

SVEUČILIŠTE U SPLIT
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

Seminara doktoranada/postdoktoranada - Dani FESB-a 2014.
26. do 30. svibnja 2014.

IZVRSNOST PODUZEĆA

OD ZAPOSLENIKA DO TEHNOLOŠKOG PROCESA

Dr. sc. Nikola Gjeldum



Izvrsnost poduzeća

Proizvodnost

Ekonomičnost

Rentabilnost

Kratak ciklus proizvodnje/usluge - brzi rok isporuke/izvršenja usluge

Odnos s kupcima, raspoloživost, prilagodljivost, isporuka na vrijeme

Odnos s dobavljačima, partnerski odnos

Odnos prema zaposlenicima...

Izvrsnost:

EFQM Excellence Model izvrsnosti poduzeća razmatra pitanja vezana uz vodstvo, zaposlenike, strategiju, partnerstvo te proizvode, procese i usluge, a sve u cilju postizanja poslovnih rezultata, te dostignuća vezanih za partnere, zaposlenike te okolinu:

- pokazuje da uspješna poduzeća imaju održivu izvrsnost u svim aspektima EFQM Modela Izvrsnosti.
- dokazuje da je razina zrelosti poduzeća prema modelu izvrsnosti direktno vezana za ostvarenu razinu izvrsnosti zaposlenika iz njegove samoprocjene.

Logistics Personal Excellence by
continuous Self-Assessment

LOPEC

LOPEC kao poveznica

Izvrsnost radnika

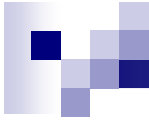
Izvrsnost
poduzeća

Fokus na cjeloživotnom obrazovanju

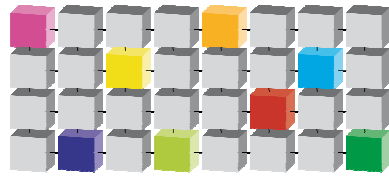
- Razvoj vještina i kompetencija kao ključnih faktora za kontinuirano unaprijeđenje i inovativne projekte u logistici i s njom povezanim područjima
- Samoprocjena kao alat za stalno ispitivanje i podršku zaposlenika
- Jačanje balansa između posla i života:
Obrazovanje kao osobni motivacijski faktor

Poslovni uspjeh kroz uključenost zaposlenika

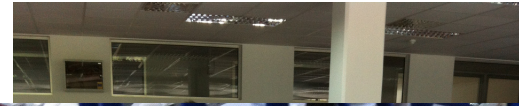
- Potencijal za unaprijeđenje je prepoznat i realiziran od strane samih zaposlenika
- Korištenje internih znanja za smanjenje rasipanja i povećanje efikasnosti svih procesa
- Povećanje vještina i znanja radnika kao vrijedni poslovni resurs
- Specifična primjena, praktična izobrazba i razvoj zaposlenika u području Lean



NIL

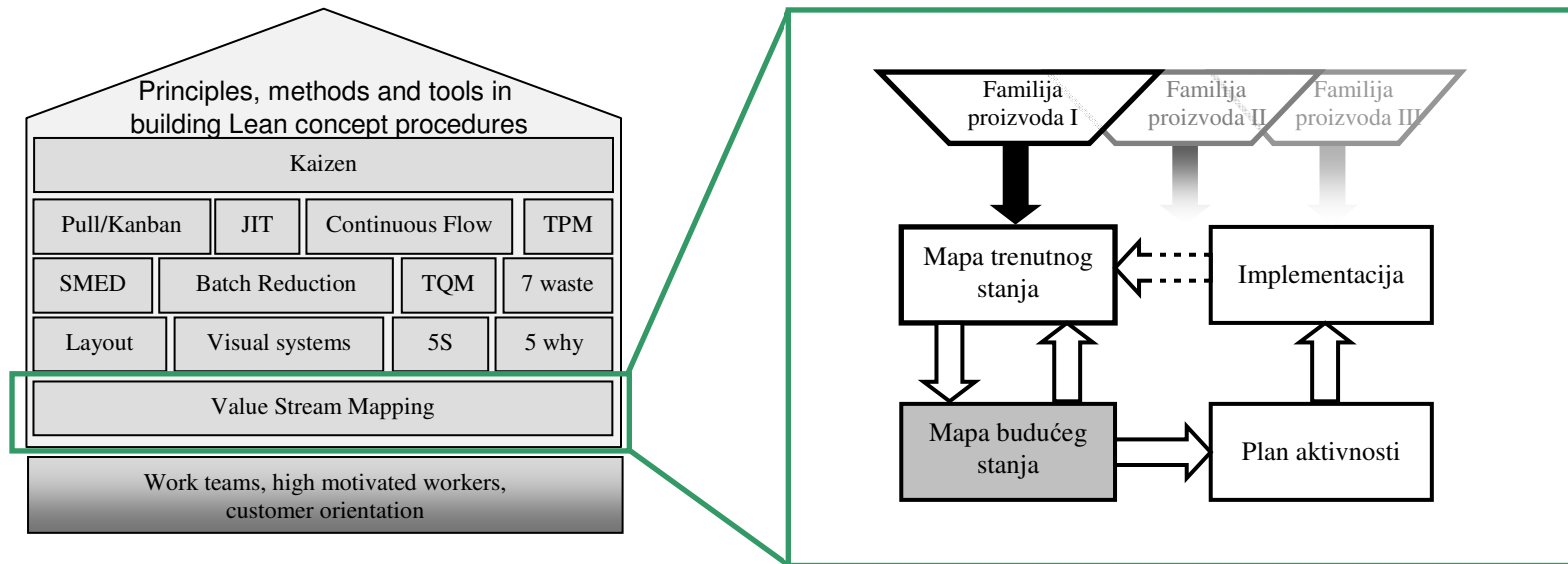


Netzwerk Innovativer Lernfabriken

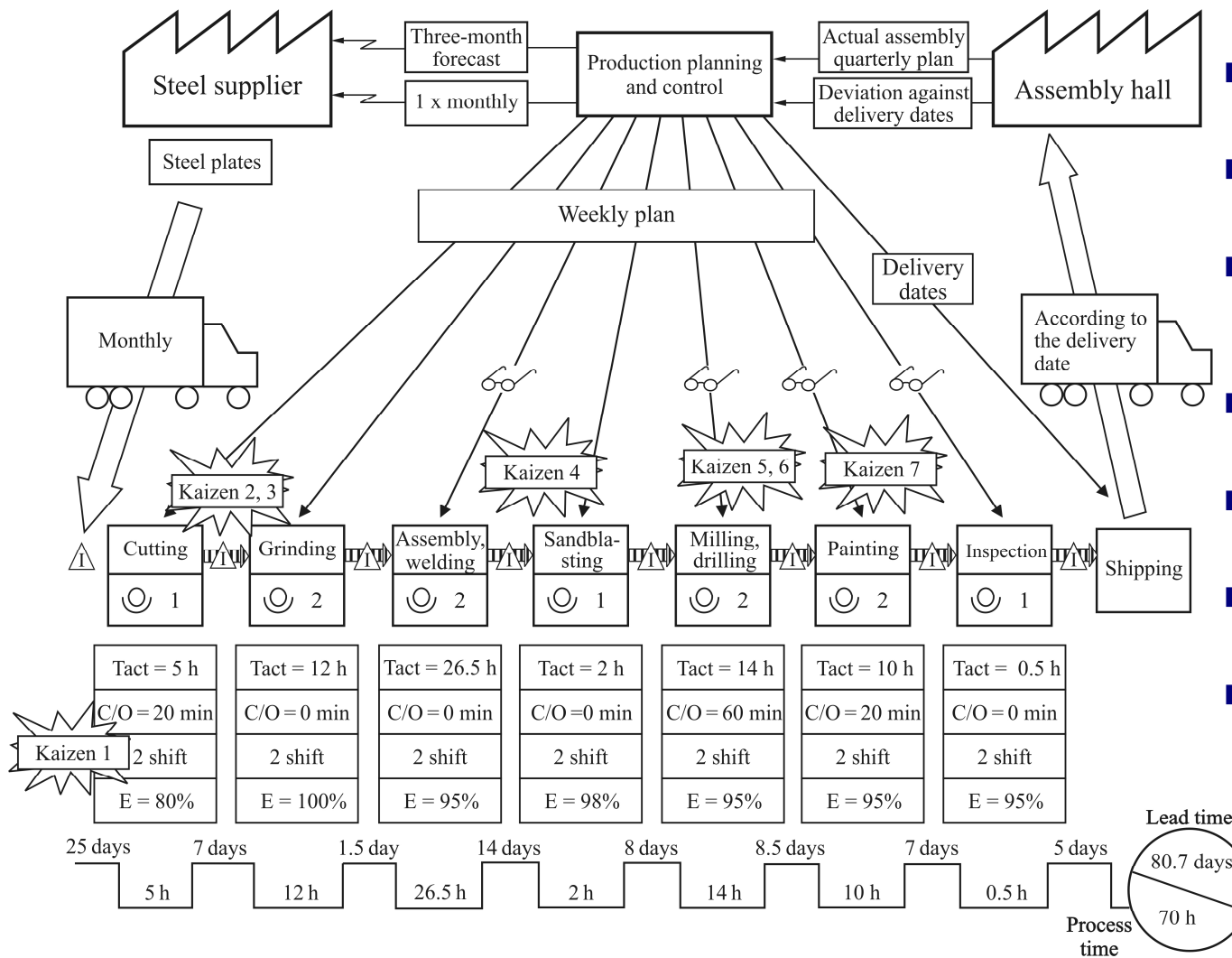


APPLICATION OF MODIFIED VALUE STREAM MAPPING TOOL FOR RESTRUCTURING OF MAKE-TO-ORDER PRODUCTION SYSTEM

14th International Scientific Conference on Production Engineering - CIM 2013
Biograd na moru, Hrvatska, 19-22.06.2013.

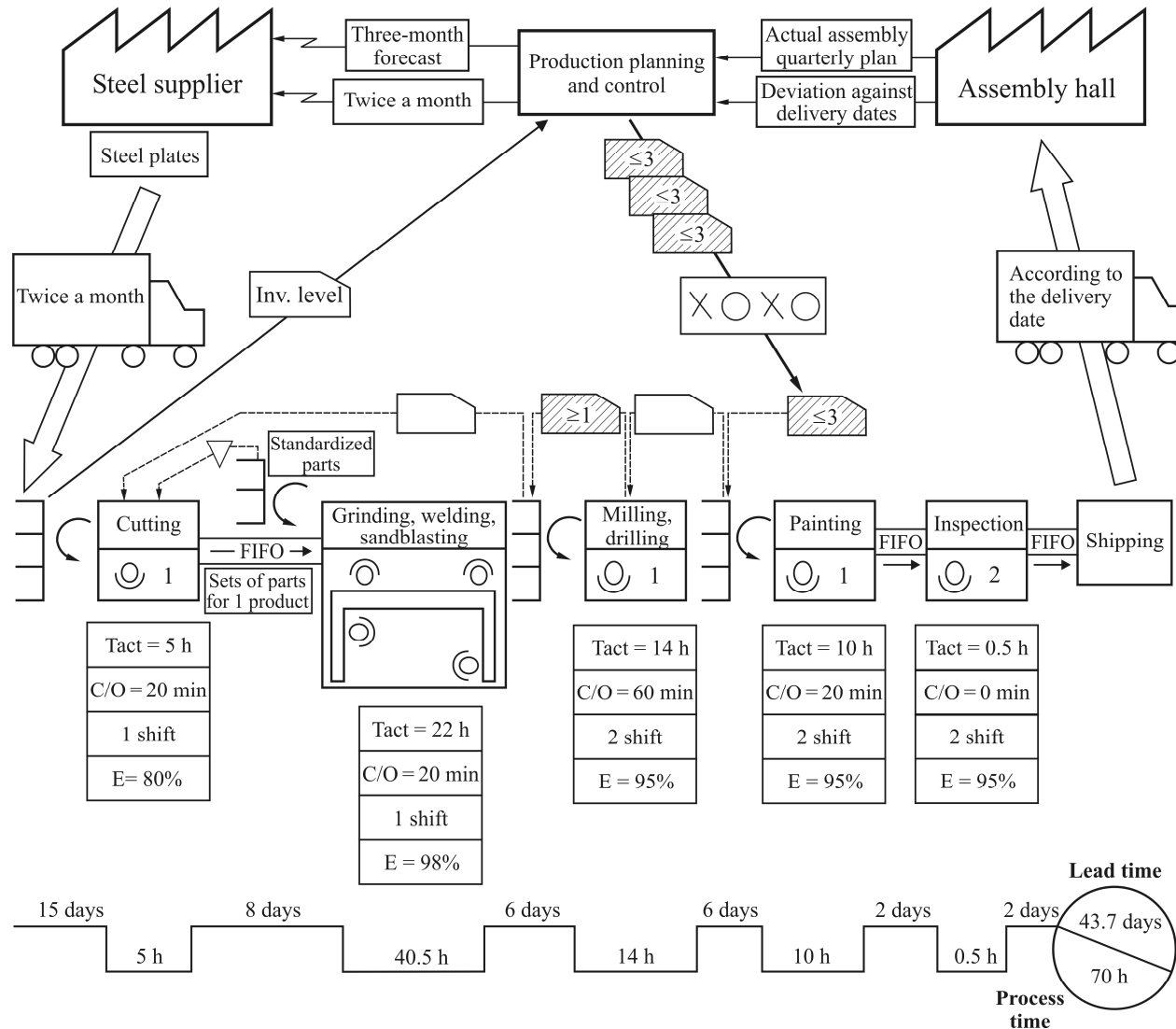


Mapa trenutnog stanja



- Ciklus proizvodnje: 80,7 dana
- Vrijeme procesa: 70 sati
- Postotak vremena koji dodaje vrijednost: 5,8%
- WIP proizvodi ≈ 10
- Broj međuskладиšta: 7
- Broj zaposlenika: 11
- Broj kaizen bljeskova početnog stanja: 7

Mapa budućeg stanja



- **Ciklus proizvodnje:** 43,7 dana
- **Vrijeme procesa:** 70 sati
- **Postotak vremena koji dodaje vrijednost:** 10,6%
- **WIP proizvodi** \approx 4
- **Ukupan broj međuskladišta:** 5
 - 3 FIFO
 - 2 samoposluge
- **Broj zaposlenika:** 8



Transformacija iz trenutnog stanja u buduće stanje

Smjernice koje su razvijene za transformaciju mape za proizvode prema zahtjevu kupca, sa definiranim rokom isporuke umjesto takta kupca:

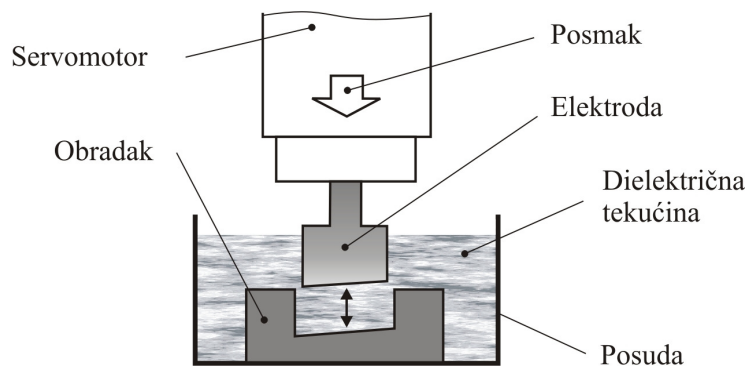
- Implementacija kontinuiranog toka gdje je to moguće, bez zadržavanja obratka u međuskladištima.
- Upravljanje proizvodnjom kanban putanjom i samoposlugom gdje se kontinuirani tok ne može nastavljati uzvodno u planu toka vrijednosti, zbog različitih vremena trajanja procesa i pripremnog vremena.
- Korištenje samoposluge za promjenu prioriteta, kada jedan proizvod može pretjecati drugi. To su slučajevi kada postoji zastoj u procesu, zastoj opreme, nedostatak dijelova, ili promjena prioriteta.
- Korištenje samoposluge za opskrbliivanje proizvodne ili montažne linije, bilo FIFO (First-In-First-Out) ili kontinuiranog toka, sa standardnim dijelovima.
- Uvođenje FIFO ograničene linije između dva procesa.
- Planiranje proizvodnje kanbanima na minimalan broj radnih mjesta. Ova radna mjesta postaju procesi koji definiraju slijed obrađivanih proizvoda po prioritetima.
- Terminiranje proizvodnje prema procesu uskog grla, s pomoću izdvajanja iz centraliziranog planiranja i upravljanja.
- Otpuštanje malih količina na radnim nalogima, za postizanje bolje fleksibilnosti.
- Napori u proizvodnji za formiranje malih serija zajedničkog modula za više proizvoda, što mora biti potpomognuto radom odjela projektiranja i konstrukcije.
- ...

INVESTIGATION AND MODELLING OF PROCESS PARAMETERS AND WORKPIECE DIMENSIONS INFLUENCE ON MATERIAL REMOVAL RATE IN CWEDT PROCESS

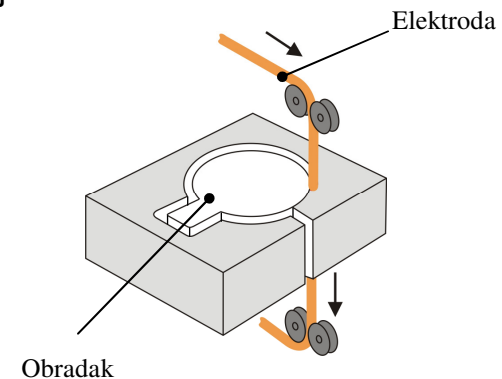
International Journal of Computer Integrated Manufacturing, (prihvaćen za objavljivanje)

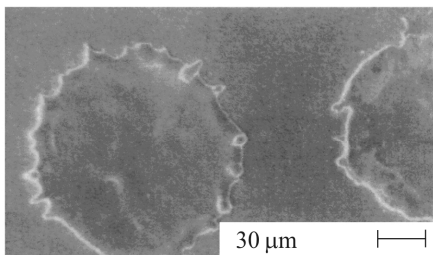
Elektroerozijski postupak odvajanja čestica

- *Sinking Electro Discharge Machining (SEDM)*
obrada potapanjem

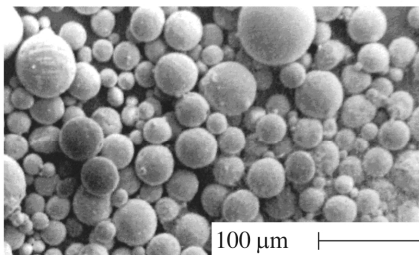


- *Wire Electro Discharge Machining (WEDM)*
rezanje žicom

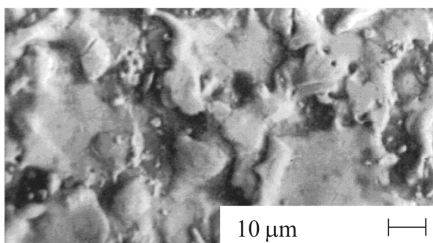




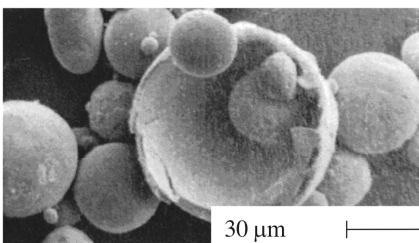
Površina nakon jednog izboja



Odvojene čestice

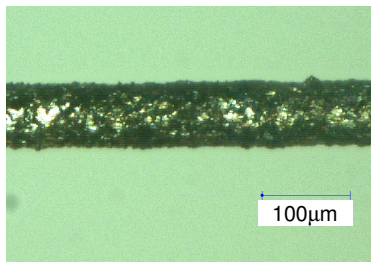


Obrađena površina

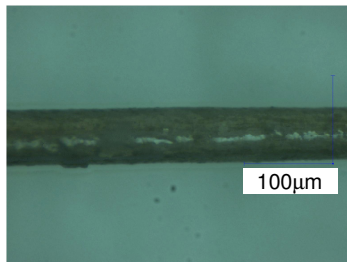


Detalji odvojenih čestica

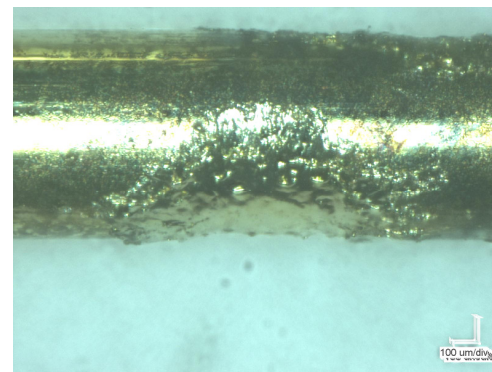
Obradak



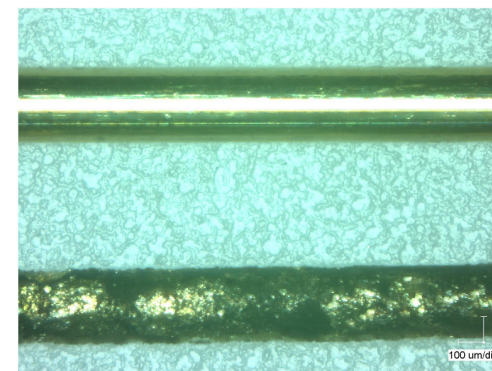
?



Površina elektrode nakon jednog izboja

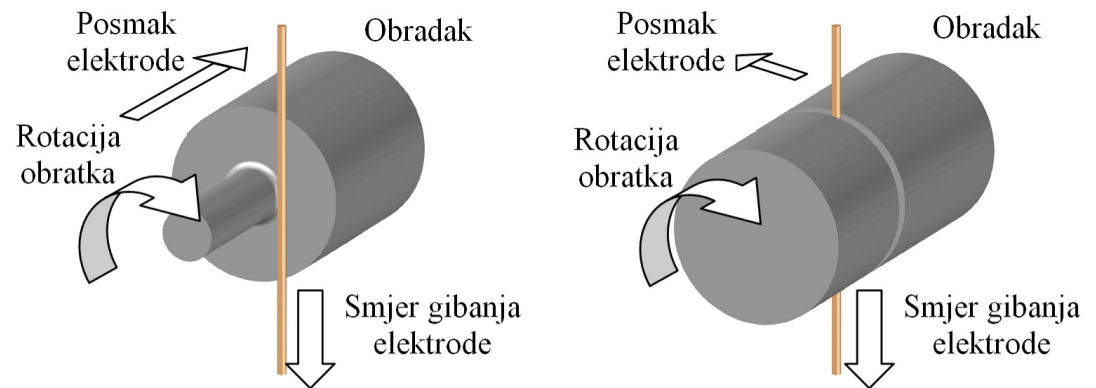


Usporedba površine nekoristene i korištene elektrode

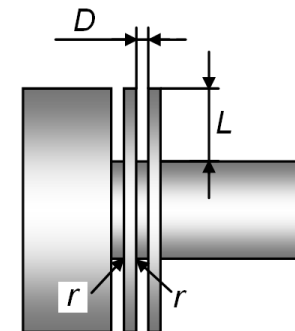
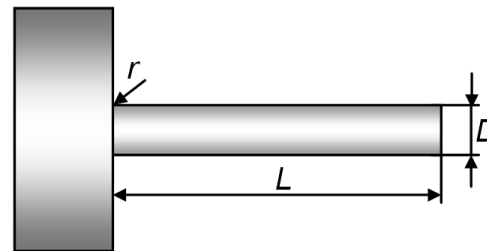


CWEDT postupak

- CWEDT je obrada rotacijskih elemenata (engl. Cylindrical Wire Electro Discharge Turning, CWEDT).



- Vreteno za okretanje obratka dodano je 5-osnom stroju za WEDM,
- Početan oblik obratka ne treba biti cilindričan. Površina koja se obrađuje ne mora biti potpunog kružnog presjeka.
- Nema sile rezanja - izrada elemenata velikih L/D omjera.
- Kontinuiranu žica promjera 0.02-0.3 mm - mala zaobljenja kutova.



Analiza pulsova

Osnovne postavke generatora pulsova:

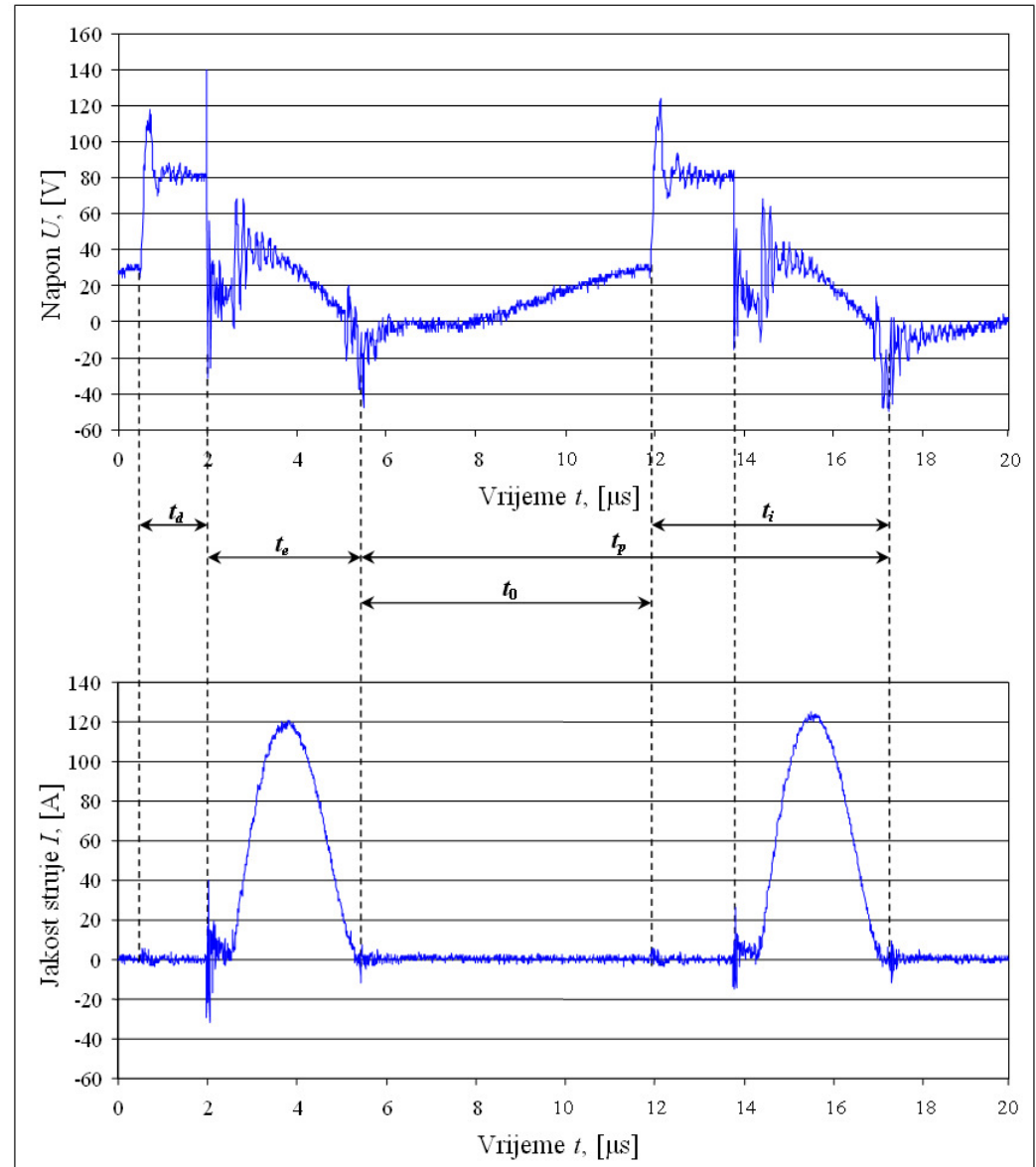
- Postavka P:
Vrijeme pauze t_0 [μs];
- Postavka I:
Maksimalna jakost struje pražnjenja I_e [A]
- Postavka Td:
Učinkovitost procesa T_d [%]

$$T_d = \frac{t_d}{t_e}$$

Gdje je:

t_d - kašnjenje paljenja

t_e - trajanje pražnjenja



Matematičko modeliranje brzine odvajanja materijala

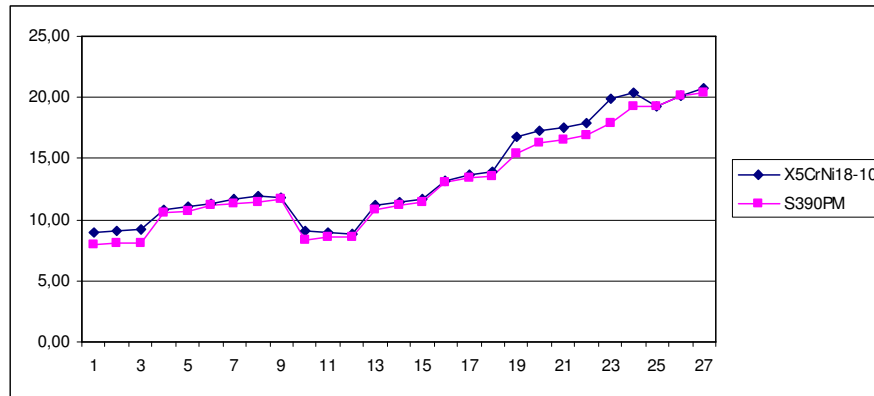
- Brzina odvajanja materijala (engl. Material Removal Rate, *MRR*), predstavlja obujam odvojenog materijala obratka u jedinici vremena.
- *MRR* se kod WEDM i SEDM postupaka: od 2 do 400 mm³/min. To je znatno manje od brzine odvajanja materijala tradicionalnim postupcima.
- Većina se istraživanja u literaturi odnosi na pokušaje ubrzavanja procesa ili optimiranja ulaznih parametara procesa za postizanje zahtijevanih površinskih značajki ili trajnosti alata.

MRR kod WEDM i CWEDT postupaka ovisan je o većim brojem utjecajnih faktora koji se mogu podijeliti u tri grupe:

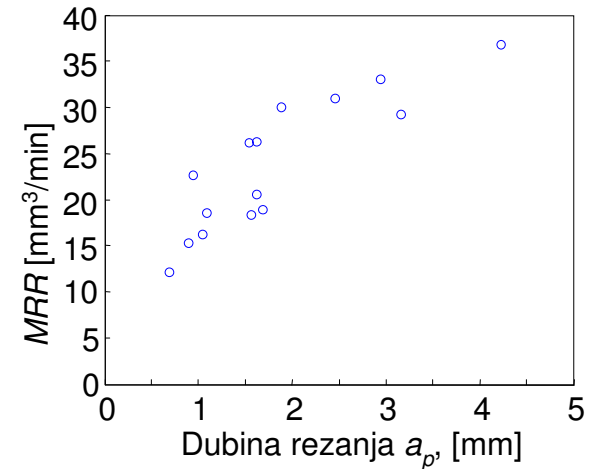
- Materijal obratka (Čelici X5CrNi18-10 i S390PM)
- Faktori koji su povezani s postavkama generatora pulsova; t_0 [μ s], I_e [A]
- Faktori koji su povezani s postavkama stroja i dodatnoj opremi koja se koristi tijekom eksperimenata (elektroda, dielektrična tekućina, vreteno); n [o/min]
- Izmjere obratka (?)

Utjecaj ulaznih faktora na MRR

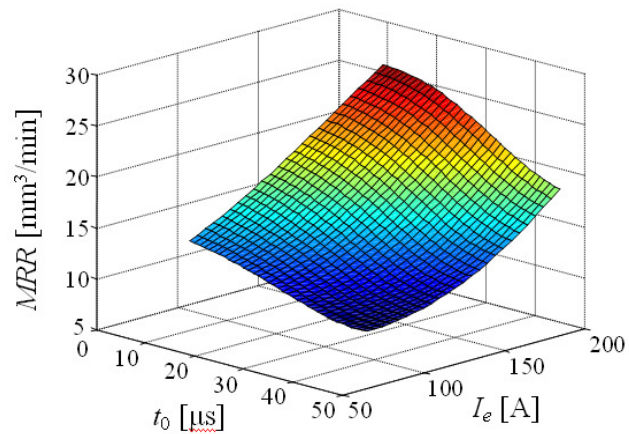
Utjecaj tipa čelika na MRR



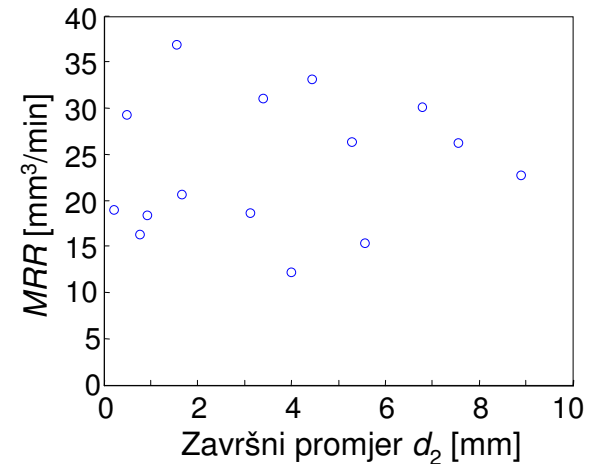
Utjecaj dubine rezanja a_p na MRR



Utjecaj t_0 [μ s] i I_e [A] na MRR

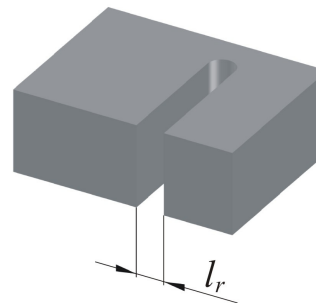
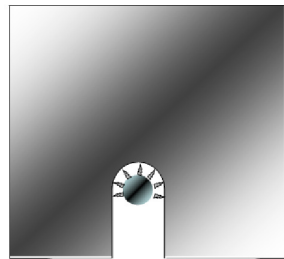
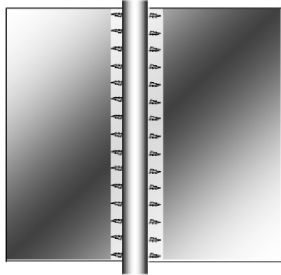


Utjecaj završnog promjera (slično relativnoj brzini rezanja) d_2 na MRR



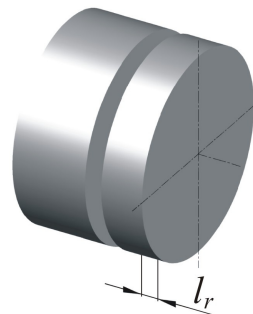
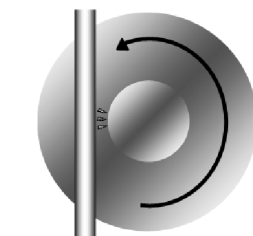
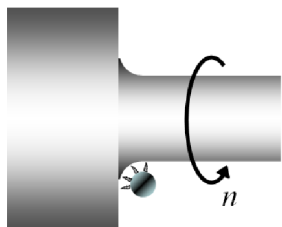
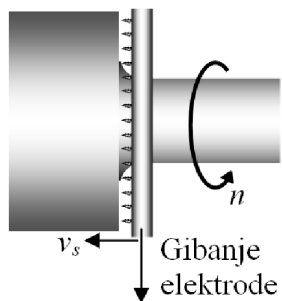
Geometrija područja nastajanja izboja

WEDM

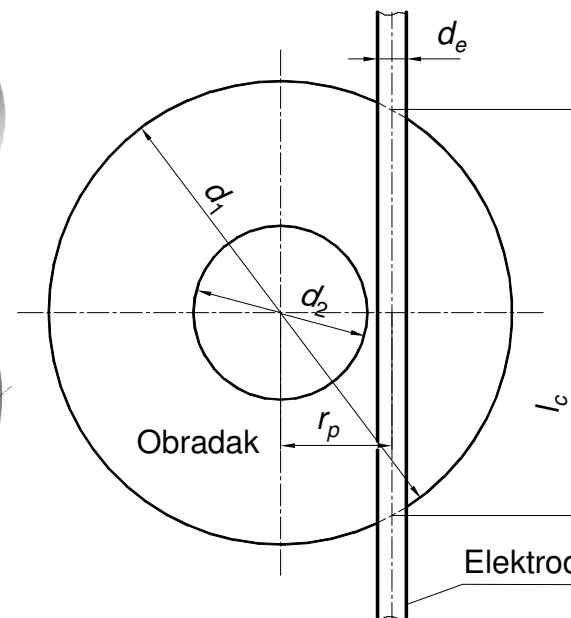


Duljine "kontakta" jednaka je visini obratka

CWEDT



Izračun duljine "kontakta"



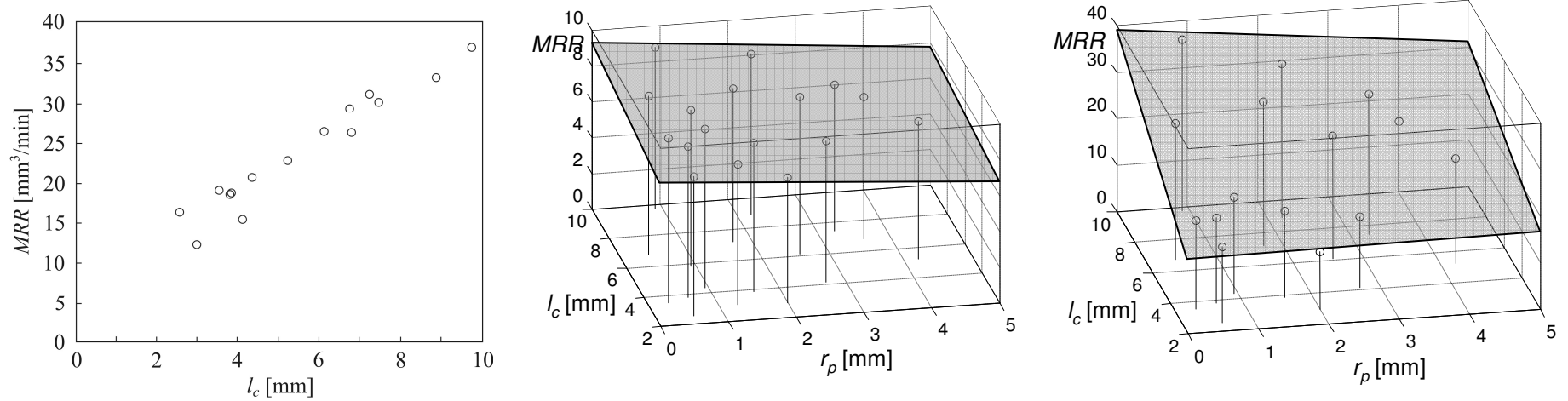
$$l_c = 2\sqrt{\left(\frac{d_1}{2}\right)^2 - r_p^2}$$

r_p – polumjer rezanja,
 d_1 – početni promjer obratka.

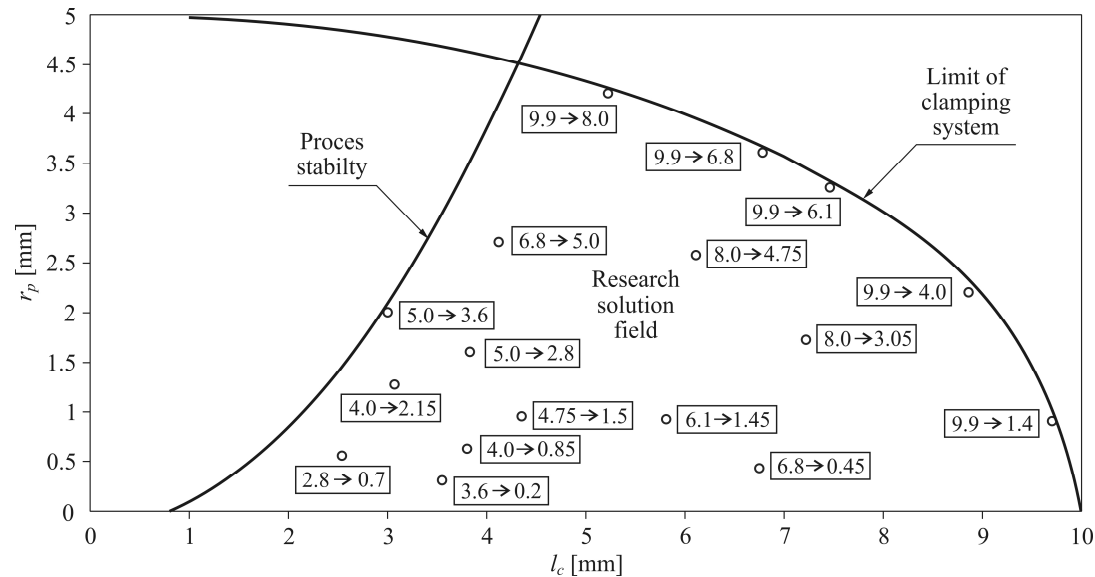
$$r_p = \frac{d_2}{2} + \frac{l_r}{2}$$

l_r – širina rascjepa

Značajni utjecajni faktori izmjera obradaka



Područje istraživanja za faktore l_c i r_p



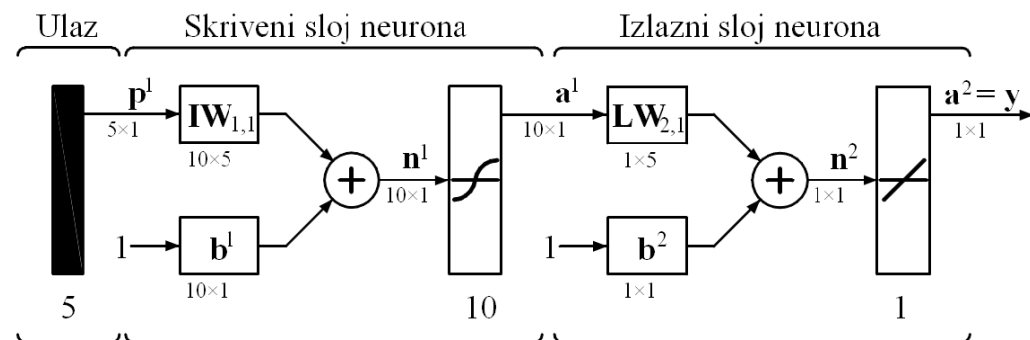
Modeliranje neuronskom mrežom (ANN)

Modeliran je utjecaj pet faktora koji značajno utječu na *MRR*:

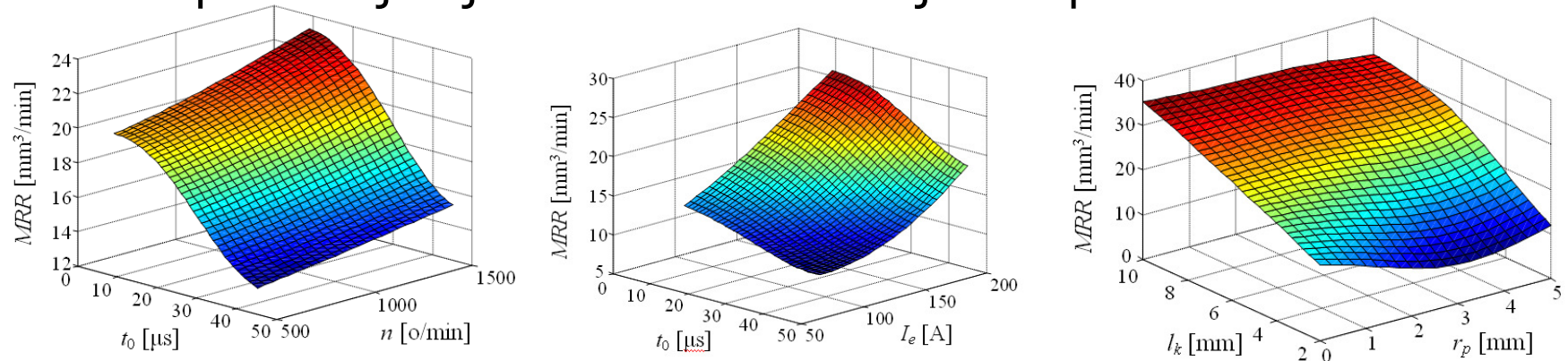
- Vrijeme pauze t_0 [μs];
- Maksimalna jakost struje pražnjenja I_e [A];
- Brzina vrtnje obratka n [o/min].
- Duljina "kontakta" l_c
- Polumjer rezanja r_p

Struktura ANN:

- Tri sloja
- 10 neurona u skrivenom sloju
- Feedforward Back Propagation Neural Network
- kvazi-Newton metoda nelinearnog optimiranja s Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno (BFGS) algoritmom povratnog rasprostiranja pogreške



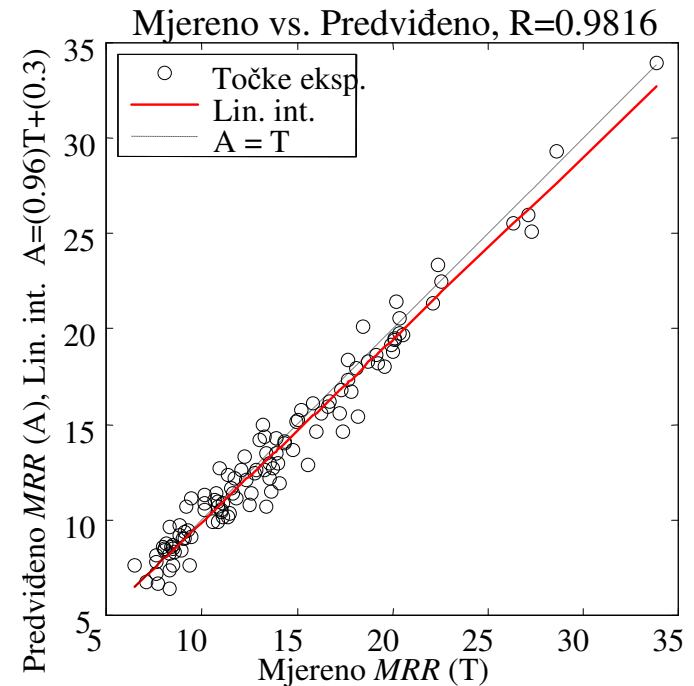
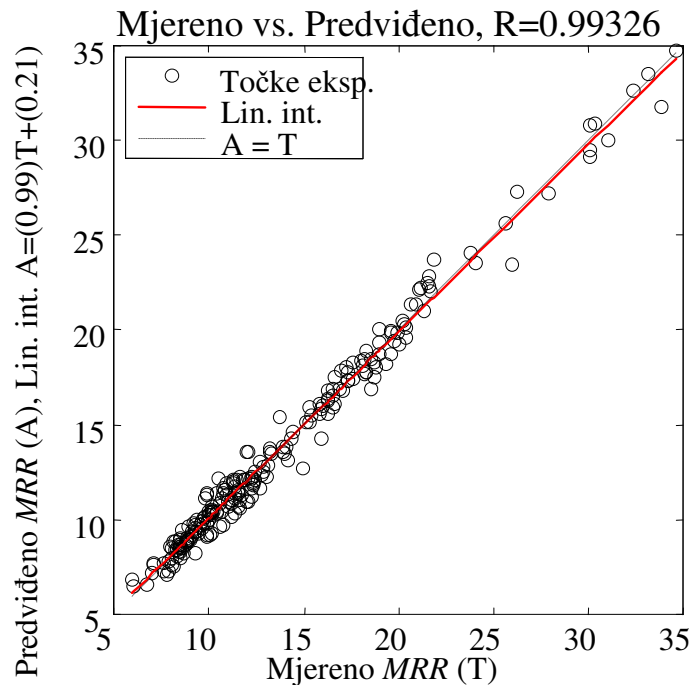
Grafički prikaz utjecaja različitih kombinacija svih pet faktora na MRR



Grafički prikaz točnosti predviđanja ANN za skupove podataka:

a) za treniranje

b) za validaciju



Zaključak i budući rad

- Na temelju rezultata eksperimenata izrađen je matematički model za predviđanje odzivne veličine *MRR* CWEDT postupka s pomoću neuronske mreže.
- Ulazni parametri su isključivo izabrani za funkciju odvajanja velike količine materijala.
- Postignutim brzinama je potvrđena teza da je vrijeme procesa višestruko kraće ako se odvojeno izvode procesi za skidanje velike količine materijala i procesi za postizanje površinske hrapavosti.
- Matematički model će se nadopunjavati s različitim strategijama obrade i funkcijskim podacima, kako bi se moglo predvidjeti vrijeme izrade kompleksnih oblika i proizvoda.





Zahvaljujem se na pozornosti!

Pitanja?