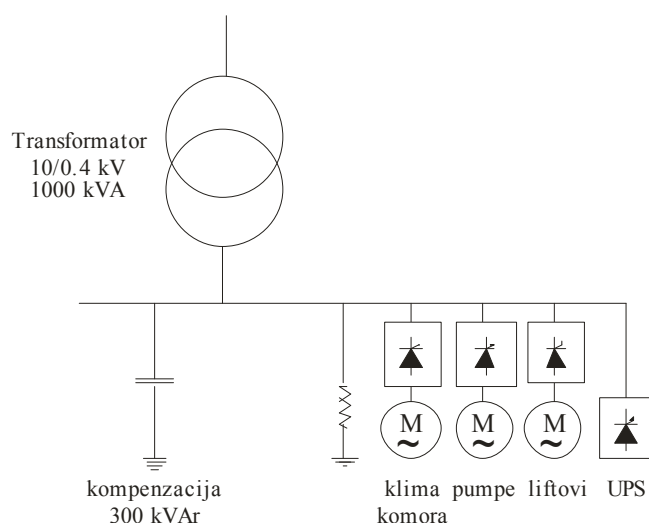


Uvod

Prilikom izgradnje poslovnog objekta, ugrađena je tipska kompenzacija reaktivne snage u trafo stanici 2 x 12,5 + 25 + 5 x 50 kVAr klasičnog tipa – samo sa kondenzatorskim baterijama i kontaktorima. Od samog početka rada zgrade pojavili su se problemi u kvalitetu napona. Postojeći UPS-ovi su veoma često reagovali i uključivali pomoćno napajanje (758 reagovanja UPS za nedelju dana), a zaštitna oprema je reagovala bez nekog očiglednog razloga i isključivala kompletne spratove. Prijavljeno je i često pregorevanje napajanja za PC računare, kao i resetovanje PLC ova za upravljanje klimatizacijom. Posebna stavka je skraćeni vek halogenih sijalica za osvetljenje prostorija. S obzirom na značaj posla koji je obavljan u zgradi (serveri banaka, call centar mobilnog operatera, centrala osiguravajućeg društva,...) bilo je neophodno hitno pronaći uzrok problema.

Opis problema

Transformator: 1000 kVA, Dy5. Tipska kompenzacija reaktivne snage 300 kVAr, klasična, kontaktorska.

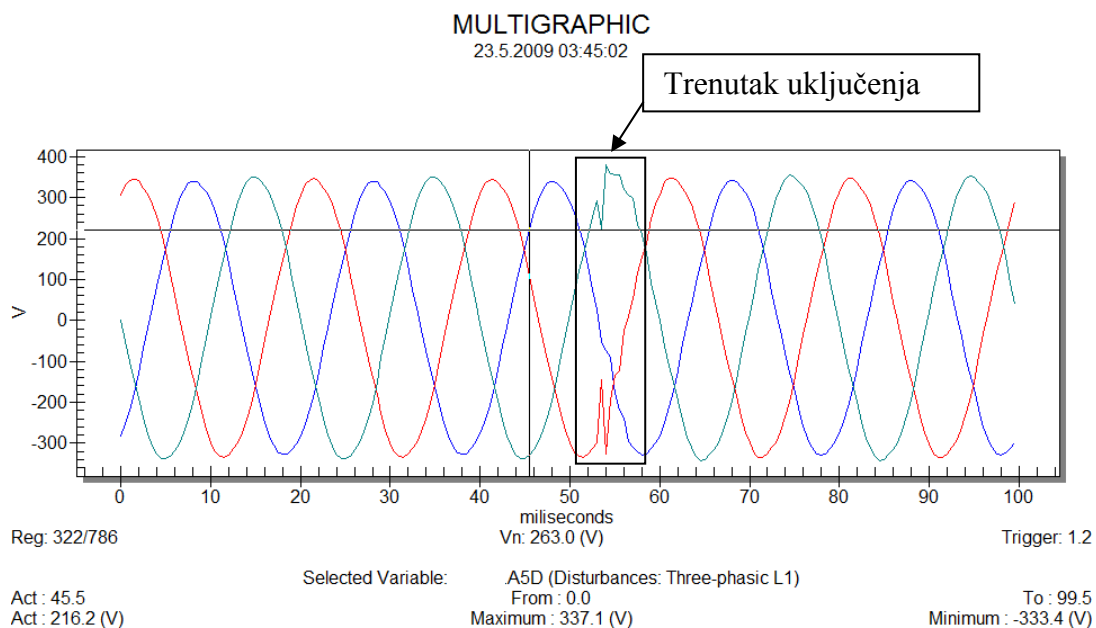


Slika 1.: Jednopolna šema poslovne zgrade

U objektu postoji brojna oprema koja generiše više harmonike: oprema za klimatizaciju (frekventni regulatori u klima komorama, pumpama,...), četiri lifta, tri UPS-a velike snage i veliki broj malih, veliki broj štednih sijalica, veliki broj PC računara i notebookova, itd... Sva ova oprema, zbog ispravljačkih mostova, stvara više harmonične komponente struja. Uticaj ovih struja se pojačava sa prisustvom kondenzatorskih baterija u trafostanici.

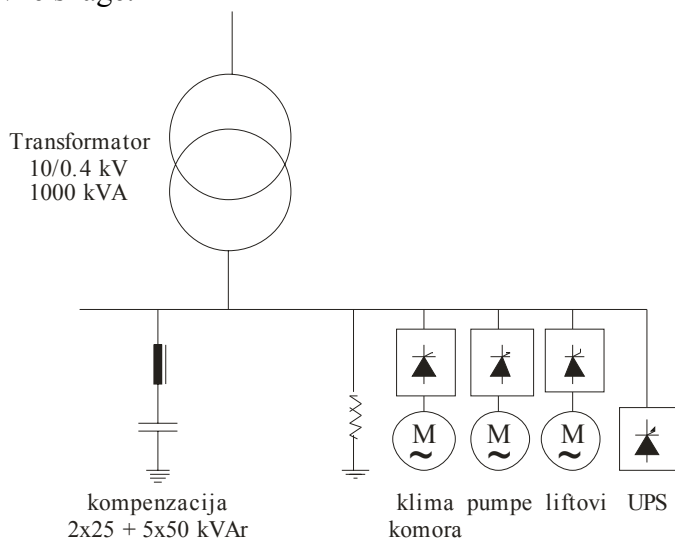
Merenjima u TS je ustanovljeno da je kvalitet napona pogoršan, tj. THD faktor napona je povišen i iznosi i do 4%. THD faktor napona u ED mreži iznosi oko 2% i ovo povećanje THD-a ukazuje na postojanje paralelne rezonanse između kondenzatorskih baterija i reaktanse mreže i transformatora.

Dodatno, ustanovljeno je da kontaktori koji uključuju baterije, iako moderni i namenjeni uključivanju/isključivanju kapacitivnih struja, nisu korektno vršili svoju funkciju, tj. nisu u dovoljnoj meri ograničili struju uključivanja kondenzatora. Na slici 2. prikazani su talasni oblici napona pri uključivanju/isključivanju kondenzatora. Ovakav uticaj struje uključivanja kondenzatora na napon na sabirnicama transformatora nije uobičajen i sugerise da upotrebljena oprema u ormanu kompenzacije nije kvalitetna. Ovakav talasni oblik napona izazivao je česta reagovanja UPS-ova, s obzirom na visoku osetljivost ugrađenih UPS-ova.



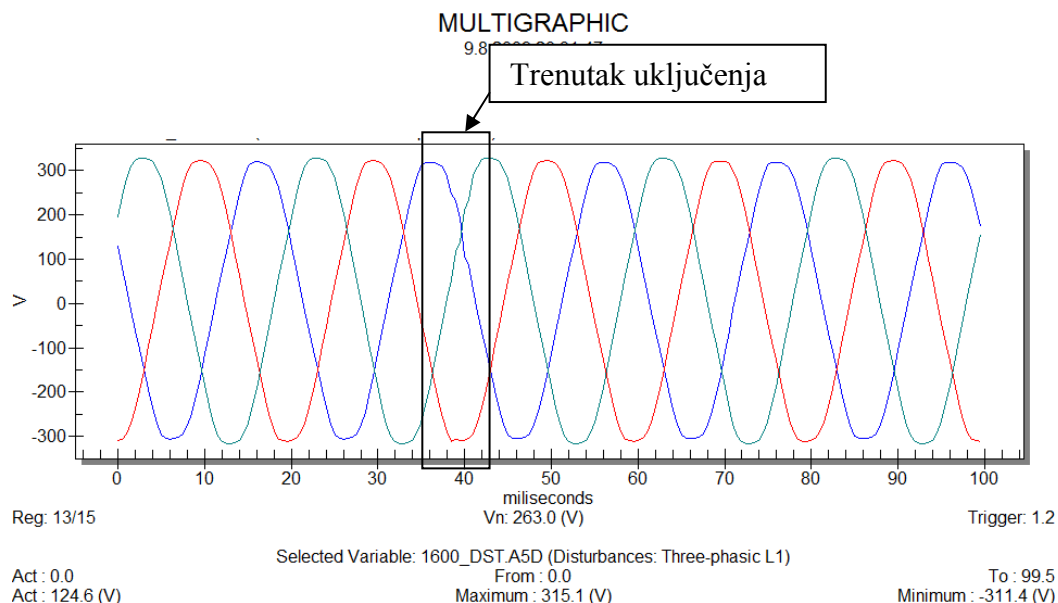
Slika 2.: Napon na sabirnicama transformatora prilikom uključenja kondenzatorskih baterija pre rekonstrukcije.

Zbog svega napred navedenog zaključeno je da primenjena oprema za kompenzaciju nije adekvatnog tipa. Pristupilo se rekonstrukciji ćelije za kompenzaciju reaktivne snage i ugradnji oprema filterskog tipa sa kvalitetnim kontaktorima za uključenje/isključenje kapacitivnih struja. Rezonantna učestanost filterskog koraka je odabrana tako da se spreči nastajanje rezonanse, a da se na osnovnoj učestanosti generiše reaktivna snaga neophodna za kompenzaciju. Na slici 3 prikazana je jednopolna šema objekta posle rekonstrukcije ćelije za kompenzaciju reaktivne snage.



Slika 3. jednopolna šema objekta posle rekonstrukcije

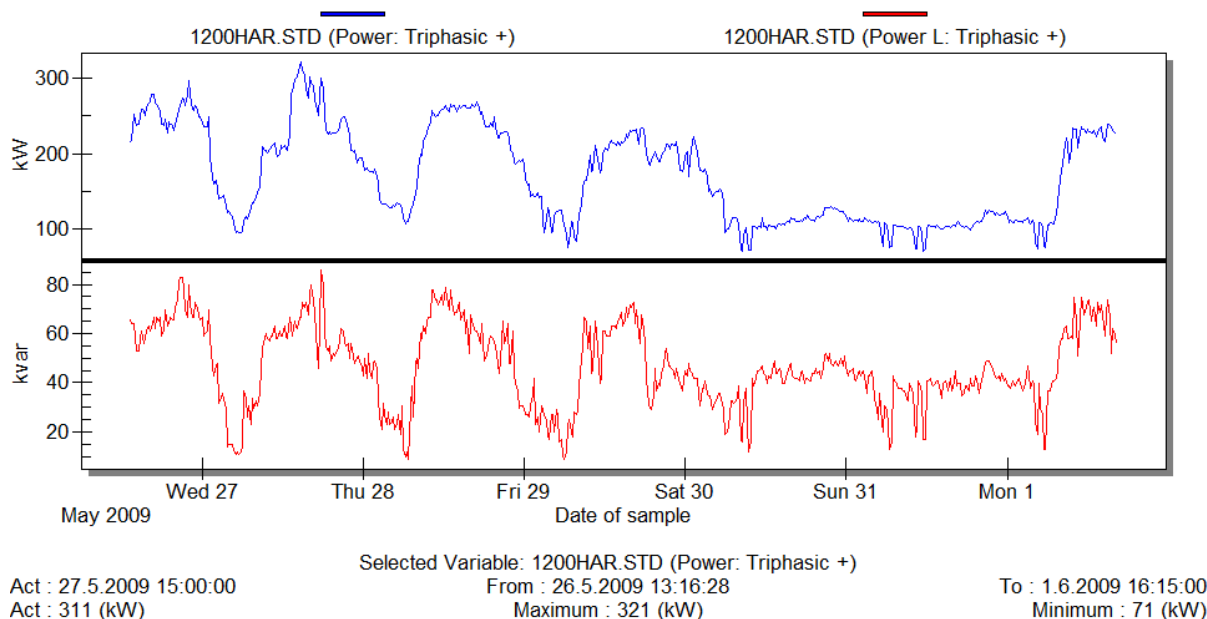
Na slici 4. prikazani su talasni oblici napona prilikom uključenja filterskog koraka, posle rekonstrukcije. Očigledno je da je udarna struja pri uključenju koraka uspešno limitirana, te je uticaj uključenja na napon jako mali. Ovo pozitivno utiče na svu osetljivu opremu u zgradi.



Slika 4. Talasni oblik napona pri uključenju filterskog koraka

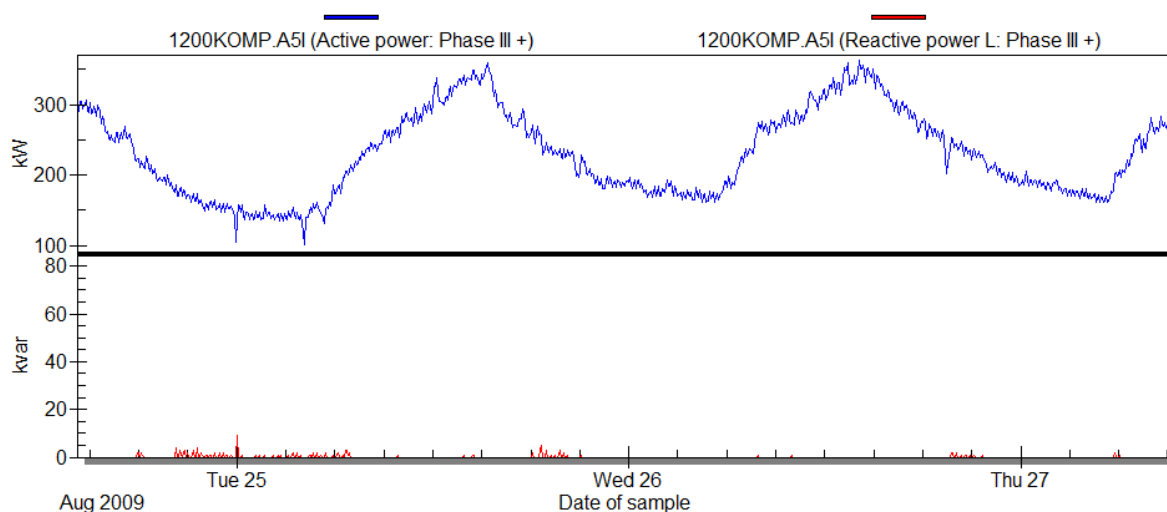
Na slikama 5 i 6 prikazane su aktivna i reaktivna snaga objekta pre i posle rekonstrukcije ćelije za kompenzaciju. Aktivna snaga je približno ista na oba snimka, dok je reaktivna snaga očigledno anulirana posle izvršene rekonstrukcije ćelije za kompenzaciju reaktivne snage. Očigledno je da je tipska kompenzacija nije efikasno funkcionisala. Posledica rekonstrukcije je i smanjenje računa za utrošenu reaktivnu energiju iako je nominalna snage opreme za kompenzaciju ostala nepromenjena.

AKTIVNA I REAKTIVNA SNAGA



Slika 5: Aktivna i reaktivna snaga pre rekonstrukcije

Aktivna i reaktivna snaga - filterska kompenza



Act : 24.8.2009 06:00:00
Act : 173 (kW)

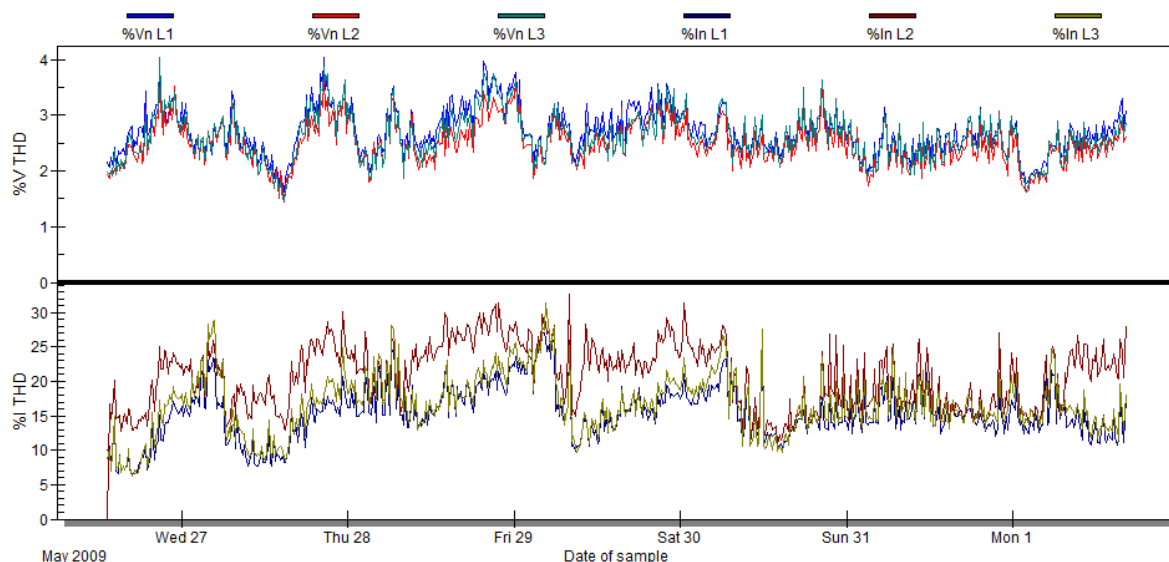
Selected Variable: 1200KOMP.A5I (Active power: Phase III +)
From : 24.8.2009 06:00:00
Maximum : 363 (kW)

To : 27.8.2009 09:05:00
Minimum : 101 (kW)

Slika 6: Aktivna i reaktivna snaga posle rekonstrukcije

Na slikama 7. i 8. prikazane su vrednosti THD faktora napona i struja pre i posle rekonstrukcije ćelije za kompenzaciju reaktivne snage.

THD FAKTOR NAPONA I STRUJA

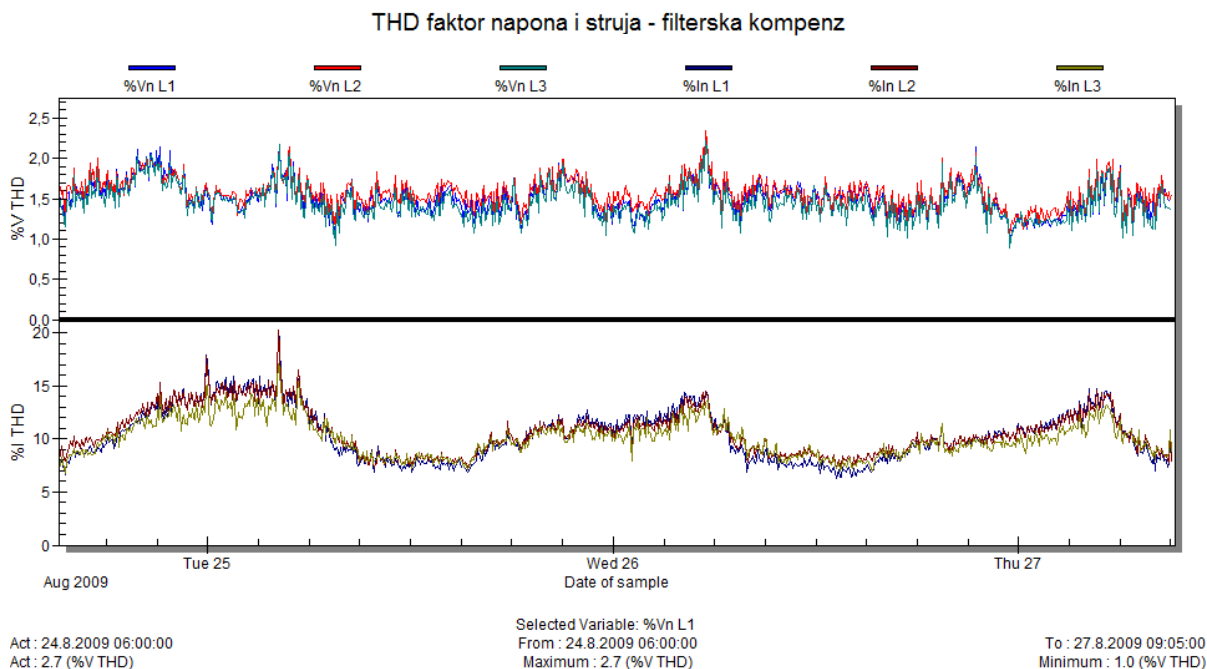


Act : 29.5.2009 08:00:00
Act : 32.7 (%I THD)

Selected Variable: %In L2
From : 26.5.2009 13:16:28
Maximum : 32.7 (%I THD)

To : 1.6.2009 16:15:00
Minimum : 0.0 (%I THD)

Slika 7. THD faktor napona i struja pre rekonstrukcije

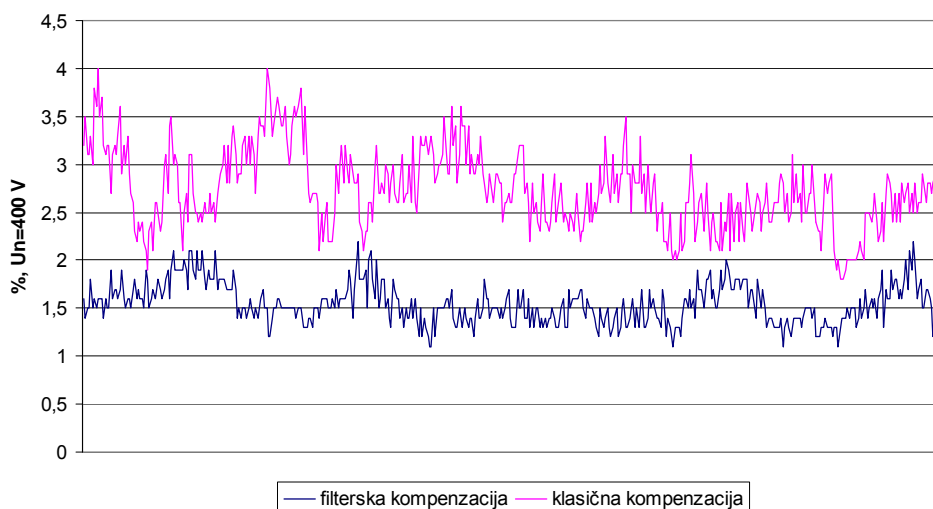


Slika 8. THD faktor napona i struja posle rekonstrukcije

Poređenjem slika odmah se uočava da je THD faktor napona značajno opao posle rekonstrukcije, kao posledica rada filterske opreme za kompenzaciju reaktivne snage. Viši harmonici struja više se ne pojačavaju preko kondenzatorskih baterija tako da je i THD faktor struje značajno smanjen.

U cilju poređenja, na slici 9. uporedno su predstavljene srednje vrednosti THD faktora napona za sve tri faze, pre i posle rekonstrukcije ćelije za kompenzaciju. THD faktor napona je opao sa prosečnih 2.82% pre rekonstrukcije, na prosečnih 1.59% posle rekonstrukcije. Ova promena predstavlja značajno smanjenje izobličenja napona i poboljšanje kvaliteta napona napajanja. Dodatno, udarna izobličenja napona, koja su išla i do 4% pre rekonstrukcije, sada su praktično eliminisana i ne prelaze 2.2%, što je još jedan pozitivan uticaj filterskog postrojenja na stabilizaciju naponskih prilika.

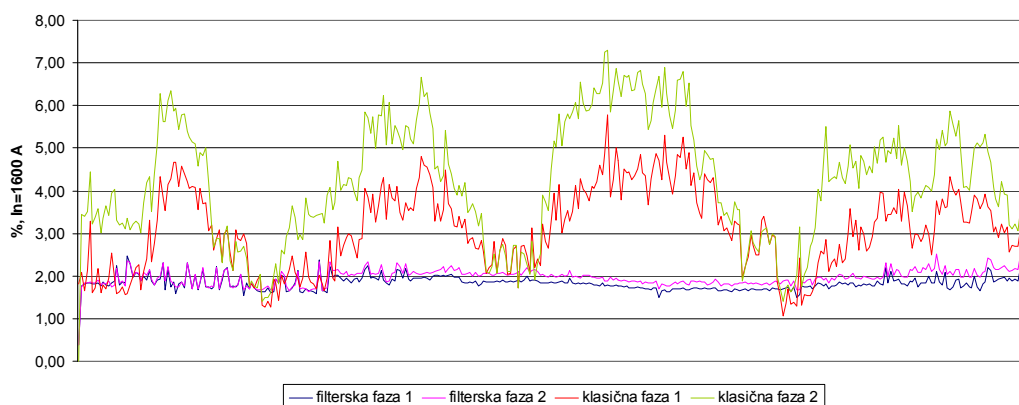
Srednja vrednost THD faktora napona - objekat 1200



Slika 9. Uporedni prikaz srednje vrednosti THD faktora napona u objektu 1200, pre i posle rekonstrukcije

Na slikama 7. i 8. vidi se da je THD faktor struje značajno opao posle rekonstrukcije, sa 25% na oko 15% u odnosu na osnovni harmonik struje. Da bi se izvršilo precizno poređenje, izvršena je normalizacija THD faktora struje za oba slučaja, na nominalnu vrednost struje transformatora, tj. 1600 A, i rezultat je prikazan na slici 10.


Normalizovani THD faktor struje



Slika 10: Normalizovana vrednost THD faktora struje, pre i posle rekonstrukcije

Na slici 10 su prikazane normalizovane vrednosti THD faktora struja u dve faze pre i posle rekonstrukcije. Pre rekonstrukcije, normalizovana vrednost THD faktora struje iznosila je i do 7.3% što je visoka vrednost (na sl. 9 označeno kao klasična faza 1 i faza 2). Ovako visok sadržaj struja viših harmonika javlja se zbog postojanja rezonantnog kola koje čine izvori viših harmonika u objektu i kondenzatorskih baterija u ćeliji za kompenzaciju.

Rekonstrukcijom ćelije i ugradnjom filterskih prigušnica, sprečeno je nastajanje rezonance na višim harmoničnim učestanostima, što za posledicu ima smanjenje struja viših harmonika. Posle rekonstrukcije, normalizovana vrednost THD faktora struje kreće se u granicama od

	Case study: Rezonansa (poslovna zgrada)	бр. 120809v1
		датум

1.8% do 2.2% (na sl. 9 označeno kao filterska faza 1 i faza2), što je smanjenje sadržaja struja viših harmonika u mreži za više od tri puta.

Kao posledica smanjenja sadržaja viših harmoničnih komponenti napona i struja u objektu, te eliminisanja tranzijenata usled uključenja kondenzatora, poboljšan je kvalitet napona napajanja i smanjeni su gubici u prenosnim kablovima i samom transformatoru, ispadi opreme su praktično svedeni na minimum, a osetljivi UPS-vi su smanjili broj reagovanja na 2-4 nedeljno.

Zaključak: Primenjena tipska oprema za kompenzaciju reaktivne snage, koja je ugrađena prilikom izgradnje objekta, je neodgovarajuća za tip potrošača u poslovnoj zgradi. Radi se o potrošačima koji generišu više harmonike napona i struja (UPS, HVAC - frekventni regulatori, liftovski pogon, računarska napajanja, fluo i štedljiva rasveta...). Primenom neodgovarajuće opreme izobličenja su pojačana i napon napajanja je izrazito pogoršan, što je doprinelo čestim ispadima osetljive opreme u zgradi. Avalon Partners je izvršio merenja i stručnu analizu zatečene situacije i uspešno izvršio rekonstrukciju ćelije za kompenzaciju reaktivne snage. Ugrađena je oprema koja sprečava nastanak rezonance i pojačanje viših harmonika. Merenja posle primopredaje pokazuju da su se viši harmonici struja smanjili 3 puta, a izobličenje napona se smanjilo 2 puta. Napon napajanja sada zadovoljava međunarodne standarde kvaliteta napona za ovaj tip objekta. Korisnici prostora u zgradi potvrdili su da je broj ispada i kvarova opreme drastično smanjen. Dodatno, računari za utrošenu reaktivnu snagu su takođe smanjeni na tehnički minimum.

Napomena: Svi prezentirani podaci i snimci su izmereni na konkretnim objektima na kojima je Avalon Partners izvršio opisane radove. Svi rezultati su realni i ni na koji način nisu izmenjeni ili prilagođavani. Svi grafikoni su izmereni od strane Avalon Partners d.o.o. i kao takvi su vlasništvo Avalon Partners d.o.o., te se ne smeju umnožavati ili distribuirati bez izričitog odobrenja Avalon Partners d.o.o.