

## STRUČNI ČLANCI PROFESSIONAL PAPERS

### UPRAVLJANJE MAŠINE (PRESE) ZA ŠTANCANJE LIMA

Muhamed H. Pašić

Cimos d.o.o Srebrenica, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

DOI: 10.5937/vojtehg62-3354

OBLAST: mašinstvo, materijali, industrijski softver  
VRSTA ČLANKA: stručni članak

#### Sažetak:

*U radu će biti obrađeno upravljanje prese za štancanje lima. Analiza će biti bazirana na eksperimentalnom podešavanju visine bata. Eksperiment će biti rađen za pet različitih pozicija odnosno debljina lima. Prethodno stanje prese bilo je takvo da je za svaku promjenu pozicije, odnosno debljine lima, bilo potrebno podešavati visinu bata. U rješenju koje je pokazano u ovom radu to će biti puno lakše i efikasnije. Princip će biti takav da ako se želi zamijeniti pozicija biće dovoljno samo izabrati poziciju odnosno debljinu lima koju želimo i bat će se automatski podesiti na tačnu poziciju koja je potrebna za taj lim. Tako će se ubrzati proizvodnja, a i smanjiti škart materijala koji bi se stvorio zbog štelovanja. Zatim će biti pokazan dijagram stanja za to novo rješenje, kao i program za upravljanje novog rješenja.*

Ključne reči: *debljina, lim, presa, metali, mašinska, visine, upravljanje.*

#### Uvod

**E**lektromotorni pogon (EMP) presa za štancanje lima pripada grupi teških EMP sa intermitiranim opterećenjem, kod kojih je veoma izražen i napregnut dinamički prelazni režim rada (Ambrožić, 2003). Posebno je važno pravilno definisati vrijeme i brzinu dodavanja limene trake. U protivnom, može doći ne samo do pojave „škarta“ gotovog proizvoda, nego i do lomljenja veoma skupih alata. Zbog toga se prvo podešavanje, za novu vrstu proizvoda, uvijek vrši „ručno“. Ova presa radi oko pedeset različitih pozicija, tj. pedeset različitih alata. Svaki od njih razlikuje se, kako po komadu koji proizvodi,

tako i po samom izgledu i gabaritu, što znači da svaki od njih ima različite parametre, jedan od tih parametara je visina bata. Tako ako je alat visočiji bat se mora postaviti na veću visinu. Osim ovog parametra koji će biti predmet analize, tu su i drugi parametri bitni za alat, i to: gornja mjera bata, korak, ugao dodavanja i ugao popuštanja. Gornja mjera bata je visina na koju se podešava bat kada se ubacuje alat u presu, i ova visina mora biti veća od radne visine. Prethodno stanje je bilo takvo da je prilikom svake zamjene pozicije bilo potrebno podešavati visinu bata, što je oduzimalo dosta vremena, a i povećavalo škart materijala. Sa novim rješenjem koje će biti pokazano biće smanjeno vrijeme podešavanja, a smanjiće i škart. Korak zavisi od komada koji alat pravi, tj. zavisi od dimenzija komada. Ugao dodavanja je trenutak kada dodavač limene trake treba da doda traku, a ugao popuštanja je trenutak kada nepomična kliješta trebaju da popuste traku (Upute za rukovanje presom za štancanje lima, 1989), (Jurković, 1990), (Hodžić, 2008).

## Eksperimentalno podešavanje visine bata

Za analizu visine bata uzeto je pet različitih pozicija, tj. pet različitih alata, a to su: „novi burnik“, „pedala“, „ručica gornja“, „nosilac stikala“, „ručica mirujuća“. U nastavku će tabelarno biti prikazani rezultati analize za svaku poziciju posebno i biće uzeto pet različitih visina bata za svaku poziciju, odnosno alat.

*Tabela 1 – Eksperimentalno podešavanje visine bata za poziciju „novi burnik“*  
*Table 1 – Experimental adjusting of the ram height for the “Novi Burnik” position*

	Pozicija	Debljina lima $d$ (mm)	Veličina rupe $\phi$ (mm)	Visina bata $h$ (mm)	Kvalitet komada
1.	Novi burnik	1,5	8	453,0	– komad nije dobar – noževi i probojci ne odsijeku, odnosno ne probiju rupe dovoljno
2.	Novi burnik	1,5	8	451,5	– smanjena visina bata – dobije se komad koji nije po tehnologiji – odsijecanje i probijanje dobro – dobijeni komad ima srh na – mjestu probijanja rupe
3.	Novi burnik	1,5	8	450,0	– visina bata još smanjena – smanjen srh – dobije se komad koji je na granici mogao bi proći
4.	Novi burnik	1,5	8	449,6	– visina bata smanjena još za 0,4 mm – potpuno uklonjen srh – optimalna visina bata
5.	Novi burnik	1,5	8	447,0	– i na ovoj visini nema srha – probijena rupa nije po crtežu jer je bat spušten više nego što je potrebno – dalje smanjivanje visine dovelo bi do oštećenja alata

Iz tabele 1 može se vidjeti da je optimalna vrijednost visine bata 449,6 mm. Za ovu poziciju nemamo neku veliku mogućnost smanjivanja visine bata u odnosu na ovu koja se pokazala kao optimalna, zbog toga što je debljina lima prilično mala za ovaj tip prese, tako da se mala promjena visine znatno odrazi na komad. Dalje povećanje visine nema efekta, jer već na visini od 453 mm nema dovoljnog probijanja i odsijecanja, tako da je dalje povećavanje nepotrebno.

Optimalna visina bata za poziciju „pedala“ je 481,5 mm, ono što se može vidjeti iz (tabele 2) je to da je ova visina veća od prethodne optimalne „Novi burnik“ za oko 30 mm, što je i logično jer se ova pozicija radi od debljeg lima u odnosu na prethodnu. Visina bata nije dalje smanjivana zbog rizika od oštećenja alata, a dalje povećanje ne bi imalo smisla jer se 484 mm pokazala kao velika visina.

*Tabela 2 – Eksperimentalno podešavanje visine bata za poziciju „pedala“*  
*Table 2 – Experimental adjusting of the ram height for the “Pedala” position*

	<b>Pozicija</b>	<b>Debljina lima <i>d</i> (mm)</b>	<b>Veličina rupe <math>\phi</math> (mm)</b>	<b>Visina bata <i>h</i> (mm)</b>	<b>Kvalitet komada</b>
1.	Pedala	2,5	25	484,0	– komad dimenziono odstupa – komad nije dovoljno odsječen – visina bata velika treba
2.	Pedala	2,5	25	482,0	– dobije se bolji komad – odsijecanje završeno – na ivicama komada pojavi se srh veći od dozvoljenog
3.	Pedala	2,5	25	481,5	– visina smanjena za 0,5 mm – dobije se komad koji zadovoljava sve mjere – visina optimalna
4.	Pedala	2,5	25	480,0	– ova visina ne stvara srh kao ni dimenziona odstupanja – pojavio se otisak na dijelu komada gdje nema probijanja
5.	Pedala	2,5	25	497,0	– visina smanjena za 1 mm – dimenziono se dobije komad koji bi mogao proći – povećao se otisak – dalje povećavanje dovelo bi do oštećenja alata

Na poziciji „ručica gornja“ koristi se lim od 5 mm (tabela 3), a što je duplo deblji u odnosu na „pedalu“ i visina bata je veća. U ovom slučaju visina je za 20 mm veća u odnosu na prethodnu poziciju, tačnije „pedalu“. Optimalna mjera za ovu poziciju je 498 mm. Ono što se još može vidjeti iz tabele 3 jeste da nema baš velike tolerancije na visini bata.

Tabela 3 – Eksperimentalno podešavanje visine bata za poziciju „ručica gornja“  
Table 3 – Experimental adjusting of the ram height for the “Ručica gornja” position

	Pozicija	Debljina lima $d$ (mm)	Veličina rupe $\phi$ (mm)	Visina bata $h$ (mm)	Kvalitet komada
1.	Ručica gornja	5	6	503,0	– komad dimenziono odstupa – nedovoljno probijena rupa – velika visina bata
2.	Ručica gornja	5	6	501,0	– probijanje rupe bolje ali nedovoljno – srh na rupi – velika visina bata
3.	Ručica gornja	5	6	494,0	– komad dimenziono dobar – manji srh na jednoj strani rupe
4.	Ručica gornja	5	6	498,0	– visina smanjena za 1 mm – komad nema srha – dimenziono je dobar – optimalna visina
5.	Ručica gornja	5	6	496,5	– dobije se komad sa manjim srhom – mogao bi proći po pitanju dimenzija

Optimalna visina bata za „nosilac stikala“ je 449,05 mm (tabela 4), ako se uporedi visina bata za ovu poziciju sa visinom od „novog burnika“ (tabela 1) može se zaključiti za su skoro identične, što je i logično jer imaju skoro istu debljinu lima. Ova pozicija ima tanji lim za 0,1 mm, ali rupa koja se probija je veća za 2 mm, tako da se to kompenzira, što znači da se može koristiti ista visina, što je i pokazala ova analiza. I peta pozicija koja je bila predmet ove eksperimentalne analize se prema debljini lima koji se koristiti može uporediti sa „pedalom“ koja koristi lim za 0,5 mm tanji od ove. Može se vidjeti da je visina bata kod ove pozicije manja od one kod „pedale“, iako je lim deblji. Razlog za to je veličina rupe koja se probija, koja je kod ove pozicije puno manja nego kod „pedale“, tako da je ovdje optimalna visina 465,5 mm (tabela 5).

Ono što se može zaključiti iz ove analize jeste – što je deblji lim visina bata je veća, jer u eksperimentalnoj metodi ne može se mijenjati masa ekscentra i bata; jedino što se može mijenjati je visina bata. Ova analiza je pokazala da za svako povećanje debljine lima za oko 1,5 mm, potrebno je povećati visinu bata za oko 25 mm. Međutim, to vrijedi za istu vrstu lima, za neki drugi lim, sa drugim hemijskim sastavom ovaj odnos bi bio drugačiji. Međutim, ono što još treba naglasiti je to da kada bi se ova analiza radila ponovo na istim pozicijama ne bi se dobile ove vrijednosti optimalnih visina. Dobile bi se optimalne visine koje se razlikuju za 1-2 mm, jer svaki lim ima određeni hemijski sastav, tj. tačno se zna koliko koje supstance treba da sadrži određeni lim, s tim da svaki lim ima toleranciju koja se odnosi sa količinu pojedinih supstanci. Tako, ako je jedan bunt lima koji je na donjoj granici prema količini određenih supstanci, ona će dati jednu vrijednost optimalne visine bata, dok sledeći lim može biti na gornjoj granici, što znači da je možda tvrdi, pa za ova dva lima neće biti ista visina bata. Može se zaključiti da se optimalna visina bata ne može jednom odrediti i da se uvijek ona koristi, a tolerancija iznosi  $\pm 1 - 2 \text{ mm}$ .

*Tabela 4 – Eksperimentalno podešavanje visine bata za poziciju „nosilac stikala“*  
*Table 4 – Experimental adjusting of the ram height for the “Nosilac stikala” position*

	<b>Pozicija</b>	<b>Debljina lima <math>d</math> (mm)</b>	<b>Veličina rupe <math>\phi</math> (mm)</b>	<b>Visina bata <math>h</math> (mm)</b>	<b>Kvalitet komada</b>
1.	Nosilac stikala	1,4	10	452,0	– nedovoljno izbijena rupa – ima veliki srh – velika visina bata
2.	Nosilac stikala	1,4	10	450,5	– smanjena visina za 1,5 mm – bolje probijanje rupe – srh i dalje veliki
3.	Nosilac stikala	1,4	10	449,5	– smanjena visina bata za 1 mm – smanjen srh – komad i dalje nije po crtežu
4.	Nosilac stikala	1,4	10	449,05	– komad bez srha – komad odgovara crtežu – optimalna visina bata
5.	Nosilac stikala	1,4	10	448,5	– komad ima otisak – visina bata je mala – dalje smanjivanje visine dovelo bi do oštećenja alata

*Tabela 5 – Eksperimentalno podešavanje visine bata za poziciju „ručica mirujuća“*  
*Table 5 – Experimental adjusting of the ram height for the “Ručica mirujuća” position*

	Pozicija	Debljina lima $d$ (mm)	Veličina rupe $\phi$ (mm)	Visina bata $h$ (mm)	Kvalitet komada
1.	Ručica mirujuća	3	4	478,5	– komad nije dobar – kontrolni „trn“ ne prolazi kroz rupu – visina bata velika
2.	Ručica mirujuća	3	4	477,5	– visina bata smanjena za 1 mm – komad je popravljen ali ne i dovoljno da bi mogao proći kontrolu – potrebno još smanjivati visinu
3.	Ručica mirujuća	3	4	477,0	– dimenziono je komad dobar – srh na rupi – komad nije prošao kontrolu
4.	Ručica mirujuća	3	4	465,5	– visina smanjena za 0,5 mm – komad je prošao kontrolno mjerenje – optimalna visina bata
5.	Ručica mirujuća	3	4	465,0	– komad ima otisak – dalje smanjivanje visine dovelo bi do oštećenja alata

## Implementacija dijagrama stanja upravljanja prese

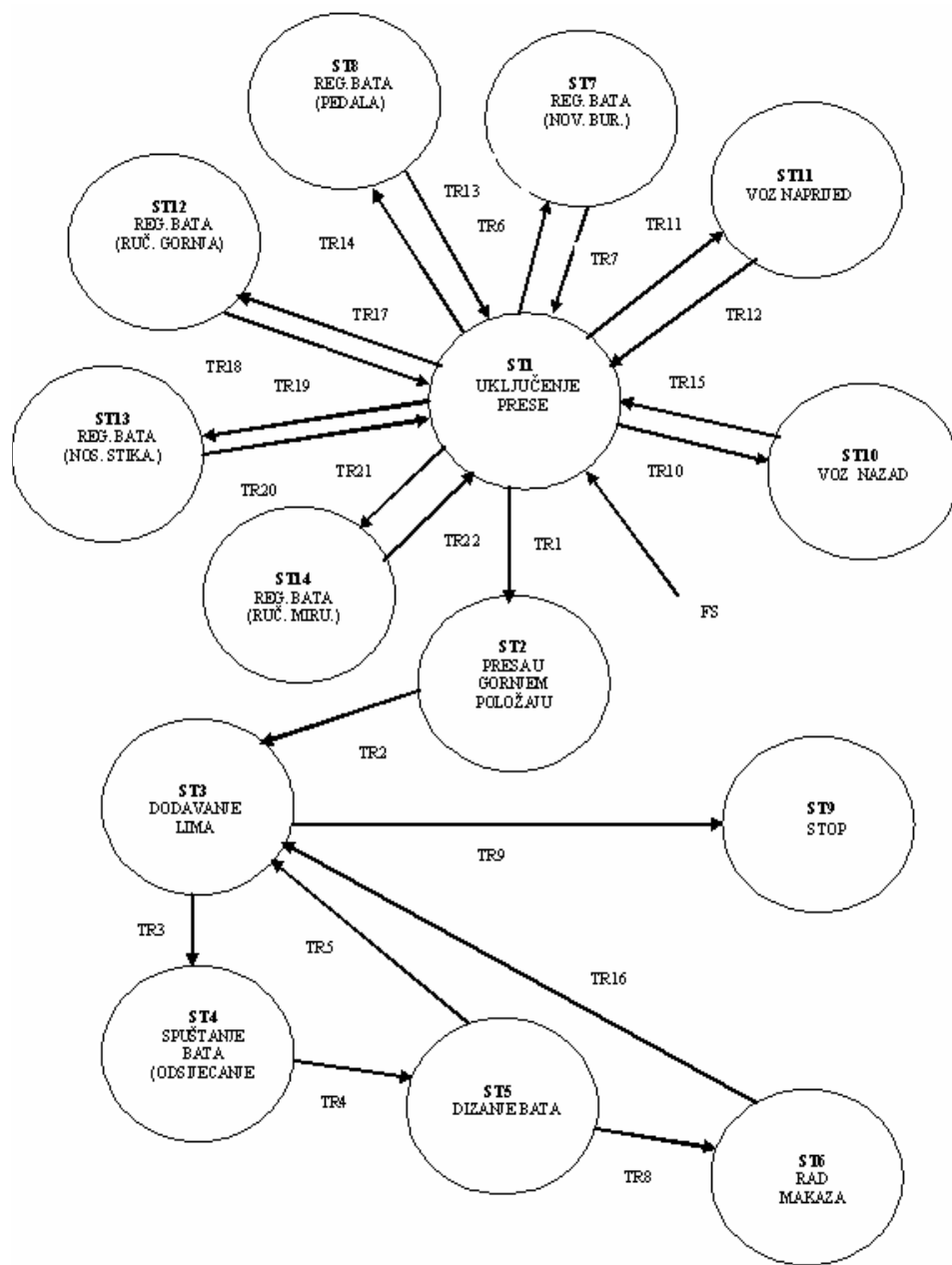
U ovom dijagramu stanja dato je takvo rješenje za podešavanje visine bata da kada se izabere određena pozicija automatski se bat podesi na optimalnu visinu. Na ovom dijagramu stanja (slika1) uzeto je pet različitih poziciji, tj. pozicije koje su korišćene u eksperimentalnoj analizi, na osnovu koje se i došlo do optimalnih visina za ove pozicija. U ovom dijagramu stanja osim upravljanja za postavljanje optimalne visine bata, tu je prikazano i upravljanje radom kompletne prese.

Sekvencijalno upravljanje je najčešći zadatak kod upravljanja procesa. Sistem se sastoji od niza stanja, a prijelaz iz jednog stanja u drugo određen je ispunjenjem zadatih uslova. Za naš sistem pokazaćemo kada on treba da pređe u drugo stanje, tj. kada su ispunjeni zadati uslovi (tranzicije) i u koje stanje treba da pređe. Jednačine tranzicija i stanja jednostavno se prevedu u leder dijagram. Dijagram stanja može biti opisan

skupom stanja sistema i njihovih međusobnih tranzicija (PLC S7-1200 manual). U tabeli 6 prikazane su jednačine tranzicija i stanja EMP prese za štancanje lima (Software and Hardware reference v. 3.5)

*Tabela 6 – Jednačine tranzicija i stanja EMP mašine za štancanje lima*  
*Table 6 – Equations of state and transitions and EMP machines for sheet metal stamping*

Jednačine tranzicija EMP mašine za štancanje lima (presa) jesu:	Jednačine stanja EMP mašine za štancanje lima (presa) jesu:
$TR1 = ST1 \cdot GR2 \cdot DU$	$ST1 = (ST+TR12+TR13+TR14+TR15+FS) \cdot \overline{TR1} \cdot \overline{TR6} \cdot \overline{TR7} \cdot \overline{TR10} \cdot \overline{TR11}$
$TR2 = SE \cdot ST2 \cdot \overline{DGPP}$	$ST2 = (ST2+TR1) \cdot \overline{TR2}$
$TR3 = SK \cdot GGPP \cdot \overline{DGPP} \cdot ST3$	$ST3 = (ST3+TR2+TR5+TR16) \cdot \overline{TR3} \cdot \overline{TR9}$
$TR4 = ST4 \cdot DGPP$	$ST4 = (ST4+TR3) \cdot \overline{TR4}$
$TR5 = ST5 \cdot SE \cdot GR3$	$ST5 = (ST5+TR4) \cdot \overline{TR5} \cdot \overline{TR8}$
$TR6 = ST1 \cdot D1 \cdot F1$	$ST6 = (ST6+TR8) \cdot \overline{TR16}$
$TR7 = ST7 \cdot SEB1$	$ST7 = (ST7+TR6) \cdot \overline{TR7}$
$TR8 = ST5 \cdot SPNC$	$ST8 = (ST8+TR13) \cdot \overline{TR14}$
$TR9 = ST3 \cdot \overline{SK}$	$ST9 = (ST9+TR9)$
$TR10 = ST1 \cdot GR2 \cdot TNP \cdot \overline{TNZ}$	$ST10 = (ST10+TR10) \cdot TR15$
$TR11 = ST1 \cdot GR2 \cdot VP \cdot \overline{TNP} \cdot TNZ$	$ST11 = (ST11+TR11) \cdot \overline{TR12}$
$TR12 = ST11 \cdot VZ$	$ST12 = (ST12+TR17) \cdot \overline{TR18}$
$TR13 = ST1 \cdot D2 \cdot F2$	$ST13 = (ST13+TR19) \cdot \overline{TR20}$
$TR14 = ST8 \cdot SEB2$	$ST14 = (ST14+TR21) \cdot \overline{TR22}$
$TR15 = ST101 \cdot VP$	
$TR16 = ST6 \cdot SS$	
$TR17 = ST1 \cdot D3 \cdot F3$	
$TR18 = ST12 \cdot SEB3$	
$TR19 = ST1 \cdot D4 \cdot F4$	
$TR20 = ST13 \cdot SEB4$	



Slika 1 – Stanja EMP mašine za štancanje lima (presa)  
 Figure 1– States of the EMP sheet metal stamping machine (press)



## Analiza rezultata istraživanja

*U eksperimentalnoj analizi istraživanja, gdje je uzeto pet različitih pozicija, došlo se do sljedećih rezultata:*

– Prva pozicija koja je uzeta za eksperimentalnu analizu je „novi burnik“. Rezultati analize za ovu poziciju pokazani su u tabeli 1, gdje se može vidjeti da je optimalna vrijednost visine bata 449,6 mm. Za ovu poziciju može se vidjeti i to da ne postoji neka velika mogućnost smanjivanja visine bata u odnosu na ovu koja se pokazala kao optimalna, zbog toga što je debljina lima prilično mala za ovaj tip prese, tako da se mala promjena visine znatno odrazi na kvalitet komada. Dalje povećanje visine bata nema efekta, jer već na visini od 453,0 mm nema dovoljnog probijanja i odsijecanja, tako da je dalje povećavanje nepotrebno.

– Sljedeća analizirana pozicija je „pedala“. Optimalna visina bata za ovu poziciju je 481,5 mm. Ono što se može vidjeti na osnovu rezultata dobijenih za ovu poziciju (tabela 2) jeste da je ova visina veća od prethodne optimalne („novi burnik“) za oko 30 mm, što je i logično, jer se ova pozicija radi od debljeg lima u odnosu na prethodnu. Visina bata nije dalje smanjivana zbog rizika od oštećenja alata, a dalje povećanje ne bi imalo smisla, jer se već visina bata od 484,0 mm pokazala neprikladnom visinom.

– Na poziciji „ručica gornja“ dobijeni su sljedeći rezultati: lim koji se koristi za ovu poziciju je debljine 5 mm (tabela 3), što je dvostruko veća debljina u odnosu na poziciju „pedala“, pa je shodno tome i optimalna visina bata veća. U ovom slučaju visina je za 20 mm veća u odnosu na prethodnu poziciju „pedalu“. Optimalna mjera za ovu poziciju je 498,0 mm. Iz tabele 3 može se vidjeti i to da nema baš velike tolerancije na visini bata.

– Četvrta pozicija uzeta u ovoj eksperimentalnoj analizi je „nosilac stikala“. Optimalna visina bata za ovu poziciju je 449,05 mm (tabela 4). Ako se uporedi visina bata za ovu poziciju sa visinom od „novog burnika“ (tabela 1) može se zaključiti da su skoro identične, što je i logično, jer imaju skoro istu debljinu lima. Ova pozicija ima tanji lim za 0,1 mm, ali rupa koja se probija je veća za 2 mm, tako da se to kompenzira, što znači da se može koristiti ista visina, što je i pokazala ova analiza.

– Posljednja pozicija korišćena u analizi je „ručica mirujuća“. Ova pozicija se prema debljini lima koji se koristi može uporediti sa „pedalom“ koja koristi lim za 0,5 mm tanji od ove. Može se vidjeti da je visina bata kod ove pozicije manja od visine kod pozicije „pedala“, iako je lim deblji. Razlog za to je veličina rupe koja se probija, koja je kod ove pozicije puno manja nego kod „pedale“. Optimalna visina bata u ovom slučaju iznosi 465,5 mm (tabela 5).

Pokazuje se da se za svaki navedeni slučaj može napraviti program koji simulira rad prese sa optimalnim visinama bata, tj. da se bat automatski postavi na optimalnu visinu kada se izabere određena pozicija, čime se vrši optimiranje i radnog procesa. To je i pokazano u dijagramu stanja, odnosno u programu koji je izrađen na osnovu tog dijagrama stanja.

## Zaključak

U ovom radu je pokazano kako učiniti rad prese efikasnijim, odnosno kako proizvodnju na pomenutoj presi učiniti efikasnijom. Tako je urađena eksperimentalna analiza na pet različitih pozicija i ustanovljene su optimalne visine bata. Ovakva analiza može se uraditi i za sve ostale pozicije. Predmet eksperimentalne analize bila je visina bata. Na osnovu pomenute analize urađen je dijagram stanja, na osnovu kojeg su napisane jednačine tranzicija i jednačine stanja, na osnovu kojih je izrađen program za upravljanje podešavanjem visine bata, kao i rada prese. Prethodno stanje je bilo takvo da se optimalna visina bata podešavala ručno. Ovakav način rada bio je neefikasan, davao je povećan škart materijala i usporavao proizvodnju. Novo rješenje je takvo da se bat automatski podešava na optimalnu visinu, nakon izabrane pozicije. Na taj način bi se ubrzala proizvodnja, a škart materijala bio bi smanjen na najmanju mjeru.

### Literatura

Ambrožić, V., 2003, *Upravljanje i regulacija elektromotornih pogona, Predavanja III semestar, generacija 2003/2004.*, Tuzla.

Hodžić, A., 2008, *Upravljanje i regulacija elektromotornih pogona*, Autorizovana predavanja za predmet Energetska elektrotehnika na PDS Fakulteta elektrotehnike Univerzitet u Tuzli, Tuzla.

Jurković, B., 1990, *Elektromotorni pogoni*, Školska knjiga Zagreb.

*Software and Hardware reference v. 3.5*, [ebook], Dostupno na: <<http://www.siemens.com>>, Preuzeto: 12. 12. 2012. godine.

*PLC S7-1200 manual* [Internet], dostupno na: [www.automation.siemens.com](http://www.automation.siemens.com), 2011, Preuzeto: 05.05.2012. godine.

*Upute za rukovanje presom za štancanje lima*, 1989, Slovenija.

## Prilog

Tabela 7 – Tabela simbola  
Table 7 – Table of symbols

Symbols	Address	Data Type	Comment
AL	Q 4.4	BOOL	Alarm
AUP	I 1.7	BOOL	Alat u presi (senzor)
BD	Q 5.3	BOOL	Bat dole
BG	Q 5.2	BOOL	Bat gore
Cycle Execution	OB 1	OB 1	Glavni program
D1	I 4.0	BOOL	Debljina lima – Novi burnik
D2	I 4.2	BOOL	Debljina lima – Pedala
D3	I 4.6	BOOL	Debljina lima – Ručica gornja
D4	I 5.1	BOOL	Debljina lima – Nosilac stikala
D5	I 5.4	BOOL	Debljina lima – Ručica mirujuća
DGPP	I 0.6	BOOL	Donji granični prekidač prese
DL	Q 4.2	BOOL	Dodavanje lima
DU	I 0.2	BOOL	Dvoručni uklop (tasteri na pokretnom pultu)
F1	I 4.1	BOOL	Širina rupe – Novi burnik
F2	I 4.3	BOOL	Širina rupe – Pedala
F3	I 4.7	BOOL	Širina rupe – Ručica gornja
F4	I 5.2	BOOL	Širina rupe - Nosilac stikala
F5	I 5.5	BOOL	Širina rupe – Ručica mirujuća
FS	I 2.5	BOOL	First scan
GGPP	I 0.3	BOOL	Gornji granični prekidač prese
GR2	I 0.1	BOOL	Grebenasta sklopka u položaju 2
GR3	I 0.7	BOOL	Grebenasta sklopka položaj 3, automatski rad
PB	Q 4.0	BOOL	Podizanje bata
PD	I 1.0	BOOL	Taster za spuštanje bata
PG	I 1.1	BOOL	Taster za podizanje bata
RDDL	Q 4.3	BOOL	Radna dioda, dodavanje lima
SB	Q 4.1	BOOL	Spuštanje bata
SDU	Q 4.5	BOOL	Stežanje donjih upenjala
SE	I 0.4	BOOL	Signal encodera
SEB1	I 4.4	BOOL	Signal encodera bata – Novi burnik
SEB2	I 4.5	BOOL	Signal encodera bata – Pedala
SEB3	I 5.0	BOOL	Signal encodera bata – Ručica gornja
SEB4	I 5.3	BOOL	Signal encodera bata – Nosilac stikala
SEB5	I 5.6	BOOL	Signal encodera bata – Ručica mirujuća
SGU	Q 4.6	BOOL	Stežanje gornjih upenjala
SK	I 0.5	BOOL	Signal kontrole
SPNC	I 1.2	BOOL	Signal od PNC1000
SPNCD	I 2.1	BOOL	Signal od PNC1000 za donja upenjala

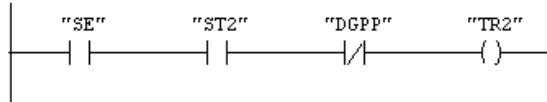
Symbols	Address	Data Type	Comment
SPNCG	I 2.3	BOOL	Signal od PNC1000 za gornja upenjala
ST1	M 2.1	BOOL	Stanje 1 – uključenje prese
ST10	M 3.2	BOOL	Stanje 10 – voz naprijed
ST11	M 3.3	BOOL	Stanje 11 – voz nazad
ST12	M 5.2	BOOL	Stanje 12 – Ručica gornja
ST13	M 5.3	BOOL	Stanje 13 – Nosilac stikala
ST14	M 5.4	BOOL	Stanje 14 – Ručica mirujuća
ST2	M 2.2	BOOL	Stanje 2 – Presa u gornjem položaju
ST3	M 2.3	BOOL	Stanje 3 – Dodavanje lima
ST4	M 2.4	BOOL	Stanje 4 – Spuštanje bata(odsijecanje)
ST5	M 2.5	BOOL	Stanje 5 – Dizanje bata
ST6	M 2.6	BOOL	Stanje 6 – Rad makaza
ST7	M 2.7	BOOL	Stanje 7 – regulacija bata(gore)
ST8	M 3.0	BOOL	Stanje 8 – Regulacija bata(dole)
ST9	M 3.1	BOOL	Stanje 9 – Stop
STOP	I 1.6	BOOL	Sigurnosni prekidač
TASTER	I 2.6	BOOL	Taster za resetovanje brojača
TDU	I 2.0	BOOL	Taster za stezanje donjih upenjala
TGU	I 2.2	BOOL	Taster za stezanje gornjih upenjala
TH	I 2.4	BOOL	Taster za uključenje hidraulike
TNP	I 1.4	BOOL	Taster za pokretanje voza naprijed
TNZ	I 1.5	BOOL	Taster za pokretanje voza nazad
TR1	M 1.0	BOOL	Tranzicija 1
TR10	M 4.0	BOOL	Tranzicija 10
TR11	M 4.1	BOOL	Tranzicija 11
TR2	M 1.1	BOOL	Tranzicija 2
TR3	M 1.2	BOOL	Tranzicija 3
TR4	M 1.3	BOOL	Tranzicija 4
TR5	M 1.4	BOOL	Tranzicija 5
TR6	M 1.5	BOOL	Tranzicija 6
TR7	M 1.6	BOOL	Tranzicija 7
TR8	M 1.7	BOOL	Tranzicija 8
TR9	M 2.0	BOOL	Tranzicija 9
TR12	M 4.2	BOOL	Tranzicija 12
TR13	M 4.3	BOOL	Tranzicija 13
TR14	M 0.1	BOOL	Tranzicija 14
TR15	M 0.2	BOOL	Tranzicija 15
TR16	M 0.3	BOOL	Tranzicija 16
TR17	M 4.4	BOOL	Tranzicija 17
TR18	M 4.5	BOOL	Tranzicija 18
TR19	M 4.6	BOOL	Tranzicija 19
TR20	M 4.7	BOOL	Tranzicija 20

Symbols	Address	Data Type	Comment
TR21	M 5.0	BOOL	Tranzicija 21
TR22	M 5.1	BOOL	Tranzicija 22
UH	Q 4.7	BOOL	Uključenje hidraulike
VNAP	Q 5.0	BOOL	Voz naprijed
VNAZ	Q 5.1	BOOL	Voz nazad
VP	I 1.3	BOOL	Senzor koji daje inform. da je voz u poč položaju
VZ	I 3.0	BOOL	Voz u krajnjem položaju
ZPBD	I 3.1	BOOL	Zadana pozicija bata – dole
ZPBG	I 3.2	BOOL	Zadana pozicija bata – gore
SS	I 3.3	BOOL	Induktivni senzor (makaze odsjeklje)

Glavni program OB1:

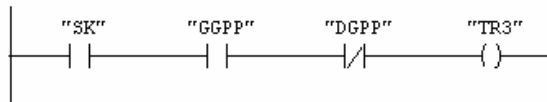
**Network 3 : Title:**

Tranzicija 2



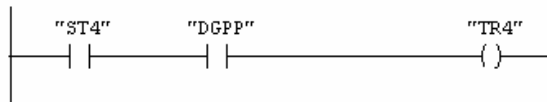
**Network 4 : Title:**

Tranzicija 3



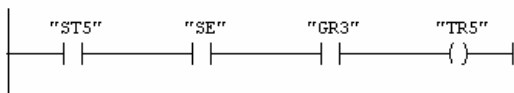
**Network 5 : Title:**

Tranzicija 4



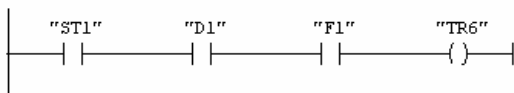
**Network 6 : Title:**

Tranzicija 5



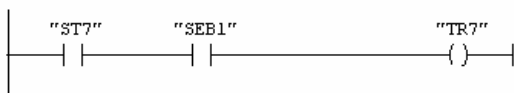
**Network 7 : Title:**

Tranzicija 6



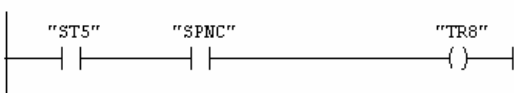
**Network 8 : Title:**

Tranzicija 7



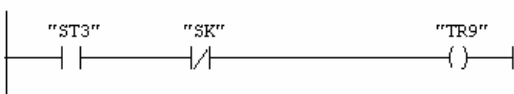
**Network 9 : Title:**

tRANZICIJA 8



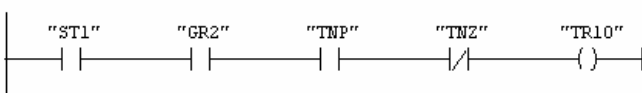
**Network 10 : Title:**

Tranzicija 9



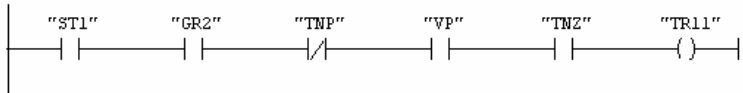
**Network 11 : Title:**

Tranzicija 10



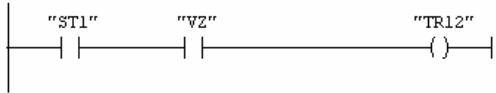
**Network 12 : Title:**

Tranzicija 11



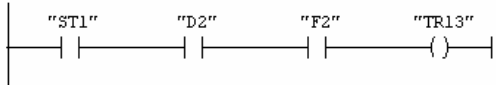
**Network 13 : Title:**

Tranzicija 12



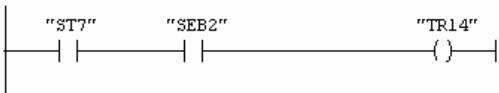
**Network 14 : Title:**

Tranzicija 13



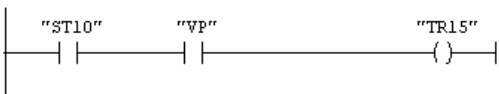
**Network 15 : Title:**

Tranzicija 14



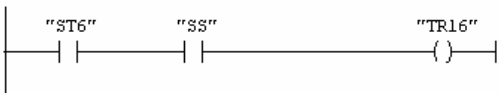
**Network 16 : Title:**

tRANZICIJA 15



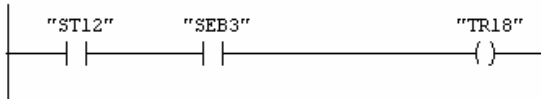
**Network 17 : Title:**

Tranzicija 16



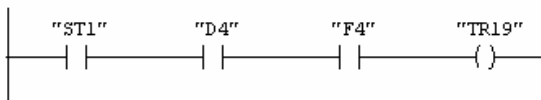
**Network 18 : Title:**

Tranzicija 18



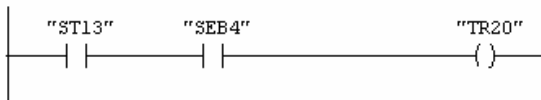
**Network 19 : Title:**

Tranzicija 19



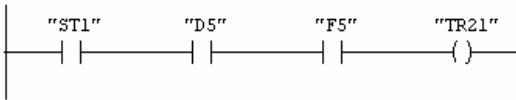
**Network 20 : Title:**

Tranzicija 20



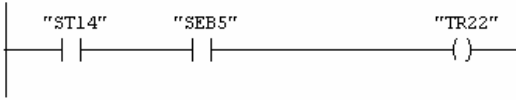
**Network 21 : Title:**

Tranzicija 21



**Network 22 : Title:**

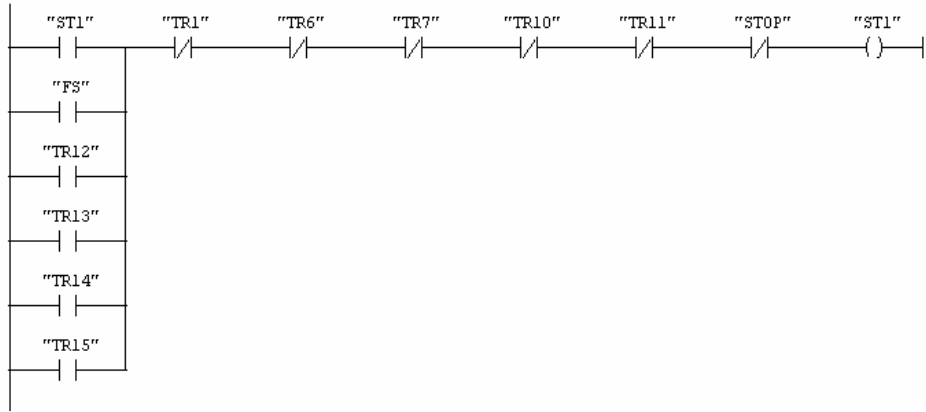
Tranzicija 22





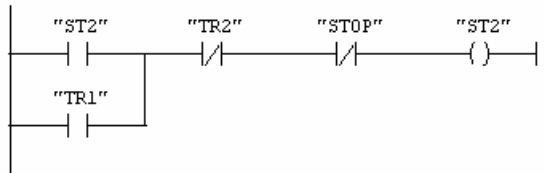
**Network 23 : Title:**

Stanje 1-uključenje prese



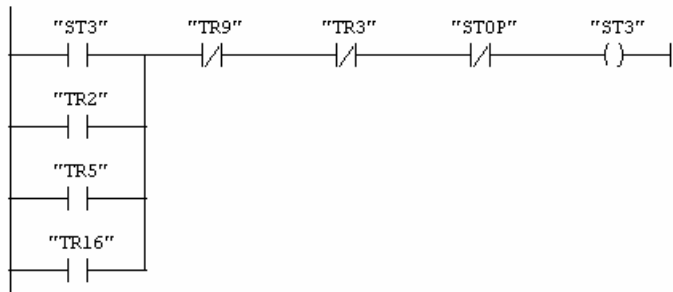
**Network 24 : Title:**

Stanje 2-Presa u gornjem položaju



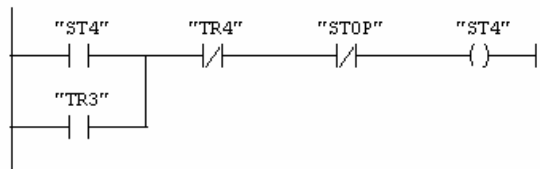
**Network 25 : Title:**

Stanje 3- Dodavanje lima



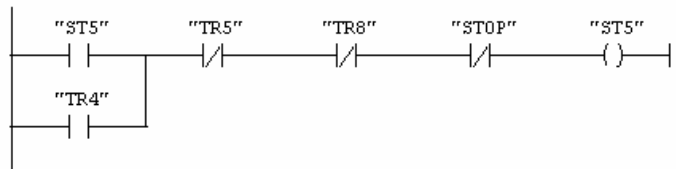
**Network 26 : Title:**

Stanje 4- Spuštanje bata i odsijecanje



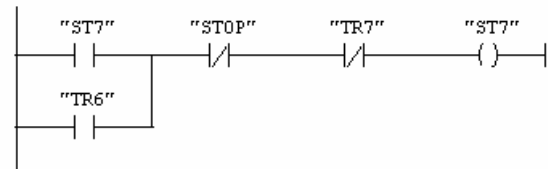
**Network 27 : Title:**

Stanje 5- Dizanje bata



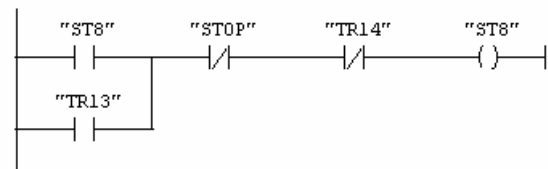
**Network 28 : Title:**

Stanje 7- Novi burnik



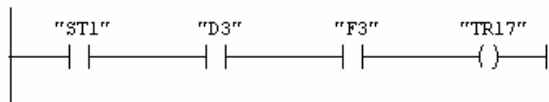
**Network 29 : Title:**

Stanje 8-Pedala



**Network 30 : Title:**

Tranzicija 17



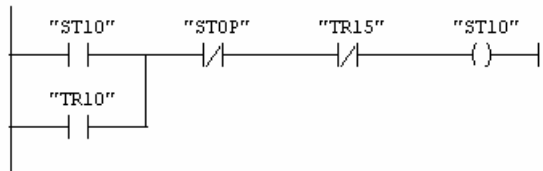
**Network 31 : Title:**

Stanje 9-Stop



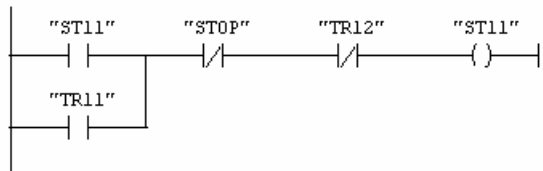
**Network 32 : Title:**

Stanje 10-Voz nazad



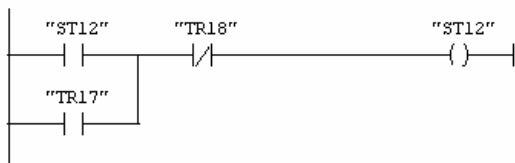
**Network 33 : Title:**

Stanje 11-Voz nazad



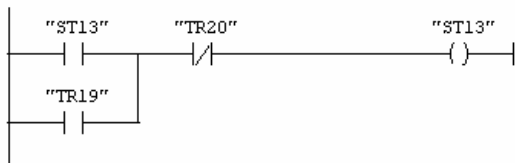
**Network 34 : Title:**

Stanje 12 - Ručica gornja



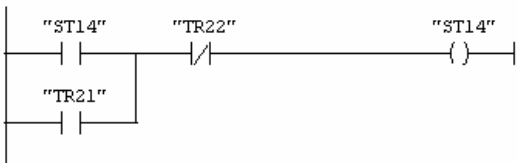
**Network 35 : Title:**

Stanje 13 - Nosilac stikala



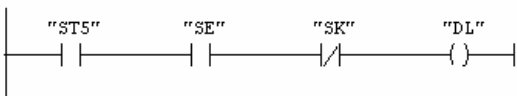
**Network 36 : Title:**

Stanje 14 - Ručica mirujuća



**Network 37 : Title:**

Izlaz-dodavanje lima



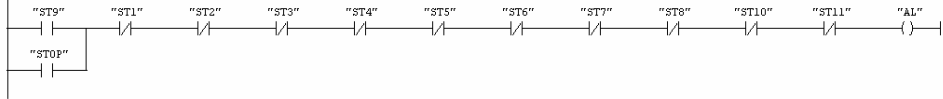
**Network 38 : Title:**

Izlaz-radna lampica dodavanja lima



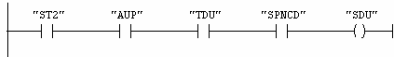
**Network 39: Title:**

Izlaz-Alarmna lampica



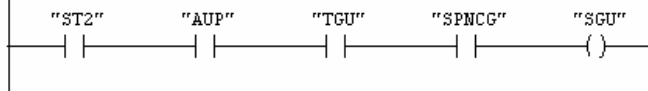
**Network 40: Title:**

Izlaz-Stezanje donjih upenjala



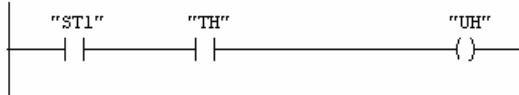
**Network 41: Title:**

Izlaz-Stezanje gornjih upenjala



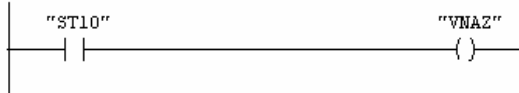
**Network 42: Title:**

Izlaz-Uključenje hidraulike



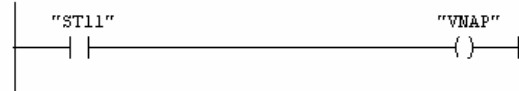
**Network 43: Title:**

Izlaz-Voz naprijed



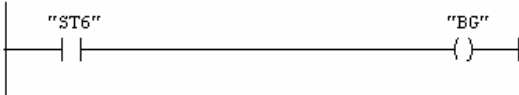
**Network 44: Title:**

Izlaz-Voz nazad



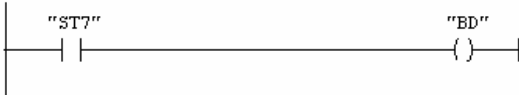
**Network 45 : Title:**

Izlaz-Bat gore



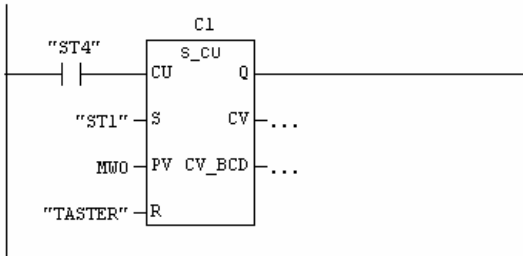
**Network 46 : Title:**

Izlaz-Bat dole



**Network 47 : Title:**

Comment:



## CONTROL OF MACHINES (PRESSES) FOR SHEET METAL STAMPING

FIELD: Mechanical Engineering, Materials, Industrial Software  
ARTICLE TYPE: Professional Paper

### Summary

*This paper deals with the control of presses for sheet metal stamping. The analysis will be based on the experimental setup of the ram height. The experiment will be done for five different positions, i.e. metal sheet thicknesses. The previous state of the press was such that for every change of a position, i.e. metal sheet thickness it was necessary to adjust the ram height. The new solution shown in this paper, makes the process much easier and more efficient. In order to use another position, it will be enough to select a particular position and the ram will be automatically adjusted to a required height. This will speed up production and reduce scrap that would be otherwise created due to adjustment. The state diagram for the new solution is shown as well as the control program for the new solution.*

### Introduction

*The introduction of this paper briefly describes the press that is the subject of this paper. This press has almost 50 different positions. The basic parameters for the press functioning are: top portion of the ram, stroke, feeding angle, release angle and ram height which is discussed in this paper.*

### Experimental adjustment of the ram height

*In the experimental analysis, five different positions, namely: "Novi burnik", "Pedala", "Ručica gornja", "Nosilac stikala", "Ručica mirujuća" were used and for each one an optimum ram height was determined*

### Implementation of the diagram of the press control states

*Based on thus obtained optimal heights, a press state diagram was made, serving subsequently as a basis for the equations of state and transition which resulted in a Step 7-based software package program for the press operation control. This solution makes the press operation more efficient and productive, i.e. the production is increased and metal waste reduced.* Analysis of the results

*In the end, all the results of the experimental analysis are summarized, i.e., for each position which was the subject of the analysis, optimum ram heights are given. Then it is shown that for each given*

case, a program can be created to simulate the operation of the press with the optimum ram height i.e. to set automatically the optimum height when choosing a certain position, thus optimizing the work process. This was shown in the state diagram i.e. in the program designed on the basis of the state diagram.

#### Conclusion

*In this paper we demonstrate how to make the press operation more efficient. The experimental analysis was performed at five different positions, and the optimum ram heights were determined. Then the equations of transition and state were written, based on which a program for controlling and adjusting the ram height and press operation was designed. The ram height had previously been determined manually which increased scrap and reduced the production efficiency and effectiveness. With the new solution, however, the optimum ram height is automatically adjusted upon the position selection, the production is increased and scrap reduced to a minimum.*

Key words: *thickness; sheet metal; pressing; metals; machining; heights; controllability.*

Datum prijema članka/Paper received on: 13. 02. 2014.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on: 11. 03. 2013.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on: 15. 03. 2013.