

mr. sc. Irena Šagovac, dipl. ing.
HEP – ODS d.o.o., Elektra Zagreb
irena.sagovac@hep.hr

NARUŠAVANJE KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE RADI NEADEKVATNOG PRIKLJUČKA KORISNIKA MREŽE NA ELEKTROENERGETSKU MREŽU

SAŽETAK

Prilikom procesa projektiranja i utvrđivanja uvjeta priključenja (izdavanja prethodne elektroenergetske suglasnosti) novog korisnika mreže na elektroenergetski sustav bitno je uzeti u obzir sve karakteristike korisnikovog postrojenja, kao i dobro poznavati karakteristike mreže na koju se novi korisnik priključuje.

Ponekad radi nesagledavanja svih aspekata dolazi do neadekvatnog priključka, tj. neodgovarajuće opremljenog priključka, korisnika na elektroenergetsku mrežu.

U ovom članku će biti prikazano nekoliko konkretnih primjera u kojima, radi neadekvatnog priključenja na distribucijsku mrežu, rad trošila u objektu korisnika mreže uzrokuje smetnje kvaliteti električne energije samom sebi i ostalim korisnicima mreže.

Glavne riječi: priključak korisnika mreže, smetnja, kvaliteta električne energije

POWER QUALITY DISTURBANCES CAUSED BY INAPPROPRIATE CONNECTION OF NETWORK USERS TO DISTRIBUTION NETWORK

SUMMARY

In the process of projecting and defining conditions (issuance of a preliminary-electroenergetic consent) for connection of new of a network user to a distribution network, it is important to examine all characteristics of user's utility, as well as be aware of characteristics of the network part where new customer will be connected.

Sometimes due to the lack of complete overview of the situation, inadequate connection, i.e. technically incorrect equipment is used in process of connecting new customer to distribution network.

This paper will present few real cases in which, due to inadequate connection to distribution network, customer's utility operation causes itself power quality disturbances as well as to other network users.

Key words: connection of network users, disturbance, power quality

1. UVOD

Priključak novog korisnika mreže ostvaruje se putem procesa izdavanja prethodne elektroenergetske suglasnosti, koju mu na njegov zahtjev izdaje nadležno distribucijsko poduzeće, tj. operator distribucijskog sustava [1].

Prilikom izdavanja elektroenergetske suglasnosti uglavnom se razmatra samo potrebna priključna snaga novog objekta, i to radna snaga. Ukoliko se procijeni da novi objekt ne predstavlja rizik za negativan povratni utjecaj na mrežu, ne razmatraju se detaljno tehničke karakteristike budućeg korisnikovog postrojenja, iako je budući korisnik mreže dužan prema [1] čl. 7 dostaviti te podatke. U većini slučajeva je takav proces u potpunosti opravdan jer se pojednostavljuje i ubrzava proces izdavanja suglasnosti i priključenja.

Ponekad investitori/budući korisnici mreže svjesno ne pruže sve potrebne podatke o karakteristikama svojeg postrojenja, kako bi izbjegli dodatne uvjete na priključak, tj. dodatne troškove. Također, korisnici mreže su prema [1] čl. 20 dužni dostaviti sve izmjene unutar svojeg postrojenja/objekta koje mogu imati utjecaj na udovoljavanje uvjeta iz elektroenergetske suglasnosti, što zatim povlači izmjenu tehničkih uvjeta.

Do pogreške u određivanju tehničkih zahtjeva na priključak može doći i prilikom projektiranja same instalacije korisnika mreže, kada projektant nema uvid u sve karakteristike trošila i opreme, a ponekad investitor ugradi trošila i naknadno.

Kao posljedicu svega gore navedenog postrojenje korisnika mreže može, kada uđe u normalni pogon, izazvati povratni utjecaj na elektroenergetsku mrežu, tj. narušavanje kvalitete električne energije u elektroenergetskoj mreži na koju je priključeno. Ovisno o karakteristikama priključka, smetnje se mogu prenositi i ostalim korisnicima mreže, ali mogu biti i prisutne samo u instalaciji korisnika, koji smetnju i izaziva.

2. POVRATNI UTJECAJ KORISNIKA MREŽE NA KVALITETU ELEKTRIČNE ENERGIJE

Prema čl. 65 iz [1] korisnik mreže je dužan svoje objekte i instalacije održavati, izvesti i voditi u pogonu tako da ne izazivaju povratni utjecaj na mrežu, tj. da poremećaji i smetnje budu u granicama koje ne ugrožavaju propisanu razinu kvalitete opskrbe električnom energijom. Također, korisnik čije postrojenje izazove negativan povratni utjecaj i time uzrokuje štetu drugom korisniku mreže, odgovoran je za tu štetu.

Najčešći primjer narušavanja kvalitete električne energije jest izazivanje oscilacija napona ili snižavanje njegove razine. Ta je pojava u direktnoj vezi sa strujom opterećenja korisnika koji izaziva smetnje. Nagle promjene opterećenja mogu izazvati pojavu treperenja napona, dok privremena povećanja struje tereta (npr. potezne struje pokretanja motora) izazivaju padove napona (sniženje napona ispod 90 % U_n [2]).

Ukoliko je priključak objekta korisnika mreže na elektroenergetsku mrežu izveden odgovarajuće s obzirom na tehničke karakteristike objekta, negativnog povratnog utjecaja u mreži ne bi trebalo biti. U sljedećem poglavlju pokazano je nekoliko primjera neadekvatnog priključka objekta na mrežu, kojem je kao posljedica došlo do narušavanja kvalitete električne energije samom korisniku mreže, ali i okolnim kupcima.

3. PRIMJERI NARUŠAVANJA KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE

3.1. Neadekvatno postrojenje

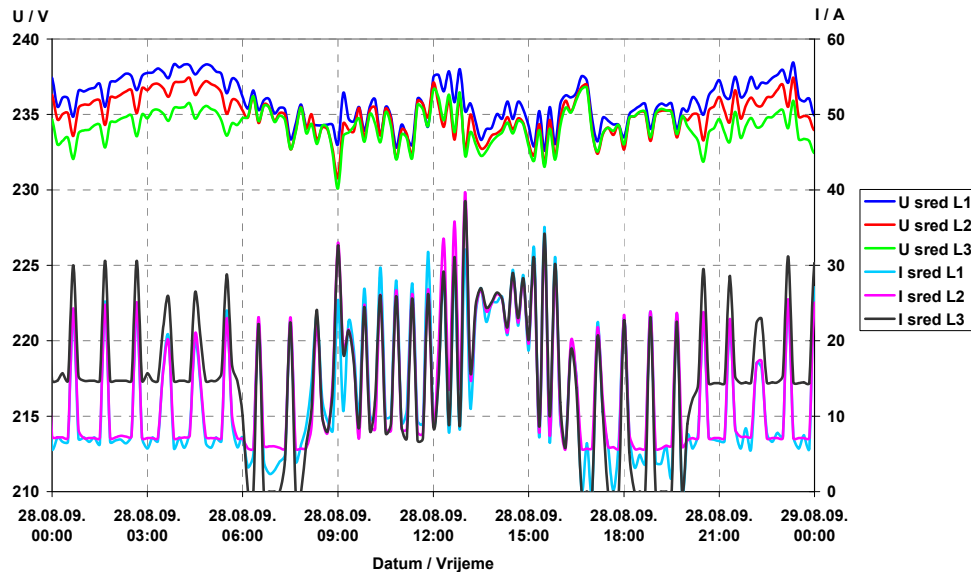
U ovom slučaju se radi o poslovnoj zgradi koja je sa zakupljenom snagom od 90 kW na niskonaponske sabirnice transformatorske stanice 10(20)/0,4 kV spojena posebnim strujnim krugom kabelske izvedbe duljine otprilike 350 m tipa PP00-A i presjeka 4 x 150 mm².

Tehničko rješenje za izvedbu priključka odabrano je na temelju podataka koje je investitor priložio prilikom traženja elektroenergetske suglasnosti, te u potpunosti odgovara zakupljenoj priključnoj snazi.

Nakon godinu dana pogona, korisnik mreže se požalio na propade napona koje je uočio na svom uređaju za besprekidno napajanje. Uređaj za besprekidno napajanja je bilježio vrijeme prorade te iznose napona pri kojima se uključivao.

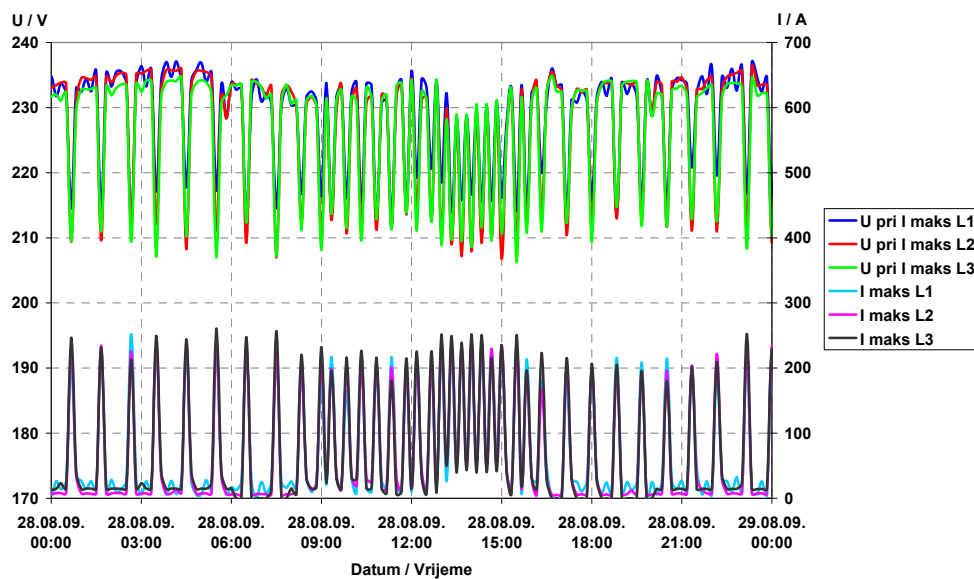
Na temelju pritužbe postavljeni su uređaji za mjerenje napona u transformatorsku stanicu i na mjesto predaje električne energije korisniku mreže. Kod korisnika je postavljen uređaj za mjerenje kvalitete električne energije koji istovremeno mjeri i napone i struje.

Rezultati mjerenja prikazani na slici 1 su pokazali da srednja vrijednost napona na priključku korisnika mreže na elektroenergetski sustav ne odstupa od propisanih vrijednosti, a niti srednje vrijednosti struje ne prelaze iz zakupljene snage proračunate vrijednosti (90 kW \Rightarrow 136 A). Mjerenje je trajalo 8 dana, no radi preglednosti je prikazan samo jedan radni dan (28. kolovoza 2009. godine).



Slika 1. Srednje vrijednosti napona i struja na priključku korisnika mreže

Prikaz maksimalnih vrijednosti opterećenja te istovremenih iznosa napona pokazao je nešto drukčije stanje (slika 2). Iz grafikona je vidljivo da se u objektu korisnika mreže nalazi trošilo koje se periodički uključuje, te ima poteznu struju iznosa preko 250 A. Ta struja na priključnom vodu od transformatorske stanice do mjesta predaje električne energije stvara pad napona koji se zamjećuje u objektu korisnika mreže. Nazivna struja priključnog voda je u ovom slučaju 310 A, no to podrazumijeva teret jednoliko raspodijeljen duž voda, a ne koncentriran na kraju voda, što je primjer u ovom slučaju.



Slika 2. Maksimalne struje i istovremene minimalne vrijednosti napona na priključku korisnika mreže

S obzirom da korisnik sam sebi izaziva propade napona, a priključni vod je dimenzioniran prema podacima koji su dani prilikom zahtjeva za izdavanje elektroenergetske suglasnosti, operator distribucijskog sustava u ovom slučaju nije odgovoran za sanaciju smetnji kvaliteti električne energije, tim više što se smetnje koje stvara postrojenje korisnika mreže očituju samo na njegovom priključku.

U ovom slučaju, korisniku mreže je sugerirano neka kod ovlaštene osobe potraži tehničko rješenje koje bi omogućilo smanjenje potezne struje, kako bi se na taj način izbjegli propadi napona na mjestu predaje električne energije.

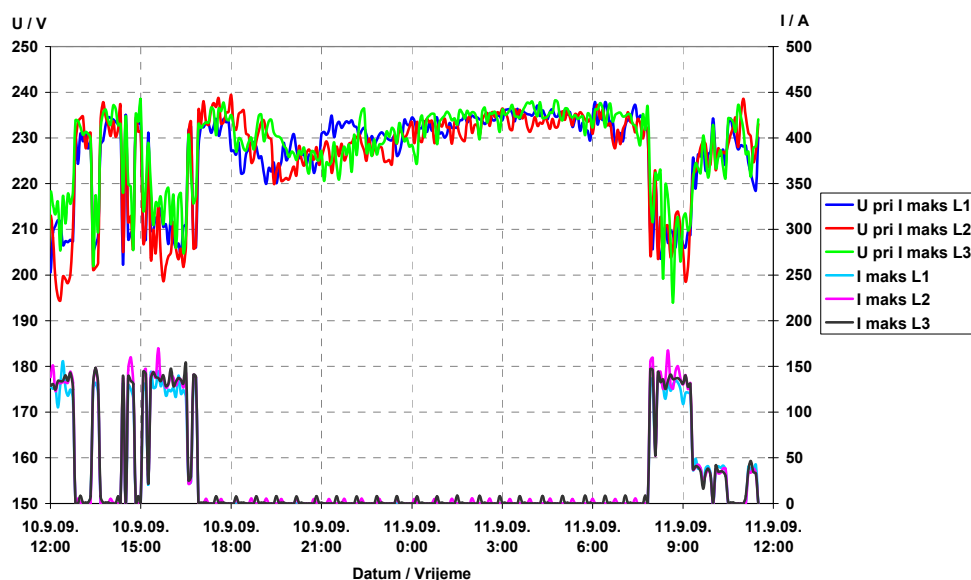
3.2. Neadekvatno mjesto priključka u mreži

U ovom poglavlju će biti prikazan slučaj sličan prethodnom, no s tom razlikom da korisnik mreže osim na svom priključku, uzrokuje smetnje i drugim korisnicima.

Radi se o privremenom priključku gradilišta u stambenoj četvrti. Za privremeni priključak gradilišta tražena je priključna snaga od 27,6 kW. Uz preporučeni faktor snage 0,95 vrijednost struje opterećenja preračunata iz snage iznosi 42 A.

Lokacija gradilišta je bila takva da je priključak izveden sa zračne niskonaponske mreže magistralnog voda tipa SKS i presjeka $3 \times 70 + 71,5 \text{ mm}^2$, pri čemu je mjesto priključka od transformatorske stanice udaljeno oko 500 m i nalazi se pri samom kraju strujnog kruga. Opterećenje strujnog kruga na kojem je priključeno gradilište je već krajem 2006. godine iznosilo 190 A. Ovo dodatno opterećenje strujnog kruga na bi trebalo predstavljati problem što se tiče pada napona, kada bi bilo jednoliko raspoređeno duž magistralnog voda. No u ovom slučaju je to opterećenje opet koncentrirano pri samom kraju strujnog kruga.

Na temelju pritužbe stanara u susjedstvu gradilišta vršena su mjerenja strujnih i naponskih prilika. Tijekom mjerenja na mjestu predaje električne energije gradilištu zabilježene su velike potezne struje (do 170 A) koje su uzrokovale propade napona na samom gradilištu, ali i u električnim instalacijama okolnih zgrada. Na slici 3. prikazane su maksimalne vrijednosti struja, te trenutne minimalne vrijednosti napona u istom trenutku kada je zabilježen maksimum struje.



Slika 3. Maksimalne struje i istovremene minimalne vrijednosti napona na priključku gradilišta

Kao i u prethodnom slučaju, uzrok propada napona u niskonaponskoj mreži je pad napona na impedanciji 0,4 kV strujnog kruga uzrokovan velikom poteznom strujom trošila na gradilištu (dizalica) pribrojenoj struji redovnog opterećenja tog strujnog kruga.

Sanacija naponskih prilika u ovom slučaju je provedena interventnim radovima u mreži, te je priključak gradilišta preseljen na novoizgrađenu kabelsku mrežu u susjedstvu.

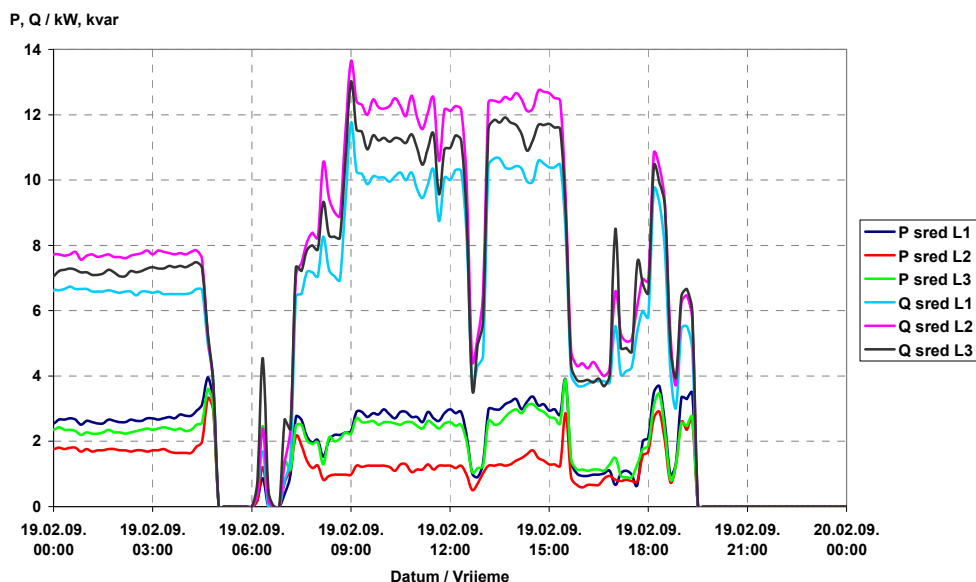
3.3. Nekorektno izvedena instalacija i angažiranje velikog iznosa jalove snage

Korisnici mreže ponekad prošire svoje objekte, pa u prostorijama kućanstva počnu obavljati gospodarsku djelatnost ili postojećem poslovnom prostoru promjene namjenu bez da je električna instalacija prikladno izmijenjena ili da su promijenjene tehničke karakteristike priključka. Na taj način često sami sebi počinju izazivati smetnje kvaliteti električne energije. U ovom je poglavlju obrađen primjer jednog obrtnika koji je proširivanjem gospodarske djelatnosti narušio kvalitetu električne energije u stambenom i gospodarskom dijelu objekta.

Navedeni korisnik mreže u svom stambeno-poslovnom objektu ima pogon za proizvodnju plastične ambalaže. Na adresi objekta se nalaze tri mjerna mjesta kategorije gospodarstvo (zakupljena snaga 36,7, 18,53, i 4,36 kW), te jedno mjerno mjesto kategorije kućanstvo.

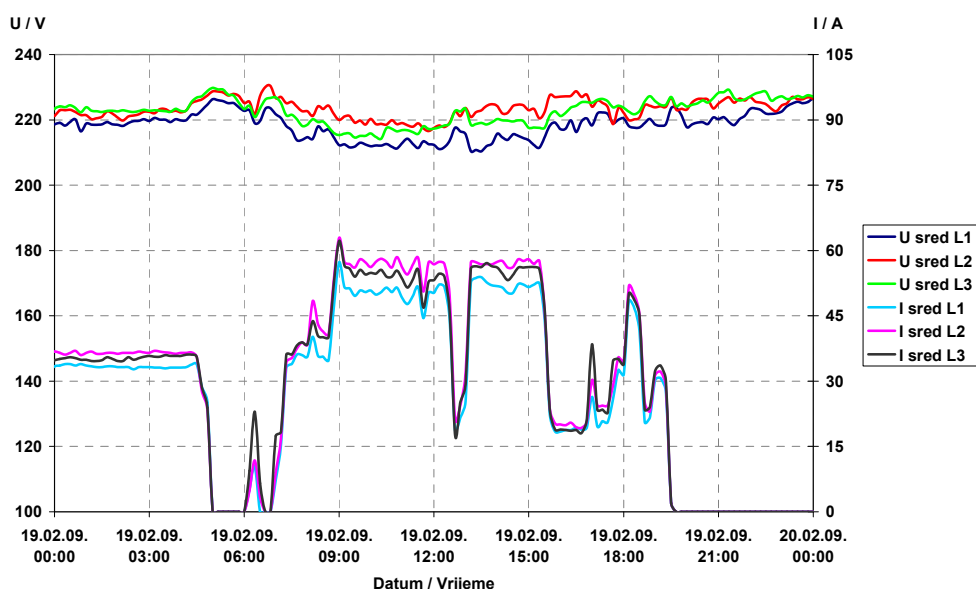
Korisnik mreže se požalio na treperenje rasvjete u jednoj prostoriji pogona, te propade napona. Na temelju pritužbe postavljeni su instrumenti za mjerenje kvalitete električne energije na dva mjerna mjesta (mjerno mjesto 1 – zakupljena snaga 36,7 kW i mjerno mjesto 2 – zakupljena snaga 18,53 kW).

Rezultati mjerenja s mjernog mjesta 1 pokazali su nekoliko zanimljivosti. Angažirana jalova snaga je bila nekoliko puta veća od radne snage što je vidljivo s grafikona prikazanog na slici 4.



Slika 4. Tok radne i jalove snage na mjernom mjestu 1

Srednje vrijednosti struja (koja je izrazito induktivnog karaktera) iznosa su oko 60 A i ne izazivaju znatne promjene iznosa srednje vrijednosti napona [3] što je vidljivo s grafikona na slici 5.



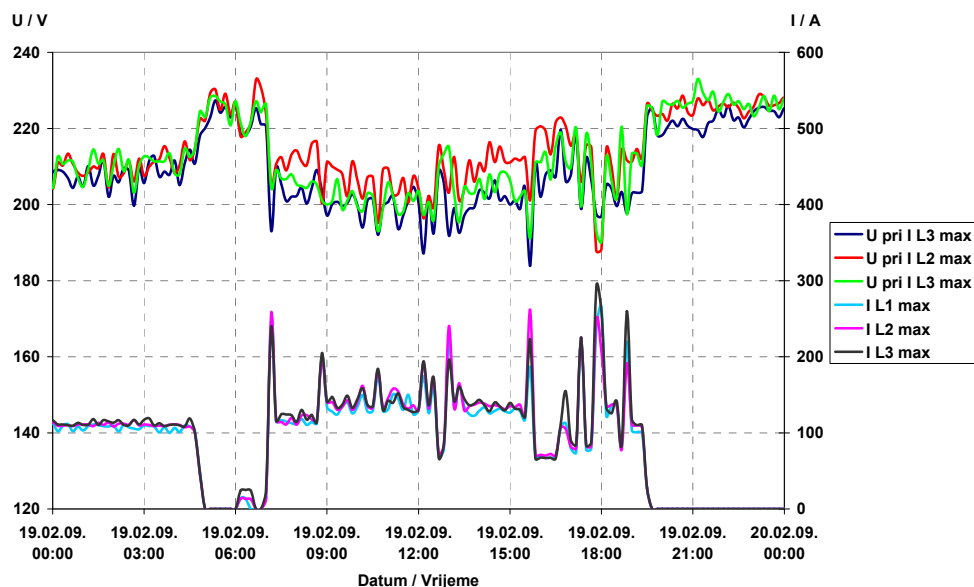
Slika 5. Tok srednje vrijednosti struje i napona na mjernom mjestu 1

Nazivna struja opterećenja mjernog mjesta 1 preračunata iz snage 36,7 kW iznosi 56 A, te je prema tome strujnom opterećenju i dimenzioniran priključni vod. Priključak tri mjerna mjesta kategorije

gospodarstvo nije bio korektno izveden, te je opterećenje nazivnom strujom izazivalo sniženje napona u objektu. Sa slike 5 je vidljivo koliko je iznos napona ovisan o opterećenju objekta.

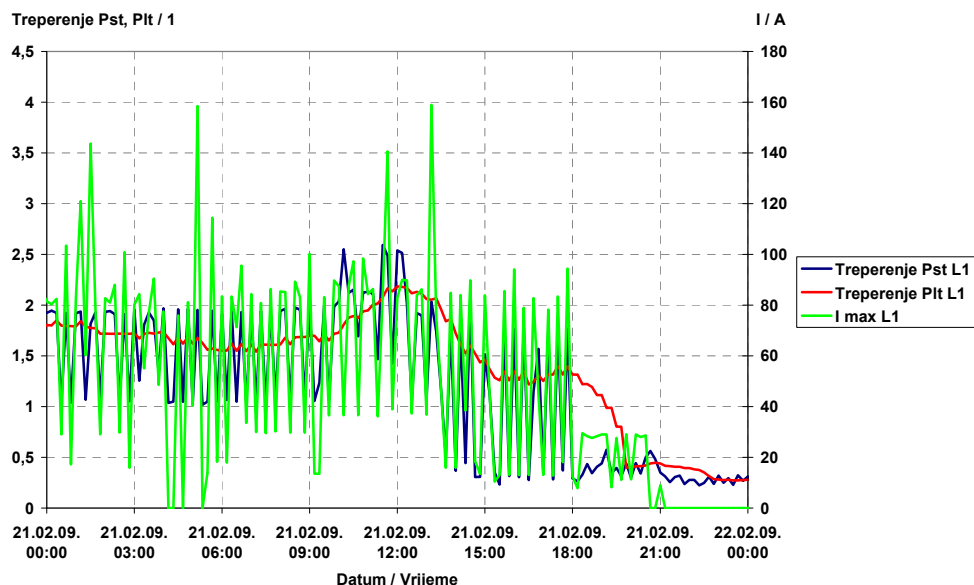
Tijekom pogona pojavljuju se velike potezne struje (do 330 A) koje uzrokuju propade napona što je prikazano na slici 6.

Izraziti padovi napona vidljivi su na slici 6, gdje su prikazane maksimalne vrijednosti struja zabilježene u pojedinom 10-minutnom intervalu, te istovremene minimalne vrijednosti napona na mjernom mjestu 1. Vidljivo je da strujni udari dosižu i 300 A.



Slika 6. Maksimalne struje i istovremene minimalne vrijednosti napona na mjernom mjestu 1

Na mjernom mjestu 2 je karakter potrošnje takav da nagle izmjene strujnog opterećenja uzrokuju treperenje napona (slika 7), koje se zatim kroz električnu instalaciju prenosi na cijeli objekt.



Slika 7. Maksimalne struje te vrijednosti kratkotrajnog i dugotrajnog treperenja na mjernom mjestu 2

Korisnik mreže je upozoren da smanji povratni utjecaj na mrežu (prema [1]), te da hitno korigira potrošnju jalove energije, kako bi se faktor snage doveo unutar granica 0,95 – 1, tj. da zatraži izradu tehničkog rješenja rekonstrukcije priključka i poboljšanja faktora snage.

4. ZAKLJUČAK

Kvaliteta napajanja električnom energijom, te odsustvo smetnji kvaliteti električne energije uvelike ovise o odgovornosti i upućenosti u propise korisnika mreže prilikom podnošenja zahtjeva za priključak novog objekta i njegovo daljnje korištenje, ugradnju nove opreme itd., te na stručnom pristupu djelatnika operatora distribucijskog sustava prilikom zaprimanja i obrade zahtjeva za izdavanjem elektroenergetske suglasnosti.

U gornjim se slučajevima pokazalo da praksa dimenzioniranja priključka samo prema zatraženoj radnoj snazi nije dovoljna, nego je iznimno važno promatrati i karakter buduće potrošnje na određenoj lokaciji, kao i karakteristike najvažnijih trošila (i to ne samo nazivnu snagu).

Kao što se pokazalo u jednom od prethodnih slučajeva, narušavanje kvalitete napona može biti uzrokovano angažiranjem velike količine jalove snage, koja se ničim ne ograničuje, a jalova komponenta struje opterećenja izaziva padove napona na impedancijama mreže. O tome treba početi voditi više računa prilikom utvrđivanja uvjeta priključenja novog korisnika mreže s karakterističnim trošilima kako bi se izbjeglo naknadno uvjetovanje opreme za izbjegavanje negativnog povratnog utjecaja.

Korisniku mreže je potrebno objasniti da je bitan preduvjet za kvalitetu električne energije prikladno izveden priključak, čije tehničke karakteristike ovise o ulaznim podacima koje u svom zahtjevu za izdavanjem elektroenergetske suglasnosti predložuje budući korisnik mreže.

Djelatnici operatora distribucijskog sustava moraju biti svjesni da je njihova odgovornost da od budućeg korisnika mreže zahtijevaju sve podatke kako bi znali postaviti tehničke zahtjeve na priključak, te dodatno uvjetovati korisniku mreže ugradnju opreme za sprečavanje njihovog negativnog povratnog utjecaja na kvalitetu električne energije u elektroenergetskoj mreži.

LITERATURA

- [1] "Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom", NN 14/2006
- [2] HRN EN 50160:2008 "Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems"
- [3] "Mrežna pravila elektroenergetskog sustava", NN 36/2006