

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO • INSTITUTE OF FORESTRY • BEOGRAD

ZBORNİK RADOVA

**COLLECTION
TOM 48-49**

Yu ISSN 0354-1894



**BEOGRAD
2003.**

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO • INSTITUTE OF FORESTRY • BEOGRAD

ZBORNİK RADOVA

**COLLECTION
TOM 48-49**

Yu ISSN 0354-1894



**BEOGRAD
2003.**

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO – BEOGRAD

Za izdavača:

Dr MILOŠ KOPRIVICA

•

Redakcioni odbor:

Dr VLADIMIR LAZAREV

Dr MILOŠ KOPRIVICA

Dr MIHAILO RATKNIĆ

Dr RADOVAN NEVENIĆ

Dr LJUBINKO RAKONJAC

Dr MARA TABAKOVIĆ-TOŠIĆ

•

Glavni i odgovorni urednik

Dr MARA TABAKOVIĆ-TOŠIĆ

•

Lektor:

MILUTIN VUJOVIĆ, novinar

•

Prevod na engleski:

Mr ANA TONIĆ

•

Svi radovi su recenzirani

•

Unos, priprema i računarski slog:

BOJANA SAVIĆ

•

Tiraž:

250 primeraka

Štampa: "Želnid", Beograd, Nemanjina 8

SARDŽAJ • CONTENTS

Pero Radonja, Zoran Popović

- MODELIRANJE RASTA DUŽINE GRANA ODBAČENIH PAROGOVA
JELENA (*Cervus elaphus* L.) NA PODRUČJU VELIKOG JASTREPCA
• A modeling of the length of the red deer (*Cervus elaphus* L.) discarded
antlers in the region of Veliki Jastrebac5

Zoran Popović, Miloš Beuković, Dragan Gačić, Nenad Novaković

- REZULTATI GAZDOVANJA POPULACIJOM JELENSKE DIVLJAČI
(*Cervus elaphus* L.) • Results of deer (*Cervus elaphus* L.) management15

Zagorka Tomić, Ljubinko Rakonjac

- ILIRSKI POJAS BUKVE, JELE I SMRČE (*Piceo-Fago-Abietetum* Čol. 65)
U JUGOZAPADNOJ SRBIJI • Ilirski pojas bukve, jele i smrče
(*Piceo-Fago-Abietetum* Čol. 65) u jugozapadnoj Srbiji23

Zoran Miletic, Milorad Veselinović, Snežana Stajić

- UTICAJ SUPSTITUCIJE BUKOVE SASTOJINE KULTUROM DUGLAZIJE
NA ERODIBILNOST ZEMLJIŠTA • Effect of beech stand substitution by
Douglas-fir plantation on soil erodibility35

Zoran Miletic, Milun Topalović, Vlado Čokeša

- PROMENE SADRŽAJA PRISTUPAČNIH OBLIKA NAJVAŽNIJIH
BIOGENIH ELEMENATA U ZEMLJIŠTU POSLE SUPSTITUCIJE
BUKOVIH SASTOJINA SMRČOM I JELOM • Changed contents of available
forms of the most important biogenic elements in the soil after the substitution
of beech stands with spruce and fir44

Milorad Veselinović, Vesna Golubović-Čurguz

- PRODUKCIJA BIOMASE NEKIH TRAVNIH VRSTA NA DEPOSOLU
REIK KOLUBARA • Biomass production of some grass species
on REIK Kolubara55

Tomislav Stefanović, Svetlana Bilibajkić, Sonja Braunović

- ANALIZA ODNOSA MERENIH I SRAČUNATIH VRDNOSTI GUBITAKA
ZEMLJIŠTA U USLOVIMA EKSPERIMENTALNE STANICE RALJA
• Analysis of measured and calculated soil loss ratio in conditions
of experimental station Ralja61

Miroslava Marković

- GLJIVA SHIITAKE I NJENE VIŠENAMENSKE FUNKCIJE
• Fungus Shiitake and it's multiple functions69

<i>Tomislav Stefanović, Radovan Nevenić, Svetlana Bilibajkić, Nenad Marković</i> ISTRAŽIVANJE I OCENA PRA'ENJA EFEKATA VAZDUŠNIH ZAGAĐENJA NA ŠUME U OKVIRU PROGRAMA EU - ICP FORESTS • Study and assessment of monitoring air pollution effects on forests within the Program EU -ICP Forests.....	79
<i>Dejan Mitrović, Bratislav Matović</i> PROJEKCIJA TEHNOLOGIJE KORIŠĆENJA DRVETA U VEŠTAČKI PODIGNUTIM SASTOJINAMA CRNOG I BELOG BORA NA PEŠTERSKOJ VISORAVNI • Projection of wood utilisation technology in artivicially established stands of Austria pine and Scots pine on Pešterska visoravan.....	88
<i>Miroslava Marković, Mara Tabaković-Tošić</i> EPIKSILNE GLJIVE - RAZARAČI DRVETA U IZDANAČKIM BUKOVIM ŠUMAMA ISTOČNE SRBIJE • Epixylous fungi - wood decaying fungi in coppie beech forests in East Serbia.....	96
<i>Pero Radonja</i> PREGLED POSTIGNUTIH VISINA DUGLAZIJE U SRBIJI GRUPISANIH PREMA NADMORSKIM VISINAMA ZASADA • A review of the reached heights of Douglas-fir in Serbia grouped with regard to the altitudes of the stands	104
<i>Pero Radonja</i> MONITORING UTICAJA NADMORSKE VISINE POREKLA PROVENIJENCIJA DUGLAZIJE NA VISINU KULTURA • Monitoring of an effect of origine altitude of Douglas-fir proveniencies on plant height	115

UDK 58.033:630*233

Stručni rad

MONITORING UTICAJA NADMORSKE VISINE POREKLA PROVENIJENCIJA DUGLAZIJE NA VISINU KULTURA

Pero Radonja

Izvod: U radu su posmatrane visine dvogodišnjih i petnaestogodišnjih duglazija (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) poreklom iz USA, koje potiču sa različitih nadmorskih visina. Podaci o dostignutim visinama dvogodišnjih duglazija dobijeni su merenjem u arboretumu Šumarskog fakulteta u Beogradu a petnaestogodišnjih na osnovu merenja obavljenim na ogledu postavljenom na Tandji. Uključenje provenijencija iz New Mexico-a je važno iz aspekta dobijanja opšteg modela zavisnosti visina kultura duglazije od nadmorske visine porekla provenijencija. Vidi se da se kod monitoringa razvoja duglazije mogu vrlo efikasno iskoristiti modeli bazirani na neuronskim mrežama. Prikazana je primena dvoslojnih neuronskih mreže baziranih na Levenberg-Marquardt-ovom algoritmu kao i neuronskih mreža sa radijalnim neuronima u procesu modeliranja i monitoringa.

Ključne reči: duglazija, provenijencije, modeliranje, predviđanje, neuronske mreže.

MONITORING OF AN EFFECT OF ORIGINE ALTITUDE OF DUOGLAS-FIR PROVENIENCES ON PLANT HEIGHT

Abstract.- In this paper, plant heights of two-year and fifteen-year Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) proveniences from USA, that originate from different altitude are analyzed. The heights of two-year Douglas-fir are measured in the arboretum of the Faculty of Forestry in Belgrade and fifteen-year on location Tanda. Including proveniences from New Mexico is important in view of get a general model of plant height of Douglas-fir versus origine altitude of proveniences. It can be seen that in a monitoring of introduction of Douglas-fir, neural networks based models can be used, very effectively. A two layers neural network based on the Levenberg-Marquardt algorithm and radial basis function neural networks are used in process of modeling and monitoring.

Key words: Douglas-fir, proveniences, modeling, prediction, neural networks.

Dr Pero Radonja, viši naučni saradnik, Institut za šumarstvo, Beograd.

*Istraživanja je delom finansiralo MNTR Republike Srbije po Projektu BTN.5.06.0516.A: "Strukturne i proizvodne karakteristike veštački podignutih sastojina četinaru i predlog optimalnih mera gazdovanja".

1. UVOD

Mnoge odluke u vezi sa uvođenjem različitih kultura na različita staništa povezane su sa monitoringom razvoja postojećih kultura kao i sa predviđanjem toka razvoja novih kultura. Poznato je da razvoj kulture na nekom posmatranom staništu zavisi od porekla posmatrane kulture odnosno od porekla provenijencije (Stamenković i Vučković, 1988). U ovom radu analizu ćemo ograničiti na posmatranje odnosno monitoring, dostignutih visina duglazije u zavisnosti od nadmorske visine porekla. S obzirom da posmatran proces očigledno zavisi i od geografske širine, ovaj podatak smo uključivali u razmatranja u slučajevima kada je bio relevantan. U radu su posmatrane dvogodišnje duglazije u ogledu postavljenom u arboretumu Šumarskog fakulteta u Beogradu (Vuletić i Jovanović, 1983; Lavadinović *et al.*, 1996), kao i petnaestogodišnje duglazije na oglednom polju Tanda (Lavadinović, Koprivica, 1997). Posmatra se dostignuta visina kultura u funkciji nadmorske visine sa koje potiču. Vidi se da provenijencije koje potiču sa većih nadmorskih visina imaju sporiji razvoj, odnosno da su postigle manje visine. Ovo se moglo očekivati s obzirom da se posmatra razvoj na lokacijama, Beograd (112 m n.v.) i Tanda (370 m n.v.), koje se nalaze na nižim nadmorskim visinama, odnosno koje pripadaju nižem regionu.

Poznato je da se predviđanje razvoja za neku kulturu dobija na osnovu poznatih odgovarajućih modela razvoja (Johnsen *et al.*, 2001). Statistička i matematička oruđa iskorišćena za razvoj a kasnije i za testiranje dobijenih modela su vrlo različita (Baldwin *et al.*, 2001). Isto tako poznato je da su modeli bazirani na neuronskim mrežama – NM – pogodni za modeliranje procesa kada unapred nije poznata funkcionalna zavisnost (Amateis, 2002).

U ovom radu korist ćemo dva tipa modela, linearne i nelinearne modele, kao i dva tipa NM. Troslojnu, odnosno dvoslojnu NM sa Levenberg-Marquardt-ovim algoritmom u procesu obučavanja mreže, zbog njene fleksibilnosti, korist ćemo u prvom koraku. Verifikacija dobijenih modela biće izvršena pomoću NM baziranih na radijalnim neuronima (*Radial Basis Function Neural Networks* – RBF NN) (Haykin, 1994).

2. NM U PROCESU OTKRIVANJA NEPOZNATOG MODELA

Postoji više različitih tipova NM koje se mogu primeniti za rešavanje relativno široke klase različitih problema. Jedna od mogućih primena NM je i kod problema aproksimacija i modeliranja različitih procesa na osnovu seta izmerenih podataka. NM obezbeđuju funkciju koja odstupa od izmerenih podataka za definisanu veličinu greške koju nazivamo ciljnom greškom. Ciljna greška se zadaje na početku postupka obučavanja i predstavlja sumu svih kvadratnih odstupanja dobijene funkcije od izmerenih podataka. Važna prednost modeliranja

na bazi NM, u odnosu na neki standardni postupak minimizacije, je mogućnost izbora veće ciljne greške. U osnovi optimizacije NM je neki adaptivni algoritam. Često se koristi Levenberg-Marquardt-ov algoritam zbog svoje izrazite konvergentnosti. Proces podešavanja parametara NM prema konkretnim ulaznim podacima naziva se učenje, obuka ili trening NM. Činjenica da se NM može obučavati na osnovu velikog broja podataka, da može da ima veliki broj ulaza i izlaza, definišu algoritme na kojima baziraju NM kao algoritme iz oblasti veštačke inteligencije.

Primer efikasne primene NM u šumarstvu kao i kratak opis veštačkih neuronskih mreža dat je u radu Zhang (2000). U pomenutom radu posmatrane su tro-slojne NM koje u prvom, ulaznom sloju imaju neurone sa jediničnom prenosnom funkcijom, a u drugom sloju neurone sa logističkom sigmoidnom funkcijom ("tansig" neurone), ili neurone sa linearnom prenosnom funkcijom ("purelin" neurone). "Tansig" neuroni su dobili naziv prema punom nazivu njihove prenosne funkcije, tj. tangensna hiperbolična sigmoidna prenosna funkcija. "Purelin" neuroni imaju tzv. "čistu" linearnu prenosnu funkciju. Drugi sloj se često zove i skriveni sloj. U trećem, izlaznom sloju, najčešće se nalaze neuroni sa linearnom prenosnom funkcijom, odnosno "purelin" neuroni. Kada u prvom sloju imamo neurone sa jediničnom prenosnom funkcijom, NM ovakve strukture praktično imaju iste karakteristike kao i dvoslojne NM koje su bez ulaznog sloja.

Kod određivanja linearanog modela, odnosno linearne funkcionalne zavisnosti za posmatrane procese koristimo NM koje imaju "purelin" neurone i u drugom (skrivenom) sloju. Jasno je da u drugom koraku, kod realizacije nelinearnih modela moramo koristiti NM koje imaju "tansig" neurone u skrivenom sloju.

Naglasimo da je kod postupka obučavanja mreže potrebno izabrati mali inkrement, 0.000 050, da bi se dobila glatka kriva. U slučaju velikog inkrementa, dobija se stepenasta izlomljena linija sa velikim skokovima. Ukoliko ciljna greška ima malu vrednost, manju od 0,02, dobili bi talasastu krivu koja prolazi kroz svaki podatak, odnosno izmerenu vrednost. Ciljna greška mora biti izabrana tako da ima minimalnu vrednost, a da dobijena kriva pokazuje očekivanu zakonitost. Ako ciljna greška ima veliku vrednost, postojaće velika razlika između dobijenih alternativnih modela. To pokazuje da nismo uspeali da otkrijemo nepoznatu funkcionalnu zavisnost.

Prvenstveno zbog malog broja raspoloživih podataka odlučili smo da modeliranje posmatranih procesa izvršimo i sa NM koje baziraju na radijalnim neuronima, RBF NN. U cilju lakšeg modeliranja, odnosno dobijanja fleksibilnije strukture NM koristimo dve paralelne NM sa radijalnim neuronima. Jasno je da sada možemo koristiti radijalne neurone sa različitim konstantama širenja (sc), a isto tako, možemo definisati različite ciljne greške za svaku mrežu posebno.

Programi koji omogućuju generisanje odgovarajućih modela a kasnije i monitoring pomenutih bioloških procesa, realizovani su u MATLAB-u (MATLAB 6

R12) pri čemu su iskorišćeni podprogrami iz Neural Network Toolbox-a (Beale, 1993). Obuka mreže u slučaju korišćenja FFBP NM izvršena je pomoću Levenberg-Marquardt-ov (LM) algoritma. Iskorišćen programski paket MATLAB 6 R12 originalno je razvijen za primenu u oblastima elektrotehnike: obradi signala i podataka, telekomunikacijama, računarskoj tehnici i automatici. Međutim, zbog generalnog pristupa, programski paket može lako biti primenjen u postupku modeliranja procesa i u mnogim drugim oblastima pa i u oblasti šumarstva (Radonja, 2000; Radonja *et al.*, 2000; Radonja *et al.*, 2002; Radonja, 2003), lovstva (Radonja *et al.*, 2003), itd. Poznato je da je postupak obučavanja baziran na LM algoritmu vrlo konvergentan. Ciljna greška, odnosno suma kvadrata odstupanja izmerenih vrednosti od dobijene krive, postiže se, u našem slučaju, već posle nekoliko koraka.

Greške modeliranja predstavljaju odstupanje izmerenih podataka od usvojenog modela za posmatran proces. Jasno je da greške modeliranja, koje su predstavljene na odgovarajućim slikama, možemo opisati i preko srednje kvadratne vrednosti odstupanja, (SD^2), odnosno standardne devijacije (SD). U radu (Radonja, 1999) izvršeno je poređenje SD koje je postignuto primenom NM sa osam različitih klasičnih postupaka. Pokazano je da NM obezbeđuju manju SD greške modeliranja, odnosno izravnavaanja od svih analiziranih klasičnih metoda izravnavaanja. Primetimo da su greške modeliranja povezane sa ciljnom greškom koja predstavlja sumu svih pomenutih kvadratnih odstupanja.

3. MONITORING DOSTIGNUTIH VISINA PROVENIJENCIJA DUGLAZIJE

U ovom odeljku posmatraćemo dvogodišnje duglazije koje potiču iz SAD u ogledu koji je postavljen u arboretumu Šumarskog fakulteta u Beogradu. Izmerene visine kultura date su u tabeli 1 (Vuletić, Jovanović, 1983; Lavadinović *et al.*, 1996). Provenijencije potiču sa nadmorske visine od 150 m do 2100 m, izuzev dve provenijencije iz New Mexico-a koje potiču sa oko 2700 m n.v. Kao što smo već napomenuli u uvodnom delu ovog rada duglazije koje potiču sa većih n.v. pokazuju sporiji razvoj, odnosno postigle su manju visinu.

Jasno je da na posmatran proces utiče i geografska širina. Poznato je da će se na jednom staništu stabla razvijati bolje ako je poreklo semena ili sadnica sa približno odgovarajućeg staništa. Iz tog razloga u prvom koraku posmatraćemo provenijencije koje potiču iz opsega geografskih širina koji približno odgovaraju opsegu geografskih širina koji obuhvata naša zemlja. Naša zemlja se nalazi severnije od 40° severne geografske širine. Primetimo da je geografska širina porekla prvih 30 provenijencija veća od 40° severne geografske širine, odnosno da potiču sa lokacija koje se nalaze između 42,5° i 49° severne geografske širine (Vuletić, Jovanović, 1983). Interesantno je da provenijencije koje potiču sa najmanjih geografskih širina, dakle one koje su najjužnije, provenijencije iz

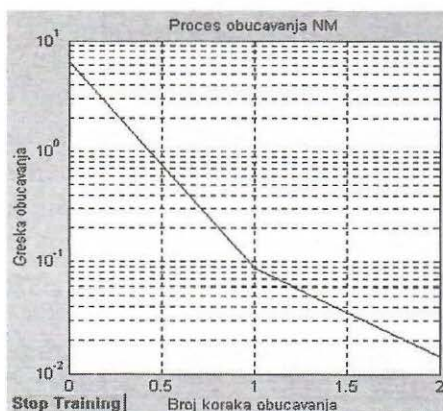
New Mexico-a, sa 32,9° i 36°, iako potiču sa velike nadmorske visine, oko 2700 m, pokazuju relativno uspešan razvoj i u našim uslovima. Iz tog razloga u drugom koraku razvićemo modele koji obuhvataju i te provenijencije.

Tabela 1. *Visine kultura dvogodišnjih duglazija iz SAD*

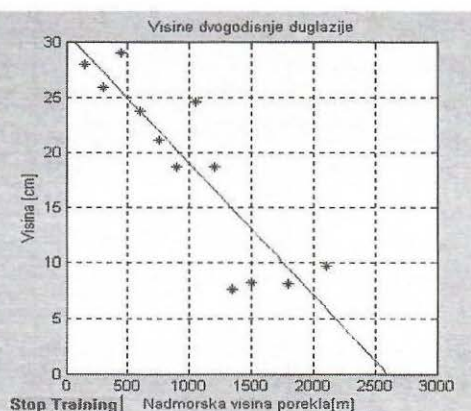
	Provenijencije	Nadmorska visina [m]	Visine kultura [cm]
1.	Oregon 205-15	750	26,1
2.	Oregon 205-14	1200	27,3
3.	Oregon 205-27	450	29,0
4.	Oregon 205-38	600	26,2
5.	Oregon 205-20	1800	7,3
6.	Oregon 205-34	1050	27,7
7.	Oregon 205-16	150	27,2
8.	Washington-205-31	450	28,1
9.	Washington-205-07	1200	6,9
10.	Oregon 205-13	1050	21,3
11.	Oregon 205-18	600	24,1
12.	Oregon 202-22	1200	21,6
13.	Oregon 202-30	2100	9,7
14.	Oregon 202-21	300	23,8
15.	Washington-202-17	600	20,8
16.	Oregon 204-10	1350	7,6
17.	Washington-204-06	750	9,5
18.	Oregon 202-19	300	24,4
19.	Washington-204-09	900	6,6
20.	Oregon 205-11	150	28,7
21.	Oregon 205-45	900	21,0
22.	Oregon 202-31	1500	9,0
23.	Oregon 204-01	1800	8,8
24.	Oregon 205-29	900	22,8
25.	Oregon 205-08	1050	24,8
26.	Oregon 205-22	750	27,8
27.	Oregon 204-18	1500	7,4
28.	Oregon 204-04	900	24,3
29.	Washington-205-02	300	29,4
30.	Oregon 205-17	450	30,0
31.	New Mexico 202-04	2682	16,8
32.	New Mexico 202-10	2667	13,2

Analiza izmerenih podataka za prvih 30 provenijencija, koje potiču sa lokacija koje su severnije od 42,5° severne geografske širine, pokazuje da je korisno prvo odrediti linearan model. Iz tog razloga iskoristili smo dvoslojnu NM sa

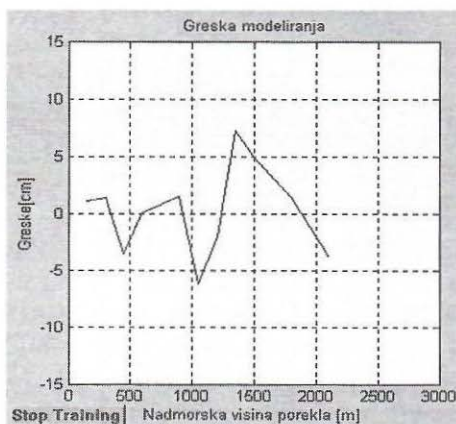
samo "purelin" neuronima. Postupak obučavanja prikazan je na sl. 1, a dobijen linearni model na sl. 2. Greška modeliranja prikazana je na sl. 3, pri čemu standardna devijacija iznosi $SD = 3,5712$ cm. Na osnovu veličine grešaka modeliranja kao i činjenice da model ne obuhvata prirodni areal duglazije (sl. 2), možemo zaključiti da je potrebno razviti i odgovarajući nelinearni model.



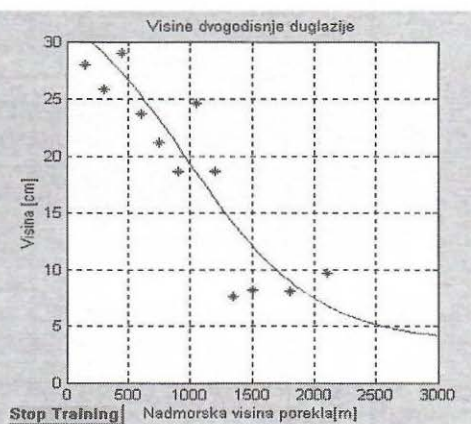
Slika 1: *Postupak obučavanja*



Slika 2: *Linearan model*



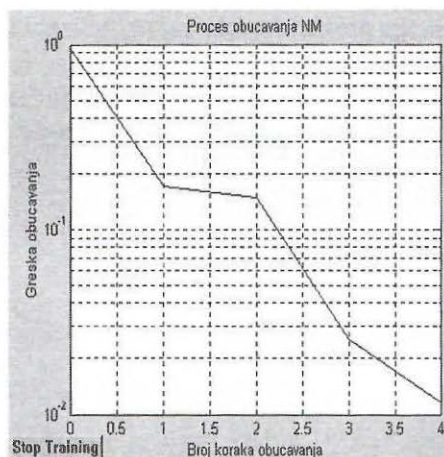
Slika 3: *Greška modeliranja*



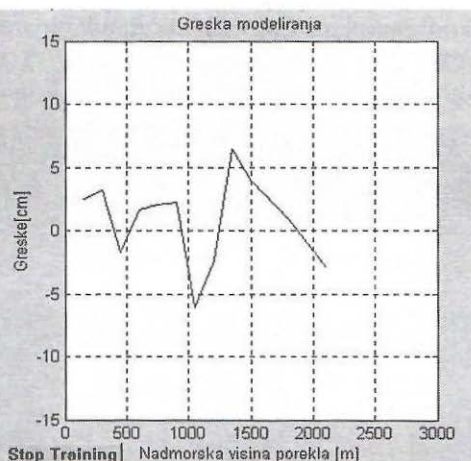
Slika 4: *Nelinearan model*

Koristeći i "tansig" neurone dobijamo mnogo bolji nelinearni model (sl. 4), koji eliminiše negativne strane linearnog modela. Postupak obučavanja u slučaju razvoja nelinearnog modela predstavljen je na sl. 5.

Iako često postupak obučavanja traje 3–7 koraka, kao što je prikazano na slici 5, najuspešniji modeli se dobijaju kada se ciljna greška postigne posle samo 1 do 2 koraka (sl. 1). Greška modeliranja realizovanog nelinearnog modela predstavljena je na sl. 6, dok je standardna devijacija greške modeliranja samo neznatno manja, iznosi $3,4119$ cm.

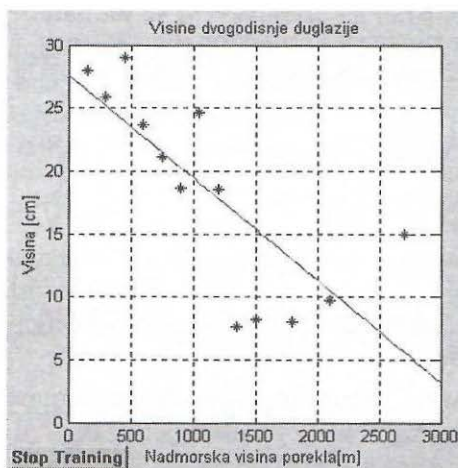


Slika 5: *Postupak obučavanja*

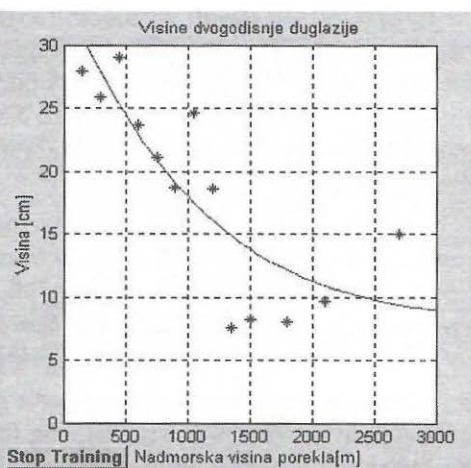


Slika 6: *Greška modeliranja*

Ukoliko uključimo i podatke koji odgovaraju provenijencijama iz New Mexico-a, sa približno 2700 m n.v., dobićemo linearan model kakav je predstavljen na sl. 7. Smatramo da ovakav model više odgovara stvarnom modelu zavisnosti visina duglazije od nadmorske visine porekla provenijencija, od modela predstavljenog na sl. 2. Odgovarajući nelinearan model predstavljen je na sl. 8.



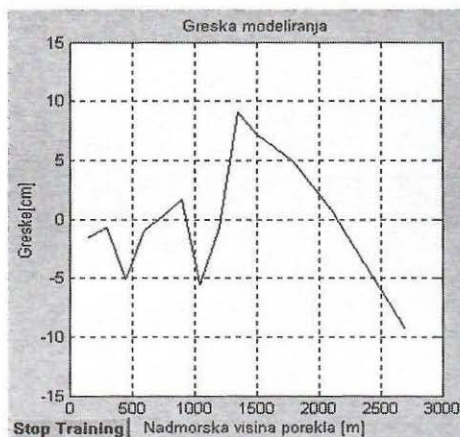
Slika 7: *Linearan model zavisnosti visina od nadmorske visine porekla provenijencija*



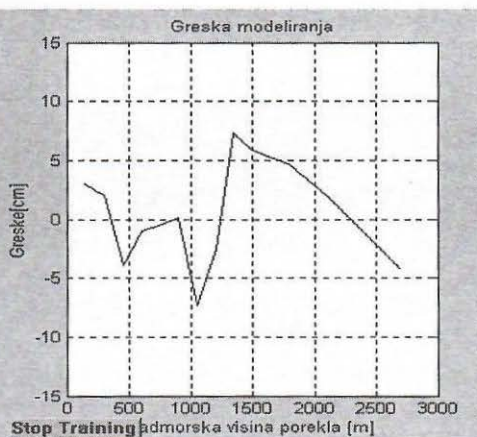
Slika 8: *Nelinearan model*

Greške modeliranja linearnog i nelinearnog modela predstavljene su na slikama 9 i 10. Vidi se da su greške modeliranja manje u slučaju nelinearnog modela pa se nelinearan model može smatrati uspješnijim. U skladu sa ovom

konstatacijom su i veličine standardne devijacije greške modeliranja koje iznose 4,8786 i 4,0836 cm respektivno.



Slika 9: *Greške modeliranja linearanog modela*



Slika 10: *Greške modeliranja nelinearnog modela*

4. PRIMENA NM SA RADIJALNIM NEURONIMA

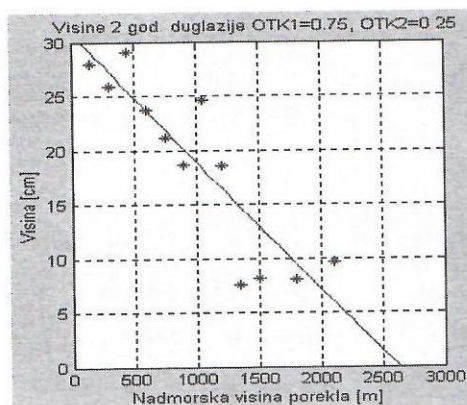
Poznato je da postupak modeliranja baziran na primeni NM sa radijalnim neuronima pruža znatno veće mogućnosti ako se koriste dve ili više neuronskih mreža. Prednost korišćenja 2 NM u odnosu na primenu jedne NM sa više neurona leži u činjenici da se za različite NM mogu definisati različite ciljne greške, kao i da je moguće u tom slučaju izabrati i različite konstante širenja (sc) radijalnih neurona.

U našem slučaju iskoristićemo dve paralelne NM bazirane na radijalnim neuronima, odnosno RBF NN. Najbolji linearan model baziran na NM sa radijalnim neuronima dobija se u posmatranom slučaju ako ciljna greška za obe mreže ima vrednost $e_{g1} = e_{g2} = 8$, a konstante širenja 5×10^6 i 6×10^6 . Opšti težinski koeficijenti imaju vrednosti 0,75 i 0,25 respektivno.

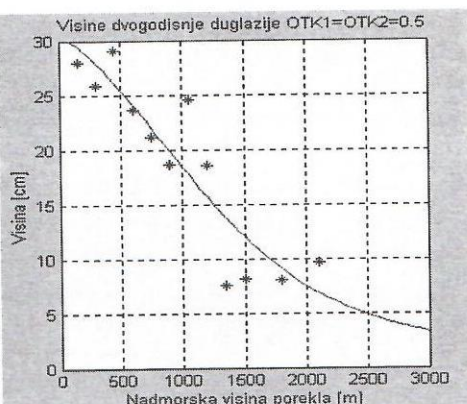
Linearan model u slučaju primene NM baziranih na radijalnim neuronima pokazuje mane prethodno razvijenog linearnog modela predstavljenog na sl. 2. Prema modelu predstavljenom na sl. 11, prirodni areal duglazija je samo do 2600 m n.v., što svakako nije tačno.

Najbolji nelinearan model za posmatrane podatke dobija se ako se modifikuje prethodna NM, u tom smislu što se uzme da konstanta širenja kod druge RBF NN ima vrednost 1,1. Dobijeni nelinearan model predstavljen na sl. 12 je vrlo sličan prethodno razvijenom nelinearnom modelu predstavljenom na sl. 4. U svetlosti razmatranja i rezultata kada se uključe podaci za provenijencije iz New Mexico-a smatramo da je model na sl. 12 nešto malo manje uspešan od modela

na sl. 4. U skladu sa vizuelnom sličnošću modela predstavljenim na slikama 2 i 4 sa modelima predstavljenim na slikama 11 i 12, koji su dobijeni na bazi korišćenja NM sa radialnim neuronima, i vrednosti standardne devijacije su vrlo slične – 3,5478 i 3,4208 cm, respektivno.



Slika 11: *Primena RBF NN u postupku modeliranja*



Slika 12: *Nelinearan model na bazi RBF NN*

5. VERIFIKACIJA MODELA SA PODACIMA SA LOKACIJE TANDA

Verifikaciju dobijenih modela izvršićemo sa podacima iz literature (Lava-dinović, Koprivica, 1997), koji se odnose na 15-to godišnje duglazije sa lokacije Tanda. Na osnovu raspoloživih podataka iz navedene literature formirana je tabela 2. Predstavljeni rezultati potvrđuju poznati stav da se u nižem regionu bolje razvijaju stabla čije je poreklo iz nižeg regiona, dok se stabla poreklom iz višeg regiona bolje razvijaju u višem regionu. U skladu s tim, vidimo da su

Tabela 2. *Visine 15-godišnjih duglazija na Tand*

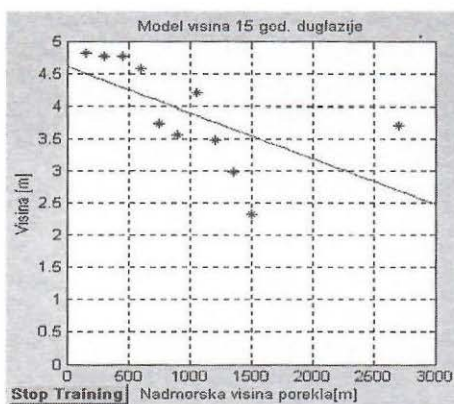
	Provenijencije	Nadmorska visina [m]	Visina kultura [m]
1.	Oregon	150	4,81
2.	Washington, Oregon	300	4,77
3.	Washington, Oregon	450	4,77
4.	Washington, Oregon	600	4,57
5.	Washington, Oregon	750	3,74
6.	Washington, Oregon	900	3,56
7.	Oregon	1050	4,20
8.	Washington, Oregon	1200	3,48
9.	Oregon	1350	2,98
10.	Oregon	1500	2,32
11.	New Mexico	2700	3,70

provenijencije koje potiču sa 150, 300, 450 i 600 m n.v. na posmatranom staništu koje se nalazi na 370 m n.v. postigle najveće visine, preko 4,5 m. Provenijencije koje potiču sa nadmorskih visina koje su veće od 750 m n.v. imaju, uglavnom, visine koje su manje od 4 m. Izuzetak je postignuta visina od 4.2 m za provenijencije koje potiču sa 1050 m n.v.

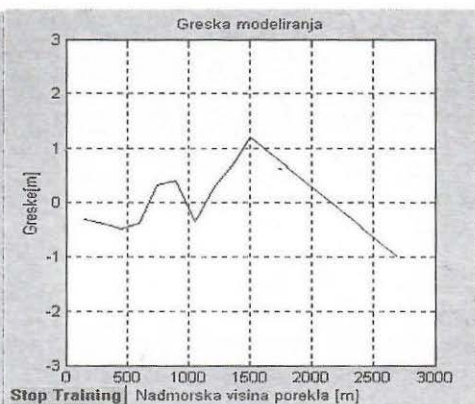
Koristeći podatke iz tabele 2 visine petnaestogodišnjih duglazija predstavljene su na sl. 13. Odgovarajući linearni model takođe je predstavljen na istoj slici. U odnosu na

sl. 7 koja se odnosi na dvogodišnje duglazije u ogledu postavljenom u arboretumu Šumarskog fakulteta, sada je nagib prave koja pokazuje zavisnost postignutih visina od n.v. porekla znatno manji.

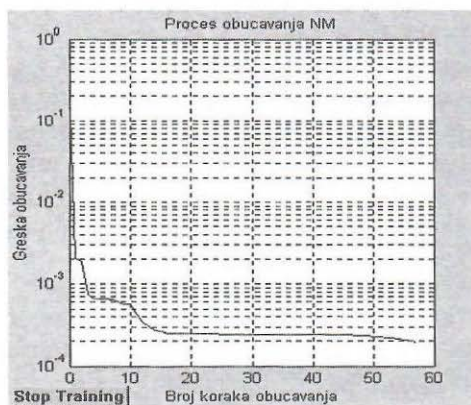
Greške modeliranja koje odgovaraju modelu sa sl. 13 date su na sl. 14.



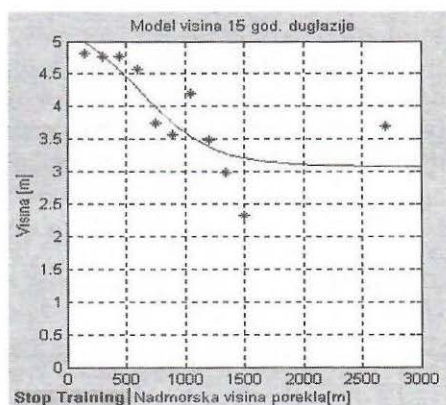
Slika 13: *Linearan model zavisnosti visina kultura od nadmorske visine porekla provenijencija*



Slika 14: *Greška modeliranja*



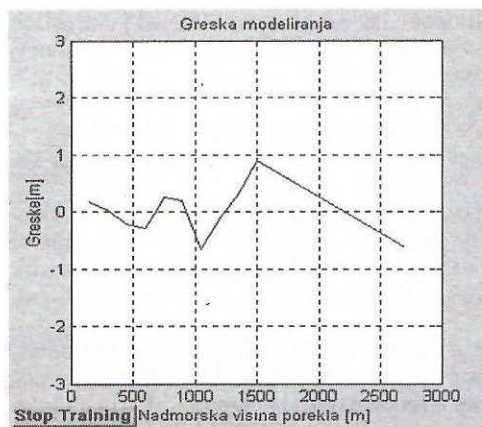
Slika 15: *Postupak obučavanja*



Slika 16: *Nelinearan model*

Postupak obučavanja u slučaju generisanja nelinearnog modela dat je na sl. 15, odgovarajući nelinearan model predstavljen je na sl. 16, a greška modeliranja na sl. 17.

Poređenje veličina SD za modele predstavljene na slikama 13 i 16 pokazuje znatnu prednost nelinearnog modela. SD u slučaju nelinearnog modela je za oko 50% manja od SD linearnog modela, odnosno iznosi 0,4225 m u odnosu na 0,6068 m koliko iznosi kod linearnog modela.



Slika 17: *Greška modeliranja*

razvoja linearnih i nelinearnih modela procesa za koje nemamo detaljne podatke. Dobijeni modeli mogu se koristiti za predikciju visina duglazije za konkretna staništa, odnosno lokacije i time doprineti optimalnom korišćenju raspoloživih šumskih resursa.

6. ZAKLJUČAK

Modeli koji pokazuju zavisnost postignutih visina duglazije od nadmorske visine porekla posmatranih provenijencija, očigledno su vrlo značajni kod postupka uvođenja duglazije. Primer dostignutih visina provenijencija iz New Mexico-a pokazuje da ne treba a priori odbacivati ni provenijencije sa većih nadmorskih visina ako istovremeno potiču i sa lokacija koje su nešto južnije od geografskog položaja naše zemlje. Isto tako, vidi se da su NM vrlo podesean i efikasan alat kod

LITERATURA

- Amateis, L.R. (2002): Quantitative tools for modeling forest systems at different scales. Proceedings of the workshop: Reality, models and parameter estimation - the forestry scenario, 2-5, June 2002, Theme 3: Estimation processes, Paper 1, Sesimbra, Portugal, pp.3.1.1-9.
- Baldwin, V.C.Jr., Burkhardt, E.H., Westfall, A.J., Peterson, D.K. (2001): Linking growth and yield and process models to estimate impact of environmental changes on growth of loblolly pine. Forest science, Society of American foresters, February 2001, Volume 47, number 1, pp.77-82.
- Beale, M. (1993): Neural network toolbox, Version 6.0.0.88. Release 12, September 22, 2000, MATLAB 6 R12.
- Haykin, S. (1994): Neural networks: a comprehensive foundation. McMillan college publishing company, New York.
- Johnsen, K., Samuelson, L., Teskey, R., McNulty, S., Fox, T. (2001): Process models as tools in forestry research and management. Forest science, Society of American Foresters, February 2001, Volume 47, Number 1, pp. 2-7.
- Lavadinović, V., Isajev, V., Koprivica, M. (1996): Effect of seed germination on survival and height of two-year Douglas-fir (*Pseudotsuga taxifolia* Britt.) of different provenances. GENETIKA, Vol. 28, No. 2., Belgrade, pp. 97-102.
- Lavadinović, S.V., Koprivica, J.M. (1997): Development of young Douglas-fir stands of different provenances at oak site in Serbia. Empirical and process based models for forest tree and stand growth simulation, Ana Amaro and Margarida Tome (Ed.), 21-27 September 1997, Oeiras, Portugal, pp. 231-241.
- Radonja, J.P. (1999): Izravnavanje izmerenih podataka koristeći višeslojne neuronske mreže. Zbornik radova VII Telekomunikacionog foruma TELFOR '99, 23-25. novembar 1999, Beograd, str. 313-316.

- Radonja, J. P. (2000): Radial basis function neural networks in tracking and extraction of stochastic process in forestry. Proceedings of the 5th Seminar on neural networks application in electrical engineering, NEUREL 2000, September 25-27, 2000, Belgrade, Yugoslavia, pp.81-86.
- Radonja, J.P., Stanković, S.S., Čukanović, Nj.R. (2000): Multilayer neural networks in process of height curve fitting. INFO science 3 /2000, Beograd, pp. 22-26.
- Radonja, P., Koprivica, M., Lavadinović, V. (2002): Modeling current annual height increment of young Douglas-fir stands in different sites. Proceedings of the workshop: Reality, models and parameter estimation - the forestry scenario, Theme 3: Estimation processes, Paper 3, 2-5 June 2002, Sesimbra Portugal, pp.3.3.1-10.
- Radonja, P., Popović, Z., Gačić, D., Novaković, N. (2003): Postupak modeliranja baziran na malom broju podataka i efekat primene funkcije raspodele podataka. Zbornik radova IX simpozijuma o računarskim naukama i informacionim tehnologijama YU INFO 2003, 10-14. marta 2003, CDROM YUINFO 2003, Kopaonik.
- Radonja, P. (2003): Artificial intelligence in monitoring Douglas-fir introduction. Proceedings of the conference "75 anniversary of the Forest research institute at the Bulgarian academy of sciences", 1-5 October 2003, Sofia, pp.123-129.
- Stamenković, V., Vučković, M. (1988): Prirast i proizvodnost stabala i šumskih sastojina. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, str. 368.
- Vuletić, D., Jovanović, M. (1983): Fenološka osmatranja i visinski rast dvogodišnjih sadnica duglazije različitih provenijencija., Zbornik radova XX-XXI, Institut za šumarstvo i drvnu industriju, Beograd, str.23-29.
- Zhang, Q.B., Hebda, R.J., Zhang, Q.J., Alfaro, R.I. (2000): Modelling tree-ring growth responses to climatic variables using artificial neural networks. Forest Science, Society of American Foresters, May 2000, Volume 46, Number 2, Grosvenor Lane, Bethesda, pp. 229-239.

MONITORING OF AN EFFECT OF ORIGINE ALTITUDE OF DUOGLAS-FIR PROVENIENCES ON PLANT HEIGHT

Pero J. Radonja

Summary

In this paper an effect of altitude from where provenance originate, that is, origine altitude, on plant height is considered. The plant heights of different provenances that originate from different altitude are analyzed. These provenances are two-year and fifteen-year Douglas-fir provenances and originate from the USA. The heights of two-year Douglas-fir are measured in the arboretum of the Faculty of Forestry in Belgrade and fifteen-year on location Tanda. Including proveniences from New Mexico is important in view of get a general model of plant height versus origine altitude of proveniences. The linear and nonlinear models that represent the dependence between plant height and origine altitude of proveniences are shown separately. These models are used in process of monitoring. The mentioned models are based on neural networks, NN. NN based on Levenberg-Marquardt algorithm and radial basis function NN are considered. In this paper is shown that models based on NN can be used as very successful monitoring tools.

Recenzet: prof. dr Vasilije Isajev, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

630+674

ZBORNİK radova / Institut za šumarstvo
= Collection / Institute of forestry ;
glavni i odgovorni urednik Mara
Tabaković-Tošić. - 1991, t. 34/35 . -
Beograd : Institut za šumarstvo, 1991-
(Beograd : Želnid). - 24 cm

Nastavak publikacije: Zbornik radova -
Institut za šumarstvo i drvnu industriju =
ISSN 0351-9147
ISSN 0354-1894 = Zbornik radova - Institut
za šumarstvo
COBISS.SR-ID 27739138