

RAZLOGI ZA UVEDBO TRAJNEGA NADZORA V TRANSFORMATORSKIH POSTAJAH

Matej ŽMAVC, Boris UNUK

1. UVOD

Odjemalci električne energije so vedno bolj zavedajo svojih pravic glede kakovosti električne energije. Distribucijska podjetja morejo skrbeti za nemoteno dobavo električne energije tako v smislu zagotavljanja neprekinjenosti dobave, kot skladnosti s standardom SIST EN 50150. Nove tehnologije, tako pri poslovnih uporabnikih kot pri gospodinjstvih, postavljajo distribucijska podjetja pred nove izzive in jih prisilijo k zagotavljanju kakovostne električne energije.

Za zagotavljanje kvalitete električne energije je v Sloveniji predpisan standard SIST EN 50160, ki govori o 13 parametrih kakovosti električne energije in je opisan v nadaljevanju referata.

1.1 Standard SIST EN 50160

Za ocenjevanje kakovosti električne napetosti se uporablja slovenski standard SIST EN 50160. Standard SIST EN 50160 podaja glavne značilnosti električne napetosti na predajnih mestih električne energije ob normalnih obratovalnih pogojih. Ta standard podaja meje oziroma vrednosti, znotraj katerih lahko odjemalec pričakuje značilnosti napetosti in se ne uporablja za nenormalna obratovalna stanja.

Kakovost napetosti določa skupek parametrov, ki so opredeljeni v standardu SIST EN 50160:

-
- odkloni napajalne napetosti,
- odstopanje omrežne frekvence,
- jakost flikerja (migotanje),
- harmonske napetosti,
- neravnotežje napajalne napetosti,
- signalne napetosti.

Tabela 1: Meje oz vrednosti za nizkonapetostna omrežja iz standarda SIST EN 50160

Parameter	perioda	opazovano obdobje	Čas znotraj tolerance	toleranca
-----------	---------	-------------------	-----------------------	-----------

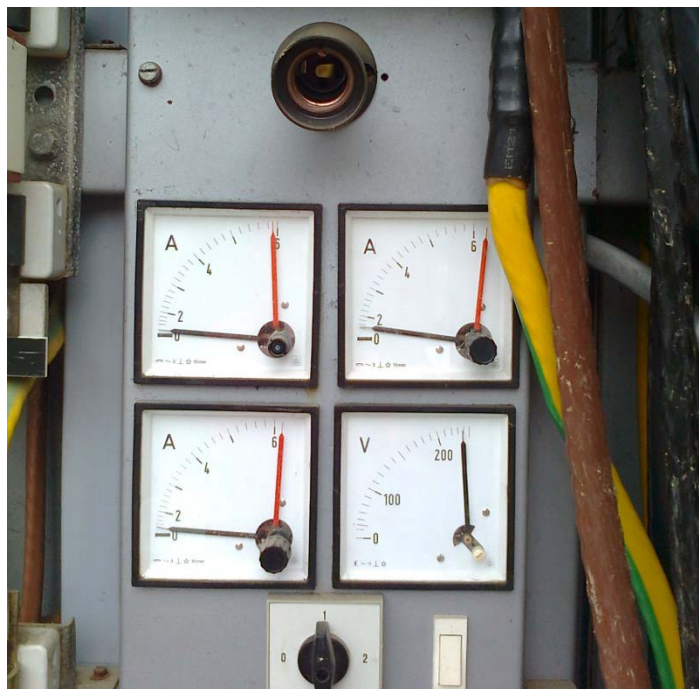
Odklon napajalne napetosti	10 min 10 min	1 teden 1 teden	95% 100%	+/-10% +10% -15%
Frekvenca	10 sekund 10 sekund	1 teden 1 teden	99,5% 100%	+/- 1% +4% -6%
Fliker (Plt)	2uri	1 teden	95%	≤ 1
Harmoniki	10 min	1 teden	95%	SIST EN 50160
Neravnost napajalne napetosti	10 min	1 teden	95%	$\leq 2\%$
Signalne napetosti	3 sekunde	1 dan	99%	SIST EN 50160

2. ZGODOVINA

Z uvedbo števnih meritev pri odjemalcih električne energije se je pričela spremljati poraba električne energije tudi na transformatorskih postajah. Nadzorni monter na določenem področju, ki je skrbel za nemoteno delovanje naprav, je imel tako pregled nad višino napetosti in tokom v transformatorski postaji prikazanih na analognem prikazovalniku. Porabljeno električno energijo je distribucijsko podjetje spremljalo na t.i. »sumarnem« transformatorskem števcu električne energije skupnem za celotno transformatorsko postajo ali na treh ločenih števcih po posameznih fazah.



Slika 1: Analogni voltmeter in ampermeter za spremljanje napetosti in toka na transformatorski postaji



Slika 2: Analogni voltmetri in trije ampermetri s kazalcem maksimuma za spremljanje napetosti in toka po posameznih fazah na transformatorski postaji

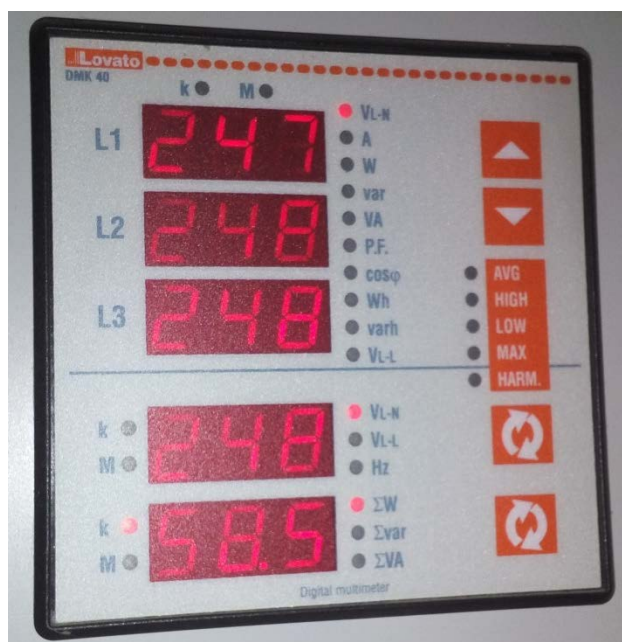


Slika 3: Trifazni transformatorski števec za spremljanje skupne porabe električne energije



Slika 4: Trije enofazni števeci za spremljanje porabe električne energije po posameznih fazah na transformatorski postaji

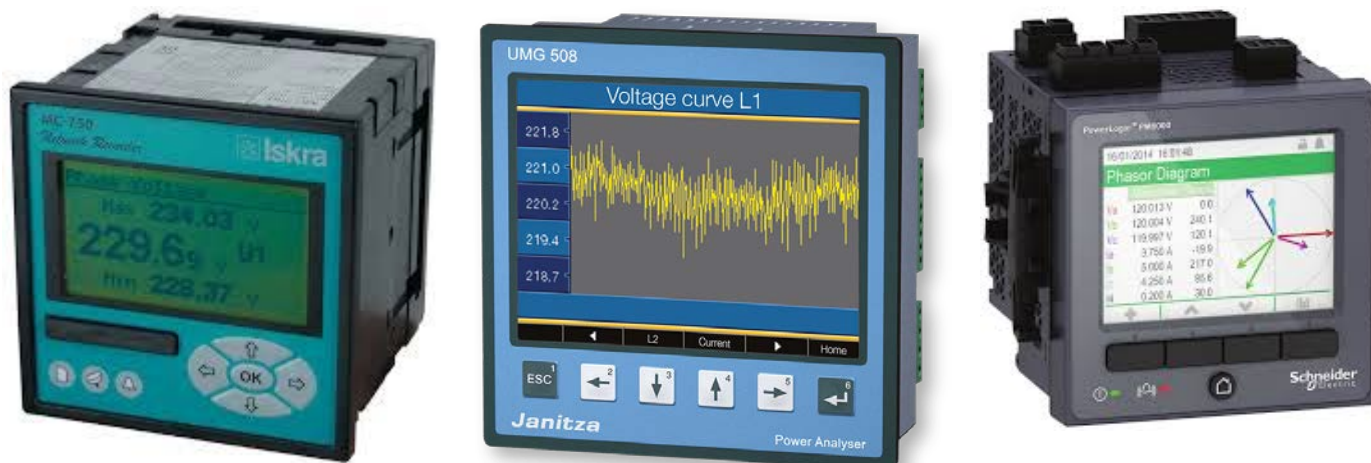
Z napredovanjem tehnologije so pričela elektrodistribucijska podjetja vgrajevati prikazovalnike posameznih parametrov (napetost, tok, moč, frekvenca) z vgrajenim spominom ali brez. Prikazovalnikov oz. manjših analizatorjev je bilo na tržišču kar nekaj različnih proizvajalcev.



Slika 5: Primer analizatorja omrežja proizvajalca LOVATO z internim spominom

Za resnejšo analizo podatkov dogajanja na transformatorski postajah, zaradi vse večjega števila priključenih naprav tako za odjem kot proizvodnjo električne energije, in zakonskih zahtev Energetskega zakona, so distribucijska podjetja začela vgrajevati analizatorje omrežja, ki analizirajo napetost po standardu SIST EN 50160. Tudi analizatorjev omrežja je na tržišču

veliko različnih zmogljivosti in proizvajalcev. Elektrodistribucijska podjetja se odločajo za enega ali največ dva različna proizvajalca analizatorjev zaradi pripadajoče programske opreme, ki je nujna za resnejšo analizo napetosti.



Slika 6: Primeri analizatorjev omrežja po standardu SIST EN 50160

Sodobni analizatorji omrežja ponujajo poleg spremljanja napetosti in toka s pripadajočo programsko opremo tudi analizo napetosti po standardu SIST EN 50160, ter prikaz kazalnega diagrama ter količine prevzete oz. oddane električne energije v transformatorski postaji. V kolikor ima elektrodistribucijsko podjetje do transformatorske postaje komunikacijo bodisi preko optičnega omrežja ali GSM povezavo lahko preko komunikacijskega vmesnika na analizatorju spremljamo podatke v živo oz. jih prenašamo za določeno časovno obdobje. Ker je izgradnja lastne povezave do transformatorskih postaj še vedno precej draga, se podatki shranjujejo na interni spomin analizatorja omrežja, ki se po potrebi prenesejo preko ustrezne programske opreme na računalnik in naredi analiza.

3. PRAKTIČNI PRIMERI RAZLOGOV ZA UVEDBO TRAJNEGA NADZORA

3.1 Odklon napetosti

PRIMER 1

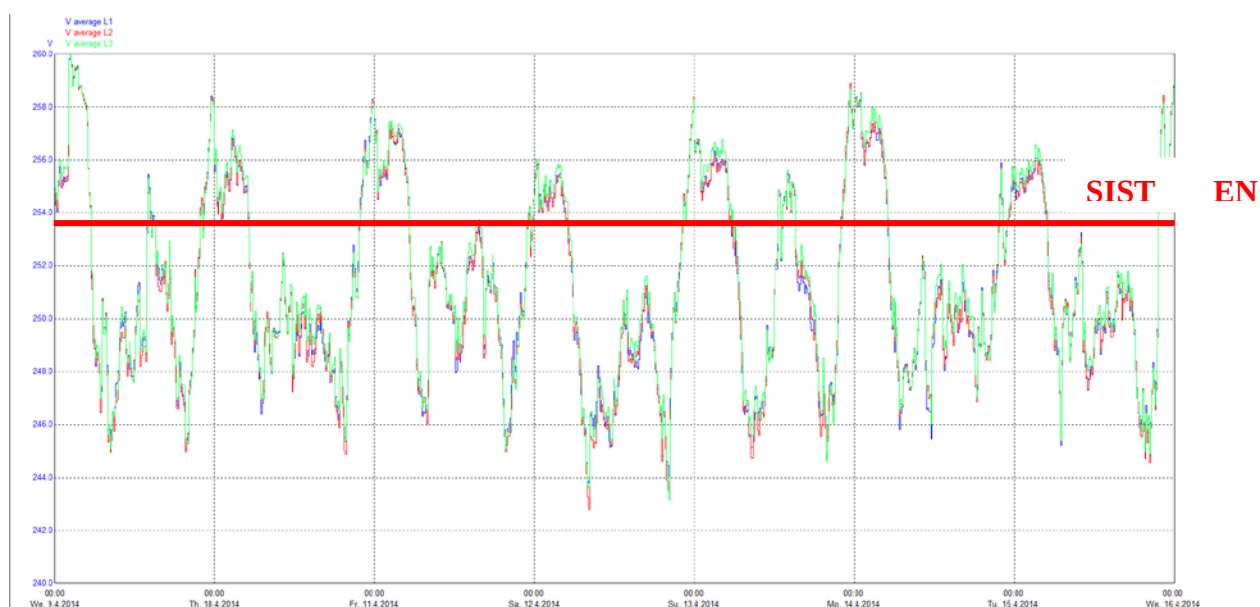
NESKLADEN ODKLON ZARADI RAZPRŠENEGA VIRA

Odklon napajalne napetosti se lahko po standardu SIST EN 50160 giba med 230V +/-10% v 95% merjenega časa. Previsoka oz. prenizka vrednost napetosti lahko povzroči nepravilno delovanje naprav oz. njihovo poškodovanje.

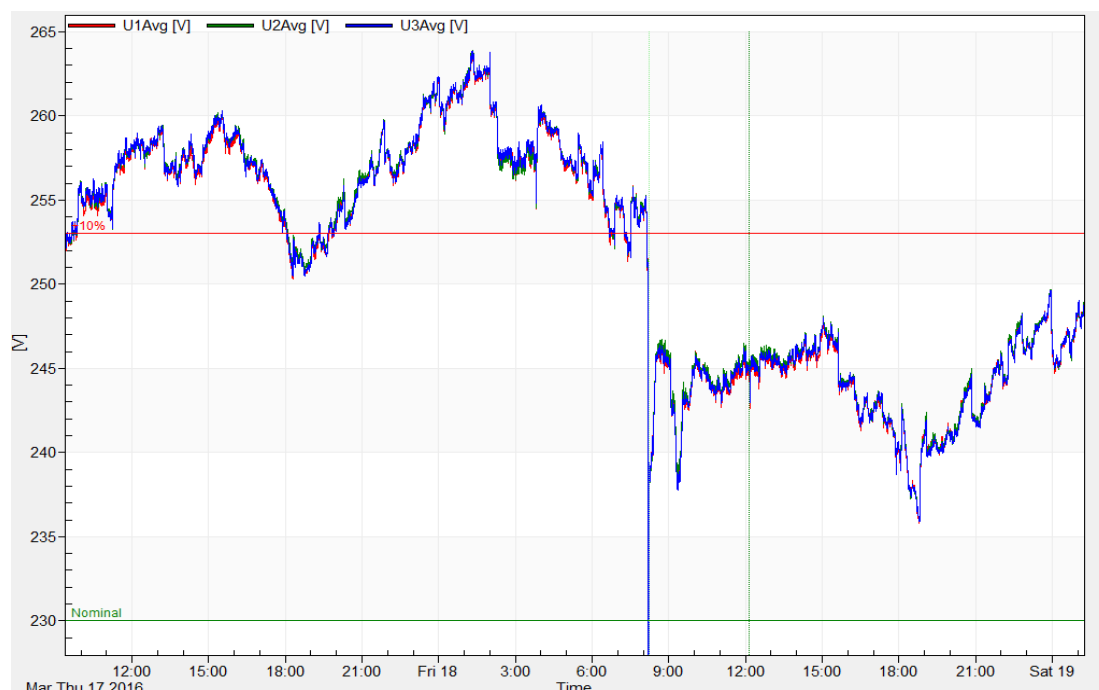
V tem konkretnem primeru gre za napetost na transformatorski postaji, ki oddaja električno energijo v srednjenapetostno omrežje iz razpršenega vira. Zaradi izredno majhne porabe na

srednjenapetostnem omrežju in več razpršenih virov je prišlo do previsoke napetosti v nočnih urah, ki je imela za posledico pritožbe tako proizvajalcev, kot odjemalcev električne energije. Proizvajalec električne energije je bil priključen na NN stran transformatorja, vendar se je zaradi njegovega delovanja in nizke porabe dvignila napetost na SN omrežju. Proizvajalec je obratoval v skladu s tehničnimi pogoji iz EE soglasja.

Trajni nadzor nad kakovostjo električne energije s prenosom podatkov v distribucijsko podjetje omogoča hitrejšo rešitev težav.. Proizvajalec električne energije je imel težave z delovanjem, saj je prenapetostna zaščita izklopila proizvodni proces. Tudi odjemalci električne energije na tem območju so imeli težave. Pritožbe so prihajale s strani večjih odjemalcev, ki jim je zatajila določena regulacija zaradi višine napetosti.



Graf 1: Prikaz neskladnosti odklona napajalne napetosti na transformatorski postaji zaradi delovanja razpršenih virov



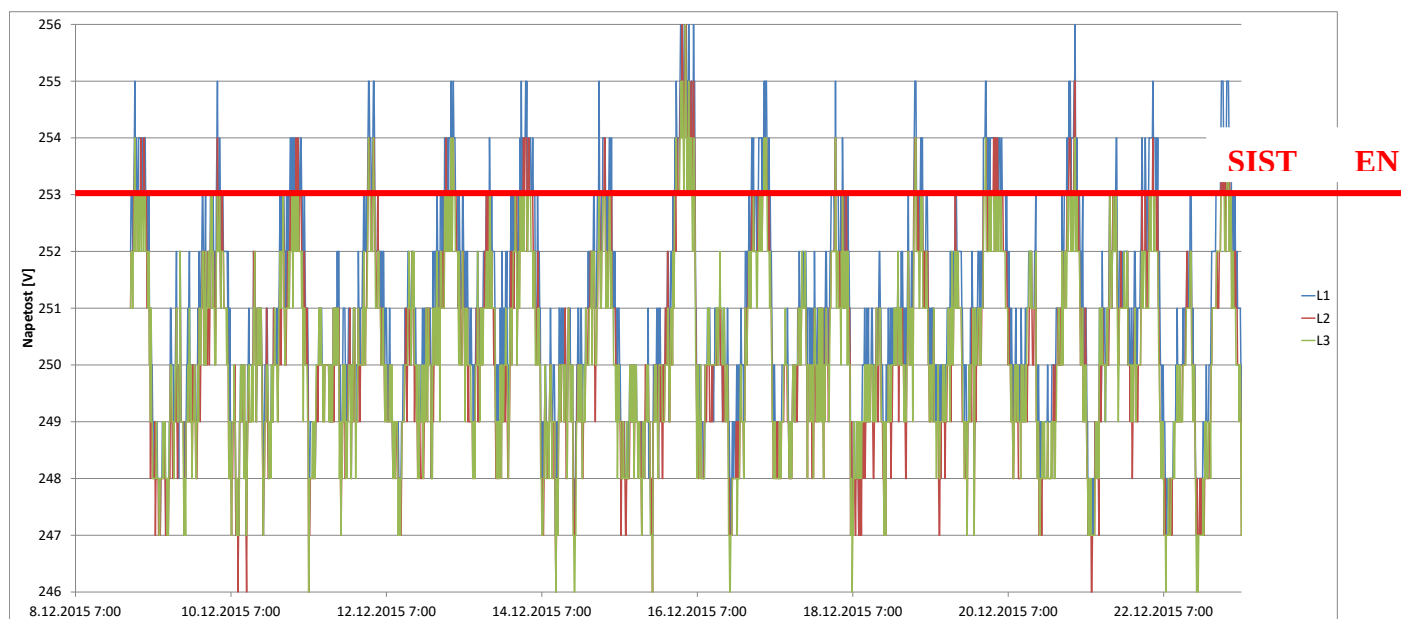
Graf 2: Napetost na transformatorski postaji pred in po spustitvijo stopnje transformatorja

Graf 2 prikazuje napetost na transformatorski postaji pred in po korekciji stopnje transformatorja. V primeru vgrajenega trajnega nadzora spremljanja kakovosti električne energije na transformatorski postaji bi lahko stopnjo znižali že pred prejetjem pritožbe tako s strani proizvajalca kot odjemalcev električne energije. .

PRIMER 2:

NEPRAVILNO DELOVANJE REGULATORJA NAPETOSTI V RTP

Pri prenosu meritev iz trajnega nadzora analizatorja omrežja, ki je vgrajen v eni izmed transformatorskih postaj (gre za prvo transformatorsko postajo na SN izvodu iz RTP Koroška vrata) smo ugotovili nepravilno delovanje elektronskega regulatorja na transformatorju 110kV/10kV tipa Tapcon 230.



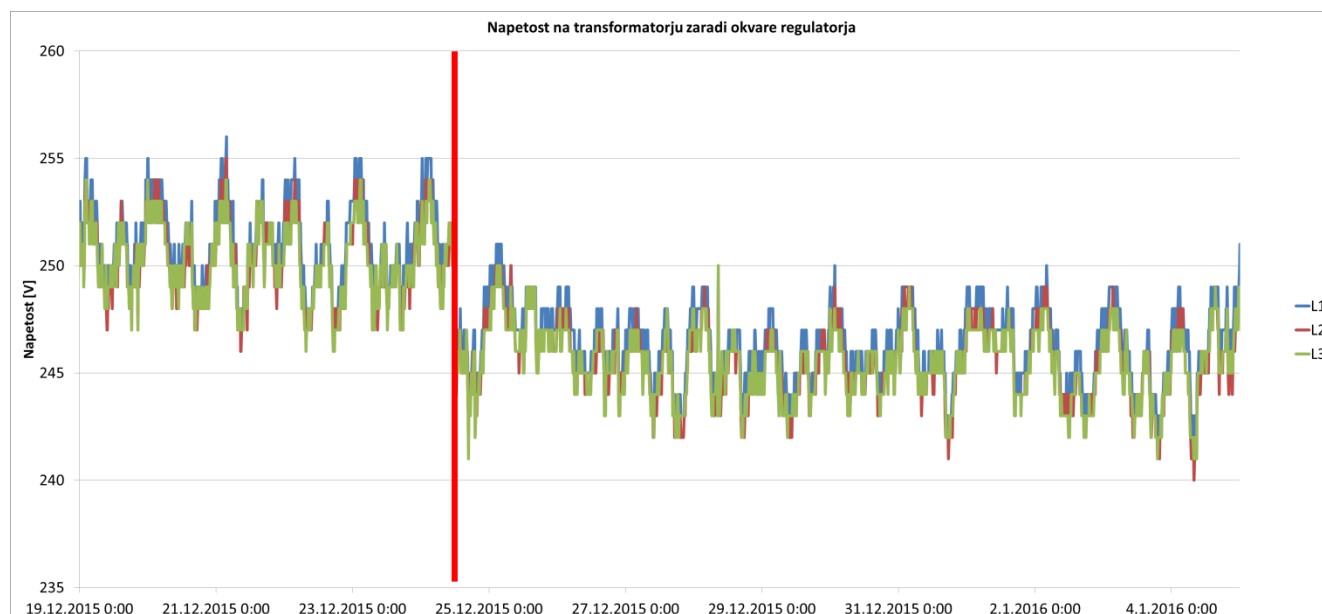
Graf 3: Povprečna vrednost napetosti na transformatorski postaji zaradi nepravilnega delovanja regulatorja napetosti v RTP

Naloga elektronskega regulatorja je, da regulira napetost na SN strani glede na nastavljeno želeno vrednost. Ker je bil regulator napetosti v okvari, okvarjena sta bila oba izhodna releja – dajalca za dvig in spust stopnje regulatorja, le ta ni več reguliral oz. je transformator ostal na stopnji, ki je bila pred zadnjo regulacijo. Posledično napetost na SN strani ni bila več v skladu z obremenitvijo. Iz zgodovine regulatorja smo ugotovili, da je bil le ta nekaj dni na stopnji 9 in ni reguliral napetosti v skladu z obremenitvijo.

Z analizatorjem omrežja v transformatorski postaji, s komunikacijo do sedeža distribucijskega podjetja, je moč napako ugotoviti prej. Napaka je bila ugotovljena ob rednem prenosu podatkov iz analizatorja omrežja, ki ima glede na obseg izbranih podatkov spomina za približno 1 leto.

Pri stanju višje napetosti lahko pričakujemo izpade delovanja naprav in poškodovanje izolacije.

Po popravilu regulatorja smo ponovno preverili stanje napetosti in ugotovili, da sedaj deluje regulator pravilno.



Slika 7: Napetost na transformatorju pred in po popravilu regulatorja

Osrednja težava še vedno ostaja komunikacija med distribucijskim podjetjem in transformatorsko postajo, ki je manjkajoč člen. Sedaj je potrebno fizično v transformatorski postaji iz analizatorja omrežja prenesti podatke na prenosni računalnik. Povezava do transformatorske postaje bodisi preko optičnega omrežja ali GSM povezave omogoča neposredni dostop do podatkov iz sedeža distribucijskega podjetja. Iz novejših postaj, ki so opremljene z novejšimi števci in komunikacijsko potjo, se prenašajo podatki iz analizatorjev avtomatično ob določenem časovnem obdobju neposredno na strežnik.

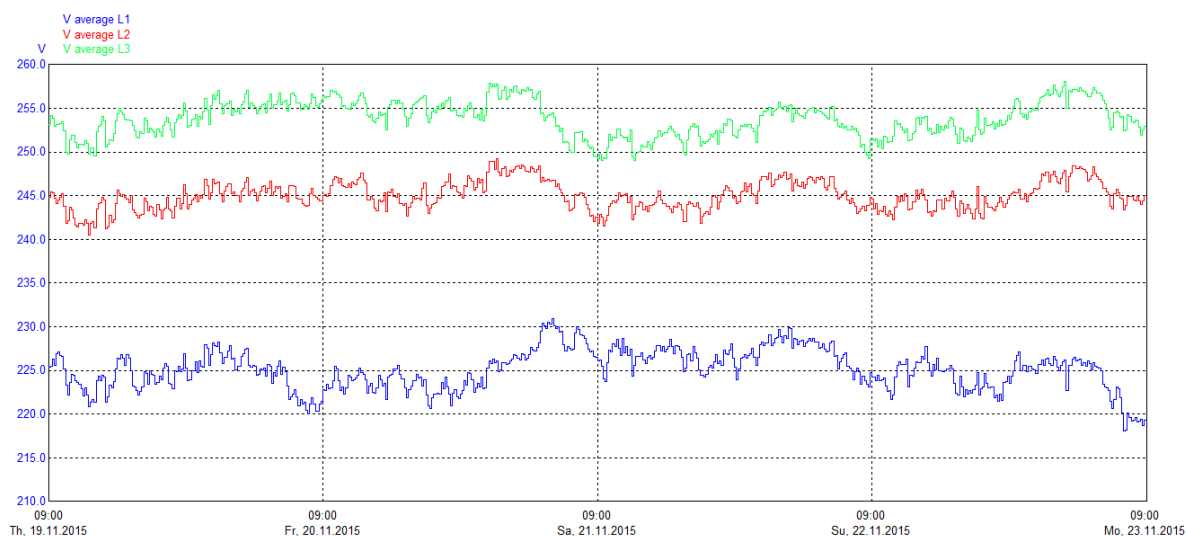
PRIMER 3:

PREMAKNITEV NIČLIŠČA

V transformatorski postaji so napetosti v posameznih fazah na približno enaki višini. Do manjših odstopanj lahko pride samo zaradi nesimetrične obremenitve transformatorske postaje.

Sledeči primer prikazuje odstopanje posameznih faznih napetosti na transformatorski postaji zaradi premaknitve ničlišča transformatorja. Napaka se je pojavila zaradi odvitja vijaka ničlišča na priključnem dovodu od transformatorja do nizkonapetostne plošče najverjetneje zaradi vibracij, ki jih povzroča transformator.

Napaka je bila odkrita po pritožbah posameznih odjemalcev na transformatorski postaji zaradi nihanj napetosti oz. prenizko vrednostjo napetosti v eni fazi.



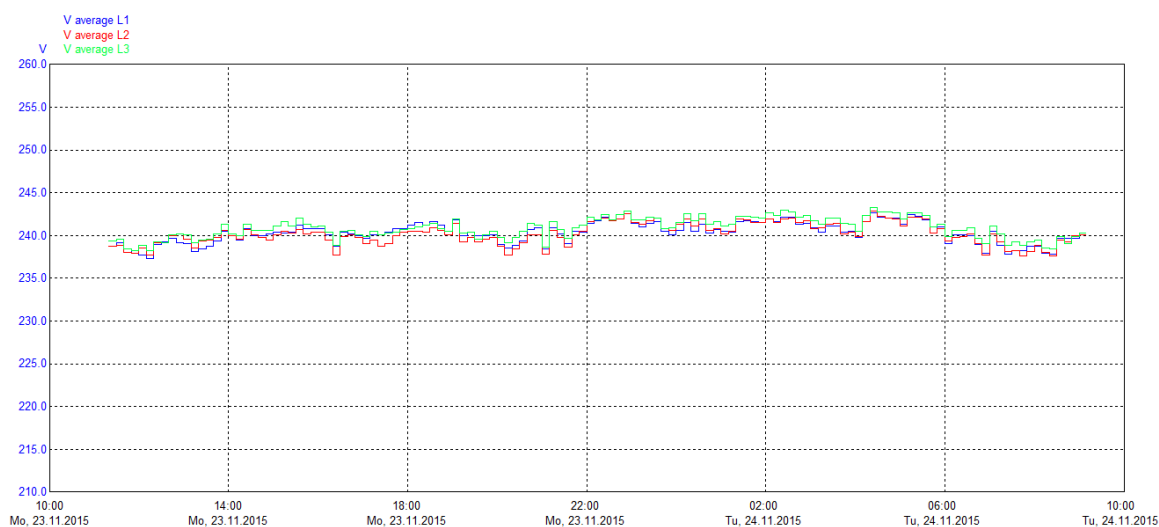
Graf 4: Povprečna vrednost napetosti na transformatorski postaji zaradi premaknitve ničlišča

Napetostna nesimetrija se lahko kaže kot pregrevaje in povečane električne izgube. Če je napetost prenizka v eni fazi (pod nazivno vrednostjo) lahko pričakujemo velike tokove in s tem večje izgube.

Brez trajnega nadzora oz. periodičnih enotedenskih meritev ni moč ugotoviti kakovosti električne napetosti. Ugotovi se lahko samo s pritožbo odjemalcev ali pa s pomočjo nadzornega električarja, ki s pomočjo analognih merilnikov v transformatorski postaji preveri višino napetosti.

Primerov kot je takšen je sicer izredno malo, vendar se jim je moč izogniti s trajnim nadzorom.

Po dodatnem ojačenju vijaka smo naredili kontrolne enodnevne meritve, ki so pokazale normalne vrednosti napetosti:



Graf 5: Povprečna vrednost napetosti kratke enodnevne meritve po odpravi napake zaradi premaknitve ničlišča transformatorja

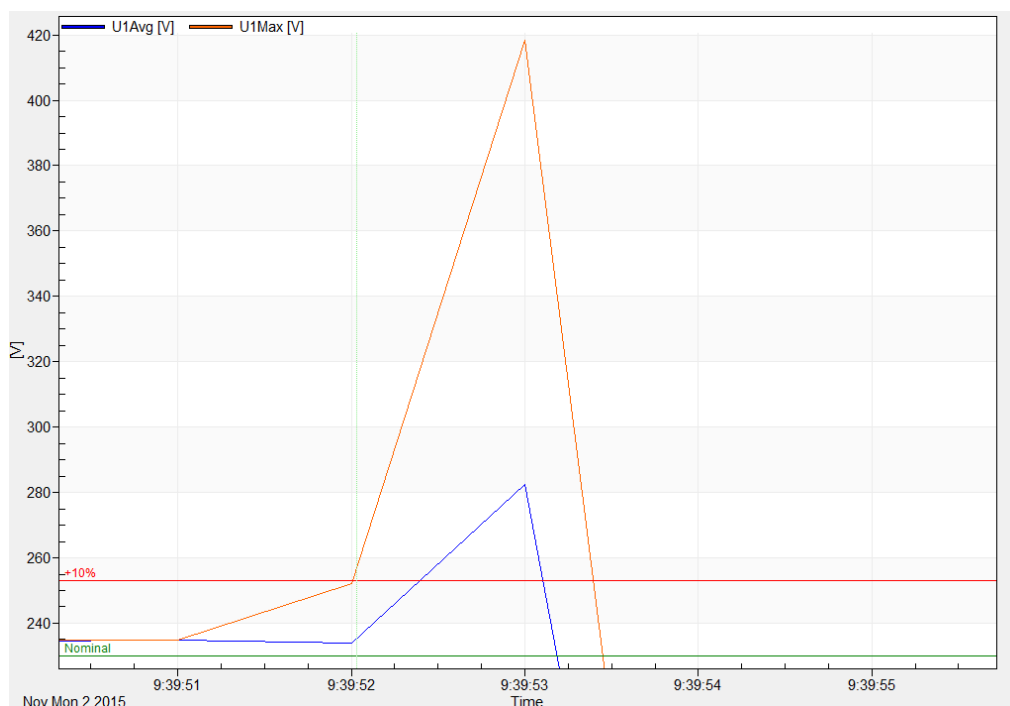
PRIMER 4**PRENAPETOST ZARADI NEPRAVILNEGA IZKLOPA HIDROELEKTRARNE**

Na distribucijsko omrežje je priključenih veliko število razpršenih virov, ki oddajo električno energijo na srednjo napetost. V primeru izpada daljnovoda, mora zaščita, v kolikor je pravilno nastavljena, izklopiti razpršen vir električne energije. V konkretnem primeru je bila to hidroelektrarna.

V našem primeru smo dobili prijavo nad sumom nepravilnega delovanja podnapetostne zaščite na eni izmed manjših hidroelektrarn. Na podlagi meritev na transformatorski postaji smo potrdili sum nepravilnega delovanja podnapetostne zaščite. Ob izpadu DV je napetost na transformatorski postaji zaradi nepravilnega izklopa hidroelektrarne pobegnila in povzročila napetostni sunek, ki so jo čutili porabniki električne energije priključeni na transformatorsko postajo.

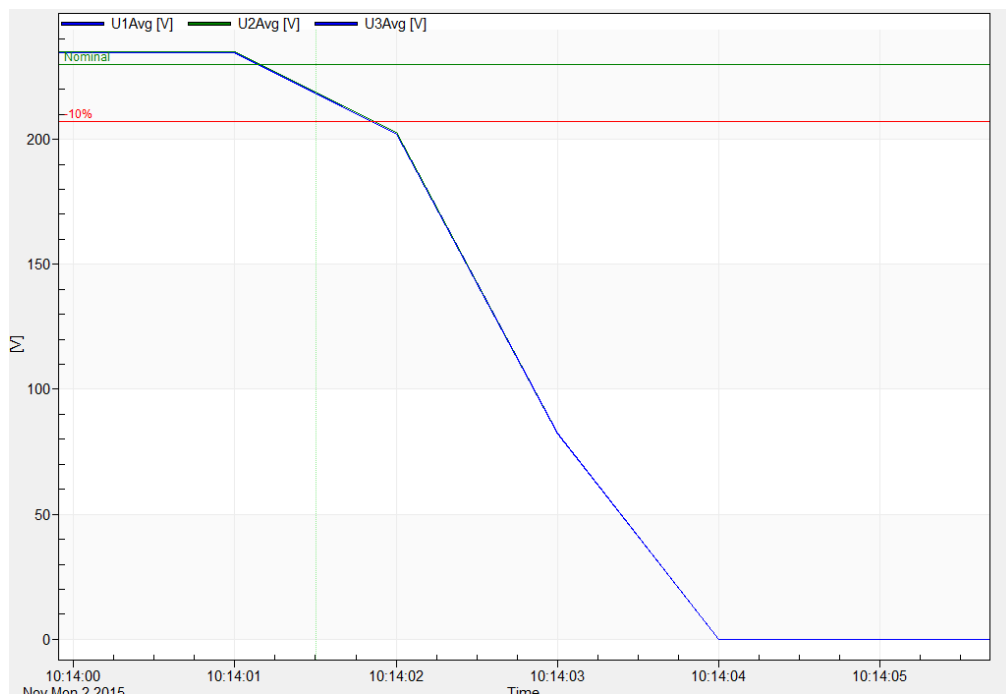


Graf 6: Povprečna vrednost napetosti ob izklopu daljnovoda na transformatorski postaji



Graf 7: Povprečna in maksimalna vrednost napetosti na transformatorski postaji zaradi nepravilnega izklopa hidroelektrarne

Poskusili smo izklopiti tudi daljnovod ob nedelovanju hidroelektrarne, kjer smo ugotovili, da do prenapetosti ne pride.



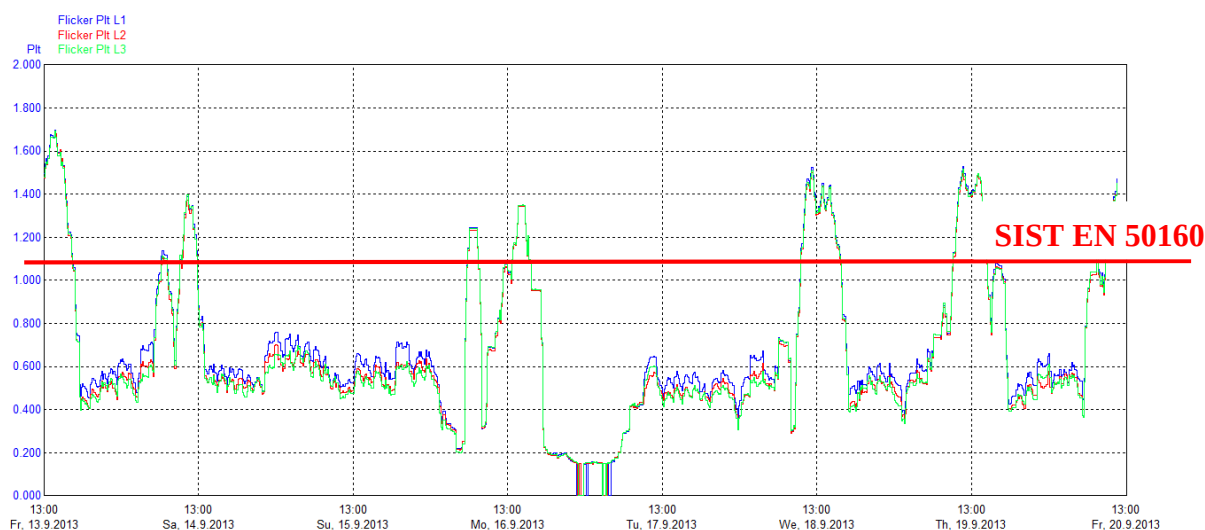
Graf 8: Povprečna vrednost napetosti na transformatorski postaji ob izklopljeni hidroelektrarni

Posledica nepravilnega delovanja zaščite na hidroelektrarni je bilo pregrete celotne številne garniture in požara pri enem izmed odjemalcev, ki je najbližje transformatorski postaji. Trajni nadzor nad kakovostjo električne energije na transformatorski postaji z vgrajenim analizatorjem omrežja, ki spremlja tudi hitre prehodne pojave, omogoča ugotavljanje prenapetosti že ob predhodnih izklopih.

3.2 FLIKER

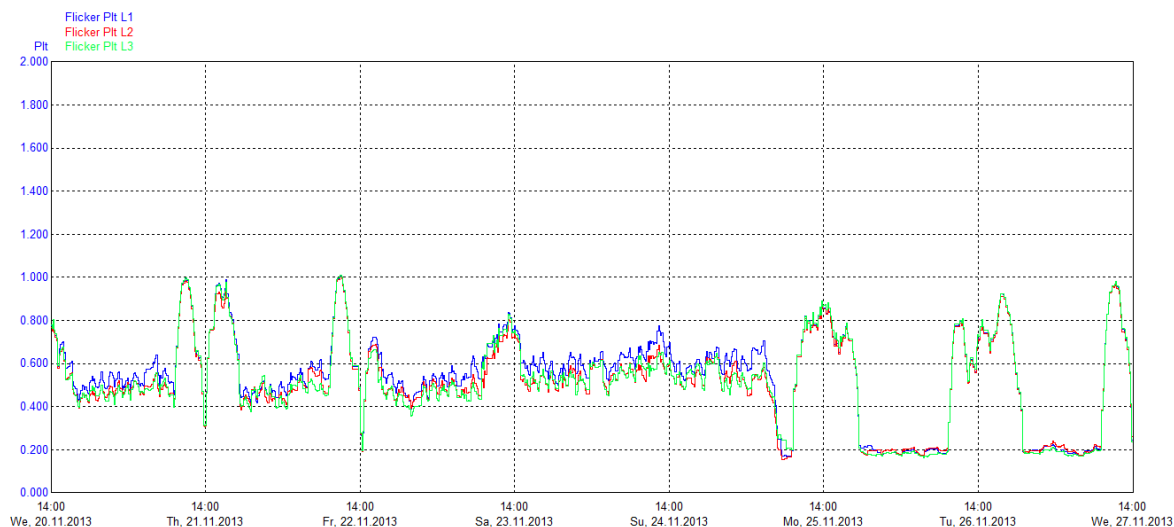
DELOVANJE VEČJEGA NELINEARNEGA PORABNIKA

Zaradi delovanja večjega nelinearnega porabnika je prišlo do pojava flikerja. Fliker se je preko lastnega nizkonapetostnega izvoda in nato preko nizkonapetostne plošče prenašal po ostalih nizkonapetostnih izvodih do vseh porabnikov na transformatorski postaji. Posledica je bilo migetanje luči in pritožbe uporabnikov na kakovostjo električne energije.



Graf 9: Dolgotrajna vrednost flikerja Plt na NN strani transformatorja zaradi delovanja večjega nelinearnega porabnika

Primer smo delno rešili tako, da smo zamenjali transformator iz 100kVA na 250kVA. Posledica je bila znižanje dolgotrajne vrednosti flikerja pod vrednost 1, ki tako ni bil več moteč za ostale odjemalce električne energije.



Možne trajne rešitve problema so:

- zahteva do uporabnika, da v skladu s SONDO in Splošnimi pogoji za dobavo in odjem električne energije zmanjša motnje (vgradnja ustreznih zagonov naprav – motorjev, ki bi zmanjšali pojav flikerja),
- nov lasten NN izvod večjega preseka od transformatorske postaje do povzročitelja motenj (povečanje kratkostične moči),
- zamenjava transformatorja SN/NN z večjim,
- prevezava motečega uporabnika na lasten TP.

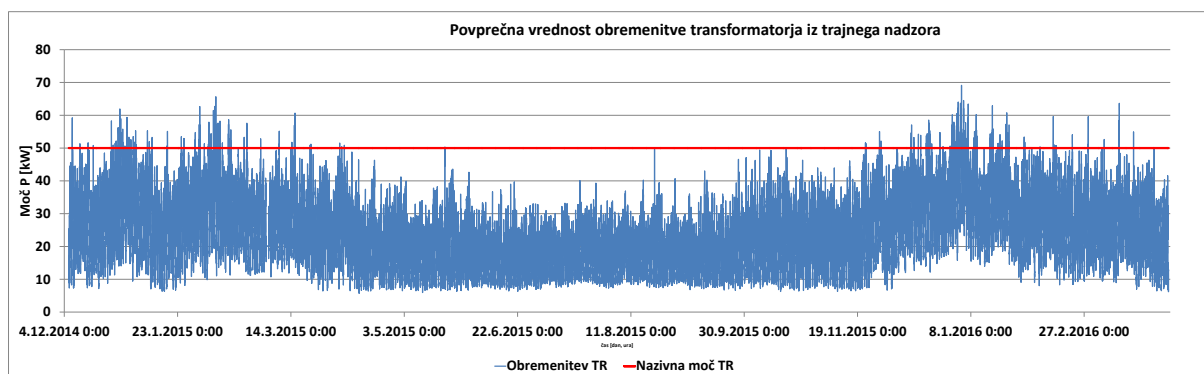
3.3 OBREMENITEV

PRIMER 1

POVEČANA OBREMENITEV ZARADI OGREVANJA/OHLAJEVANJA ali delovanje VEČJEGA PORABNIKA

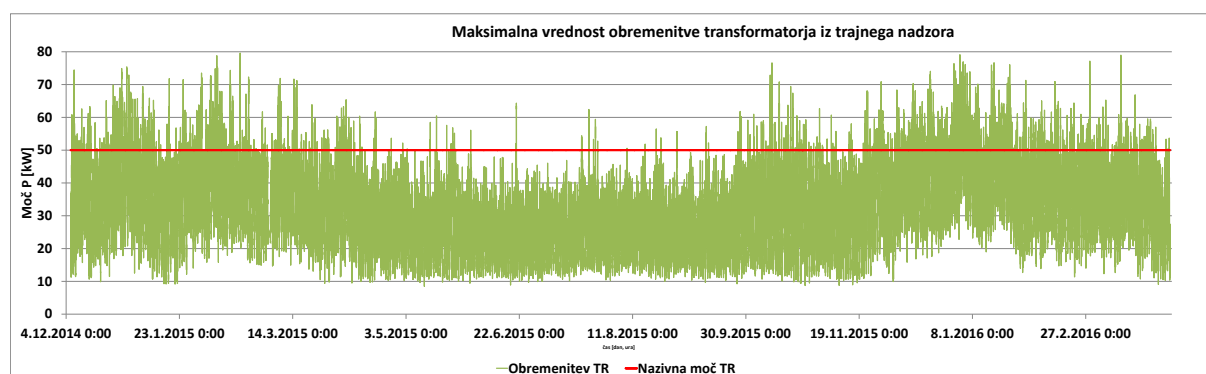
Za potrebe izdaje soglasij za priključitev na elektroenergetsko omrežje izvajajo distribucijska podjetja enotedenske meritve obremenitve transformatorskih postaj. Tako se preveri možnosti dodatne obremenitve. Gledano skozi celotno leto transformatorska postaja ni enakomerno obremenjena torej ni zanemarljivo v katerem obdobju leta izvajamo meritve.

Spodnji primer prikazuje transformatorsko postajo z nazivno močno transformatorja 50kVA. Na postajo je priključenih 31 odjemalcev na štirih nizkonapetostnih izvodih skupne zakupljene moči 392kW.



Graf 10: Povprečna vrednost obremenitve transformatorja

Kratkotrajno lahko transformator preobremenimo, vendar s tem skrajšamo njegovo življenjsko dobo oz. povečujemo izgube.



Graf 11: Maksimalna vrednost obremenitve transformatorja

Pri delovanju elektroenergetskega sistema je ključno nemoteno delovanje sistema in s tem tudi povečana stabilnost. S stalnim nadzorom lahko dosežemo zanesljivost in razpoložljivost sistema.

Podatke iz trajnega nadzora obremenitve transformatorske postaje tako uporabimo za:

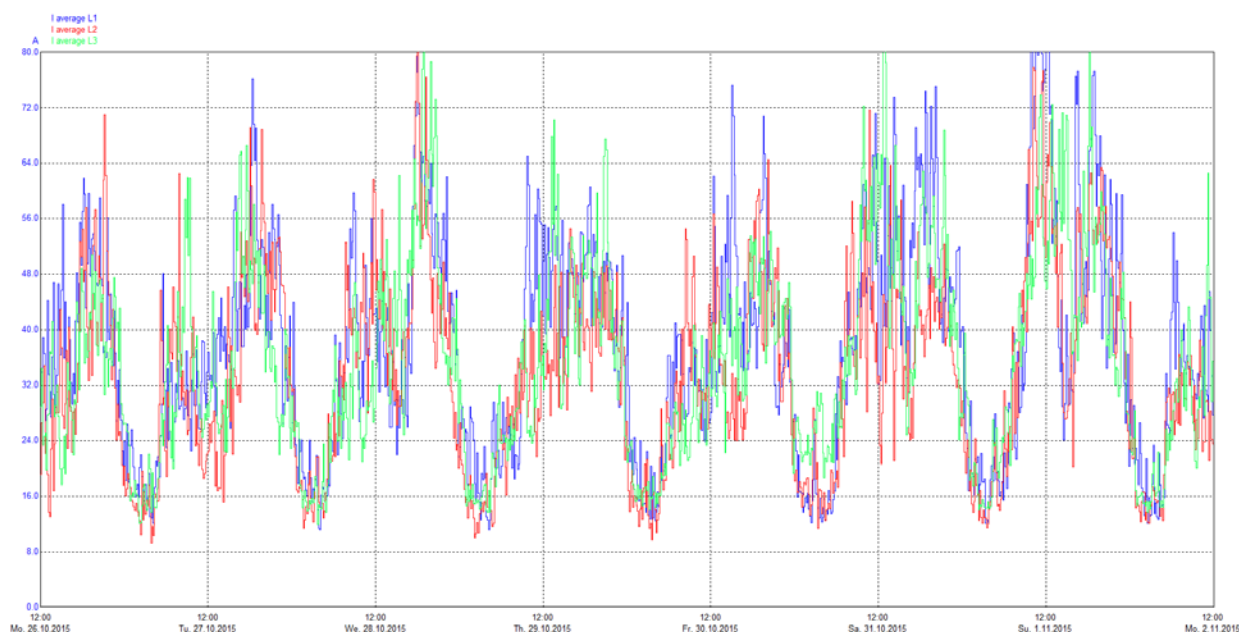
- pravilno izdajo soglasja za priključitev novih uporabnikov oz. povečanje priključne moči obstoječih uporabnikov,
- planiranje zamenjave transformatorja z močnejšim,
- planiranje izgradnje nove transformatorske postaje na bližnji lokaciji in prevezavo odjemalcev na drugo postajo (v kolikor je obstoječa postaja projektirana samo za določeno moč in zamenjava transformatorja ni več mogoča).

Po podatkih proizvajalcev transformatorjev lahko dolgotrajno preobremenimo transformator za 10% nazivne moči, vendar se z vsako preobremenitvijo zmanjša življenjska doba transformatorja. Trajni nadzor obremenitve tako omogoča nadaljnji razvoj elektroenergetskega omrežja.

PRIMER 2

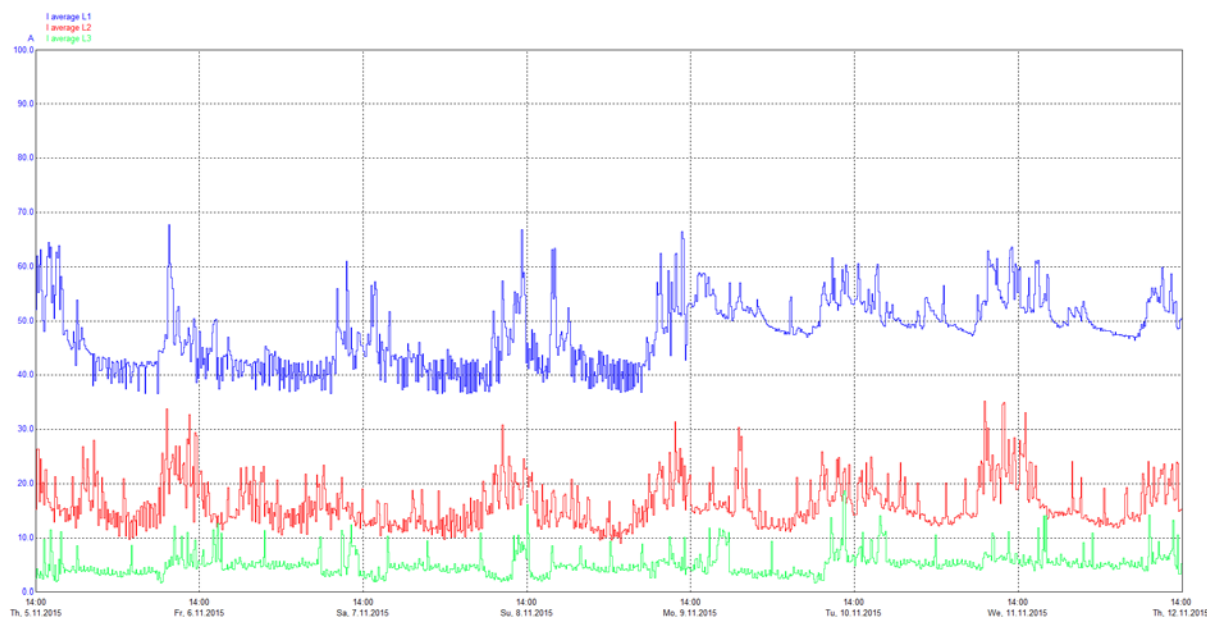
NESIMETRIČNA OBREMENITEV PO POSAMEZNIH FAZAH (domnevna kraja električne energije)

V normalnem obratovalnem stanju so tokovi na transformatorski postaji po posameznih fazah v enakih časovnih trenutkih na približno enaki vrednosti. Do rahlih odstopanj lahko pride zaradi enofaznih odjemalcev na posameznem izvodu, vendar se takšni odjemalci simetrično porazdelijo po posameznih fazah.



Graf 12: Povprečna vrednost toka po posameznih fazah normalnega obratovanja na transformatorski postaji

Na podlagi rednih meritev za potrebe vzdrževanja in obratovanja oz. meritev, ki so posledica pritožbe posameznih odjemalcev nad višino napetosti, je mogoče odkriti tudi nesimetrično obremenitev transformatorske postaje.

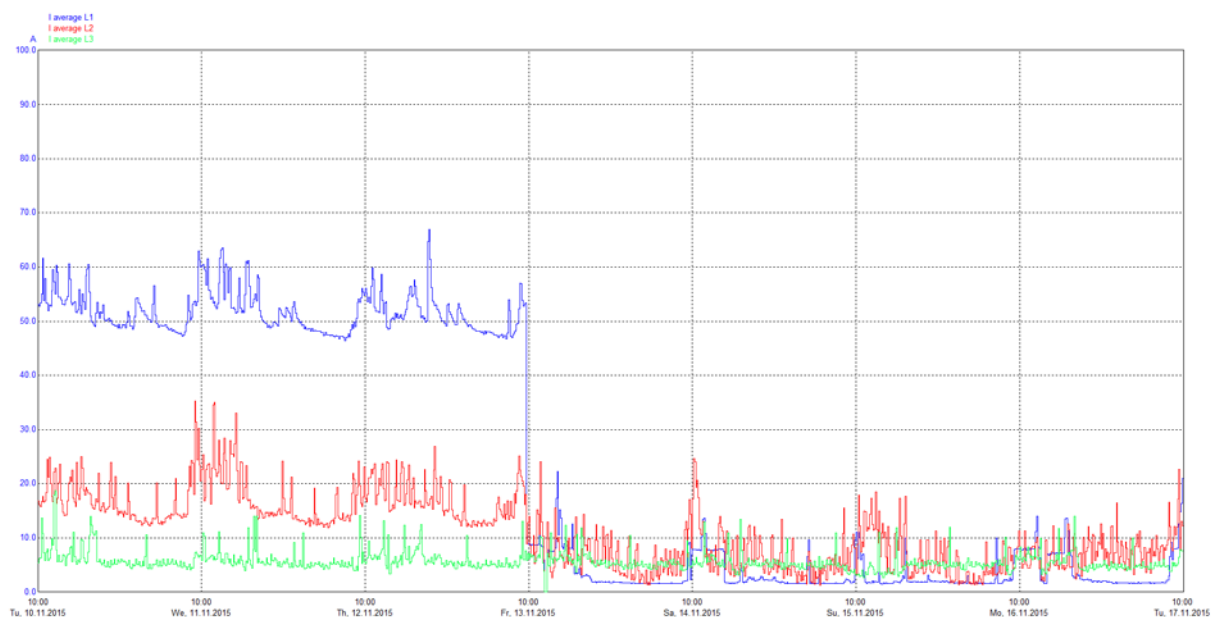


Graf 13: Povprečna vrednost toka po posamezni fazah ne normalnega obratovanja na izvodu iz transformatorske postaje (sum kraje električne energije)

Na podlagi meritev v transformatorski postaji, ki so pokazale ne normalno obremenitev transformatorja in pritožbe odjemalcev nad nizko vrednostjo napetosti zaradi drastične enofazne obremenitve izvoda smo ugotovili kraje električne energije.

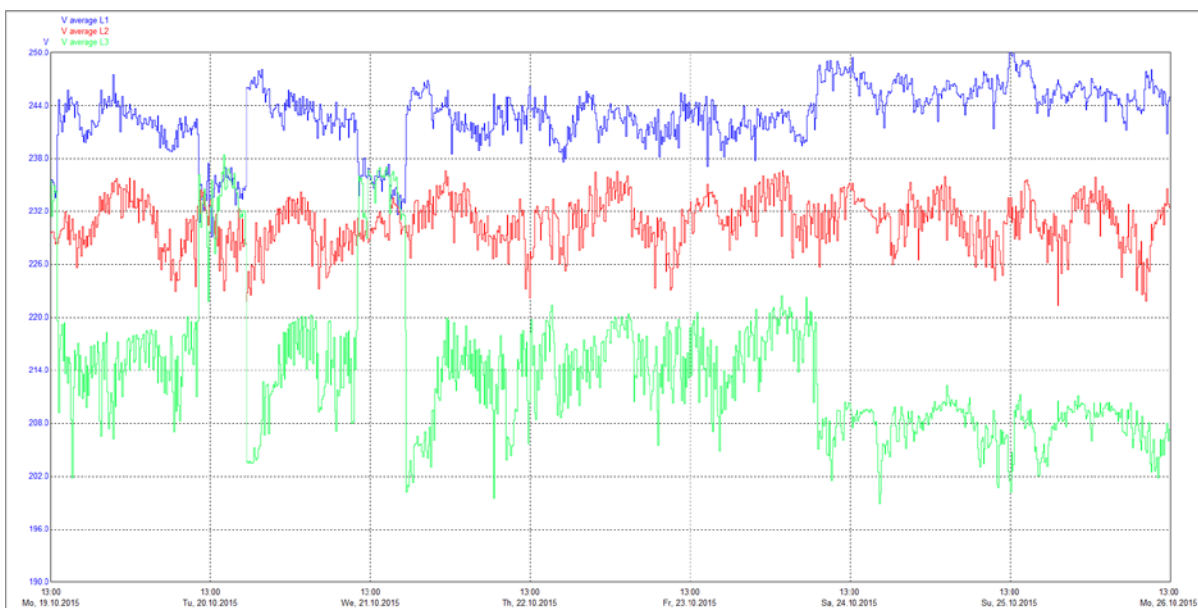


Slika 8: Ugotovitev kraje električne energije pred prevzemno predajnim mestom



Graf 14: Povprečna vrednost toka pred in po izklopu nedovoljenega odjema električne energije

Zaradi nedovoljenega odjema električne energije in povišane vrednosti toka v eni fazi so imeli vsi odjemalci električne energije na nizkonapetostnem izvodu neskladje kakovosti električne energije s standardom SIST EN 50160. Pri enem izmed odjemalcev je zaradi napetostne nesimetrije prišlo do okvare trifaznih strojev. Nastalo škodo smo oškodovancu preko odškodninske tožbe izterjali od odjemalca, ki je z nedovoljenim odjemom povzročal neskladje kakovosti.



Graf 15: Povprečna vrednost napetosti pri odjemalcu zaradi nesimetrične obremenitve

Trajni nadzor kakovosti električne energije na transformatorski postaji in prenos podatkov preko komunikacijske povezave na sedež distribucijskega podjetja omogoča še bolj učinkovito prepoznavanje kraj električne energije. Do meritev na transformatorski postaji smo pristopili na pisno pritožbo enega izmed odjemalcev, ki je imel nizko napetost v eni izmed faz in je utrpel škodo.

3.4 VIŠJE HARMONSKE KOMPONENTE

NESKLADJE 15. HARMONSKE KOMPONENTE ZARADI DELOVANJA VEČJEGA NELINEARNEGA PORABNIKA

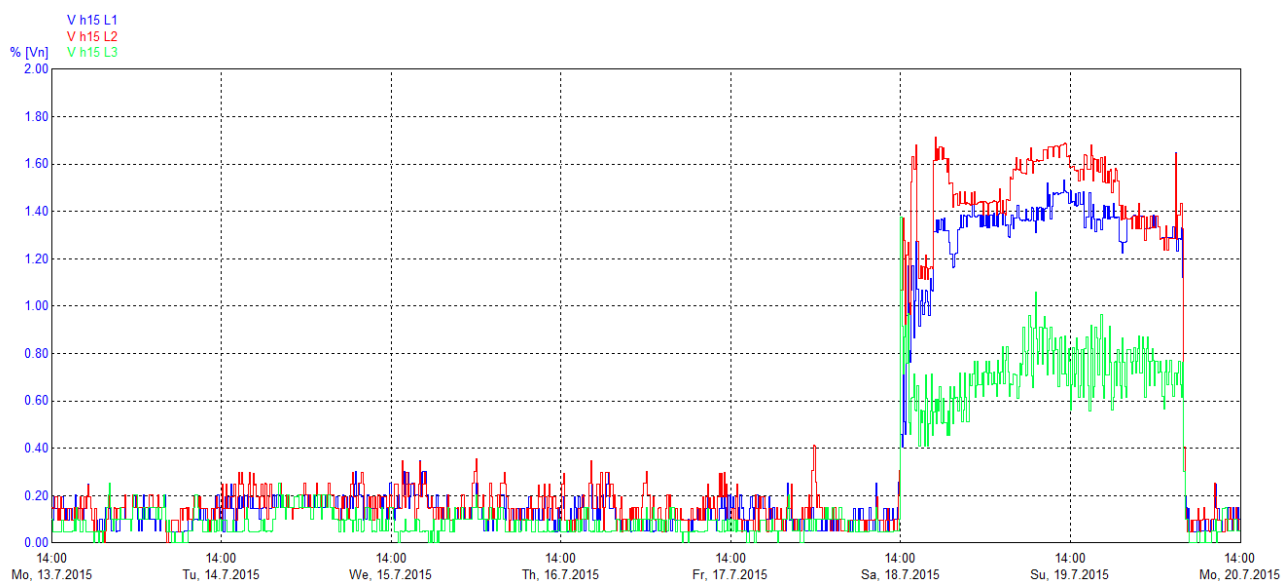
Višje harmonske komponente so stranski produkt nelinearnih bremen kot so v industrijskih procesih večji pogoni z nastavljivimi hitrostmi. Različne študije in analize so pokazale, da lihe harmonske komponente kot so 3, 5, 7, 11, 13, 15 lahko povzročajo različne težave v industriji. Omenjene harmonske komponente lahko popačijo napetostno krivuljo, ki jo dobijo različni porabniki električne energije v industriji kot so krmilja, računalniki, motorji, regulatorji itd. Bistvena težava višjih harmonskih komponent je, da lahko povzročijo izpade naprav in tako gospodarsko škodo. V najslabšem primeru lahko pride do poškodovanja opreme ali polizdelka v industrijskem procesu.

Na nas se je obrnilo večje podjetje z lastno transformatorsko postajo zaradi nepravilnega delovanja določenega industrijskega stroja. Na podlagi meritev na transformatorski postaji smo ugotovili, da prihaja v industrijskem procesu do neskladja 15. harmonika. Na podlagi meritev toka in časovnega poteka smo lahko določili za kateri industrijski proces gre in z meritvami ter poročilom obvestili lastnika.

Parameter			Maximum value			x%-value		
	Unit	En50160-50Hz.gwd	L1	L2	L3	L1	L2	L3
Voltage variations		230V				95%-value		
Maximum 100% / 95%	% [Vn]	+10 / +10	3.69	3.57	3.78	2.84	2.69	3.04
Minimum 100% / 95%	% [Vn]	-15 / -10	-1.40	-1.58	-1.00	-1.40	-1.58	-1.00
Interruptions < 0%	Number of	100	0	0	0	-		
Events	Number of	100	0	0	1	-		
Voltage harmonics						95%-value		
15. Harm. 100% / 95%	% [Vh1]	0.5 / 0.5	1.60	1.70	1.35	1.35	1.60	0.80
Current harmonics	A		No			95%-value		
Flicker Plt 100% / 95%	Plt	1 / 1	0.855	0.750	0.762	0.713	0.645	0.658
Unbalance V 100% / 95%	%	2 / 2	0.54			0.45		
Signalling voltages	% [Vn]		No			99%-value		
frequency		50 Hz				99.5%-value		
Maximum 100% / 99.5%	%	+4 / +1	0.20			0.20		
Minimum 100% / 99.5%	%	-6 / -1	-0.20			-0.20		

 Max value above limit value
 x% (95% / 99.5% / 99%) -value above limit value

Slika 9: Tabelarni prikaz posameznih parametrov iz standarda SIST EN 50160 in neskladje 15. harmonika



Graf 16: Meritev 15. harmonske komponente napetosti in potek povišane vrednosti

Tabela 2: Vrednosti dovoljenih posameznih harmonskih komponent napetosti na prevzemno predajnem mestu v odstotkih (SIST EN 50160)

Lihe harmonske komponente				Sode harmonske komponente	
Niso večkratnik števila 3		Večkratnik števila 3			
Red	$U_h(\%)$	Red	$U_h(\%)$	Red	$U_h(\%)$
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,5	6 do 24	0,5
13	3	21	0,5		
17	2				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,5				

4. ZAKLJUČEK

Elektrodistribucijska podjetja, ki skrbijo za obratovanje in vzdrževanje elektroenergetskega omrežja so pred številnimi izzivi. Časi, kjer so imela gospodinjstva priključen samo radio in luč za razsvetljavo so mimo. Iz praktičnih primerov meritev na transformatorski postaji smo prikazali kako pomembno je, da distribucijsko podjetje izvaja trajni nadzor kakovosti električne energije na transformatorju. S tem se prihrani čas, saj ni potrebno meritev ponavljati v smislu iskanja napak. S pravočasnim odkritjem napake in vzroka, ki poslabšuje kakovost napetosti pa lahko preprečimo nepotrebno škodo na električnih napravah.

V zadnjem času smo priča vedno večjemu številu priključitev novih naprav na distribucijsko omrežje, ki povzročajo motnje. Za potrebe ogrevanja se vedno bolj uporabljajo toplotne črpalke, ki s svojim zagonom vplivajo na odklon napetosti. Podoben primer so tudi črpališča za kanalizacijska omrežja, ki jih občine po zakonu graditi. Posebno pozornost bo v prihodnosti

potrebno posvetiti polnjenju električnih avtomobilov, saj elektroenergetsko omrežje ne bo preneslo sočasnega polnjenja pri gospodinjstvih. Zaradi delovanja razpršenih virov in manjše porabe na omrežju se lahko napetostne razmere hitro spreminjajo. Posebnega pomena je tudi sodelovanje z odjemalci električne energije še posebej podjetji, kjer jim elektrodistribucijsko podjetje mora biti v podporo in pomoč s svojim znanjem.

Prednosti trajnega nadzora kakovosti v transformatorskih postajah so spremljanje:

- odklona napetosti in pravočasna odprava neskladja,
- obremenitve transformatorja in pravočasna zamenjava z močnejšim,
- flikerja in odprava morebitnega neskladja,
- prehodnih pojavov zaradi delovanja razpršenih virov,

Podatke iz trajnega nadzora distribucijsko podjetje uporablja tako za izdajo soglasij za priključitev na distribucijsko omrežje kot za razvoj svojega elektroenergetskega omrežja.

Razlogi za uvedbo trajnega nadzora na transformatorskih postajah v prihodnosti so sledeči:

- zaradi uredbe o odvajanju in čiščenju fekalnih voda priklop večjega števila črpališč na omrežje (veliki zagonski tokovi povzročajo fliker),
- povečana obremenitev nizkonapetostnih izvodov in posledično obremenitve transformatorja zaradi polnjenja električnih avtomobilov (tok pri polnjenju je na podlagi meritev konstantno 14,4A, varovalka na izvodu je nekje med 63A in 120A odvisno od preseka vodnikov)
- zaradi vedno večjega števila razpršenih virov priključenih na omrežje bodo distribucijska podjetja prisiljena prilagajati stopnjo transformatorja glede na porabo ali vgraditi regulacijske TR SN/NN

NASLOV AVTORJEV

Matej ŽMAVC

Boris UNUK

Elektro Maribor d.d.

Vetrinjska ulica 2, 2000 Maribor