

MERITVE ELEKTRIČNIH PARAMETROV ELEKTRO OBLOČNE PEČI

Klemen STOPAR, Jože PIHLER, Peter KITAK

POVZETEK

Elektro obložna peč je pomemben agregat v procesu pretaljevanja jeklenega odpadka. V obložni peči želimo pretaljevati jekleni odpad čim hitreje, z največjim vnosom energije. Vnos električne energije je odvisen od sekundarnih napetosti in tokov v izbrani stopnji transformatorja peči, kar vpliva tudi na stabilnost gorenja električnega obloka. Obložno peč želimo voditi energetske čim bolj učinkovito. Zato želimo z meritvami električnih parametrov med obratovanjem obložne peči pridobiti podatke o njenem delovanju, kar je tudi predmet tega članka.

ABSTRACT

Electric-arc furnace is one of the most importance pieces of equipment in the liquid steel production. An electric arc furnace enables a plant to melt scrap as fast as possible with the maximum energy input. An electrical energy input depends on the secondary current and secondary voltage of the furnace transformer tap, influencing the electric-arc burning stability. Electric arc furnace should be driven as efficiently as possible. Therefore, we want to measure electrical parameters during operation of the electric arc furnace to obtain information on its behavior. A measurement of arc furnace electrical parameters is the subject of this article.

1. UVOD

Proizvodnja jekla v jeklarskem podjetju je neposredno odvisna od proizvodnje taline v elektro obložni peči. Proces taljenja vložka v obložni peči je odvisen od moči pečnega transformatorja in njegovega zanesljivega delovanja.

Produktivnost obložne peči je odvisna še od več dejavnikov. Prvi dejavnik je že omenjen transformator obložne peči, drugi dejavnik je stanje agregata, ki mora biti tehnično brezhibno, vsi sistemi morajo delovati znotraj nazivnih vrednosti in predvidenih parametrov. Naslednji velik dejavnik so vstopne surovine, katerih lastnosti lahko izboljšajo ali poslabšajo produktivnost. Na produktivnost pa ima vpliv tudi način vodenja tehnološkega procesa in sam vnos energije v obložno peč. Učinkovitost vnosa energije v obložno peč je močno odvisna od izbire stopnje transformatorja in načina ter brezhibnosti delovanja regulatorja gibanja elektrod [1].

2. ZAJEM MERILNIH VREDNOSTI

S posebno merilno opremo za zajem podatkov, zajemamo trenutne vrednosti tokov in napetosti na primarni in sekundarni strani pečnega transformatorja. Na primarni strani pečnega transformatorja imamo:

- tokovno prestavno razmerje 800/5 A
- napetostno prestavno razmerje 35/0,1 kV

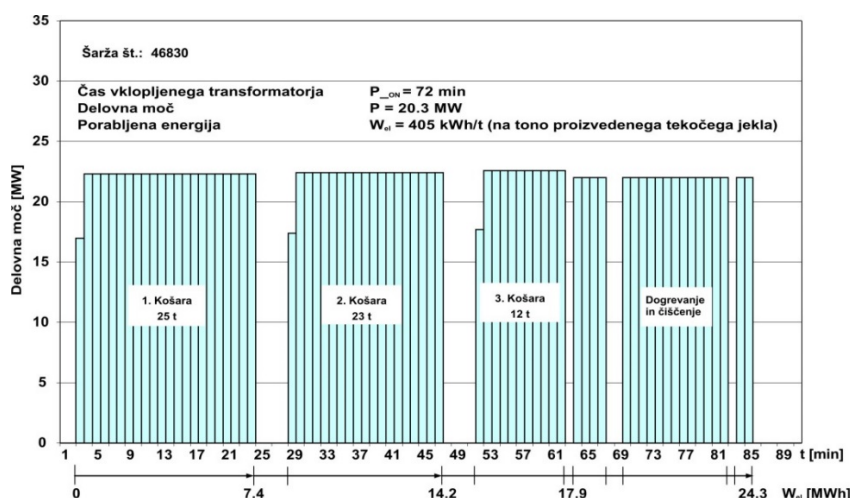
Na sekundarni strani pečnega transformatorja imamo:

- tokovno prestavno razmerje 50000/5 A
- napetostno prestavno razmerje 800/100 V

Merilne vrednosti napetosti, tokov in delovne moči so ovrednotene v integracijskem intervalu 1 sekunde [2]. Obvezni del meritev elektro obločne peči so tudi meritve sekundarnih vrednosti upornosti in induktivnosti, s posebnim imenom "dip test". Pri tej meritvi eliminiramo oblok pod dvema elektrodama na način, da jih za kratek čas ročno vodimo in potopimo v raztaljeno jeklo, tretja elektroda pa je toliko dvignjena in blokirana nad talino, da po njej tok ne teče. To meritev ponovimo trikrat, vsakič z drugo kombinacijo elektrod [2, 3]. Namen izvedbe teh meritev je ovrednotenje delovanja regulatorja gibanja elektrod, ki se kaže v nihanju toka in razporeditvi dovedene toplotne moči v posamezni fazi trifazne obločne peči, kot tudi vpliv delovanja obločne peči na ognje vzdržno obzidavo obločne peči ter na napajalni sistem napetosti [1, 2, 4].

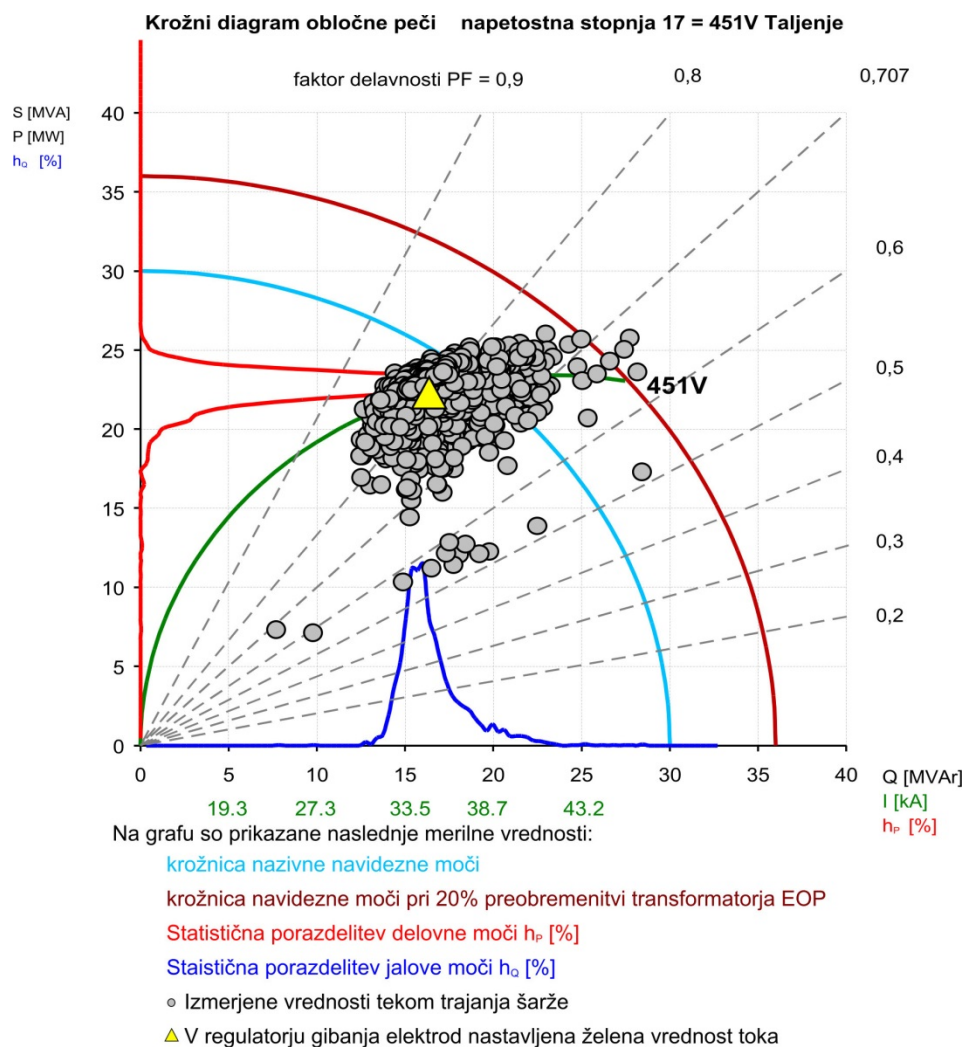
3. PREDSTAVITEV MERILNIH REZULTATOV

Za oceno merjenih delovnih točk obločne peči in vpogled v dinamično obnašanje vrednosti parametrov obločne peči so bile vrednosti parametrov med vodenjem šarže zapisane s pomočjo analizatorjev moči. Rezultate prikazuje sl. 1:



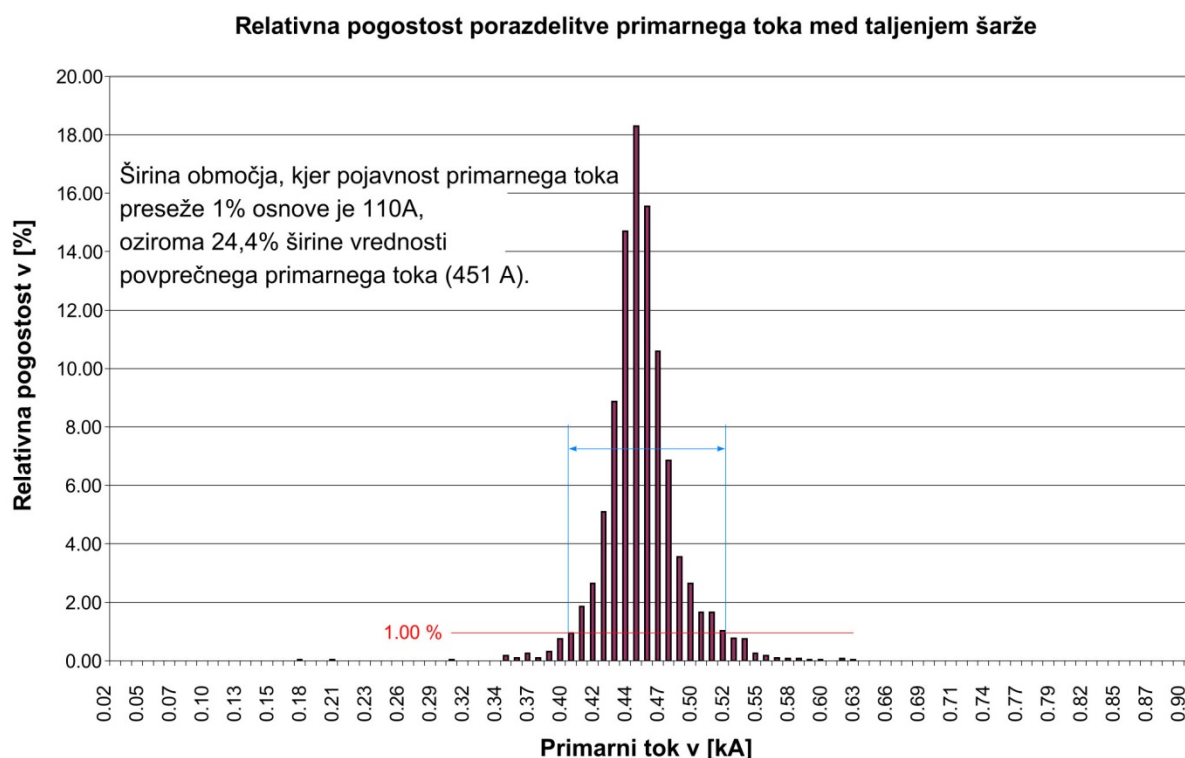
Sl. 1: Časovni profil poteka šarže s podatki o delovni moči in porabljeni energiji

Delovne točke obločne peči in nastavljena želena vrednost toka regulatorja gibanja elektrod je prikazana na sl. 2. Prvo vrednotenje delovanja regulatorja gibanja elektrod je mogoče opraviti na podlagi zapisov delovnih točk. Vsaka delovna točka predstavlja 1 sekundno povprečje primarnega toka transformatorja. Bolj ko imamo delovne točke na sl. 2 skupaj bolj natančno in odzivno je delovanje regulatorja. Podobno lahko sklepamo tudi iz krivulj statistične porazdelitve delovne in jalove moči na sl. 2.



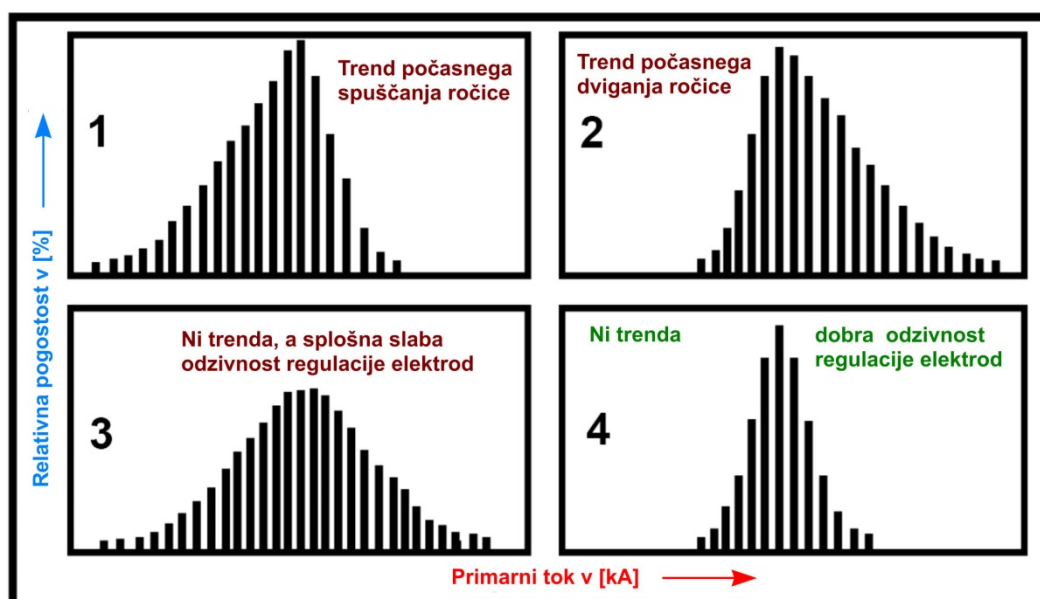
Sl. 2: Prikazani merilni rezultati so zajeti med taljenjem šarže 46830, zajeti na primarni strani pečnega transformatorja.

V nadaljevanju je na sl. 3 prikazan histogram pogostosti pojavitve primarnega toka med trajanjem šarže. Zapisi vrednosti kažejo, da regulator gibanja elektrod dobro sledi željeni vrednosti toka, trend prehitrega ali počasnega spuščanja oziroma dviganja elektrod ni opazen, graf je ozek in simetričen.



Sl. 3: Relativna pogostost pojavljanja primarnega toka med taljenjem šarže 46830

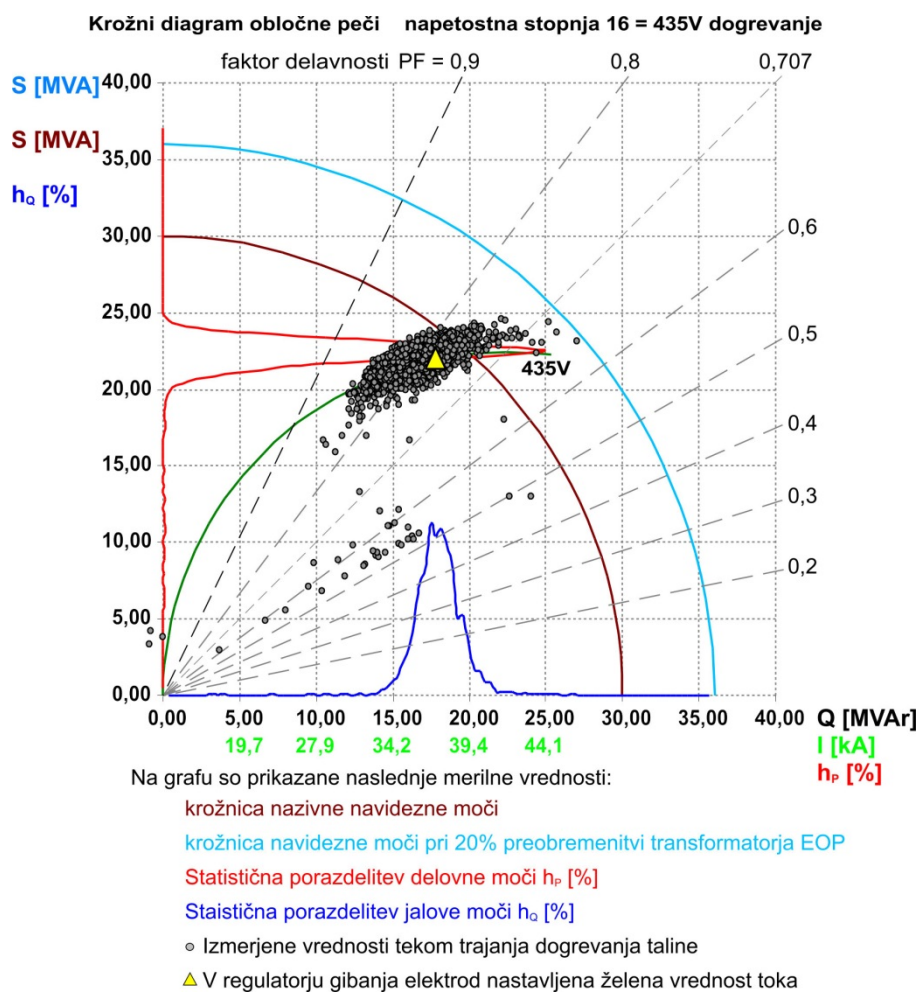
Kako ugotovimo, ali regulator gibanja elektrod zadovoljivo opravlja svojo funkcijo ali ne. Odgovor lahko poiščemo na sl. 4. Histogram primarnega toka je preprosto stolpčni diagram, kjer je višina posameznega stolpca tolikšna, kolikokrat se je pojavila določena vrednost primarnega toka tekom šarže. Seveda pričakujemo, da se bodo vrednosti tokov pojavljale največkrat v bližnji okolici v regulatorju gibanja nastavljeni želeni vrednosti toka [2].



Sl. 4: Različni odzivi regulatorja gibanja elektrod [2]

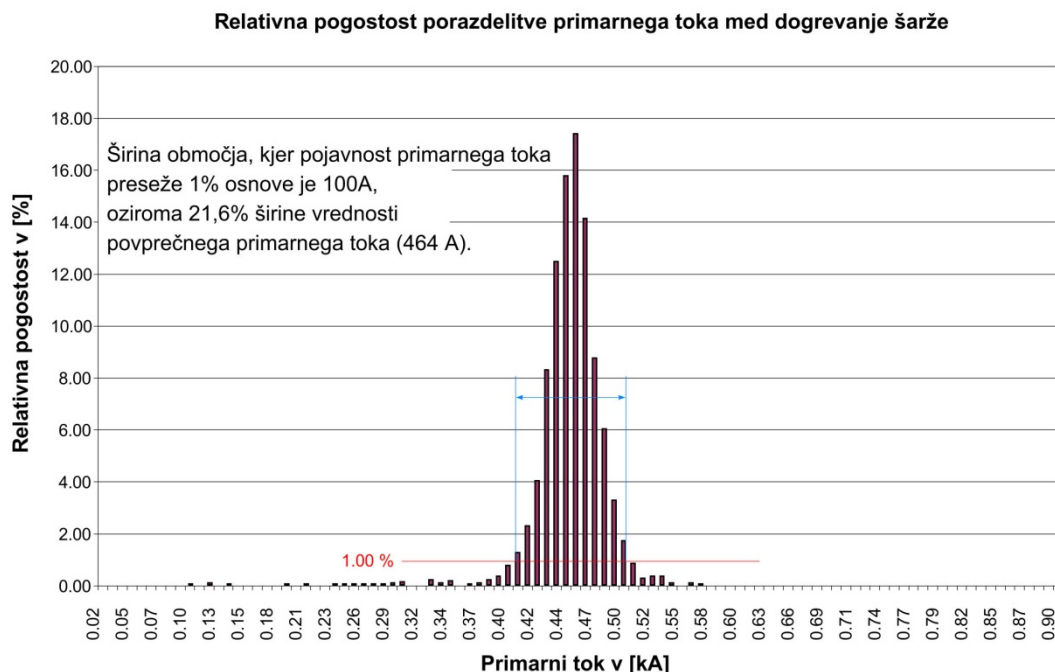
Na sl. 4 prikazana histograma označena z 1 in 2 kažeta na povečano mehansko trenje vodilnih koles elektrodnih ročic, lahko tudi na deformacijo mehanskih komponent ali ne enako nastavljeno hitrost pomika elektrod za dvig in spust. Kakorkoli, histogram označen z 1 kaže, da se pojavlja tekom obratovanja veliko vrednosti tokov, ki so pod nastavljeno želeno vrednostjo, kar pomeni, znižan vnos toplotne energije v obločno peč, delovanje obločne peči s sorazmerno dolgim oblokom, ki gori nestabilno s pogostimi ponovnimi vžigi in tokovnimi sunki. Histogram označen z 2, kaže, da se pri pojavu prevelikega toka, elektroda ne odmakne zadosti hitro. To pomeni, da je sistem izpostavljen pogostim kratkostičnim tokovom, velikim mehanskim obremenitvam sekundarnega sistema. Oblok večino časa ne dosega želene dolžine, kar pomeni nižji vnos toplote v obločno peč in pojav prekomernih izgub v napajalnem sistemu. Histogram označen s 3 je splošno slabo odzivna regulacija, kjer elektrode ne sledijo željeni vrednosti. Delovanje regulatorja gibanja elektrod, ki odseva podobo histograma 3 se sooča z vsemi neželenimi posledicami opisanimi za histograma 1 in 2. Histogram označen s 4, je odziv regulatorja gibanja elektrod, ki ga želimo imeti v praksi.

V nadaljevanju je prikazan še krožni diagram obločne peči sl. 5 za čas rafinacije taline, kar pomeni dogrevanja na temperaturo preboda in čiščenja odvečnih kemičnih elementov v žlindro.



Sl. 5: Krožni diagram obločne peči med dogrevanjem taline šarže 46830.

Na sl. 6 pa je prikazan histogram pojavljanja primarnega toka med dogrevanjem šarže 46830.



Sl. 6: Relativna pogostost pojavljanja primarnega toka med dogrevanjem šarže 46830

4. SKLEP

Iz predstavljenih merilnih vrednosti prikazanih na sl. 2, sl. 3, sl. 5 in sl. 6 je razvidno, da regulator gibanja elektrod dobro opravlja svoje delo, saj so relativne pogostosti visoke v okolici nastavljenih želene vrednosti in strmo padajo proti minimalnim vrednostim na levo in desno. To pomeni, da deluje regulator gibanja elektrod z visoko občutljivostjo, z zadostnimi hitrostmi, ki znašajo pri spuščanju elektrod med 100 do 120 mm/s in pri dviganju med 150 do 180 mm/s pri normalnem delovanju obločne peči.

Povprečen vnos delovne moči je tekom trajanja šarže znaša 20,85 MW, zaznane pa so bile tudi vrednosti okrog 22 MW, vse vrednosti so v območju nazivnih vrednosti pečnega transformatorja.

Merilni rezultati, so kljub temu, da regulator gibanja elektrod deluje zelo dobro, pokazale povečano toplotno obremenitev pod elektrodo v fazi L2. V kolikor se bodo na ognje vzdržni obzidavi obločne peči pojavile poškodbe, bo potrebno meritve ponoviti in podrobneje raziskati, zakaj se je pojavlja povečana toplotna obremenitev v področju elektrode 2.

5. VIRI, LITERATURA

- [1] Klemen Stopar, Vpliv delovanja elektro-obločne peči na elektroenergetski sistem Steel Štore, Magistrsko delo, Laško, marec 2009, COBISS.SI-ID = 13553430
- [2] Ben Bowman, Klaus Krüger, Arc furnace Physics, STAHLEISEN Communications, Verlag Stahleisen GmbH, Düsseldorf, 2009
- [3] R. R. Grigat, K. Timm, Real time measurement of high current system inductances and arc voltages in three phase A.C. arc furnaces, IEW Elektrowärme International 48, B 3, p B115 – B124, Avgust, 1990.
- [4] J.A.T. Jones, B. Bowman, P.A. Lefrank, Steelmaking and Refining Volume, Chapter 10 Electric Furnace Steelmaking, The AISE Steel Foundation, Pittsburgh, PA, 1998

NASLOV AVTORJEV

mag. Klemen Stopar, univ. dipl. inž. el.

Štore Steel d.o.o., Železarska cesta 3, 3220 Štore

Tel: +386 3 780 52 16

Elektronska pošta: klemen.stopar@store-steel.si

red. prof. dr. Jože Pihler, univ. dipl. inž. el.

doc. dr. Peter Kitak, , univ. dipl. inž. el.

Univerza v Mariboru, Fakulteta, za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija

Tel: + 386 2 220 70 61

Elektronska pošta: joze.pihler@um.si