

Model kalkulacije troškova proizvoda baziran na primeni veštačkih neuronskih mreža

VLADIMIR V. TODIĆ, Univerzitet u Novom Sadu,

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

ILIJA P. ČOSIĆ, Univerzitet u Novom Sadu,

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

ZDRAVKO M. TEŠIĆ, Univerzitet u Novom Sadu,

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

RADO M. MAKSIMOVIĆ, Univerzitet u Novom Sadu,

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Originalni naučni rad

UDC: 657.474.5:004.032.26

DOI: 10.5937/tehnika1905711T

U pojedinačnoj i maloserijskoj proizvodnji, koja se najčešće realizuje u vidu uslužne delatnosti malih i srednjih preduzeća, od posebnog je značaja efikasna izrada ponuda za proizvodnju proizvoda prema zahtevu kupca. Kalkulacija troškova, je osnovni zadatak koji se rešava u izradi odgovarajuće ponude. Osim tradicionalnih metoda, kalkulacija troškova proizvoda vrši se primenom savremenih metoda i modela, baziranih na osnovama veštačke inteligencije. U radu se prikazuje model kalkulacije troškova proizvoda, koji je baziran na principima grupne tehnologije i primeni veštačkih neuronskih mreža (VNM).

Ključne reči: kalkulacija, troškovi, proizvod, veštačke neuronske mreže

1. UVOD

Osnovne karakteristike proizvodnje proizvoda prema zahtevima kupaca, koja se najčešće realizuje u vidu pojedinačne i maloserijske proizvodnje, su brza izmena asortimana proizvoda smanjenih pojedinačnih količina, visoki kvalitet, kratki rokovi isporuke i limitirane cene.

U takvim uslovima, osim neophodne analize tehnoloških i proizvodnih mogućnosti, preduzeća se suočavaju i sa neophodnošću efikasne izrade ponuda, odnosno kalkulacije troškova proizvoda.

Za kalkulaciju troškova proizvoda razvijene su brojne tradicionalne metode, među kojima su najpoznatije [1], [2], [3], [4]:

- Čista divizionna,
- Elektivna divizionna,
- Kalkulacija ekvivalentnih brojeva,
- Kalkulacija vezanih proizvoda,

- Direct Costing,
- Marginalna,
- Activity based costing,
- Process based costing, itd.

Kalkulacija troškova proizvoda, čija se proizvodnja realizuje u vidu uslužne delatnosti preduzeća prema zahtevima kupca, sve više se vrši primenom savremenih metoda i modela koji su bazirani na primeni veštačke inteligencije.

U radu se prikazuje model kalkulacije troškova proizvoda koji je baziran na principima grupne tehnologije i primeni veštačkih neuronskih mreža.

2. PRIKAZ RAZVIJENOG MODELA

Razvijeni model, čija je struktura i tok primene prikazan na slici 1, obuhvata šest faza.

Prva se odnosi na analizu zahteva za ponudu, 3D modela i crteža proizvoda, rokova isporuke, cene i proizvodnih mogućnosti preduzeća.

Druga faza obuhvata identifikaciju tipskih oblika i njihovih parametara koji određuju konstrukcioni oblik posmatranog proizvoda, kao i tehnoloških zahteva za njihovu obradu. Na osnovu konstrukcionog oblika i parametara proizvoda, u trećoj fazi vrši se izbor grupe sličnih proizvoda iz odgovarajuće BP, za koje su

Adresa autora: Vladimir Todić, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6

e-mail: vladimir.todic@uns.ac.rs

Rad primljen: 13.09.2019.

Rad prihvaćen 17.09.2019.

vremena izrade u posmatranom preduzeću proverena, odnosno poznata. Grupe sličnih proizvoda, poznate kao tehnološke grupe, formirane su na principima grupne tehnologije [5].

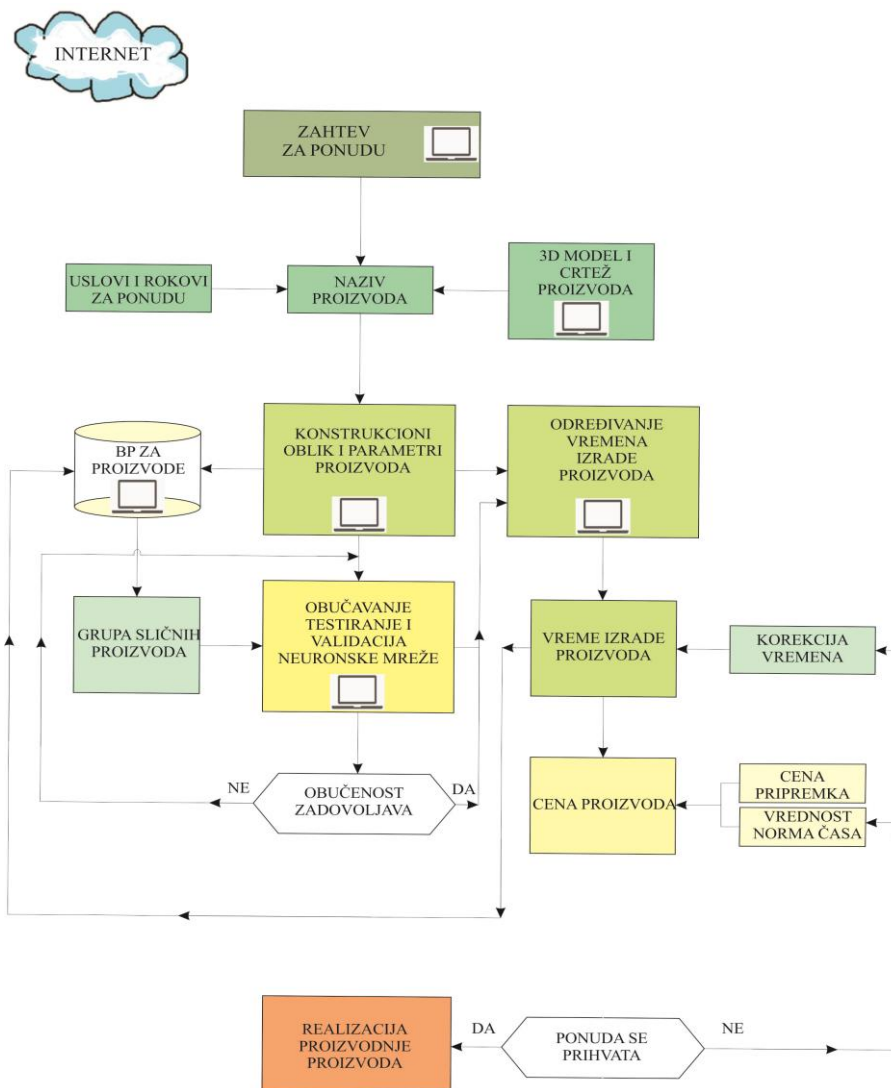
Određenu tehnološku grupu delova karakteriše jedinstveni grupni tehnološki proces izrade svih delova grupe, s tim što pojedini delovi ne moraju zahtevati sve grupne operacije i zahvate obrade. Grupisanje delova u određene tehnološke grupe može se izvršiti na osnovu konstrukciono tehnoloških klasifikatora, vizuelno, ili na osnovu sličnosti tehnoloških procesa.

Četvrta faza obuhvata treniranje, odnosno obučavanje, testiranje i validaciju veštačke neuronske

mreže, na osnovu ulaznih podataka za tipske oblike površina, zahvate odgovarajućih operacija i vremena izrade delova posmatrane grupe sličnih proizvoda u postojećim proizvodnim uslovima preduzeća.

U petoj fazi vrši se procena vremena izrade posmatranog novog proizvoda, korišćenjem odgovarajuće obučene veštačke neuronske mreže i zadatih podataka za tipske oblike i zahvate odgovarajućih operacija obrade proizvoda.

Šesta faza obuhvata kalkulaciju troškova, odnosno određivanje cene posmatranog proizvoda, u okviru izrade odgovarajuće ponude, uključujući i mogućnost korekcije vremena izrade ili vrednosti norma časa.



Slika 1 - Model kalkulacije troškova proizvoda

2.1. Kalkulacija troškova proizvoda

Mala i srednja preduzeća, kalkulaciju troškova proizvoda najčešće vrše na osnovu vremena izrade T_k i vrednosti norma časa C_{NH} .

Vrednost norma časa je promenljiva kategorija, kojom upravlja menadžment preduzeća. Njome su

obuhvaćeni svi direktni i indirektni troškovi preduzeća svedeni na jedan čas.

U razvijenom modelu, kalkulacija troškova novog proizvoda, vrši se na osnovu procenjenog vremena izrade T_{k1} , vrednosti norma časa i cene pripremla C_p , odnosno:

$$C = T_{kl} * C_{NH} + C_P \quad (1)$$

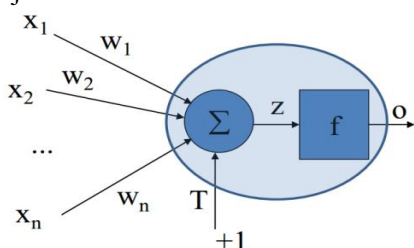
Ključno značaj u razvijenom modelu pripada proceni vremena izrade posmatranog proizvoda i obučenosti veštačke neuronske mreže, za koju će se u nastavku ukratko prikazati teorijske osnove.

2.2. Veštačke neuronske mreže

Veštačke neuronske mreže predstavljaju familiju statističkih modela mašinskog učenja, po uzoru na biološke nervne sisteme živih bića, koji mogu da aproksimiraju određene funkcije na osnovu velikog broja ulaznih vrednosti, koje su u većini slučajeva nepoznate [6]. Neke od osnovnih osobina i mogućnosti koje nude veštačke neuronske mreže su:

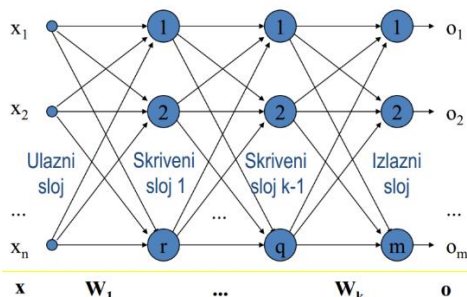
- Adaptivnost,
- Nelinearnost i
- Nivo poverenja za donošenje odluka.

Neuronske mreže predstavljene su, najčešće, kao sistem međusobno povezanih čvorova (neurona) koji između sebe komuniciraju slanjem određenih informacija kroz veze, koje su po ulozi slične sinapsama. Sve međusobne veze između čvorova imaju svoje težinske koeficijente, kao jedinstvena obeležja koja se određuju na osnovu iskustva, a mogu se i adaptirati prema ulazima, što ovakvu mrežu čini pogodnom za obučavanje.



Slika 2 - Prikaz modela veštačkog neurona

Model veštačkog neurona je analogan modelu prirodnog. Kod veštačkog neurona, slika 2, skalarni ulazi x_n propuštenu su kroz tzv. veze u kojima se vrši uvećavanje njihove vrednosti sa težinskim koeficijentima w_n , kako bi se dobio skalarni proizvod $x_n w_n$. Skalarni proizvodi $x_n w_n$ se sabiraju, kao i skalarna vrednost bias-a. Kao rezultat dobija se parametar z koji prolaskom kroz transfer funkciju f proizvodi izlaz o .



Slika 3 - Veštačka neuronska mreža sa dva skrivena sloja

Arhitektura veštačke neuronske mreže predstavlja specifično uređenje i povezivanje neurona u obliku mreža, koje se mogu međusobno razlikovati po broju slojeva, slika 3. Prvi sloj je ulazni, poslednji izlazni, a ostali su skriveni slojevi [6].

Neuroni na skrivenim i izlaznim slojevima, pored težinskih koeficijenata koriste i koeficijent „threshold“ („bias“) u računanju mrežnih ulaznih vrednosti. Koeficijent bias se može tretirati kao dodatni težinski koeficijent na ulazu koji ima konstantnu težinu jedan. Najčešća podela VNM vrši se prema:

- Broju slojeva,
- Vrsti veza između neurona,
- Vrsti obučavanja neuronskih mreža,
- Smeru prostiranja informacija,
- Vrsti podataka.

Skup podataka za obučavanje predstavlja uređeni skup veličina, na osnovu kojih će se razviti odgovarajući model veštačke neuronske mreže [6]. U okviru ovog skupa podataka, prvu grupu čine ulazne veličine, a drugu grupu čine izlazne veličine. Iz ovoga se može zaključiti da veštačka neuronska mreža predstavlja odgovarajuće preslikavanje skupa ulaznih u skup izlaznih veličina.

U procesu obučavanja veštačke neuronske mreže treba uzeti u obzir raspodelu skupa podataka za obučavanje, kako ne bi došlo do pretreniranosti veštačke neuronske mreže. Pretreniranost se javlja u slučajevima kada je razvijen model veštačke neuronske mreže u stanju da reprodukuje željene izlazne vrednosti na osnovu učitanih ulaznih podataka, ali pri tom nije u stanju da izvrši predikciju izlaznih podataka na osnovu ulaznih koje mreža nije predthodno „videla“.

Skup podataka za validaciju služi za prekid procesa obuke u cilju izbegavanja pretreniranosti mreže, dok se skup podataka za obučavanje koristi za merenje performansi mreže i za podešavanje težinskih koeficijenata i bias-a.

Razvoj veštačkih neuronskih mreža je u suštini složen proces, koji obuhvata rešavanje najvažnijih zadataka kao što su:

- Određivanje ulaznih i izlaznih veličina,
- Izbor sistema za generisanje potrebnih ulazno/izlaznih podataka za obuku, validaciju i testiranje performansi budućih neuronskih mreža,
- Generisanje dovoljnog broja ulazno/izlaznih podataka za unapred određene opsege promene svake ulazne veličine,
- Predprocesiranje podataka,
- Izbor arhitekture,
- Izbor algoritma učenja,
- Obučavanje,

- Validacija kvaliteta obučenosti i
- Testiranje performansi dobijenih neuronskih modela.

Može se reći da je VNM obučena ako može tačno da rešava zadatke za koje je obučavana. Nakon obučavanja sa određenom verovatnoćom, VNM može da generalizuje nove ulazne podatke za koje nije obučavana.

Postoje tri tipa obučavanja VNM, nadgledano, nenadgledano i delimično nadgledano obučavanje (sa ocenjivanjem) [7].

Kod nadgledanog obučavanja mreže, algoritam koji nadzire obučavanje upoređuje podatke dobijene na izlazu sa očekivanim podacima. Razlika između dobijenih i očekivanih podataka šalje se proceduri za

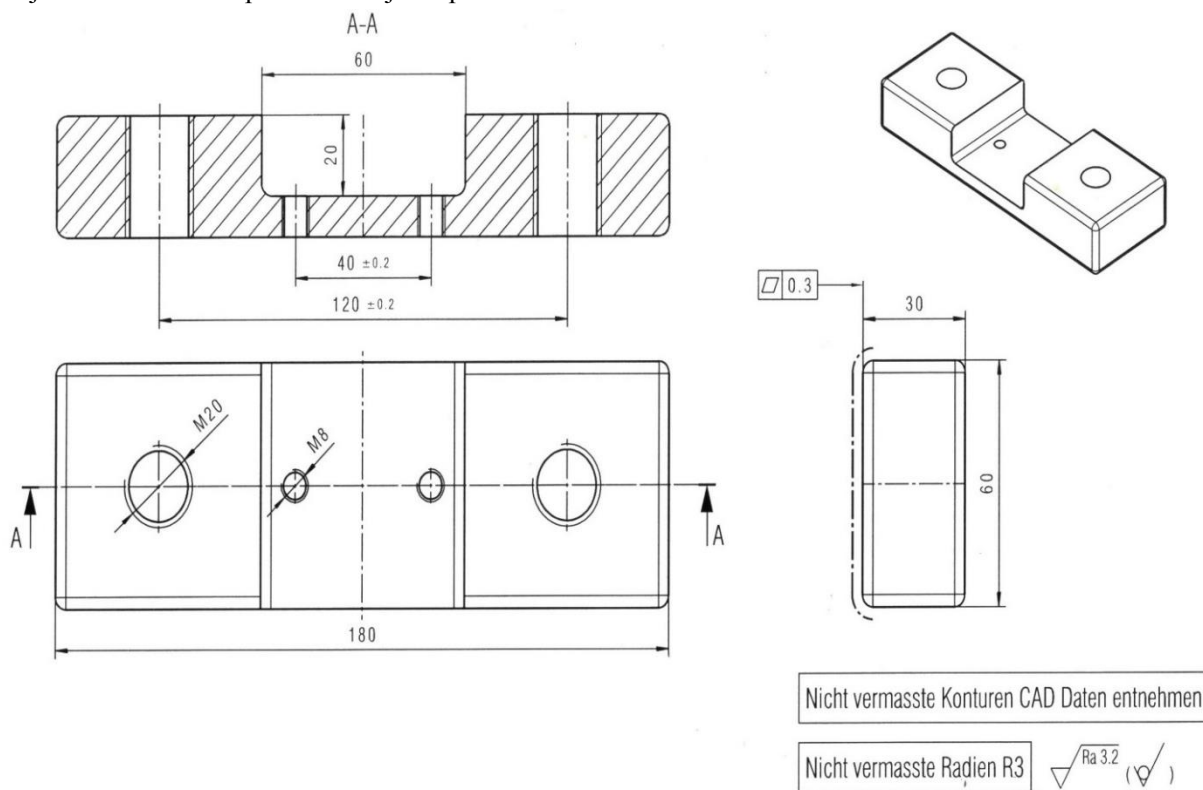
učenje, koja na osnovu toga koriguje težinske koeficijente mreže.

Delimično nadgledano obučavanje i učenje radi na principu samostalnog učenja mreže, a povremeno dobija ocenu prethodnog rada.

U nenadgledanom učenju mreža je nezavisna. Pri obučavanju se predstavljaju samo ulazni podaci koje VNM pokušava da generalizuje i „uči“ zajedničke osobine.

3. PRIMENA RAZVIJENOG MODELA

Primena razvijenog modela prikazana je na primeru kalkulacije troškova novog proizvoda, slika 4, u okviru izrade ponude prema zahtevu kupca, upućenom posmatranom preduzeću



Slika 4 - Posmatrani primer novog proizvoda

Konstruktivni oblik ovog proizvoda čine tipski oblici kao što su:

- Dve ravne osnovne površine,
- Dve ravne bočne površine,
- Dve čeone ravne površine sa zaobljenjima,
- Poprečni žljeb,
- Spoljašnja zaobljenja,
- Unutrašnja zaobljenja,
- Navoji M8,
- Navoji M20.

Polazeći od konstrukcionog oblika prikazanog proizvoda, klasifikacijom je izvršen izbor grupe sličnih

prizmatičnih delova za koje su vremena izrade u posmatranom preduzeću proverena i smeštena u odgovarajuću BP. Grupni tehnološki proces izrade izabrane grupe delova, čiji su crteži u posmatranom preduzeću zaštićeni, zbog čega nisu prikazani u radu, realizuje se na vertikalnim obradnim centrima, osim odsecanja koje se izvodi na automatskoj testeru, prema sadržaju koji čine odgovarajuće grupne operacije i zahvati obrade pojedinih delova ove grupe, tabela 1.

U proizvodnji čeličnih prizmatičnih delova u posmatranom preduzeću izvršena je optimizacija tehnoloških procesa njihove izrade, usvajanjem rešenja koja obezbeđuju najkraće vreme izrade. U okviru tih rešenja

obuhvaćen je izbor i primena kvalitetnih reznih alata od tvrdog metala i primena racionalnih režima obrade. U takvim uslovima, određena su i proverena vremena izrade prizmatičnih delova od čelika, koja su memorisana u odgovarajućoj BP za ove i druge delove iz dosadašnjeg realizovanog programa proizvodnje.

Na osnovu ulaznih podataka za sve delove izabrane grupe, tabela 1, koji se odnose na dimenzije pri-

premaka, tipskih oblika, grupnih operacija i odgovarajućih zahvata obrade, kao i zadatih vrednosti vremena izrade T_k , izvršeno je nadgledano obučavanje veštačke neuronske mreže korišćenjem programa Matlab. Rezultati treninga, odnosno obučavanja, testiranja i validacije veštačke neuronske mreže pokazuju visoke vrednosti korelacionih faktora, slika 5.

Tabela 1. Grupni tehnološki proces izrade prizmatičnih čeličnih delova

PROIZVOD		GRUPNE OPERACIJE I ZAHVATI OBRADE											
REDNI BROJ.	BROJ CRTEŽA	DIMENZIJE PRIPREMA (mm)			ODSECANJE		ČEONO GLODANJE RAVNIH POVRŠINA I ŽLJEBOVA						
		Širina	Debljina	Dužina	Dimenzije zahvata obrade (mm)								
					Širina	Debljina	Širina	Dubina	Dužina	Širina	Dubina	Dužina	
B	H	L	B	H	B1	H1	L1	B2	H2	L2			
1.	AL 2330568	65	15	70	65	15	0	0	0	0	0	0	
2.	AL 2344353	50	30	365	50	30	45	0	720	0	0	0	
3.	BZ 2221975	40	20	180	40	20	80	8	180	34	0	72	
4.	SP 000018252	30	25	1025	30	25	40	20	60	80	0	60	
5.	SP 000018563	50	30	325	50	30	0	0	0	0	0	0	
6.	BZ 2221501	35	20	285	35	20	35	8	560	35	0	174	
7.	BZ 2222879	60	15	80	60	15	60	0	160	0	0	0	
8.	BZ 2221472	120	30	225	120	30	120	0	450	30	14	110	
9.	BZ 2235095	90	20	190	90	20	0	0	0	0	0	0	
10.	BZ 2235091	130	40	170	130	40	0	0	0	0	0	0	
11.	SP 000018243	60	15	85	60	15	0	0	0	0	0	0	
12.	AL 2344296	50	15	255	50	15	0	0	0	0	0	0	
13.	AL 2344535	50	15	195	50	15	50	0	380	0	0	0	
14.	AL 2178476	50	15	95	50	15	50	0	190	0	0	0	
15.	BZ 2220725	30	10	165	30	10	30	0	330	0	0	0	
16.	SP 000018293	50	30	605	50	30	200	20	50	0	0	0	
17.	SP 000018561	50	30	125	50	30	0	0	0	0	0	0	
18.	SP 000018562	50	30	255	50	30	0	0	0	0	0	0	
19.	SP 000018564	50	30	325	50	30	0	0	0	0	0	0	
20.	AL 2344354	50	30	365	50	30	50	0	730	0	0	0	
21.	BU 3302694	35	20	105	35	20	0	0	0	0	0	0	
22.	BU 3064392	25	25	255	25	25	22	0	1000	0	0	0	
23.	SP 000018087	35	20	115	35	20	35	0	230	0	0	0	
NOVI PROIZVOD		60	30	185	60	30	60	20	60	0	0	0	

Tabela 1. Grupni tehnološki proces izrade prizmatičnih čeličnih delova - Nastavak

GRUPNE OPERACIJE I ZAHVATI OBRADJE															
ČEONO GLODANJE RAVNIH POVRŠINA I ŽLJEBOVA			KONTURNO GLODANJE			SPOLJAŠNJE ZAOBLJENJE		UNUTRAŠNJE ZAOBLJENJE		GLATKI OTVORI		STEPENASTI OTVORI			
Dimenzije zahvata obrade (mm)															
Širina	Dubina	Dužina	Širina	Dužina	Dubina	Radius	Dužina	Radius	Dužina	Prečnik	Dužina	Prečnik	Dužina	Prečnik	Dubina
B3	H3	L3	B4	L4	H4	R1	L1	R2	L2	d	l	d	l	D	L
0	0	0	15	63	2	3	532	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	22	810	2,5	2	1620	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	18	440	2	3	712	3	144	0	0	0	0	0	0
0	0	0	30	60	2	2	1840	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	30	730	2,5	2	730	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	212	18	70	2	3	842	3	60	0	0	0	0	0	0
0	0	0	12	205	2,5	3	812	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	24	704	2,5	3	850	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	20	180	2	0	0	0	0	12	40	12	20	15	11
0	0	0	40	637	2,5	0	0	0	0	27	40	0	0	0	0
0	0	0	15	280	2	2	552	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	15	590	2,5	3	1180	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	13	470	2,5	3	940	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	13	270	2,5	2	540	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	8	60	2	3	760	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	50	100	2	3	1010	3	100	0	0	0	0	0	0
0	0	0	30	330	2,5	2	330	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	30	600	2,5	2	1180	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	30	730	2,5	2	1460	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	22	820	2,5	2	1620	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	20	70	2,5	3	540	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	20	1050	2,5	3	1000	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	17	320	4	2	560	0	0	0	0	6	17	8	5
0	0	0	30	120	2,5	3	840	3	120	0	0	0	0	0	0

Tabela 1. Grupni tehnološki proces izrade prizmatičnih čeličnih delova - Nastavak

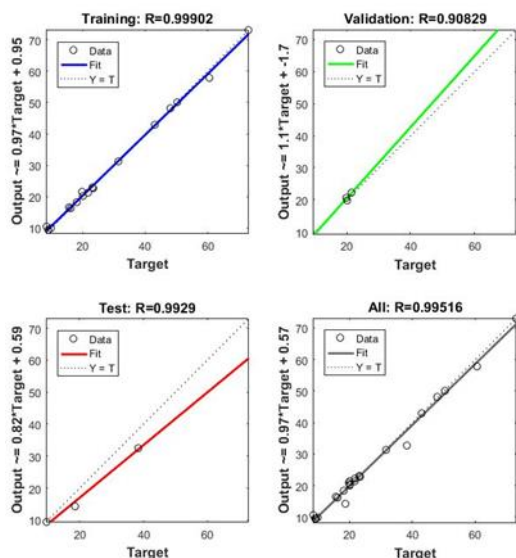
GRUPNE OPERACIJE I ZAHVATI OBRADNE													
UREZIVANJE NAVOJA						VALJANJE UNUTRAŠNJEG NAVOJA						VREME IZRADE (min/kom)	
M5-M7		M8-M10		M11-M14		M12-M14		M15-M18		M19-M24		Zadato	Teorijsko
Dimenzije zahvata obrade (mm)													
Prečnik	Dužina	Prečnik	Dužina	Prečnik	Dužina	Prečnik	Dužina	Prečnik	Dužina	Prečnik	Dužina	D	l
d	l	d	l	d	l	d	l	d	l	D	l		
6	30	0	0	12	45	0	0	0	0	0	0		
0	0	10	44	0	0	0	0	16	88	0	0		
0	0	10	36	0	0	12	54	0	0	0	0		
0	0	10	75	0	0	0	0	16	250	0	0		
0	0	10	60	12	120	0	0	0	0	0	0		
0	0	8	40	12	36	0	0	0	0	0	0		
6	24	8	48	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	10	20	0	0	0	0	16	96	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	30	10	60	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	10	30	12	45	0	0	0	0	0	0		
0	0	10	52	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	10	39	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	10	60	0	0	0	0	0	0	24	120		
0	0	10	90	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	10	60	0	0	12	60	0	0	0	0		
0	0	10	60	0	0	12	120	0	0	0	0		
0	0	10	44	0	0	0	0	16	88	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20		
6	40	0	0	12	80	0	0	0	0	0	0		
6	24	10	35	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	8	20	0	0	0	0	0	0	20	60		15,01

Upoređivanjem zadatih vrednosti vremena izrade izabrane grupe prizmatičnih delova T_k i teorijskih vremena izrade T_{kl} , dobijenih na osnovu linije regresije, tabela 1, može se konstatovati značajnija razlika samo za tri proizvoda, što ukazuje da bi trebalo proveriti tačnost zadatih vremena izrade ovih proizvoda. Na osnovu crteža posmatranog novog proizvoda, slika 4, i pomenutih tipskih oblika, koji se obrađuju sa odgovarajućim zahvatima obrade, uneti su i naznačeni ulazni podaci za procenu vremena izrade ovog proizvoda u poslednjem redu tabele 1, odakle se vidi da procenjeno teorijsko vreme izrade T_{kl} iznosi 15,01

min/kom. Zbog dimenzija i kvaliteta površina izabranog priprema, koji se dobija hladnim vučenjem, dve osnovne ravne površine, dimenzija 180 x 60 mm, i dve bočne ravne površine, dimenzija 180 x 30mm, ne obrađuju se glodanjem, dok se dve čeonke ravne površine, dimenzija 60x30 mm, posle odsecanja obrađuju konturnim glodanjem, kojim su obuhvaćena i odgovarajuća zaobljenja na ovim površinama.

Dimenzije tipskih oblika, koji se obrađuju rezanjem i odgovarajućih zahvata obrade novog proizvoda, kao i kod svih delova izabrane grupe u tabeli 1, iskazane su u vrednostima koje se odnose na efektivnu

obradu rezanjem. Površine i zahvati koji se ne obrađuju imaju vrednost nula, tabela 1.



Slika 5 - Rezultati regresione analize

U posmatranom primeru, kupac je isporučio materijal za izradu ovog proizvoda, tako da cena proizvoda u ponudi, prema izrazu (1), uz zadatu vrednost norma časa ovog preduzeća od 15 €/h, iznosi 3,75 €/kom.

4. ZAKLJUČAK

Razvijeni model, koji je baziran na osnovnim principima grupne tehnologije i primeni veštačkih neuronskih mreža, omogućuje kalkulaciju, odnosno obračun troškova proizvoda, sa zadovoljavajućim nivoom tačnosti.

Tačnost obračuna troškova novog proizvoda, primenom ovog modela, najviše zavisi od tačnosti sistematizovanih podataka u BP za realizovane proizvode u proizvodnim uslovima posmatranog preduzeća, za koje su vremena izrade poznata, kao i od nivoa obučeniosti veštačke neuronske mreže.

Baza podataka za realizovane proizvode u integrisanom sistemu upravljanja proizvodnjom, od posebnog je značaja za primenu veštačke inteligencije u razvojnim procesima savremenih preduzeća.

5. ZAHVALNOST

Istraživanje za ovaj članak je realizovano u okviru projekta „Razvoj softvera za upravljanje remontom i ugradnjom kočionih sistema šinskih vozila“, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj, br. 035050, za period 2011-2019. godine.

LITERATURA

- [1] Jakovčević K, *Upravljanje troškovima*, Ekonomski fakultet, Subotica, 2008.
- [2] Gowthorpe C, *Upravljačko računovodstvo*, Data Status, Beograd, 2008.
- [3] Baxter W. T, Direct versus absorption costing: a comment, *Accounting, Business and Financial History*, Vol. 15, No. 1, pp. 89-91, 2005.
- [4] Brown C. B, Collins TR, McCombs EL. Transformation from batch to lean manufacturing: the performance issues, *Engineering Management Journal*, Vol. 18, No. 2, pp. 3-13, 2006.
- [5] Mitrofanov, S. P, *Naučnaja organizacija mašinstroiteljnova proizvodstva*, Mašinstrojenije, Lenjingrad, 1976.
- [6] Jocković S, Ognjanović Z, Stankovski S, *Veštačka inteligencija, inteligentne mašine i sistemi*, Krug, Beograd, 1997.
- [7] Kukulj D, *Sistemi zasnovani na računarskoj inteligenciji*, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2007.

SUMMARY

PRODUCT COST CALCULATION MODEL BASED ON THE IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

In individual and small-scale production, which is most often realized in the form of service activities of small and medium-sized enterprises, it is of particular importance to effectively prepare offers for the production of products at the request of the customer. Costing is a basic task that is solved in making the right offer. In addition to traditional methods, product costing is calculated using modern methods and models, based on the basics of artificial intelligence. This paper presents a product costing model based on the principles of group technology and the application of artificial neural networks.

Key words: calculation, cost, product, artificial neural networks