšte inventarizacije i sistematizacije planinsko-šumskih zemljišta bila neophodna polazna osnova daljeg razvoja šumarske pedologije.

Ubrzo uz osnovnu inventarizaciju zemljišnog fonda javlja se i orijentacija na proučavanje odnosa između šumske vegetacije i zemljišta, i to uz saradnju sa fitocenolozima. U početku u proučavanju odnosa između zemljišta i vegetacije preovlađuju ekološki, taksonomski i geografski aspekti, ali se pod uticajem zahteva iz prakse sve više obraća pažnja i na proizvodne elemente. Takav kompleksni interdisciplinirani pristup rezultirao je na kraju prvim jugoslovenskim klasifikacijama tipova šuma, koje, iako još nedovoljno usavršene, već ulaze u praktičnu upotrebu. Sve ove aktivnosti imale su pretežno karakter globalnog karakterisanja složenog kompleksa koji čini šumsko zemljište i vegetacija.

Potreba daljeg, dubljeg proučavanja pojedinih svojstava zemljišta dovela nas je do koncepcije da ključni pravci istraživanja u daljem razvoju treba da budu: proučavanje vodnog režima šumskih zemljišta, režima elemenata mineralne ishrane i režima organskih materija u zemljištu. Budući da su ovo izrazito dinamičke pojave, težište u metodu rada treba da se stavi na stacionirano eksperimentalno istraživanje. Ta tri pravca istraživanja treba da obezbede nužnu naučnu osnovu za izbor vrsta drveća i planiranje uzgojnih i melioracionih mera.

* Šumarski fakultet — Sarajevo.

Krajnji cilj svih ovih istraživanja je da se dobiju naučne osnove za postizanje maksimalnog prinosa, uz očuvanje osnovnog proizvodnog potencijala šumskih zemljišta. Prema tome, svako naše istraživanje, iako počiva na fundamentalnim osnovama, mora biti inspirisano pitanjem: kakav to značaj ima za prinose i proizvodnost zemljišta? Mi smo i do sada procenjivali proizvodnost zemljišta, uglavnom globalno i manje-više subjektivno. Međutim, danas su znanja o šumskim zemljištima dovoljno narasla da se problemi produktivnosti zemljišta mogu egzaktnije tretirati.

DEFINICIJE POJMOVA

Iako su definicije pojmova o kojima ovde raspravljamo danas dosta ujednačene, postoje još uvek neke suštinske i terminološke razlike. Stoga je potrebno da preciziramo pojmove kojima se ovde koristimo i da definišemo odnose među njima.

Detaljna analiza istorijskog razvoja pojma plodnosti zemljišta (Boguslavski, 1965) pokazuje da je plodnost, iako predstavlja svojstvo zemljišta, uvek dovođena u vezu sa biljkama koje na zemljištu rastu i sa prinosima koje one postižu. Današnje brojne definicije plodnosti zemljišta se ne razlikuju mnogo u suštini, iako se još uvek mogu sresti jednostrane definicije koje plodnost dovode u vezu samo sa sadržajem mineralnih elemenata u zemljištu. Oslanjajući se na Viljamsovu osnovnu definiciju, mi plodnost zemljišta definišemo kao njegove sposobnost da snabdeva biljke koje na njemu rastu hranljivim elementima, vodom i kiseonikom. Na osnovu ove, kao i ostalih definicija, proizilazi da je plodnost zemljišta njegovo kvalitativno svojstvo. Očigledno je, međutim, da različita zemljišta obezbeđuju biljke pobrojenim životnim faktorima u većoj ili manjoj meri, pa može da se govori o većoj ili manjoj plodnosti zemljišta. Kada se radi o iskorišćavanju zemljišta u biljnoj proizvodnji, veličina plodnosti je upravo ključno pitanje i krajnji cilj svih istraživanja.

Za merenje i gradiranje veličina plodnosti potrebni su realni merljivi pokazatelji. Neposredno merenje elemenata plodnosti zemljišta je veoma otežano zbog kompleksnosti uticaja mnogobrojnih svojstava zemljišta na plodnost, kao i zbog dinamičnosti tih elemenata. Zato se najčešće uzima veličina prinosa biljaka kao indikator plodnosti zemljišta i mera njegove produktivnosti. Prinos je, međutim, pored plodnosti zemljišta, rezultat funkcije klime, biološkog potencijala biljne vrste i uticaja čoveka. Prema tome, prinos je mera produktivnosti staništa kao celine, a zemljište u tom ukupnom rezultatu participira u većoj ili manjoj meri.

Nas u pedologiji upravo interesuje veličina toga udela različitih zemljišta u produktivnosti šumskih staništa, jer bi se to moglo smatrati produktivnošću zemljišta. Apsolutna veličina udela zemljišta u ukupnoj proizvodnji drvne mase se ne može utvrditi, jer je nemoguće odvojiti uticaj zemljišta od delovanja ostalih stanišnih faktora. Međutim, mi možemo da utvrdimo da li se i u kolikoj meri dva zemljišta razlikuju po svojoj produktivnosti. Do takvih informacija dolazimo ako pratimo rast određene vrste drveća u jednakim klimatsko-reljefskim i sastojinskim uslovima, ali na različitim tipovima zemljišta. U takvim uslovima razlike u prinosu

indikiraju razlike u plodnosti zemljišta i pokazuju koliko je jedno zemljište produktivnije od drugog. Tako se može sačiniti skala relativne produktivnosti tipova zemljišta (produktivnost jednog tipa u odnosu na drugi tip).

Iz ovakvog razmatranja proizilazi da plodnost i produktivnost jednog zemljišta nisu identični pojmovi iako stoje u direktnoj zavisnosti. Plodnost je, kako to ističe više autora (Boguslavski, 1965, Köhenlein, 1965, Linser, 1965), sposobnost zemljišta definisana sumom njegovih svojstava; to je u suštini potencijal, jedna latentna veličina čija realizacija zavisi od klime, biljne vrste i uticaja čoveka. Produktivnost iskazana prinosom je, pak, veličina realizovanog potencijala.

Iako se o plodnosti zemljišta najčešće prosuđuje na osnovu realizovanog prinosa (produktivnosti), ima slučajeva kada je potrebno utvrditi i veličinu plodnosti kao potencijala, tj. neposrednim merenjem svojstava samog zemljišta. To činimo kada bonitiramo zemljište za katastarske svrhe ili kada ga treba proceniti u cilju prodaje ili zamene. U šumarstvu se takva potreba pojavljuje kada imamo gole površine koje treba pošumiti i pri tome prognozirati prinos. Razume se da je ocena plodnosti zemljišta u takvim slučajevima pouzdanija ako su naši pokazatelji plodnosti negde u sličnim uslovima poređeni sa prinosom kao indikatorom koji može da verifikuje našu ocenu plodnosti.

Precizirajući osnovne pojmove »plodnost zemljišta«, »produktivnost zemljišta« i »produktivnost staništa«, mi možemo da idemo i u njihovu dalju razradu. Tako je sasvim celishodno da se razlikuje prirodna i stečena plodnost zemljišta. Prirodna plodnost je rezultat razvoja zemljišta i ona se u toku evolucije zemljišta menja, sledeći približno liniju parabole. Stečena plodnost je ona koju zemljište poprima čovekovim delovanjem. Ona može da bude manja od prirodne (degradacija plodnosti), ili veća od nje (progradacija). Stečena plodnost je promenljiva i zavisi od umešnosti čoveka i nivoa tehnike. Na osnovu toga ona može i da se prognozira.

Kada se radi o produktivnosti šumskih staništa, mi najčešće ocenjujemo »efektivnu produktivnost« — prinos u datom momentu. To je polazna osnova i nužna informacija za ocenu i klasifikaciju staništa. Ali, za planiranje mera u jednom intenzivnom šumarstvu potrebno je da se zna koliko je efektivna produktivnost ispod »maksimalnog proizvodnog potencijala staništa«, koji bismo mogli da definišemo kao veličinu očekivanog prinosa u uslovima kada je zasadena odgovarajuća vrsta se najvećim biološkim potencijalom i kada je utvrđenim sistemom gazdovanja najracionalnije iskorišten klimatski potencijal staništa. Razume se da se takve informacije mogu dobiti samo na osnovu eksperimenta, a utvrđene veličine ne mogu imati trajnu vrednost, jer napredak agrotehnike i selekcije drveća stalno pomera naviše granice naših mogućnosti.

PREGLED PROUČAVANJA PRODUKTIVNOSTI ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA U JUGOSLAVIJI

Prve egzaktne podatke o produktivnosti naših šumskih zemljišta nalazimo u radu P. Drinića (1963), u kojem su dati iscrpni podaci o prirastu crnog bora na nekim tipovima zemljišta. Na osnovu tih podataka

Čirić je (1965) ustanovio da postoji visok stepen korelacije između bonitetnog broja zemljišta, dobivenog bodovanjem njegovih svojstava po Vogelovoj metodi, i boniteta sastojine kao indikatora produktivnosti staništa. Razvrstavanje eksperimentalnih ploha P. Drinića, koje su postavljene radi ispitivanja taksacionih elemenata u šumama crnog bora prema tipovima zemljišta, takođe je pokazalo logične razlike u bonitetu sastojina crnog bora na različitim tipovima; isto tako pokazalo se da u okviru pojedinih tipova zemljišta bonitet najviše zavisi od dubine, mineraloškog i granulometrijskog sastava zemljišta.

Ocnom plodnosti zemljišta na osnovu rasta i prinosa različitih vrsta drveća u šumskim kulturama bavili su se Martinović (1965—1966) i Komlenović i Martinović (1966). Njihova uporedna istraživanja rasta kulture iste vrste drveća na dva različita tipa zemljišta pokazala su očite razlike između pojedinih tipova i omogućila da se utvrdi kojem svojstvu zemljišta te razlike mogu da se pripisu. Kao pokazatelj produktivnosti iskorišćavani su srednja visina stabala, srednji prečnik, ukupna zapremina drvene mase procenjena na normalan broj stabala, prosečni visinski prirast, ukupna količina proizvedene organske mase i dr. Iako su se prema svakom od ovih pokazatelja mogle uočiti jasne razlike između dva ispitivana zemljišta, i to u skladu sa razlikama u svojstvima koja imaju značaja za plodnost, ipak ti podaci imaju samo relativnu vrednost i ne mogu se iskorišćavati kao neka apsolutna mera za produktivnost.

Munkačevićeva je (1967) ispitivala proizvodnu vrednost zemljišta u polju Dunava i Drave u odnosu na topolu. Proučavajući detaljno svojstva zemljišta na 15 oglednih površina sa topolom, ona je na osnovu dobivenih informacija pokušala da utvrdi vezu između bonitetnog broja zemljišta i prosečnog prirasta topola kao mere produktivnosti kulture. Bonitiranje po Tajčinovu nije dalo zadovoljavajuće rezultate, što je i razumljivo budući da njegov sistem ne uzima elemente koji su za ova specifična staništa najvažniji (podzemna voda). Bolje podudaranje dobiveno je primenom nemačkog sistema bodovanja (Rothkegel), pri čemu se pokazala potreba da se i taj sistem koriguje unošenjem podataka o podzemnoj vodi, koja, pored granulometrijskog sastava i sadržaja humusa, ima ovde najveći značaj. Tako su ova istraživanja pokazala koja svojstva zemljišta su za proizvodnost topolovih kultura najvažnija i pružila neke orijentacione bonitetne brojeve za prognozu prinosa.

Tajčinovljev metod pokazao se pogodnijim za bonitiranje razvojne serije zemljišta na pesku Deliblatske peščare. Antić et al (1969) primenom ovog metoda vrlo dobro su izdiferencirali sve razvojne stadijume zemljišta koji se na pesku javljaju, pri čemu je raspon između najrazvijenijeg stadijuma (pararendzine) i sirozema bio 100:13.

Proučavajući prirast topole (klon I—214) na aluvijalnim, livadskim, ritskim i pseudoglejnim zemljištima, Živanov je (1970) utvrdio da je prirast (tekući debljinski i visinski prirast srednjeg stabla i prosečni zapreminski prirast srednjeg stabla i po hektaru) na ispitivanim zemljištima vrlo različit i da najviše zavisi od vodno-fizičkih svojstava zemljišta, uglavnom od granulometrijskog sastava, režima podzemnih i poplavnih voda i režima padavina.

Nastojeći da okarakterišu aktuelnu produktivnost šumskih zemljišta BiH Ćirić et al. (1972) iskorišćavaju bonitet satojine kao indikator produktivnosti šumskih staništa. Na osnovu velikog broja podataka iz inventure šuma (Matić et al., 1971) izračunati su prosečni boniteti za glavne vrste šumskog drveća BiH na različitim tipovima zemljišta, kao i distribucija bonitetnih klasa unutar svakog tipa zemljišta. Pokazalo se da se tipovi zemljišta međusobno logično razlikuju po prosečnoj produktivnosti, iako variranje klime nije uzeto u obzir, i da tip zemljišta može biti baza za grublju procenu produktivnosti šumskih staništa.

Produktivnost kompleksa krečnjačkih zemljišta u odnosu na muniku ispitivali su Jović N. i Jović D. (1972). Iskorišćavajući srednju sastojinsku visinu, srednji prečnik, veličinu temeljnice, veličinu zapremine i zapreminskog prirasta satojine, autori su pokazali da se ispitivana zemljišta (crnice i smeđa zemljišta) jasno razlikuju po svim ispitivanim pokazateljima. Ova ispitivanja su takode pokazala da tipovi zemljišta u okviru ujednačenih klimatskih regiona mogu biti dobra osnova sa procenu i prognozu produktivnosti staništa.

Manuševa et al. (1972) istraživali su zavisnost nekih pokazatelja produktivnosti staništa šuma crnog bora na peridotitu (bonitet, procent prirasta, tekući visinski prirast i zalihe drvne mase po hektaru) od dubine humusno-akumulativnog horizonta, sadržaja C, N i P, K, Ca, Mg u ravnotežnom rastvoru i od reakcije sredine. Iako je primenjen metod jednostavne korelacije, a broj podataka bio ograničen, autori su utvrdili neke signifikantne zavisnosti, pri čemu se značaj zemljišnih svojstava menja i zavisno od toga koji pokazatelj produktivnosti je upotrebljen.

Manuševa je (1972) primenom metode jednostavne korelacije utvrdila postojanje zavisnosti boniteta i tekućeg prirasta bukve, jele i smrče od sadržaja C i N u humusnom horizontu kiselih smeđih zemljišta u BiH.

Više radova tretira zavisnost produktivnosti od količine i stanja hranjivih elemenata, bilo u prirodnim uslovima ili u eksperimentima sa primenom mineralnih đubriva. Ovim problemima biće posvećena pažnja u drugom referatu koji će biti podnesen na svom Simpozijumu, pa se ovde ne analiziraju iako tretiraju istu problematiku.

Na osnovu pregleda naše literature mogu se istaći sledeće konstatacije:

1. Radovi koji tretiraju problem produktivnosti šumskih zemljišta još uvek su sporadični, a najčešće im je bio cilj da utvrde proizvodne karakteristike pojedinih taksonomskih jedinica naše klasifikacije zemljišta. Prve informacije pokazuju da naša klasifikacija može dosta dobro da posluži kao osnova za globalnu procenu produktivnosti šumskih zemljišta i šumskih staništa.

2. Analiza rasta šumskih kultura na heterogenom zemljištu predstavlja pogodan metod za utvrđivanje relativne produktivnosti pojedinih tipova zemljišta. U tim uslovima su obično svi elementi staništa bili ujednačeni (starost, poreklo i razmak sadnje drveća, klimatski i reljefski uslovi i drugo), tako da se razlike u rastu kultura mogu dovesti u vezu sa razlikama u svojstvima zemljišta. Na taj način se, pored utvrđivanja re-

lativne produktivnosti taksonomskih jedinica, mogao utvrditi i značaj pojedinih svojstava zemljišta za rast nekih vrsta drveća (npr. uticaj karbonata na borovac — J. Martinović).

3. Svojstva zemljišta koja imaju proizvodni značaj često variraju u dosta širokom intervalu unutar jedne taksonomske jedinice i zato se samom determinacijom jedinica ne mogu dobiti dovoljno pouzdane informacije o njihovoj plodnosti. Stoga smo se našli pred problemom kako unutar tipova zemljišta izvršiti gradaciju njihove plodnosti. Ta gradacija se korektno može izvršiti ako se uzme u obzir variranje većeg broja svojstava relevantnih za plodnost. Taj problem se pokušava rešiti bodovanjem, čime se dolazi do relativnih brojeva koji indiciraju visinu plodnosti zemljišta. Pokazalo se da ti bonitetni brojevi dosta dobro koreliraju sa prinosom pojedinih vrsta (bor i topola). Pri tome se za borova staništa, koja imaju dosta uzak klimatski interval, moglo izvršiti ograničenje samo za bonitiranje svojstava zemljišta, ali se za topole morao da uzme u obzir i režim podzemnih voda. Bonitiranje može imati značaja za praksu, ali je to integralni pokazatelj kojim se obuhvata samo sumarni uticaj zemljišnih svojstava. Na taj način ne možemo da utvrdimo relativni značaj pojedinih svojstava za prinose. Zato ovim metodom dobijamo osnove samo za prognozu, ali ne i dovoljne osnove za melioracione intervencije, jer ne znamo koje svojstvo u datim uslovima ima najveći značaj i koliko njegova izmena može doprineti povećanje prinosa.

4. Učinjeni su prvi koraci u proučavanju zavisnosti prinosa od pojedinih svojstava zemljišta primenom korelacionih analiza (Manuševa et al., 1972). Sigurno je da će se primenom adekvatnijeg matematičkog modela i iskorišćavanjem većeg broja podataka dobiti sigurniji rezultati. Međutim, važno je da je to dosta jednostavan put da se utvrde svojstva zemljišta koja imaju najveći značaj za njegovu produktivnost u datim uslovima. Za takva istraživanja mora da se odabere samo jedan pokazatelj produktivnosti, jer su ova početna istraživanja pokazala da se redosled svojstava po značaju menja, u zavisnosti od izabranog pokazatelja. To ujednačavanje je nužno i radi uporedivosti svih rezultata naših istraživanja u ovoj oblasti, a u ovom trenutku mi iskorišćavamo više različitih pokazatelja.

PROBLEMI I METODI U SAVREMENIM ISTRAŽIVANJIMA PRODUKTIVNOSTI ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA

Proučavanje produktivnosti šumskih zemljišta postaje u poslednje vreme jedna od najvažnijih preokupacija šumarske pedologije, što je naročito vidljivo u američkoj literaturi. Pri tome je uočljivo da su ciljevi i metodi dosta različiti, iako se glavna pažnja koncentriše na nekoliko osnovnih problema. Mi ćemo dati kratak pregled najvažnijih pravaca savremenih istraživanja u ovoj oblasti, što uz naše dosadašnje iskustvo može pomoći pravilnijem orijentisanju naših daljih napora.

Vegetacija kao mera i indikator produktivnosti šumskih staništa

Videli smo da se pri razmatranju problema produktivnosti zemljišta prinos nalazi u centru pažnje, bilo kao mera produktivnosti, ili kao indi-

kator i verifikator ocene plodnosti zemljišta. Merenje prinosa u poljoprivrednoj proizvodnji ne predstavlja poseban problem. Međutim, šumsko drveće ostvaruje prirast u toku dugog vremenskog perioda, sa promenljivom dinamikom i u različitom sastojinskom sklopu, a iskorišćavanje proizvoda se obično vrši selektivno i povremeno. U takvim uslovima neposredno merenje ukupne količine proizvedene organske mase ili drvene mase po jedinici površine praktično nije moguće. Stoga se koristimo različitim taksacionim elementima kao indikatorima visine prinosa. Moramo se, znači, zadovoljiti merenjem samo dela celine, tražeći da mereni deo korelira u visokom stepenu sa ukupnim prinosom.

Pokazatelj prinosa koji se već više od 50 godina najviše iskorišćava je visina stabala, na osnovu koje se izračunavaju različiti indeksi (bonitet, site index, H-100). Do toga podatka se dosta lako dolazi, a on relativno dobro indicira produktivnost staništa. Ovom pokazatelju produktivnosti staništa se, međutim, prigovara da pored stanišnih uslova zavisi i od sastojinskih odnosa koje kreira čovek (sklop, način iskorišćavanja sastojine, požari itd.), pa stoga može pružati nerealnu sliku o stvarnom potencijalu staništa. Pokazalo se takođe da izračunati indeksi ne koreliraju idealno sa prinosom u celini, što velikim delom može da se pripiše i metodološkim greškama (Farnsworth, Leaf, 1963). Konstruisane bonitetne krivulje nose u sebi greške i zbog toga što tok rasta drveća u sastojini može biti promenljiv kako zbog sastojinskih uslova (konkurencija korova u mladosti, npr.), tako i zbog klimatsko-geografskih uticaja. Najzad, visina je kumulirana veličina i zato bonitet koji se na osnovu nje određuje ne može idealno da korelira sa stanišnim uslovima u trenutku merenja.

Zbog nedostataka koje ima bonitet kao pokazatelj produktivnosti, postoje tendencije da se nađu bolji pokazatelji, bilo korekcijom indeksa izračunatih na bazi visine stabala (Farnsworth, Leaf, 1963), ili traženjem sasvim novih pokazatelja. Da bi se pri merenju visinskog rasta izbegli negativni uticaji koji su se mogli ispoljiti u mlađem dobu rasta sastojine (konkurencija korova, zasenjivanje, uticaj mraza, uticaj tehnike sadnje), predlaže se merenje samo viših segmenata stabla, umesto celokupne visine (Heiberg, 1956), a Wakely i Marrero (1958) predlažu internodijalni petogodišnji visinski prirast određenog perioda.

Tražeći bolje pokazatelje produktivnosti, neki autori se obraćaju drugim taksacionim elementima. Tako Sammi (1965) predlaže da se uzme zapremina po jedinici površine iskazana preko srednjeg prečnika sastojine, a Martinović (1966) koristi se ukupnom zapreminom drvene mase procenjenom na normalan broj stabala.

Bonitet ili prirast, kao indikatori šumskih staništa, imaju i taj nedostatak što se skale prema bonitetu ili prirastu dvaju različitih vrsta šumsko drveća ne mogu porediti, a mi nemamo jednu vrstu drveća na svakom tipu zemljišta. Da bi sve vrste drveća sveo na uporedivu osnovu, Sudackov (1968) predlaže da se kao baza transformacije uzme zapreminska težina drveća, jer ona bolje pokazuje masu proizvoda nego sama zapremina drveta. Ako se zapreminska težina najlakšeg drveta (smrče, npr.) podeli sa zapreminskim težinama ostalog drveća, dobija se relativni broj x . Množenjem zapreminskog prirasta bilo koje vrste sa njenim relativnim

brojem x dobija se prirast iskazan u uslovnim jedinicama mase najlakšeg drveta. Na taj način se dobija relativna mera produktivnosti, nezavisno od biljne vrste koja na zemljištu raste.

U sovjetskoj literaturi često se produktivnost iskazuje ukupnom produkcijom biomase, a taj pokazatelj se obično dovodi u vezu sa količinom elemenata u biološkom kruženju (Sloboda et al., 1970), *G o v o r e n k o v* (1970).

U prizemnoj vegetaciji se takođe traži mogućnost za procenu produktivnosti staništa, čemu je naročito podsticaj dalo dobro podudaranje (u proseku) između bonitetnih klasa za bor i smrču i vegetacijskih tipova Cajandera, koji su izdvojeni na bazi prizemne vegetacije (*A ' t o n e n*, 1929). Uzimajući kao kontrolnu meru produktivnosti srednju zapreminu »glavnog nivoa stabala« (drveće u najvišem spratu, sa dobro razvijenom slobodnom krunom), *V i n c e n t* je (1949) utvrdio da taj pokazatelj dobro korelira sa tipovima šuma izdvojenim na bazi prizemne vegetacije. Tako u okolini Brna produktivnost smrčevih staništa opada sledećim redosledom: *Asarum europeum* tip, *Asperula odorata*, *Carex pilosa*, *Carex digitata*, *Carex montana* i *Festuca ovina*. Zato *V i n c e n t* smatra da se na osnovu prizemne vegetacije može prognozirati produktivnost. *D a u b e n m i r* je (1961) utvrdio da bonitetne krivulje ne indiciraju dobro visinski rast *Pinus ponderosa*-e u istočnom Washingtonu. Međutim, kada se njegovi podaci razvrstavaju na tipove šuma (Habitat types) koji se izdvajau kao klimatogene zajednice na osnovu prizemne vegetacije, pokazuje se dobra korelacija sa visinskim rastom. Do sličnog rezultata dolaze i *Frauendorfer* i *Eckart* (1961), ograničavajući vrednost prizemne vegetacije kao indikatora produktivnosti na čiste smrčeve šume koje rastu na ujednačenom supstratu i u ujednačenim klimatskim uslovima. *V i r o* (1962) na bazi korelacionih analiza zaključuje da odnos lišajeva i trava može služiti kao indikator produktivnosti šumskih staništa na Laplandu. *H a r t m a n* (1967) smatra da, i pored izvesnih ograničenja, karakteristične grupe prizemne vegetacije mogu biti indikator produktivnosti. On na osnovu toga pokazatelja daje i klasifikaciju šumskih staništa prema bonitetu. *Mayheadova* istraživanja (1967) uz pomoć vrlo savremenih matematičkih metoda takođe dozvoljavaju autoru da prognozira dobru budućnost vegetacijskom metodu.

Interesantan je pokušaj *Z. Prusinkieviča* (1970) da umesto prisustva određenih vrsta prizemne vegetacije uzme za indikator produktivnosti šumskih staništa brojnost različitih vrsta koje se javljaju na minimalnom arealu. Pri tome on polazi od poznatog biocenotskog *Tinemanova* principa: što se životni uslovi jednog biotopa udaljavaju od optimuma, biocenoza postaje siromašnija vrstama. Na osnovu dosta velikog broja snimaka on je izdvojio 8 proizvodnih klasa, pri čemu u prvu klasu spadaju staništa koja imaju više od 50 vrsta, a u poslednju dolaze staništa sa manje od 6 vrsta na minimalnom arealu.

R a l s t o n (1958) ne veruje da prizemna vegetacija kao indikator može imati veću vrednost u planinskim regionima, gde su stanišni uslovi veoma složeni, a ovi indikatori nestabilni. *Heiberg* i *White* (1956) pak ističu da je indikatorska vrednost prizemne vegetacije umanjena zbog nepodudaranja zone rasprostranjenja njenog korena sa rizosferom drveća, ali zato ona dobro indicira prolazne promene staništa koje nastaju sečom,

požarom, pašom itd. i reflektuje se u površinskim slojevima. U svakom slučaju, ona može dati samo relativnu skalu prema produktivnosti, a ne i elemente za prognozu količine proizvoda, što inače bonitet omogućuje.

Raniji pokušaji da se hemijskom analizom lišća i iglica, u kojima se reflektuje trofičnost staništa, dode do pokazatelja produktivnosti nisu dali zadovoljavajuće rezultate (Altonen, 1950). Ni kasnija Viroova istraživanja (1962) na boru u rejonu Laplanda nisu pokazala korelaciju između sadržaja hranljivih elemenata u iglicama bora i boniteta. Međutim, kasnijim usavršavanjem metoda i naročito uvođenjem multivarijantnih analiza — ovim faktorom moglo je da se objasni skoro 90% varijanse boniteta smrče u Bavarskoj (Rehefuess, 1968).

Veoma radikalan metod za kvantitativno ocenjivanje šumskih staništa predlaže Yung (1967). Da bi se izbegle greške i svi faktori držali pod kontrolom, potrebni su totalno krčenje površine određenog tipa zemljišta i sadnja tačno utvrđenog materijala, čiji rast se može egzaktno meriti. Postignuti prinosi su sigurna mera maksimalnog potencijala datog zemljišta u klimatskom rejonu ispitivanja. Takav metod bi bio najviše u skladu sa sistemom gazdovanja u šumama budućnosti, a ima vrednost egzaktnog eksperimenta.

Pri proizvodnji specijalnih šumskih proizvoda iskorišćavaju se pokazatelji koji se odnose na taj proizvod (težina za celulozno drvo, količine pluta za hrast plutnik, odnos dužine stabla i korena u rasadničkoj proizvodnji, količina smole itd.).

Iz ovog kratkog prikaza problematike može da se zaključi da je traženje adekvatnog i lako merljivog pokazatelja prinosa u odraslim prirodnim šumama još uvek vrlo aktuelan problem. Za efikasno komuniciranje informacija iz ove oblasti potrebno je da se iskorišćava jedan pokazatelj. U ovom momentu najviše je za preporuku dalje usavršavanje bonitetskih krivulja, jer se do sada pokazalo da i pored nedostataka taj pokazatelj najbolje indicira produktivnost staništa.

Neposredna ocena plodnosti šumskih zemljišta i produktivnost staništa

Ima mnogo šumskih površina na kojima u trenutku ocenjivanja staništa nema šumske vegetacije, ili je ona u toliko degradiranom stanju da ne može služiti kao indikator proizvodnog potencijala stanište. A upravo u takvim slučajevima ocena proizvodnog potencijala je vrlo značajna za prognozu uspeha i ekonomske opravdanosti pošumljavanja. Stoga se u ovakvim slučajevima moramo vratiti metodama direktnog merenja i ocenjivanja svojstava zemljišta i ostalih stanišnih uslova.

Kada je reč o proceni zemljišta, najkorektniji metod bi bio neposredno merenje vode, hranljivih materija i kiseonika, dakle komponenata koje zemljište može efektivno da pruži biljci. No, neposredno egzaktno merenje tako dinamičnih komponenata zemljišta gotovo je nemoguće u ovoj fazi razvoja pedološke nauke. Zato pribegavamo posrednim metodama, određujući ona merljiva svojstva zemljišta za koja znamo da stoje u korelaciji ili direktno određuje količinu vode i pristupačnih hranljivih elemenata. Postojanje tih korelacija mora biti testirano, kako je nedavno pokazao Burlica (1972).

Procena produktivnosti zemljišta može se vršiti na osnovu pojedinačnih svojstava (mehanički sastav, struktura, dubina soluma, sadržaj N, P, K, humus) ili uzimanjem u obzir svih svojstava zemljišta integralno, u obliku pojedinih taksonomskih jedinica pedološke klasifikacije. Time definišemo čvrstu fazu zemljišta i izgrađenost porosnog sistema, prostora u kojem se nalaze tečna i gasovita faza kao sastavni delovi zemljišta. Međutim, voda i vazduh su vrlo dinamične komponente zemljišta, koje se lako menjaju pod uticajem promena u atmosferi. Zato se voda kao element plodnosti zemljišta može procenjivati samo ako se uzmu u obzir s jedne strane, klimatske karakteristike regiona koje određuju priticanje vode u zemljište i, s druge strane, ponašanje te vode u poroznom sistemu zemljišta. Prema tome, klima kao faktor produktivnosti staništa može imati neposredan uticaj na vegetaciju, a voda kao jedan od njenih elemenata deluje i posredno, preko zemljišta, postajući na taj način sastavni deo zemljišta i jedan od bitnih elemenata njegove plodnosti.

U rešavanju ove problematike uočava se više pravaca istraživanja. U poslednjoj deceniji veoma se razvio metod istraživanja zavisnosti prinosa od pojedinih svojstava staništa primenom višestrukih regresionih analiza, koje je C o i l (1952) primenio još pre 20 godina. Na taj način se mogu izdvojiti oni stanišni faktori koji u najvećoj meri utiču na prinos, a iz jednačina regresije može da se zaključuje o kvantitativnim vrednostima tih faktora potrebnih za optimalan rast različitog šumskog drveća. Na osnovu takvih podataka može da se prognozira prinos i kada nema šumske vegetacije.

Niz radova u okviru ovog vrlo perspektivnog pravca pokazao je da u različitim tipovima zemljišta i u različitim klimatskim regionima pojedini faktori menjaju svoj redosled značaja. Tako je B a r n e s (1955) ustanovio da bonitet bora (*Pinus ellioti*) zavisi od dubine slabo propusnog horizonta i dubine pojavljivanja glejnog horizonta. Na staništima bora (*Pinus resinosa*) u državi New York utvrđena je visoka zavisnost boniteta od stepena dreniranosti i dubine aktivnog profila zemljišta (D e M e n t i S t o n, 1968). Prema analizama P. V i r o a (1962), bonitet belog bora na Laplandu zavisi najviše od teksture i poljskog vodnog kapaciteta, dok mineralni elementi, izuzev Ca i N, ne pokazuju uticaj na bonitet. Na peskovito-kamenitoj Deklab-seriji najveći značaj za prinose crvenog hrasta ima matični supstrat i reljef (C r a u l, 1964). W i l a r d i C a r m e a n (1965) primenom višestruke regresione analize objasnili su oko 80% varijanse boniteta crnog oraha na srednje teškom dobro dreniranom zemljištu, stavljajući bonitet u zavisnost od dubine $A_1 + A_2$ horizonta, sadržaja skeleta, teksture B-horizonta, nagiba i ekspozicije. Menjanje značaja pojedinih zemljišnih svojstava u različitim klimatskim regionima i za različite biljne vrste naročito je vidljivo iz opširne studije o produktivnosti zemljišta T. S. C o i l a (1952).

Klimatski elementi mogu da se uključe u ovakve analize tako što se eksperimentalne plohe razmeštaju u više klimatskih regiona, a pokazatelji klime (temperatura, padavina, dužina vegetacionog perioda itd.) stavljaju se u račun kao nezavisne promenljive, zajedno sa svojstvima zemljišta. Takvom je analizom V u k o r e p (1970) utvrdio da prirast topole najviše korelira sa klimatskim faktorima (dužina vegetacione sezone i temperature, zatim sa pH-vrednošću i najzad sa sadržajem N, P, K).

Umesto neposrednih klimatskih pokazatelja, kojima obično retko raspoložemo, može se uticaj klima u ovakvim računima obuhvatiti i posredno, nadmorskom visinom, ekspozicijom i inklinacijom.

Drugi način da se utvrdi uticaj klime je upoređivanje boniteta neke vrste drveća u istim orografsko-edafskim uslovima, ali u različitim klimatskim područjima. Ako se utvrde signifikantne razlike u bonitetu, onda se one mogu pripisati uticaju klimatskih elemenata. Na takav način De Ment i Ston (1968) utvrdili su da na Alageny-platou (New York) razlika od 50 mm taloga nema značaja za rast *Pinus resinosa*-e.

Istraživanje zavisnosti boniteta određene vrste drveća od svojstava zemljišta lociranih u različitim klimatskim rejonima pokazuje da se značaj pojedinih svojstava zemljišta menja u zavisnosti od klime rejona. Tako su Gessel i Lloyd (1950) ustanovili da u severozapadnom delu države Washington na glacijalnim sedimentima udeo gline ima veći značaj za porast boniteta duglazije u umereno vlažnom delu regiona, nego u vlažnom delu istog područja.

Tradicionalni metodi za analizu zemljišnih svojstava ne daju uvek dovoljne informacije za ocenu njegove plodnosti jer obično pokazuju statičko stanje. Poznato je, međutim, da hranljivi elementi mogu imati različit intenzitet kruženja, pa manja količina uz intenzivnije kruženje može obezbediti veći prinos nego velika količina sa slabim kruženjem. I ocena snabdevanja vodom se pored poznavanja količine i forme vode sve više bazira i na poznavanju toka vode kroz zemljište. Stoga se Gessel (1967) zalaže za stacionirano merenje ulaska, izlaska i toka svih dinamičkih komponenata u ekosistemu, uz primenu savremenih mernih aparata. Takav stacionar za kompleksno merenje puteva, tokova i procesa kojima podležu elementi u biološkom kruženju i za utvrđivanje njihovog uticaja na produktivnost staništa postavili su Col i Gessel (1968) u slivu Reke kedrova u zapadnom Washingtonu. Sličan objekt je i poznati »Soling projekt« u blizini Göttingena. Takav metod sigurno obezbeđuje najpouzdanije informacije potrebne za objašnjenje uticaja stanišnih faktora na prinos, ali je to veoma skup metod, koji je zasada dostupan samo razvijenijim zemljama.

Proučavajući zavisnost rasta bora (*Pinus banksiana*) od svojstava zemljišta, Pawluk et al (1961) dolaze do zaključka da prinos zavisi od toliko mnogo međuzavisnih svojstava zemljišta da je bolje uzeti zemljište kao celinu, definisanu njegovom taksonomskom pripadnošću. Iskorišćavanje taksonomskih jedinica iz pedoloških klasifikacija je stvarno jedan od mogućih puteva za rešavanje ove problematike, a Farnsworth et al. (1965) daju mu čak prednost nad ostalim metodama.

Suština ovog metoda je u nastojanju da se utvrdi proizvodna sposobnost pojedinih taksonomskih jedinica zemljišta u određenim klimatskim uslovima, što bi omogućilo da te jedinice budu osnova za prognozu prinosa u datom klimatskom regionu. Ako se pokaže da se pojedine taksonomske jedinice međusobno signifikanto razlikuju po produktivnosti, onda ovo zaista može biti vrlo jednostavan i pouzdan metod za prognozu produktivnosti. Dosadašnja istraživanja u tom pogledu daju različite rezultate. Istraživanja R. Faringtona et al. (1958), Semba et al. (1958), M. Ćirića et al (1972), N. Jovića (1972), I. Martinovića (1966) i drugih pokazuju da se prinosi na pojedinim tipovima zemljišta većinom

signifikantno razlikuju. Međutim, u drugim istraživanjima (L e a r et all, 1967, C r a u l, 1964, 1968) nisu utvrđene dovoljno značajne razlike u produktivnosti pojedinih sistematskih jedinica. Uzroke tome treba tražiti pre u slabostima klasifikacije koja loše diferencira zemljišta sa proizvodnog stanovišta. Poboljšanje klasifikacije u tom smislu moguća je ako se svojstva zemljišta koja se u regresionim analizama pokazu značajna za prinos unose kao kriterijumi klasifikacija. Na taj način istraživanja vezana za tipove zemljišta, razvijajući jednostavan metod za procenu i prognozu prinosa, istovremeno doprinose usavršavanju klasifikacije zemljišta i povećanju njene praktične vrednosti.

Rezimirajući naša izlaganja, možemo da konstatujemo da su u oblasti proučavanja produktivnosti šumskih zemljišta i šumskih staništa najaktuelniji sledeći problemi:

1. Usavršavanje metoda merenja produktivnosti šumskih zemljišta i šumskih staništa preko ostvarenog prinosa ili vegetacijskih indikatora. Radi uporedivosti rezultata moraju se iskorišćavati jedinstveni pokazatelji, koji moraju biti lako merljivi i visoko zavisni od ukupnog prinosa.

2. Utvrđivanje značaja pojedinih svojstava zemljišta i pojedinih komponenata staništa u cilju stvaranja osnova za procenu produktivnosti i prognozu prinosa na zemljištima lišenim šumske vegetacije. Poznavanje tih odnosa potrebno nam je i kao osnova za primenu mera za povećanje produktivnosti. Najpouzdaniji metod u ovim istraživanjima je primena višestrukih regresionih analiza i stacionarna eksperimentalna merenja. Ta istraživanja moraju biti precizno regionalno definisana, jer se značaj pojedinih faktora menja u različitim rejonima.

3. Proizvodna karakterizacija jedinica pedološke klasifikacije je put koji može doprineti da pedološke karte budu iskorišćene kao jednostavna i lako pristupačna osnova za procenu proizvodnih kapaciteta šumskih zemljišta i šumskih staništa. Klasifikacija zemljišta se istovremeno mora usavršavati unošenjem u nju kao kriterijuma onih svojstava zemljišta za koja korelacione analize pokazu da imaju značaj za plodnost zemljišta.

ĆIRIĆ M.

SOME PROBLEMS OF INVESTIGATION OF FOREST SOILS PRODUCTIVITY

SUMMARY

The analysis of the papers related to the problems of forest soils productivity has shown that research area has been rather undeveloped in Yugoslavia. Pointing the great importance of such investigations, this report endeavours to stimulate certain directions of investigation in this field.

Emphasizing the need of precise definitions of concepts used, the author tends to give reasonable definitions for the following concepts: soil fertility — natural and men made, and productivity of forest soils and forest sites.

The problem of mensuration of productivity of forest soils and forest sites has been broadly discussed, as well as the evaluation of existing indexes for forest yield.

This report supports the investigation which have for the aim to characterise the production potential of some taxonomic units of soil classification. This method for the appraisal of forest stands productivity is seemingly the most acceptable one, because it may verify the usefulness of soil classification, and contribute to its amendment.

Great attention has been paid to investigations of correlation between forest yield and various site factors, using the method of multiple regression. This method provides the informations about the relative significance of some soil properties for forest growth in different environment conditions. This is the necessary scientific ground for the prediction of yield and soil amelioration.

An extensive review of the literature relevant to the problems discussed may be found in this report.

LITERATURA

- Altonen V. T. (1929): Ueber die Möglichkeiten einer Bonitierung der Waldstandorte mit Hilfe von Bodenuntersuchung; Acta Forest. Fenn., 34.
- Altonen V. T. (I—1950 II—1955): Die Blattanalyse als Bonitierungs Grundlage des Waldbodens; Com. Inst. Forest Fenniae, No 37 i 45.
- Antić et al (1969): Evolucija, genetička povezanost i ekološka vrednost pojedinih vrsta peskova Deliblatske peščare; izd. Jug. šumarskog centra — Beograd.
- Barnes R. (1955): Soil Factors Related to Growth and yield of Slash Pine Plantations; Univ. of Florida, Tech. Bulletin.
- Boguslavski E. (1965): Zur Entwicklung des Begriffes Bodenfruchtbarkeit; Zeitschr. für Pflanzenernährung Düng. Bodenkunde; Band 108. Heft, 2.
- Burlica Č. (1972): Vodno-fizička svojstva i režim vlažnosti najvažnijih tipova šumskih zemljišta Bosne. — Doktorska disertacija (manuscript).
- Čirić M. (1965): Zemljišta u šumama crnog bora u Bosni i njihova proizvodna vrednost; »Narodni šumar«, sv. 11—12.
- Čirić et al. (1972): Proizvodni potencijal šumskih zemljišta BiH. — Materijali IV kongresa Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta.
- Coil T. S. (1952): Soil and the Growth of Forests; Adv. in Agr. Vol IV.
- Craul F. (1964): An Analysis of Site Index Variation and Certain Soil Characteristics of Deklab very stony sandy soam; Pensilv. State Univer. — Disertacija.
- Craul F. (1968): Longleaf Pine Site Index poorly Correlated with Soil Type in Southern Alabama; U. S. Forest Service Research; Note — SO — 74.

- Daubenmire R. (1961): Vegetative Indicators of Rate of Height Growth in Ponderosa Pine; Forest Science, Vol. 7, No 1.
- De Ment J., Stone E. (1968): Influence of Soil and Site on Red Pine Plantations in New York; Bulletin 1020. Cornell Univer.
- Drinić P. (1963): Taksacione osnove za gazdovanje u šumama crnog bora u Bosni; izd. Instituta za šumarstvo u Sarajevu.
- Farington R. et al. (1958): Soil Productivity for Hardwood Forest of Vermont; First Forest soils Conference of America.
- Frauendorfer R. et al. (1961): Leistungsuntersuchungen für die Waldtypen von Hufnagel in reinem Fichtenbestand; Cbl. ges. Forstwesen; Vol 78, No 3.
- Govorenkov B. (1970): Sravnitelnoe izučenie produktivnosti visokoproizvoditelnogo kulturnogo listveničnika i esestvenogo sosnaka v lindulovskoj rošče na karelskom perešeiike: IV deleg sezd pcvovedov SSSR, Alma — Ata.
- Gessel S. et al. (1950): Effect of Some Physical Soil Properties on Douglas-Fur Site Quality; Jour. of Forst. Vol 48, No 6.
- Gessel S. (1967): Concepts of Forest Productivity; XIV IUFRO Congress, Sec. 21, II.
- Gessel S. et al. (1968): Cedar research; Univ. Washington., Forest res. Manag.
- Hartman F. K. (1967): Zur Beurteilung Wachstumstentsheidender Standortsfaktoren nach soziologisch-ökologischen Artengruppen-Möglichkeiten, Greincen; IUFRO-Congresse, Sec. 21.
- Heiberg S. (1956): A Site Evaluation concept; Journal of Forestry, Vol. 54, No 1.
- Jović N. et al. (1972): Zemljišta u prašumama munike i njihove proizvodne karakteristike. — Materijali IV kongresa JDZPZ — Beograd.
- Kinloch D. et al. (1967): Is there a Place for Ground Vegetation Assessments in Site Productivity Predictione; XIV IUFRO — Congress, Sec. 21.
- Könlen J. (1965): Zur Kenzeichnung und begrifflichen Formulierung der Beziehungen zwischen Ertragsbildung und Bodenfruchtbarkeit; Zeitschr. für. Pflanzenernährung Düng. Bodenkunde; Band 108, Heft, 2.
- Komljenović N. et al. (1966): Utjecaj plodnosti tala na rast obične smreke u kulturi »Vrelo« kod Jastrebarskog; Šumarski list, br. 3—4.
- Lerd D. et al. (1967): Correlation of Site Index and Soil Mapping Units; J. of Forestry, Vol, 65, No 1.
- Linser (1965): Fassung und Bedeutung des Begriffes »Bodenfruchtbarkeit«; Zeitschr. für Pflanzenernährung Düng. Bodenkunde; Band — 108, Heft, 2.
- Manuševa et al. (1972): Zavisnost proizvodnih vrednosti crnoborovih šuma na peridotitu od nekih osobina zemljišta. — Materijali IV kongresa JDZPZ, Beograd.
- Manuševa L. (1972): Uticaj kvaliteta humusa na obrazovanje i proizvodnu vrijednost šumskih zemljišta u B.H; Izvještaj Instituta za šumarstvo Rep. fondu, Sarajevo.
- Matić V. et al. (1971): Stanje šuma u BiH na osnovu Inventure šuma 1964—1968; izd. Instituta za šumarstvo, Sarajevo.
- Martinović J. (1965): Utjecaj tala na uspjevanje Borovca (P. Strobus L.) u kulturi »Bučice« u Hrvatskom zagorju; Šumarski list, br. 5/6.

- Martinović J. et al. (1965): Prilog šumsko-proizvodnom vrednovanju tała na Ogul'nskom području; Sumarski list, br. 7—8.
- Munkačević V. (1967): Proizvodna vrednost zemljišta u plantažama topola klona I—214 u Baranji; »Jelen«, br. 6.
- Pawluk S. et al. (1961): Some Forest soils Characteristics and Their Relationship to Jack Pine Growth; Forest Science, Vol. 7, No 2.
- Prusinkievič Z. (1970): Die Zahl der auf dem Minim Areal vorkommenden Gefässpflanzenarten als Mass für die Fruchtbarkeit der Waldböden; Inter Simposium, Rinteln, 1966.
- Ralston C. (1958): Some Applications of Soil Evaluation in Southern Forest Management; I Amer. Forest Soil Conference, Michigan State Univer.
- Sammi J. (1965): An Appeal for a Better Index of Site; Jour of Forestry; Vol. 63. No 3.
- Sloboda V. et al. (1970): Produktivnost elnika — zelenomošnika srednei i kraine severnoi taigi Komi ASSR; IV sveso. delegatski sezd, Alma — Ata.
- Sudačkov E. J. (1968): Bonitirovka lesnih mestobitanii; Les i Počva, Krasnojarsk.
- Wakely P. et al. (1958): Five year Intercept as Site index in Southern Pine Plantations; J. of Forestry, Vol. 15.
- Vince nt B. (1949): Rostlina společenstva v lesnicke praxi; Lesnicka prace, Vol. 28. No 3—4.
- Viro P. (1962): Forest Site Evaluation in lapland Comm, Inst. Forest, Fen, 55, 9.
- Vukorep I. (1970): Beziehungen zwischen chemischen Bodeneigenschaften und dem Zuwachs von Schwerzappeln; Göttingen, Bodenberichte, No 15.
- Yung H. (1967): A New Method of Site Evaluation; J. of Forestry, Vol. 65, No 10.
- Živanov N. (1970): Prilog izučavanju prirasta klona I—214 na zemljištima različitih vodno-fizičkih svojstava. Magistarski rad, Polj. fak. Novi Sad.