

**Avalon Partners je uspešno dizajnirao i implementirao inovativno rešenje za povećanje kapaciteta i smanjenje gubitaka elektrolučne peći (ELP) 3 MW, 10 kV u poznatoj srpskoj livnici. Ovakvo rešenje nema pandan u svetskoj praksi i predstavlja ogroman iskorak u oblasti kontrole tokova reaktivnih snaga. Kompenzacija reaktivne snage elektrolučne peći je jedan od najtežih i najizazovnijih zadataka, koji samo mali broj svetskih firmi može da izvede. Realizacijom ovog projekta Avalon Partners se upisao na tu listu, što je veliko priznanje za domaće inženjere i proizvođače.**



**Opis problema:** Elektrolučna peć je jedan od najtežih potrošača u elektro-distributivnoj mreži, usled visoke dinamike struje stvaraju se velike oscilacije napona, zbog prirode električnog luka injektuju se značajni poremećaji u mrežu na učestanostima viših harmonika, a zbog intenzivnosti procesa i dimenzija postrojenja postoje značajni gubici snage tokom topljenja. Električni luk je po svojoj prirodi nestabilan, brzo-promenljiv i generiše harmonike po celom spektru, što uz veliku snagu peći, tj. veliku struju, stvara velike probleme kod dizajniranja i implementacije kompenzacije reaktivne snage ovakvog postrojenja.

Renomirani domaći proizvođač odlivaka koristi peć kapaciteta 5 t, 3 MVA/10 kV. Kompenzacija reaktivne snage elektrolučnih peći malih snaga nije isplativa sa klasičnim rešenjima (STATCOM, SVC,...). Stoga je inženjerski tim Avalon Partnersa osmisliio inovativno rešenje koje će sa ekonomske strane biti isplativo, a sa tehničke strane zadovoljiti zahteve za smanjenjem injekcije poremećaja i postizanjem jediničnog faktora snage. Na početku projekta izvršena su precizna i detaljna merenja elektroenergetskih veličina najmodernijim tranzijentnim rekorderima. Zatim su naši stručnjaci izvršili analizu rezultata, osmislili i dizajnirali optimalno idejno rešenje za ovaj projekat. Rešenje je prvo testirano proračunski, a

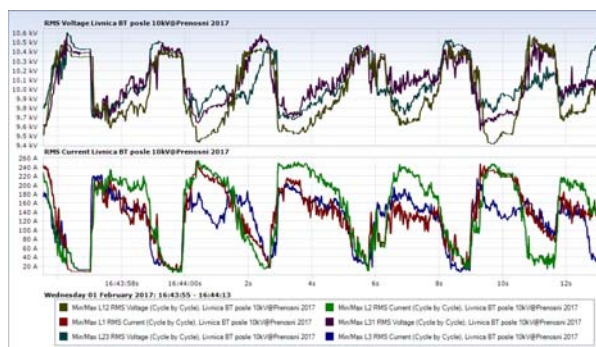
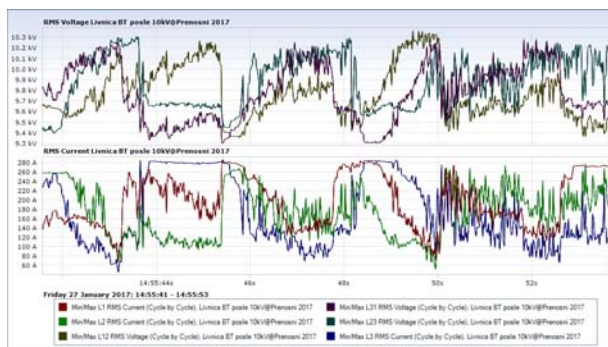
zatim i dodatno optimizovano korišćenjem najmodernijeg softvera za analizu prelaznih režima.

Rešenje je hibridnog tipa o obuhvata STATCOM i TSC postrojenje tiristorski kontrolisanog filtra viših harmonika, pri čemu se sa oba postrojenja upravlja preko jednog kontrolnog kruga dizajniranog u Avalon Partnersu. Na ovaj način omogućene su brzine reagovanja od 4 ms za brze promene u reaktivnoj snazi i struji viših harmonika, što je adekvatno za brze promene struje električnog luka. Kontrolni algoritam koji kontroliše rad oba postrojenja simultano, razvio je inženjerski tim Avalon Partenersa primenjujući inovativni pristup koji do sada nije zabeležen u svetskoj praksi. Algoritam je testiran na bazi rezultata izvršenih merenja, korišćenjem najmodernijih softverskih alata za simulacije u elektroenergetskim sistemima, a zatim i praktično u laboratoriji Avalon Partnersa. Oprema za dinamičku kompenzaciju ELP hibridnog tipa, ukupne snage 2 MVAR/10 kV, isporučena je investitoru po sistemu ključ u ruke.

Ova studija slučaja prikazuje rezultate rada hibridne opreme.

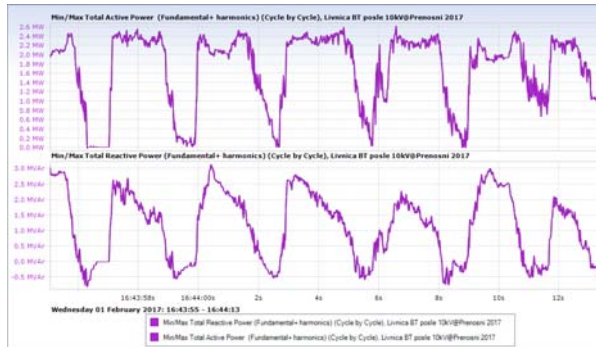
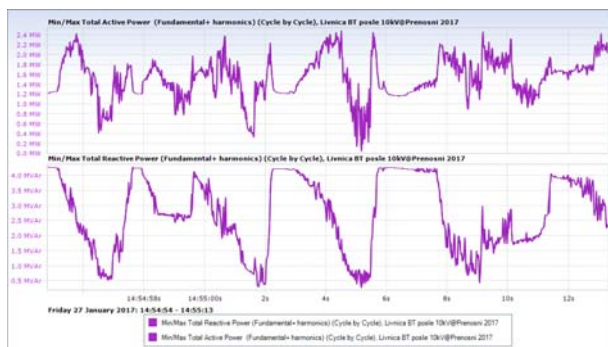


Na slikama 1 i 1a prikazane su efektivne vrednosti napona i struje ELP pre i posle kompenzacije. Na slici 1 vidi se nestalna priroda i nesimetrija struje električnog luka, kao i negativan uticaj struje na kvalitet napona. Na slici 1a vidi se kako je usled rada predmetne opreme struja ELP stabilizovana a nesimetrija se smanjila na prihvatljiv nivo. Napon ELP se stabilizovao na srednjoj vrednosti koja je za 7% veća nego pre kompenzacije, što za istu radnu struju povećava unos toplote u peć.



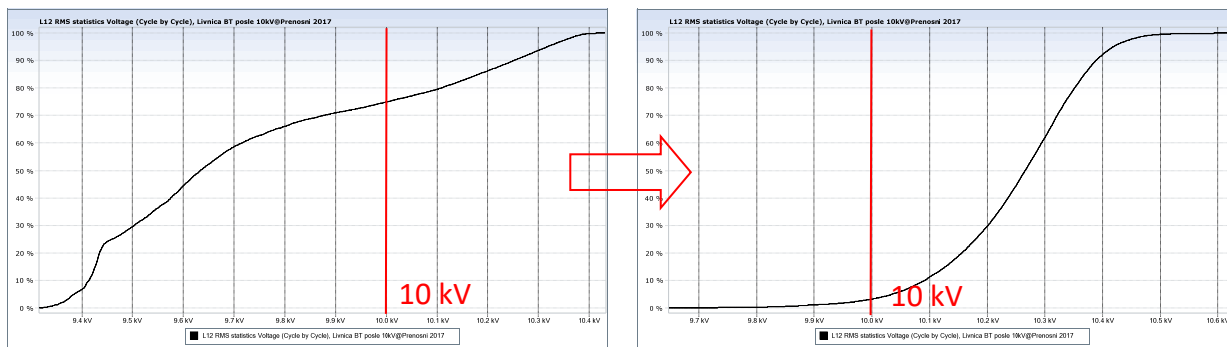
Slike 1 i 1a: Efektivne vrednosti napona ELP pre i posle kompenzacije hibridnim postrojenjem

Na slikama 2 i 2a prikazane su aktivna i reaktivna snaga elektrolučne peći u režimu pre i posle kompenzacije. Na slici pre jasno se vide režimi propada aktivne snage usled izuzetno visoke vrednosti reaktivne snage i sa tim vezanim propadima napona. Stabilizacijom napona i smanjenjem propada napona povećava se unos aktivne energije u peć i smanjuje vreme topljenja šarže.



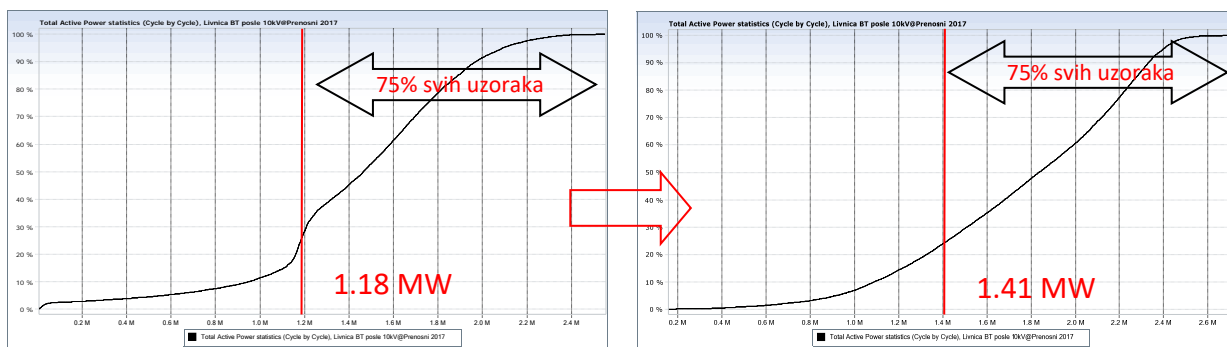
Slike 2 i 2a: Snaga ELP pre i posle kompenzacije reaktivne snage hibridnim postrojenjem

Na slikama 3 i 3a data je statistička raspodela efektivne vrednosti napona pre i posle kompenzacije. Sa slika se jasno vidi kako je kompenzacija pozitivno uticala na stabilizaciju napona, gde je pre kompenzacije svega 25% odbiraka bilo iznad 10 kV, a posle čak 96% svih odbiraka, što je izuzetan rezultat koji govori u prilog dobro realizovanog kontrolnog algoritma.



Slike 3 i 3a: Statistička raspodela napona pre i posle kompenzacije hibridnim postrojenjem

Ovakvo unapređenje profila napona pozitivno utiče na povećanje korisne snage elektrolučne peći. Na slikama 4 i 4a je data statistička raspodela aktivne snage peći pre i posle kompenzacije. Sa slika se vidi da je granica 75% svih uzoraka pomerena sa 1.18 MW na 1.41 MW, a da je vršna snaga peći povećana sa 2.4 MW na 2.6 MW.



Slike 4 i 4a: Statistička raspodela aktivne snage peći pre i posle kompenzacije hibridnim postrojenjem

Tabela: Najvažniji parametri elektrolučne peći pre i posle kompenzacije reaktivne snage

	Maks. snaga [MW]	Snaga <sup>1)</sup> [MW]	Napon <sup>2)</sup> [kV]	Faktor snage [V]	Broj šarži [kom/dan]
Pre	2.4	>1.18	>9.37	0.78	4.5%
Posle	2.6	>1.41	>10.03	0.99	5.2%
Razlika	+8.3%	+19.49%	+7.04%		+15.56%

<sup>1)</sup>75% uzoraka <sup>2)</sup>95% uzoraka

### Zaključak

Kompenzacija reaktivne snage elektrolučnih peći (ELP) je veoma zahtevan projekat zbog izuzetne dinamike električnog luka i visokog sadržaja viših harmonika. Kod ELP manjih snaga, kao što je ovde slučaj, kompenzacija reaktivne snage obično nije rađena zbog visoke cene tradicionalnih tehnologija za dinamičku kompenzaciju na srednjem naponu. Inženjerski tim Avalon Partnersa je osmislio i implementirao inovativno rešenje koje je predstavljeno u ovoj studiji slučaja. Rezultati merenja pre i posle implementacije pokazuju odlične rezultate u svim segmentima rada peći: smanjeni su propadi napona, povećana je snaga peći, smanjena je injekcija poremećaja i, najvažnije, skraćen ciklus topljenja čime je efektvno povećan kapacitet peći. Projekat je u svim elementima uspešno realizovan.