



ICES
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Elektroenergetika
Modul: Elektroenergetska učinkovitost in električne
instalacije

**Odpravljanje frekvenčnih motenj na
električnem omrežju podjetja Elektro
Gorenjska, d. d.**

Mentor: Matjaž Bobnar, univ. dipl. inž. el.
Lektorica: Maja Godina Marin, prof. slov. in nem.

Kandidat: Alen Sabo

Kranj, november 2018

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju univ. dipl. inž. el. Matjažu Bobnarju za pomoč in mentorstvo tega diplomskega dela.

Zahvala gre tudi podjetju Elektro Gorenjska, d. d. d. za odobritev pisanja diplomske naloge s to tematiko in uporabo interne literature.

Zahvaljujem se tudi lektorici Maji Godina Marin, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

IZJAVA

Študent Alen Sabo izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom univ. dipl. inž. el. Matjaža Bobnarja.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne 30. 11. 2018

Podpis: _____

POVZETEK

Sodobno okolje od distribucijskih omrežij zahteva, da se čim bolj modernizirajo in odjemalcem ponudijo inovativno sodobno izkušnjo uporabe električnega omrežja.

Predstavitev električnega omrežja in nekaterih naprav, ki so nanj priključene, nas v diplomski nalogi pripeljejo do segmenta frekvenčnih motenj, ki se pojavljajo v omrežju. Naloga uvodoma teoretično opredeli delovanje električnega omrežja, predstavljene pa so tudi frekvenčne motnje. Praktični del pa prikaže proces od zaznave do odprave frekvenčne motnje. Podrobneje so predstavljeni trije primeri, ki vključujejo razloge za nastanek frekvenčnih motenj ter rešitve in izboljšave za prihodnost.

Zaradi številnih različnih električnih in elektronskih naprav je odpravljanje frekvenčnih motenj v električnem omrežju zelo pomembno, ta tematika pa je zelo pomembna tudi za bodoče razprave o tej problematiki.

KLJUČNE BESEDE

- električno omrežje;
- transformatorska postaja;
- frekvenčna motnja;
- napredni merilni sistem;
- elektromagnetna združljivost.

ABSTRACT

Modern environment demands from each distribution network operator high modernisation, so they can offer a buyer an innovative, modern experience of electrical network usage.

Introduction of the electrical network and some devices connected to it bring us through thesis to frequency disorders.

At the beginig the thesis defines a theoretical explanation of an electrcal network activity, including introduction of frequency disorders. The practical part shows the process of finding and removing of frequency disorders from the electrical network. In more detail, the thesis includes three well described examples for reasons of forming frequency disorders with solutions for removing them and of course improvements for the future.

Noyadays elimination of frequency disorders from the electrical network is very important because of numerous electrical and electronic devices. And this topic is also very important for the future discussions of this issue.

KEYWORDS

- electrical network;
- transformer station;
- frequency disorder;
- advanced metering technology system;
- electromagnetic compatibility.

KAZALO

1.	UVOD	1
1.1.	Predstavitev problema.....	1
1.2.	Cilj naloge	1
1.3.	Predstavitev okolja	1
1.4.	Predpostavke in omejitve	1
1.5.	Metode dela	2
2.	TEORETIČNE OSNOVE	2
2.1.	Osnovni pojmi	2
2.2.	Naprave, ki tvorijo električno omrežje	5
2.3.	Naprave, ki omogočajo iskanje frekvenčnih motenj NA električnem omrežju	9
2.4.	Sredstva, s katerimi omejimo frekvenčne motnje NA električnem omrežju	12
2.5.	Pregled zakonskih podlag odpravljanja frekvenčnih motenj NA električnem omrežju.....	14
3.	OBSTOJEČE STANJE V ELEKTRO GORENJSKA, d. d.	15
3.1.	Predstavitev podjetja Elektro Gorenjska, d. d.	15
3.1.1.	Predstavitev panoge	17
3.2.	Kritična analiza procesa zaznavanja in odkrivanja frekvenčnih motenj električnega omrežja.....	19
4.	PRAKTIČNI DEL	25
4.1.	Opredeleitev frekvenčnih motenj na električnem omrežju.....	25
4.1.1.	Primer 1: Frekvenčna motnja pri velikem trgovcu na Bledu.....	26
4.1.2.	Primer 2: Frekvenčna motnja v klasičnem gospodinjstvu	26
4.1.3.	Primer 3: Frekvenčna motnja pri upravitelju nepremičnin Kranj	27
4.2.	Reševanje in odpravljanje frekvenčnih motenj.....	27
4.3.	Odkrivanje frekvenčnih motenj in ukrepi za izboljšanje električnega omrežja	28
4.3.1.	Primer 1: Postopek najdbe MOTNJE in iskanja rešitev pri velikem trgovcu na Bledu	28
4.3.2.	Primer 2: Postopek najdbe MOTNJE in iskanja rešitev V klasičnem gospodinjstvu.....	31
4.3.3.	Primer 3: Postopek najdbe MOTNJE in iskanja rešitev pri upravitelju nepremičnin	32
4.4.	Izpostavitev problema pri odpravi frekvenčnih motenj	35
4.5.	Rešitve za izboljšave postopka odprav frekvenčnih motenj	36
5.	ZAKLJUČEK	37
6.	LITERATURA.....	37

KAZALO SLIK

Slika 1: Elektroenergetski sistem.....	2
Slika 2: Elektroenergetski sistem Slovenije	3
Slika 3: Primer najpogosteje uporabljenega tipa daljnovoda - dvosistemski daljnovod	6
Slika 4: TP Šenturška Gora	7
Slika 5: RTP Železniki	7
Slika 6: Primer odklopnika	8
Slika 7: ločilniki, instrumentalni transformatorji, odklopniki	9
Slika 8: Prvi primer spektralnega analizatorja: Landis+Gyr PLAN Analyzer (v EG ga uporabljamo za odkrivanje frekvenčnih motenj v TP).....	11
Slika 9: Drugi primer spektralnega analizatorja Smat Box – NOISE spektralni analizator (v EG ga uporabljamo za odkrivanje frekvenčnih motenj pri odjemalcih)	11
Slika 10: Primer PLC BandStopFilter produktov, ki se v praksi uporabljajo za odpravo motenj v frekvenčnem pasu.....	13
Slika 11: Organizacijska shema EG	16
Slika 12: Model oskrbe	18
Slika 13: Organizacija oskrbe z EE v Sloveniji.....	18
Slika 14: Področja delovanja elektrodistribucijskih podjetij v Sloveniji.....	19
Slika 15: Prikaz naprednega merilnega sistema AML	20
Slika 16: Primer merilnega centra.....	23
Slika 17: Zagotavljanje EMC v omrežju	24
Slika 18: Primer repetitorja	25
Slika 19: Nova RP Bled	26
Slika 20: Zgornja Lipnica	27
Slika 21: TP Tuga Vidmarja, Kranj.....	27
Slika 22: Priključna omarica na Bledu, prikaz poteka meritev	29
Slika 23: Rezultat meritve: motnja.....	30
Slika 24: Rezultat meritve: signal po odklopu	30
Slika 25: Ponovni priklop in izguba signala zaradi motnje.....	30
Slika 26: Primer meritve motnje.....	32
Slika 27: Primer meritve signala	32
Slika 28: Primer meritve motnje.....	34
Slika 29: Primer lokacije prvega povzročitelja motnje	34
Slika 30: Prikaz izklopa koncentradorja – drugi povzročitelj.....	34
Slika 31: Signal po odpravi povzročiteljev.....	35

KAZALO TABEL

Tabela 1: Osnovni tehnični podatki o proizvodnih enotah, lastna izdelava.....	16
Tabela 2: Osnovni tehnični podatki elektrodistribucijskega omrežja za leto 2017, lastna izdelava	17

KRATICE IN AKRONIMI

EG – Elektro Gorenjska d. d.d. d.
ELES – Elektro Slovenija d. o. o.
SODO – Sistemski operater distribucijskega omrežja
AKOS – Agencija za telekomunikacijska omrežja in storitve RS
DEES – distribucijski elektroenergetski sistem
EE – električna energija
EZ-1 – Energetski zakon
EMC – pravilnik o elektromagnetni združljivosti
TP – transformatorska postaja
RTP – razdelilna transformatorska postaja
NN – nizka napetost
SN – srednja napetost
VN – visoka napetost
JE – jedrska elektrarna
HE – hidroelektrarna
PLC – omrežna komunikacija (power-line-communication)
AMI – napredni merilni sistem
ELGO – interna publikacija EG

1. UVOD

1.1. PREDSTAVITEV PROBLEMA

Energetski zakon (EZ-1) določa, da mora distribucijsko podjetje trajno in neprekinjeno dobavljati električno energijo končnemu uporabniku. Zaradi prisotnosti vedno večjega števila različnih električnih in elektronskih naprav, ki so priključene na električno omrežje, prihaja do motenj omrežja. Te motnje imenujemo frekvenčne motnje in v omrežju predstavljajo veliko problematiko, ki je v praksi manj poznana, kar posledično pomeni, da imamo premalo znanja, primanjkuje pa nam tudi primerna tehnologija za sledenje in odpravo te težave. Problematiko bomo preučili v teoretičnem in praktičnem delu diplomskega dela, v katerem se bomo osredotočili na prakso podjetja Elektro Gorenjska, d. d. (EG), pri soočanju s frekvenčnimi motnjami.

1.2. CILJ NALOGE

Cilj diplomske naloge je predstaviti področje frekvenčnih motenj, ki se pojavljajo na električnem omrežju. To področje je zelo zanimivo, saj še ni dobro raziskano, z njim se namreč ukvarjamo le nekaj let. Vendar pa odpravljanje frekvenčnih motenj pripomore k nemotenemu delovanju električnega omrežja. Zaradi specifičnosti in zanimivih praktičnih primerov se bomo osredotočili na odpravljanje frekvenčnih motenj na električnem omrežju podjetja Elektro Gorenjska, d. d.

Prikaz praktičnih primerov bo pripomogel k lažjemu razumevanju procesa odkrivanja in odpravljanja frekvenčnih motenj. Posamezni primeri pa bodo predlagali tudi rešitve za izboljšavo procesa.

1.3. PREDSTAVITEV OKOLJA

Okolje, na katerega se navezujejo praktični primeri, navedeni v diplomski nalogi, je distribucijsko omrežje podjetja Elektro Gorenjska, d. d. Bolj podrobno se diplomska naloga dotakne predstavitev okolja v poglavju 3.1.

1.4. PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Frekvenčne motnje so motnje električnega omrežja, zaradi katerih je moteno delovanje le-tega.

V diplomski nalogi bi radi izpostavili to problematiko in potrdili, da je poznavanje tematike frekvenčnih motenj majhno in da bo potrebno še veliko postoriti, da se bo problematiko približalo tako distribucijskim družbam kot samim odjemalcem.

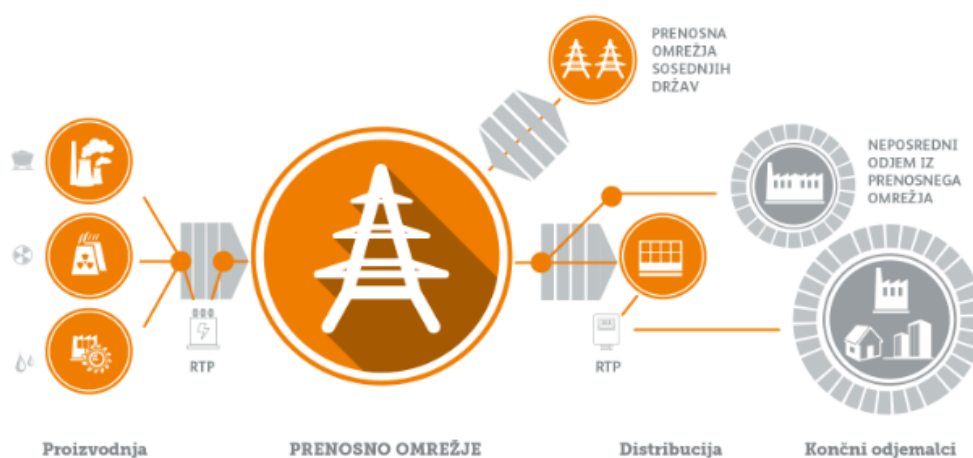
1.5. METODE DELA

V diplomski nalogi smo v teoretičnem delu s pomočjo deskriptivne metode opredelili osnovne pojme električnega omrežja in naprave, ki so z njim povezane. S pomočjo metode pridobivanja, opazovanja, analiziranja ter opisovanja pa smo v praktičnem delu ponazorili konkretne primere odkrivanja in odpravljanja frekvenčnih motenj. Povezavo stališč teoretičnega in praktičnega dela smo zaokrožili s pomočjo metode kompilacije.

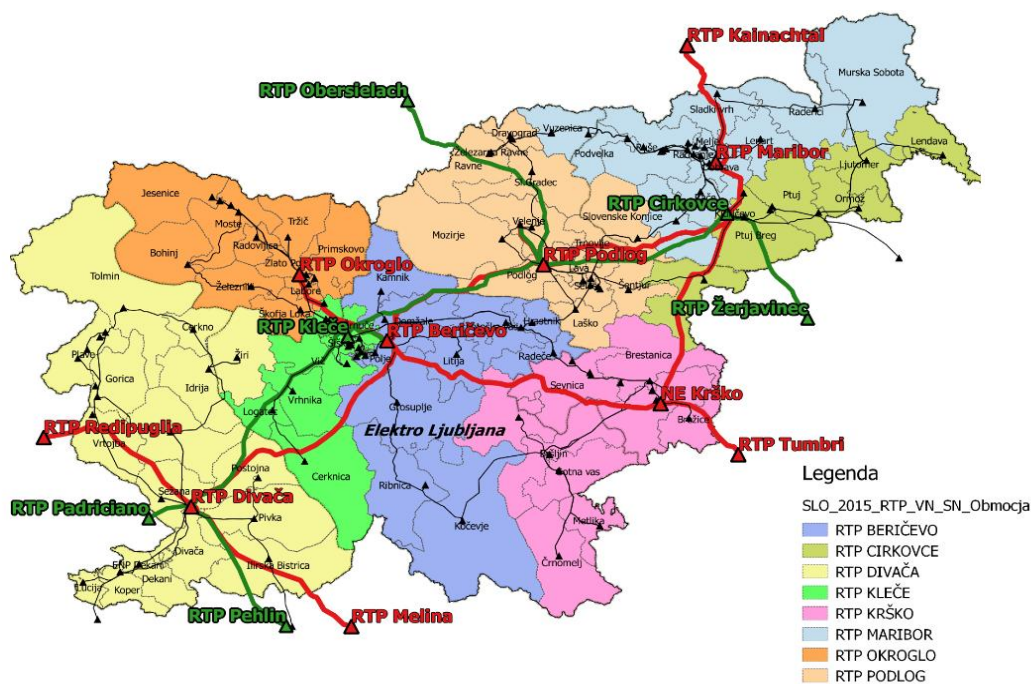
2. TEORETIČNE OSNOVE

2.1. OSNOVNI POJMI

- **Elektroenergetski sistem** predstavlja mrežo električnih delov, namenjenih proizvodnji, hrambi, prenosu ter porabi električne energije. Zaradi naštetega je to sistem, ki je del zelo pomembne infrastrukture, ki oskrbuje in skrbi za nemoteno življenje ljudi v državi. V ta sistem lahko štejemo tudi električno omrežje.



Slika 1: Elektroenergetski sistem
Eles. (b.l.)



Slika 2: Elektroenergetski sistem Slovenije
Elektroinštitut Milan Vidmar (2017)

- **Električno omrežje** opisujemo kot sistem objektov in naprav, ki so med seboj povezani. Njihova funkcija je prenašanje električne energije od proizvajalca do porabnika. Električno omrežje lahko delimo na **prenosno in distribucijsko** omrežje, vključuje pa tudi **generatorje**, ki proizvajajo elektriko.

Prenosno omrežje je omrežje, ki prenaša električno energijo na velikih razdaljah, medtem ko distribucijsko omrežje prenaša električno energijo porabnikom. Električno omrežje kot del elektroenergetskega sistema delimo na omrežje najvišje napetosti (220, 380 ali 400 kV), omrežje visoke napetosti (110 kV), omrežje srednje napetosti (10 do 30 kV) in omrežje nizke napetosti (400/230 V).

Omrežja lahko delimo tudi po napetosti, vrsti toka, izvedbi, obliki, številu vodnikov in namenu, kot smo zapisali v zapiskih predavanj (b.l.).

Po napetosti:

- NN: 0,4–1 kV (distribucijsko, razdelilno);
- SN: 1–35 kV (20 kV, distribucijsko napajalno omrežje);
- VN: 110–400 kV (110 kV, prenosna omrežja);
- NVN: nad 420 kV (najvišje napetostna);
- HE, rudniki, industrija, železnice: 1, 3, 6 kV (HE 6 in 3 kV);
- JE Krško in TE Šoštanj 400 kV.

Po toku:

- enosmerni;
- izmenični.

Po izvedbi:

- prosto zračna nadzemna;
- podzemna kabelska omrežja.

Po obliki:

- zaprta zazankana;
- odprta žarkasta.

Po vodnikih:

- 1f, 3f sistem.

Po namenu:

- napajalna,
- prenosna,
- razdelilna.

Standard za prenos električne energije je trifazni izmenični sistem, ki ga uporablja večina sistemov.

Glede na to, da se problematika diplomske naloge navezuje na distribucijsko omrežje je v nadaljevanju prikazano tovrstno omrežje.

- **Distribucijsko omrežje** je omrežje, ki razdeljuje električno energijo končnim odjemalcem. Povezano je na prenosno omrežje preko razdelilno-transformatorskih postaj in je sestavljeno iz transformatorskih postaj in električnih vodov, ki imajo različno napetostne nivoje (110 kV, 1-35 kV ter 0,4 kV). Na smo distribucijsko omrežje pa so lahko priključeni tudi manjši proizvajalci električne energije kar navaja Sistemsko obravnava navodila za distribucijo omrežje električne energije (2011).

Operater distribucijskega sistema je javna gospodarska služba SODO, d. o. o., ki v Sloveniji zagotavlja zanesljivo, varno in učinkovito oskrbo z elektrino energijo kar navaja Sodo (b.l.). Za podjetje SODO, d. o. o., izvajajo distribucijsko dejavnost distribucijska podjetja: Elektro Gorenjska, d. d., Elektro Ljubljana, d. d., Elektro Maribor, d. d., Elektro Celje, d. d., ter Elektro Primorska, d. d. Med SODO, d. o. o., in distribucijskimi podjetji je sklenjena pogodba o najemu elektrodistribucijske infrastrukture in izvajanju storitev kar navaja tudi Agencija za energijo (b.l.).

Kot določa Energetski zakon (EZ-1) (2014) morajo elektroenergetska podjetja, ki sodijo med javna podjetja, zagotoviti:

- trajno in nepretrgano obratovanje sistema v okviru omejitev, ki jih določajo stanje tehnike in standardi kakovosti oskrbe;
- varno in zanesljivo obratovanje ter vzdrževanje sistema;

- razvoj sistema;
- priključitev uporabnikov sistema pod splošnimi nediskriminatornimi pogoji;
- zagotavljanje sistema, ki omogoča odjemalcem prosto izbiro dobavitelja, proizvajalcem in dobaviteljem pa prosto prodajo ter nakup elektrike;
- zaračunavanje uporabe sistema;
- dolgoročno načrtovanje razvoja sistema;
- zagotavljanje nujne oskrbe ranljivih odjemalcev;
- zagotavljanje zasilne oskrbe;
- druge obveznosti, določene z Zakonom ali drugimi predpisi.

V Sistemskih obratovalnih navodilih za distribucijsko omrežje električne energije je zapisano, da mora SODO obratovanje omrežja nadzorovati in voditi tako, da napetosti, bremenski in kratkostični toki ne presežejo dopustnih vrednosti. To pomeni, da mora SODO nadzorovati in krmiliti distribucijski elektroenergetski sistem (DEES). Izdelovati mora tudi plane obratovanja DEES, koordinacijo sosednjih sistemov, optimizacijo obratovanja s konfiguracijami. Zagotavljati mora varno in zanesljivo obratovanje DEES, v kar je vključeno tudi vzdrževanje in delovna zaščita pri vzdrževanju. Izvajati je potrebno tudi ukrepe omejevanja obtežb in porabe, ustavitev dobave EE, analize izpadov, okvar in obratovalnih statistik. Nadzorovati mora tudi kakovost EE in izdelovati ter potrjevati navodila za obratovanje. Vse te naloge se operativno odvijajo in izvajajo v distribucijskih centrih vodenja kar navaja tudi EZ-1 (2014).

2.2. NAPRAVE, KI TVORIJO ELEKTRIČNO OMREŽJE

Pomembnejše naprave, ki tvorijo distribucijsko omrežje so daljnovodi, transformatorske postaje, odklopniki, ločilniki, instrumentalni transformatorji in odvodniki.

Daljnovod – lahko ga poimenujemo tudi električni vod – je struktura, namenjena prenosu električne energije na večje razdalje. Če je električni vod vkopan v zemljo, ga imenujemo kablovod.

Glede na električno napetost daljnovode delimo na:

- nizkonapetostne vode (NN), ki ne presegajo napetosti 1000 voltov (ponavadi so napetosti 400 voltov) ter povezujejo transformatorske postaje s priključnimi mesti porabnikov;
- srednjenapetostne vode (SN), ki imajo napetost med 10 do 35 kV in zagotavljajo prenos električne energije med razdelilnimi transformatorskimi postajami;
- visokonapetostne vode (VN), ki imajo napetost med 110 do 400 kV in so del prenosnega omrežja. Ti povezujejo elektrarne z razdelilnimi

transformatorskimi postajami. Uporabljajo se tudi za meddržavni prenos električne energije.

Poznamo še eno delitev daljnovodov, in sicer glede na število tokokrogov, ki se nahajajo v daljnovodu. Tako poznamo:

- enosistemske daljnovode (imajo nameščen en sistem treh vodnikov) in
- dvosistemske daljnovode (imajo nameščene dva sistema treh vodnikov).

Kot zanimivost lahko povemo, da so vodniki na daljnovodih vedno po trije skupaj zaradi trofaznega sistema, ki se uporablja za prenos električne energije.



Slika 3: Primer najpogosteje uporabljenega tipa daljnovoda - dvosistemski daljnovod
Inštitut za neionizirana sevanja (b.l.)

Transformatorska postaja (TP) omogoča pretvorbo električne energije iz visoke napetosti v nizko ter obratno. Transformatorske postaje delimo na prostozračne in TP v zaprtih prostorih, pri katerih ločimo TP na stebrih ter betonske TP. TP skrbi za napajanje končnih uporabnikov v naseljih in je običajno priključena na daljnovod ali kablovod z napetostjo 10 kV ali 20 kV.



Slika 4: TP Šenturška Gora
Paladim, J. (2011)

Poznamo tudi **razdelilne transformatorske postaje (RTP)**, ki skrbijo za oskrbovanje končnih prejemnikov. V elektroenergetskem omrežju so to vmesni členi med daljnovodi in TP-ji v naselju, saj zmanjšajo napetost omrežja iz 110 kV na 10 kV ali 20 kV.



Slika 5: RTP Železniki
Lasten vir (b.l.)

Odklopniki so stikala, ki samodejno zaznavajo preobremenitev ali kratek stik v električnem tokokrogu. Njihova funkcija je, da v primeru preobremenitve prekine tokokrog. Po odpravi napake na tokokrogu jih lahko ponovno priključimo. Odklopniki

s pomočjo vgrajenih modulov pomagajo odpravljati tudi zaščito pred napakami, kot so: prenizka napetost, izpad faze in zemeljski stik. Ločimo nizkonapetostne (do 1000 V), srednjenapetostne (od 1 do 35 kV) in visokonapetostne (nad 35 kV) odklopnike.



*Slika 6: Primer odklopnika
Eles. (b.l.)*

Ločilniki, instrumentalni transformatorji in odvodniki sodijo med visokonapetostne naprave, ki so večinoma nameščene v RTP-jih. Namenjeni so obratovanju, meritvam in spremljanju dogajanj v sistemu ter zaščiti visokonapetostnih elektroenergetskih naprav (<https://www.eles.si/elementi-prenosnega-omrezja>).



Slika 7: ločilniki, instrumentalni transformatorji, odklopniki
Eles. (b.l.)

2.3. NAPRAVE, KI OMOGOČAJO ISKANJE FREKVENČNIH MOTENJ NA ELEKTRIČNEM OMREŽJU

Preden se posvetimo napravam, ki odkrivajo frekvenčne motnje, razjasnimo, kako sploh pride do motenj.

Frekvenčna motnja električnega omrežja nastane v frekvenčnem pasu od 3 kHz do 95 kHz (niskonapetostno omrežje) ali pa v pasu od 10 kHz do 500 kHz. Posledica te motnje je, da oprema oziroma naprave, ki so povezane med seboj, ne delujejo tako, kot bi morale. V praksi je ugotovljeno, da frekvenčne motnje povzročata elektronska in tudi električna oprema, ki je namenjena uporabnikom gospodinjstev, poslovnim odjemalcem in tudi manjšim industrijskim obratom.

Naprave, ki oddajajo motnje v omrežje, preprečujejo komunikacijo elektronskega števca s TP-jem, v katerem je nameščen koncentrador, ki odčitava števec in njegovo delovanje. Frekvenčna motnja povzroči prekinitev komunikacije števca s koncentradorjem v TP, kar zaznajo v nadzornem centru. Problematika, ki se tu pojavi, je, da frekvenčna motnja lahko ohromi komunikacijo koncentradorja v TP-ju s celotnim področjem ali celotno vejo na nekem področju. Nadzorni center zaradi takšnih motenj lahko izgubi stik z večjim številom števecov.

Teh primerov imamo v Sloveniji kar nekaj, saj se redno premalo posvečamo temu problemu v praksi in dovoljujemo prodajo najrazličnejše elektronske in električne

opreme, ki prihaja k nam z Daljnega vzhoda. Lahko bi rekli, da se v praksi, premalo upošteva Pravilnik EMC.

EMC je kratica za elektromagnetno združljivost, torej gre za pravilnik, ki določa zmožnost opreme, da v elektromagnetnem okolju deluje zadovoljivo, ne da bi pri tem proizvajala nedopustne elektromagnetne motnje za ostalo opremo v tem okolju.

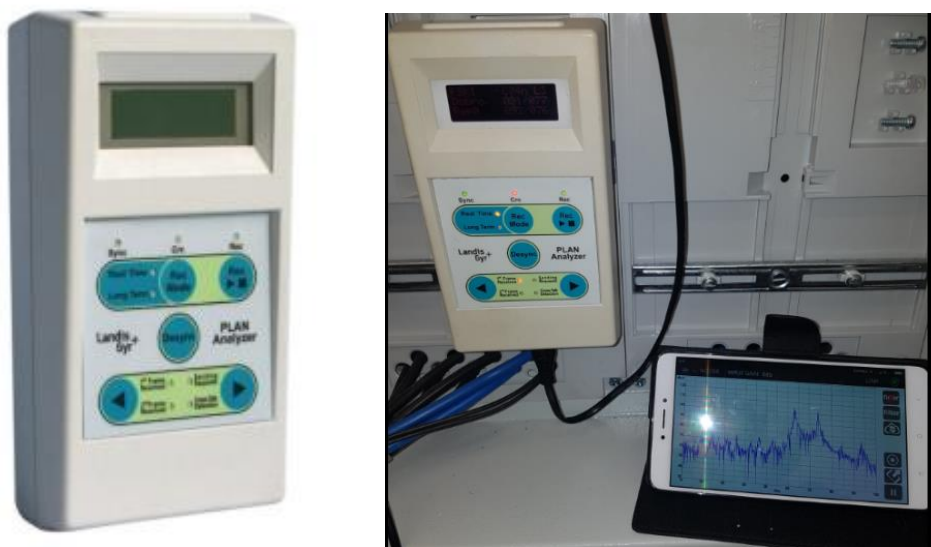
Ko nadzorni center skupini za odkrivanje in odpravljanje napak specificira področje, na katerem prihaja do napak, se le ta z napravami odpravi na teren in napake popravi.

Napravo, ki jo pri svojem delu uporablja skupina za odkrivanje frekvenčnih napak, imenujemo **spektralni analizator**. Gre za napravo oziroma instrument, ki meri in prikazuje frekvenčni spekter prenosa signala. Z njim se lahko meri frekvenco in amplitudo signala. Frekvenčni analizator je kot osciloskop, ki je osnovni instrument za opazovanje signalov. Kot navaja Lobski, A. (2015) je razlika med njima le, da frekvenčni analizator prikazuje signal v frekvenčnem področju, osciloskop pa ga prikazuje v časovnem področju

Elektronski osciloskop je elektronska merilna naprava, ki omogoča opazovanje nenehnega spreminjanja signala napetosti. Po navadi je to dvodimenzionalni graf enega ali več električnih potencialnih razlik z uporabo navpične osi (Y) ter izpisa kot funkcije časa (vodoravna oz. X os).

S pomočjo osciloskopov lahko spremljamo dogodke, ki se ponavljajo bodisi brez sprememb ali pa s spremembami. S pomočjo teh naprav se lahko spremlja natančna oblika vala električnega signala, saj poleg amplitude signala (nihanja količin) prikažejo izkrivljanje, čas med dvema dogodkoma (širina pulza, čas ali čas vzpona) in relativni čas dveh povezanih signalov.

Osciloskop se najpogosteje uporablja za vzdrževanje, popravila in diagnostiko elektronske opreme kot navaja Srednja elektro-računalniška šola Maribor (1998).



Slika 8: Prvi primer spektralnega analizatorja: Landis+Gyr PLAN Analyzer (v EG ga uporabljamo za odkrivanje frekvenčnih motenj v TP)

Lobski, A. (2015) in lasten vir (b.l.)



Slika 9: Drugi primer spektralnega analizatorja Smat Box – NOISE spektralni analizator (v EG ga uporabljamo za odkrivanje frekvenčnih motenj pri odjemalcih)

Arkossa (b.l)

Kot uporabnik lahkega, vsestranskega Arkossinega spektralnega analizatorja lahko trdim, da naprava prepoznava motnje in moč kvalitete signala komunikacije med

števcem in koncentradorjem v TP-ju. Spektralni analizator lahko priključimo na pametni telefon, tablico ali računalnik in tako z lahkoto naredimo analizo motnje v PLC signalu. Z analizo odkrijemo izvor motnje ter jo z ustreznimi rešitvami odpravimo.

Arkossin spektralni analizator deluje v okolju CENELEC A, ki vključuje različne standarde in se tako razlikuje od drugih okolij, ki so na tržišču. Z direktno povezavo omogoča odkrivanje in lociranje napak na nizkonapetostnem omrežju v realnem kratkem času. Ugotovitve prikazuje grafično. Končna naloga spektralnega analizatorja je diagnosticiranje možnih težav, ki vplivajo na motnje delovanja naprav, ki so priključene na omrežje, in s tem posledično na motnjo, ki vpliva na celotno omrežje.

Uporaba spektralnega analizatorja je zelo preprosta in ne zahteva kakšnih posebnih znanj, kar je za uporabnika zelo dobrodošlo. S to novodobno, inovativno napravo se lahko uporabnik stoodstotno zanese na dobljeno analizo in tako lažje odpravi motnjo na lokaciji.

Prednosti spektralnega analizatorja (Arkossa) so torej naslednje: preprosto rokovanje, za katero ne potrebujemo dolgotrajnih usposabljanj, prihrani časa, zmanjšuje stroške analize ter podaja poročila, ki pripomorejo k reševanju težav oz. k odpravi napak na omrežju. Vse naštetu bistveno vpliva na hitrejše in kvalitetnejše odpravljanje napak na omrežju in s tem hitrejše zagotavljanje kvalitete uporabe električnega omrežja kot navaja Arkossa (b.l.).

2.4. SREDSTVA, S KATERIMI OMEJIMO FREKVENČNE MOTNJE NA ELEKTRIČNEM OMREŽJU

Glede na to, da razvoj tehnologije stremi k vedno večji dostopnosti, učinkovitosti, zanesljivosti, varnosti in prijaznosti do okolja in uporabnika, se temu prilagaja tudi električno omrežje, ki zaradi tega postaja vedno bolj pametno omrežje. To pomeni, da se je zaradi poplave tehnoloških novosti na drugih področjih primorano modernizirati tudi električno omrežje in njegova odzivnost.

Tako je prihodnost električnega omrežja vedno bolj odvisna od dobrih komunikacij odjemalcev in distributerjev, prav tako pa tudi od sodobne tehnologije, ki so jo distributerji primorani vpeljati v svoja omrežja. Želja je, da se podatki čim hitreje in kvalitetneje prenašajo med distribucijskimi centri upravljanja električne energije in pametnimi števci pri odjemalcih. Kot navaja BRS (b.l.) mora biti pridobivanje teh podatkov čim bolj natančno in zanesljivo ne glede na medij (brezžično, žično, po optiki ali močnostnih linijah), po katerem prenašamo električno energijo do uporabnikov – PLC.

Uporaba PLC tehnologije predstavlja distributerjem najhitrejšo in najcenejšo vzpostavitev komunikacije do pametnih števcov pri uporabnikih, saj posebna vlaganja v električno omrežje niso potrebna. Distributerji so na podlagi veljavnega evropskega standarda IEC/CENELEC A-band morali zagotoviti le frekvenčni pas za PLC komunikacijo, preko katerega lahko upravljajo celotno omrežje PLC skupaj s pametnimi števci.

Vse te tehnološke novosti na trgu in v električnem sistemu pa pripeljejo do frekvenčnih motenj, ki nastajajo zaradi različnih razlogov, ki jih bomo spoznali v nadaljevanju pri konkretnih primerih. Tukaj se bomo posvetili predvsem temu, kako se frekvenčna motnja, ki moti PLC komunikacijo v frekvenčnem pasu, odpravi, ko je locirana na terenu.

Ko je v električnem omrežju frekvenčna motnja zaznana in jo skupina za odkrivanje in odpravljanje motenj na PLC komunikaciji locira, je naslednji korak odprava te motnje.

V praksi se približno 80 % električnih naprav, ki povzročajo frekvenčno motnjo enostavno zamenja in se s tem odpravi motnja ter omogoči 100 % uspešnost odčitavanja pametnih števecv preko PLC komunikacije.

20 % frekvenčnih motenj pa zaradi različnih razlogov ni moč zamenjati, zato se v takih primerih poslužujemo filtrov, ki zmanjšujejo oziroma dušijo moč motnje na frekvenčnem pasu. Njihova funkcija je, da zadušijo od 20 do 40 dB μ V. Pri tem lahko povemo, da se v praksi uporablja linija produktov podjetja BRS imenovana »PLC BandStopFilter«. Kot opisuje BRS (b.l.) ti filtri učinkovito zaustavijo vse motnje v frekvenčnem pasu PLC komunikacije.



Slika 10: Primer PLC BandStopFilter produktov, ki se v praksi uporabljajo za odpravo motenj v frekvenčnem pasu
BRS (b.l.)

PLC komunikacija ali Power-line communication se uporablja v podjetjih, ki se ukvarjajo z distribucijo električne energije in pomeni način prenosa podatkov. Osnovno delovanje PLC komunikacije je, da ko uporabnik pošlje sporočilo, podatke

preko računalnika ali katere druge prenosne naprave v električno omrežje, se to sporočilo pretvori v frekvenčni signal in potuje do naslednje naprave, kjer se pretvori nazaj v sporočilo ali podatek. Takšen pretok podatkov ali sporočil poteka v obe smeri opredeljuje tudi Lobski, A. (2015).

Kot navaja Tunuković, T. (2016) PLC komunikacija je znana tudi kot omrežna linija, digitalna naročniška linija (PDSL), omrežna komunikacija, telekomunikacija v elektroenergetskih omrežjih ali mrežno povezovanje v omrežju.

2.5. PREGLED ZAKONSKIH PODLAG ODPRAVLJANJA FREKVENČNIH MOTENJ NA ELEKTRIČNEM OMREŽJU

Distribucijske službe morajo pri svojem delu upoštevati resorne zakone, standarde in uredbe. Ker gre pri tematiki frekvenčnih motenj za eno bolj svežih problematik, se zakonodaja neprestano spreminja, zato bomo navedli samo nekaj pomembnejših zakonskih podlag, ki regulirajo in usmerjajo problematiko frekvenčnih motenj.

- Energetski zakon (EZ-1), Ur. l. RS, št. 17/2014 z dne 7. 3. 2014 opredeljuje pravila delovanja trga z električno energijo;
- Direktiva 2009/72/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 13. 7. 2009 opredeljuje skupna pravila notranjega trga z električno energijo;
- Pravilnik o sistemskem obratovanju distribucijskega omrežja za električno energijo, Ur. l. RS, št. 123/2003 z dne 24. 11. 2003 določa sistem obratovanja elektroenergetskih distribucijskih omrežij, naloge upravljalca distribucijskega omrežja, opredeljuje storitev prenosa električne energije po distribucijskem omrežju, sistemske storitve na distribucijskem omrežju, obratovanje in razvoj distribucijskega omrežja, pogoje za priključitev na distribucijsko omrežje, pogoje dostopa do distribucijskega omrežja ter bazo podatkov o distribucijskem omrežju in njihovo zaupnost;
- Uredba o splošnih pogojih za dobavo in odjem električne energije, Ur. l. RS, št. 117/2002 z dne 28. 12. 2002 določa pogoje za priključitev uporabnikov na omrežje, postopek pridobitev soglasja za priključitev na omrežje in postopek priključitve na omrežje, stroške priključitve, obveznosti in odgovornosti dobaviteljev električne energije v zvezi z zagotavljanjem neprekinjene dobave in kakovostne oskrbe z električno energijo, pogoje merjenja dobavljene električne energije in nekatere pogoje za uveljavitev pravice do odškodnine;
- Pravilnik o elektromagnetni združljivosti, Ur. l. RS, št. 39/16 z dne 4. 6. 2018 opredeljuje zahteve o elektromagnetni združljivosti električnih naprav;
- IEC/CENELEC A band – Evropsko združenje za elektrotehnične standarde – EN 50065 je standard, ki opredeljuje opremo za prejemanje in oddajanje podatkov v nizkonapetostnem območju;

- Uredba o ukrepih in postopkih za uvedbo in povezljivost naprednih merilnih sistemov električne energije, Ur. l. RS, št. 79/2015 z dne 23. 10. 2015 – določa ukrepe in postopke za zagotovitev uvedbe in povezljivosti enotnega naprednega merilnega sistema električne energije;
- Uredba o energetske infrastrukturi, Ur. l. RS, št. 22/2016 z dne 24. 3. 2016 določa vrste objektov, naprav, omrežij in sistemov, ki sestavljajo energetske infrastrukturo.

3. OBSTOJEČE STANJE V ELEKTRO GORENJSKA, D. D.

3.1. PREDSTAVITEV PODJETJA ELEKTRO GORENJSKA, D. D.

Elektro Gorenjska, d. d., oskrbuje z električno energijo več kot 88.900 uporabnikov na Gorenjskem. Skrbi za kakovostno delovanje nekaj manj kot 5.500-kilometerskega omrežja različnih napetostnih nivojev, 13 RTP, 8 RP in 1373 TP. Njihovo temeljno poslanstvo je omogočati enakopraven in zanesljiv dostop do električne energije vsem končnim uporabnikom na območju Gorenjske, pri čemer je zagotavljanje varnosti in kakovosti distribucijskega omrežja ključnega pomena zagotavlja Šmon, I. (2018).

Skupina Elektro Gorenjska je sestavljena iz:

- matična družba Elektro Gorenjska, d. d.(100 %);
- hčerinska družba Gorenjske elektrarne, d. o. o. (100 %);
- hčerinska družba Gorenjskih elektrarn, d. o. o.;
- GEK Vzdrževanje, d. o. o. (100 %);
- Soenergetika, d. o. o. (25 % last Gorenjskih elektrarn,d. o. o.)
- ECE, d. o. o. (25,67 % last Elektra Gorenjska, d. d.)



Slika 11: Organizacijska shema EG
Letno poročilo 2017 (2018)

Da EG uporabnikom po EZ-1 zagotavlja nemoteno dobavo električne energije, prevzema električno energijo s hidroelektrarn (107 enot), sončnih elektrarn (474 enot), SPTE (objekti soproizvodnje in toplotne energije) in ostalih elektrarn (80 enot). (Vir: zloženska – Koristne informacije o podjetju EG d. d. za leto 2017)

	Nazivna moč elektrarne PN (kW) 2017
Hidroelektrarna	12.297
Sončne elektrarne	3.281
SPTE	1.280

Tabela 1: Osnovni tehnični podatki o proizvodnih enotah, lastna izdelava
Letno poročilo 2017 (2018)

	31.12.2017
Daljnovodi 110 kV	102.340 m
Daljnovodi 35 kV	20.299 m
Daljnovodi 20 kV	609.961 m
Daljnovodi 10 kV	0 m
Daljnovodi skupaj	732.600 m
Kablovodi 110 kV	3319 m
Kablovodi 35 kV	158 m
Kablovodi 20 kV	993.059 m
Kablovodi 10 kV	6.416 m
Kablovodi skupaj	1.002.952 m
NN-omrežje skupaj	3.317.505 m
Omrežje skupaj	5.053.057 m
RTP	13
RP	8
TP	1.376

Tabela 2: Osnovni tehnični podatki elektrodistribucijskega omrežja za leto 2017, lastna izdelava
Letno poročilo 2017 (2018)

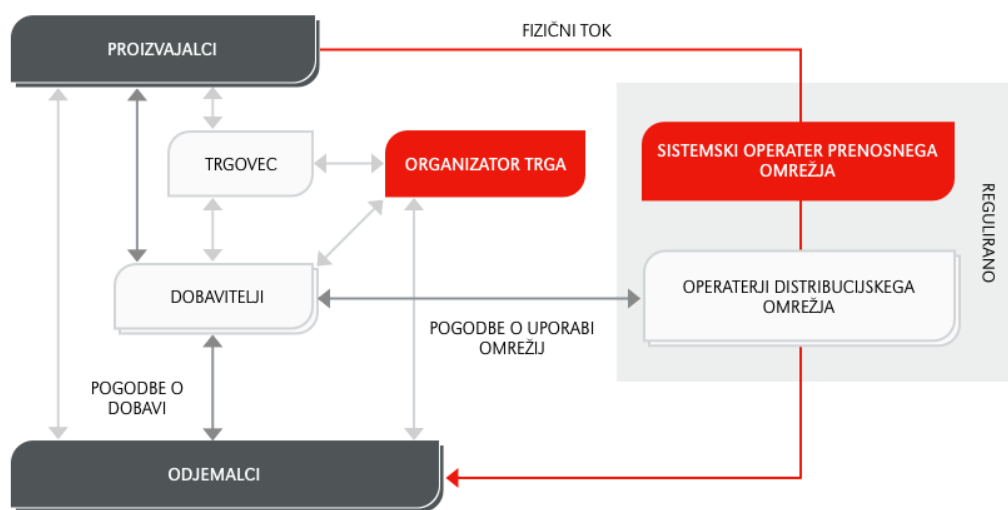
Vizija EG do leta 2022 je, da bo skupina Elektro Gorenjska sodoben, inovativen in v javnosti pozitivno prepoznani osrednji akter razvoja trga storitev prožnosti. Skupaj z naraščajočo dinamiko uvajanja in vgrajevanja novih tehnologij se zavezuje in zagotavlja 100-odstotno priključenost vseh uporabnikov omrežja. Kot navaja Šomn, l. se poleg tega skupina zavezuje, da bo uporabnikom zagotavljala sodobno in celovito uporabniško izkušnjo, s tem da se bo hitro in učinkovito prilagajala vsem sodobnim izzivom, trendom in različnim zunanjim dejavnikom.

3.1.1. PREDSTAVITEV PANOGE

Udeleženci trga z električno energijo so proizvajalci električne energije, trgovci z električno energijo in dobavitelji, ki dobavljajo električno energijo odjemalcem. Električna energija se od elektrarn do odjemalcev prenaša po prenosnem in distribucijskem omrežju.

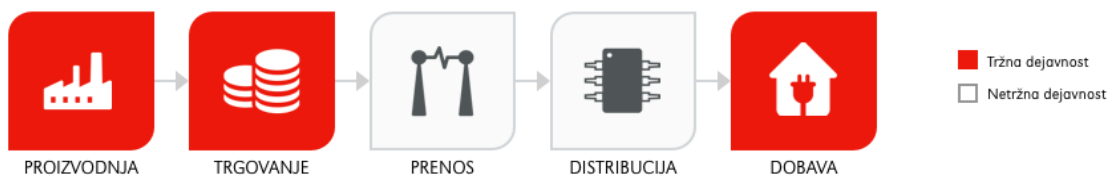
Družba Elektro Gorenjska deluje v panogi oskrbe z električno energijo, in sicer v panogi distribucije električne energije do končnega porabnika. Sama oskrba in organizacija trga sta pogojena predvsem s temeljnimi lastnostmi električne energije kot produkta:

- EE ni mogoče zamenjati z drugim produktom (ni substituta);
- EE je bistvena za gospodarsko dejavnost in vsakdanje življenje;
- poraba EE je odvisna od ravni gospodarske aktivnosti;
- trenutna poraba EE je močno odvisna od dnevne svetlobe in temperature;
- skladiščenje EE ni možno;
- proizvedena količina EE mora biti v vsakem trenutku enaka porabljeni;
- vsa neravnovesja EE med porabo in proizvodnjo imajo takojšnji učinek;
- možnosti oskrbe z EE so odvisne od značilnosti omrežja (upoštevati je potrebno tudi njegove omejitve);
- na ceno EE vplivajo cene primarnih energentov, ki so potrebni za samo proizvodnjo (vir: Letno poročilo 2017, junij 2018).



Slika 12: Model oskrbe
Letno poročilo 2017 (2018)

Pri upravljanju prenosnega in distribucijskega omrežja gre za netržni, regulirani dejavnosti, ki se izvajata na podlagi koncesije, ki jo podeli država. Pri proizvodnji, trgovanju in dobavi EE končnim odjemalcem pa gre za popolnoma tržno dejavnost, ki zagotavlja prosto konkurenčnost med ponudniki.



Slika 13: Organizacija oskrbe z EE v Sloveniji
Letno poročilo 2017 (2018)

Sistemeski upravljalec prenosnega omrežja EE je v Sloveniji Elektro Slovenija, d. o. o. (ELES). Temeljna dejavnost in poslanstvo družbe ELES je varno in zanesljivo obratovanje elektroenergetskega sistema Republike Slovenije. Zagotavlja ga 24 ur na dan vse dni v letu kot navaja Eles (b.l.). Kot beleži Letno poročilo 2017 (2018) njihova dejavnost vključuje visokonapetostno omrežje (400, 220 in 110 kV) in omogoča zanesljivo in kakovostno oskrbo z EE večjim odjemalcem in distribucijskim podjetjem. ELES izvaja naloge vzdrževanja, razvoja in gradnje prenosnega omrežja, vodenje in obratovanje prenosnega omrežja ter zagotavlja sistemske storitve.

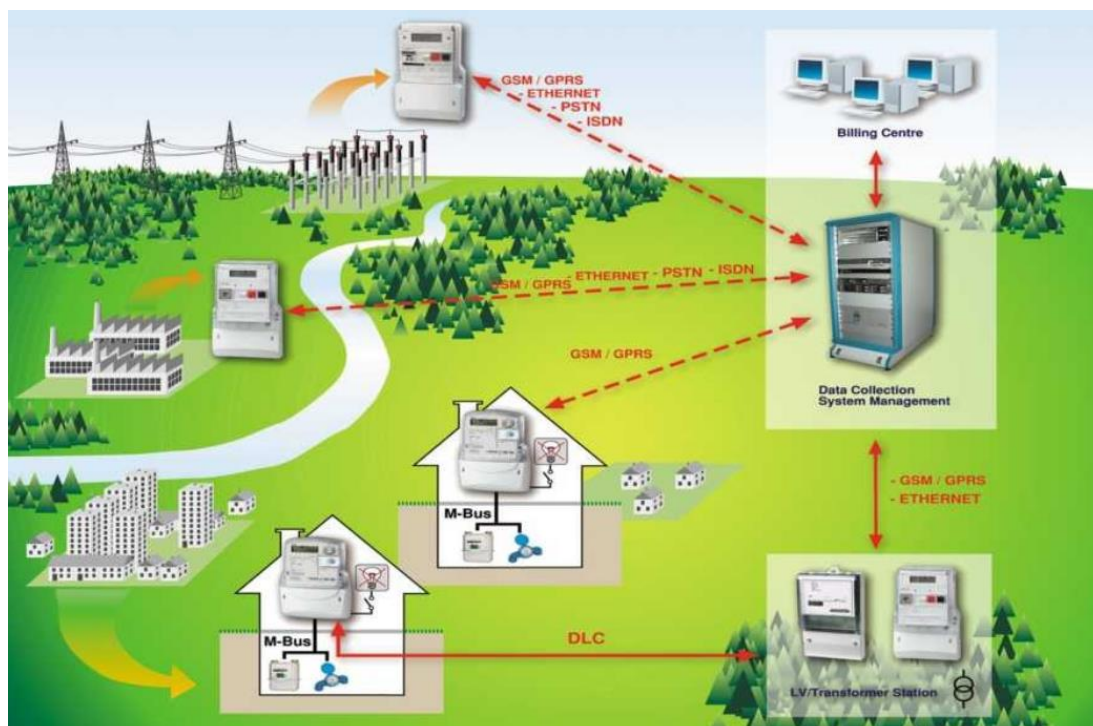
Za izvajanje nalog distribucijskega omrežja pa je zadolžena družba SODO, d. o. o. Kot navaja Letno poročilo 2017 (2018) ta družba nima svojih kapacitet za izvajanje dejavnosti, zato v ta namen sklepa pogodbe o najemu omrežja ter upravljanju distribucijskega omrežja s petimi elektrodistribucijskimi podjetji, ki delujejo na določenem geografskem omrežju v Sloveniji.



Slika 14: Področja delovanja elektrodistribucijskih podjetij v Sloveniji
Letno poročilo 2017 (2018)

3.2. KRITIČNA ANALIZA PROCESA ZAZNAVANJA IN ODKRIVANJA FREKVENČNIH MOTENJ ELEKTRIČNEGA OMREŽJA

Kot smo že omenili, distribucijsko podjetje Elektro Gorenjska, d. d., oskrbuje z EE 88.900 odjemalcev, od tega je kar 78.218 gospodinjstev. Distribucijsko omrežje vključuje 5.500-kilometersko omrežje s 13 RTP, 8 RP in 1373 TP. V samo distribucijsko omrežje je vključenih tudi 661 proizvodnih enot, vse to pa je povezano z naprednim merilnim sistemom, skrajšano AMI opisuje Šmon, I. (2018). Glavne funkcije AMI sistema pa Miklavčič, S. (b.l.) opredeljuje kot merjenje, branje, kontrola, zaračunavanje ter energetska upravljanje.



Slika 15: Prikaz naprednega merilnega sistema AMI
Miklavčič, S. (b.l.)

Trenutno je na pametne števec priključenih 58.900 (merilnih mest) odjemalcev, kar predstavlja 66 % vseh odjemalcev. Cilj EG pa je, da bi bili do leta 2021 vsi odjemalci na Gorenjskem opremljeni z naprednimi merilnimi sistemi (AMI). Da bi dosegli ta cilj, EG istočasno posodablja sisteme vodenja, zaščitne in regulacijske sisteme, telekomunikacijske sisteme, prav tako pa se veliko vlaga tudi v IT-rešitve navaja Šmon, I. (2018).

V letu 2018 bo podjetje EG za investicije namenilo več kot 17 milijonov evrov. Namen je zgraditi 130 kilometrov novih kabljskih povezav in 25 TP. Šmon, I. (2018) navaja, da bo več kot polovica sredstev namenjenih širitvi in ojačitvi srednje in niskonapetostnega omrežja.

Kljub neprestanim vlaganjem v omrežje in v napredni merilni sistem pa problematika uporabe različnih komunikacijskih tehnologij ostaja. Gre predvsem za to, da so pametni števeci povezani z različnimi komunikacijskimi tehnologijami kot so PLC, G3, S-FSK, GSM/GPRS, kar predstavlja težavo, saj teh tehnologij med seboj ni možno povezati. V praksi moramo biti tukaj posebej pazljivi, saj lahko ob napačnih menjavah števecov ali pri priključevanju novih odjemalcev pride do tega, da števecov ni mogoče priklicati in pridobiti podatkov, ki so vedno bolj pomembni za zagotavljanje sodobne in celovite uporabniške izkušnje.

Naslednja problematika, ki nastane v AML-ju, so frekvenčne motnje, ki smo jih že predhodno razložili, v tem delu pa bomo predstavili dejanski proces zaznave, odkrivanja in odprave frekvenčne motnje.

Za delovanje naprednega merilnega sistema (AMI) morata biti izpolnjena dva pogoja:

1. TP mora imeti nameščen koncentrador s pravo vrsto komunikacijske tehnologije;
2. Uporabnik mora imeti pametni števec in pravo vrsto komunikacijske tehnologije, da se lahko poveže s koncentradorjem v TP-ju.

V kolikor ta dva pogoja nista izpolnjena, AMI ne deluje, kar posledično pomeni, da ne pride do komunikacije. V tem primeru gre za nedelovanje komunikacije med koncentradorjem v TP-ju in pametnim števcem pri uporabniku.

Razloga za nedelovanje komunikacije sta lahko dva. Prvi je ta, da se je pri uporabniku namestil pametni števec z drugo vrsto komunikacijske tehnologije. Primer: koncentrador v TP deluje preko komunikacije z G3 tehnologijo, pametni števec pa s S-FSK tehnologijo: v tem primeru se pojavi napaka pri klicanju števca, saj sta ti dve vrsti tehnologij nezdržljivi in števca koncentrador tako ne more priklicati števca. V takšnih primerih gre največkrat za napako človeškega faktorja, kar se včasih potrdi tudi v praksi.

Drugi razlog je lahko napaka v bazi podatkov. Gre za napako, ko ima distributer v svoji bazi zabeleženo napačno vrsto komunikacije na določeni veji števecov pri določenem TP-ju. Tudi to lahko privede do napačne montaže števecov pri uporabnikih in posledično do napak v komunikaciji.

Glede na to, da se v EG ne srečujejo z navedenimi težavami, pa se lahko osredotočimo na naslednji korak v procesu odkrivanja frekvenčnih motenj.

Obračunski oddelek pri EG (distributerju) mesečno kliče koncentradorje v TP-jih. Ko se koncentrador v TP-ju odzove, pošlje v obračunski oddelek podatke o aktivnih števcih in njihovi porabi ob enem pa obračunski oddelek dobi tudi podatke koliko števecov se ni odzvalo s podatki. Mesečno se ne odzove približno 95 števecov kar je 0,16 % vseh priključenih pametnih števecov navajajo interni podatki EG.

Obračunski oddelek takšne števce spremlja dva meseca, preden se določi, da napako posreduje v nadaljnje reševanje. Razloga za dvomesečni odlog sta ponovno dva:

1. Stanje na števcu se lahko samo po sebi uredi – po navadi gre za to, da je naprava oziroma oprema, ki je povzročala motnjo na števcu v tem roku zamenjana ali odstranjena s strani uporabnikov.
2. Stanje na števcu se ne uredi – v tem primeru se obračunski oddelek odloči za reševanje napake po dveh mesecih. Razlogi da števec ne komunicira z koncentradorjem in obratno, pa so lahko naslednji:
 - a. Okvara koncentradorja v TP-ju – v tem primeru gre lahko samo za trenutno okvaro delovanja ali pa za okvaro komunikacijskega modula. Napaka se ugotovi tako, da se najprej ponastavi koncentrador in če ta po tem dejanju deluje, je napaka odpravljena. V kolikor se koncentrador

še vedno ne odziva, gre za okvaro komunikacijskega modula in pomeni, da je koncentrador potrebno zamenjati. Po menjavi je napaka odpravljena.

- b. Okvara števec – okvaro se ugotavlja s pomočjo sonde in prenosnika, ki se ga priključi na števec. S pomočjo aplikacije, se tako ugotovi ali števec deluje ali ne. Primer: delovanje števec se preveri tako, da se preko sonde pošlje števcu zahtevo za odčitek števecne ure. Števec ne deluje, če ta namesto dejanske ure, ki jo normalno beleži, pošlje same ničle. Prav tako se lahko preko prenosnika preveri, ali se števec med delovanjem izklaplja – to se preveri po zgodovini števec, kjer se pri nedelovanju pojavljajo v zgodovini časi izklopa števec. Takšno izklapljanje tudi pove, da ima števec okvaro. V obeh primerih je potrebno zamenjati števec in nato se komunikacija PLC ponovno vzpostavi.
- c. Motnja v omrežju – v kolikor gre za motnjo na omrežju, to na terenu ugotavljajo in odpravljajo tehniki za meritve (v podjetju EG gre za dva tehnika).

Po dveh mesecih se obračunski oddelek odloči, da napredne števec, s katerimi ni bilo komunikacije, preda tehnikom za meritve, da poiščetjo in odpravijo frekvenčno motnjo omrežja. Kot rečeno, v EG to delo opravljata dve osebi, kar je za področje, ki ga pokrivata, in število frekvenčnih motenj, premalo.

Tehnika za meritve se najprej odpravita v TP in se preko spektralnega analizatorja povežeta na priključne sponke koncentradorja v TP-ju. Pri tem postopku se preverja ali gre za motnjo v omrežju ali ne. V kolikor je motnja prisotna, tehnika pričneta s postopkom preverjanja avtomatskih odklopnikov, ki napajajo interne komunikacijske porabnike v TP-ju (na primer Iskrin merilni center tip 760). S tem se preveri, ali ima vpliv na motnjo kakšna elektronska komponenta. Po navadi se odkrije, da gre za motnjo, ki jo povzroča komunikacijska oprema. V takšnem primeru se zamenja opremo in motnja se odpravi.



Slika 16: Primer merilnega centra
Iskra (b.l.)

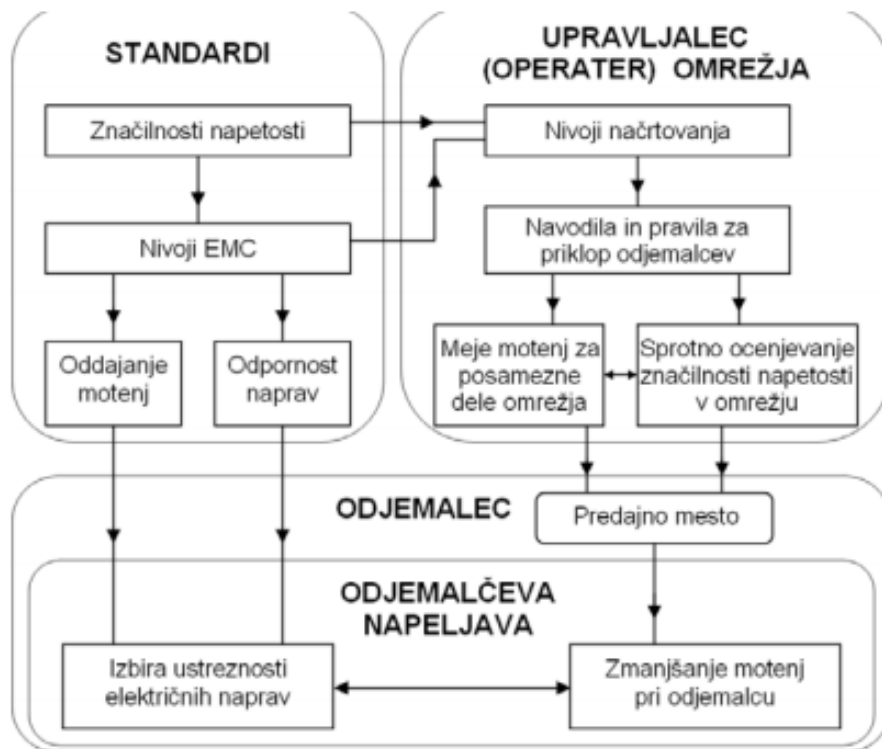
V kolikor razlog za motnjo ni v TP-ju, tehnika pričneta odkrivati prvo vejo števecv, kjer je motnja najvišja. To pomeni, da gresta tehnika po tej veji od števca do števca, dokler ne najdeta motnje, ki hromi celo vejo števecv.

Ko tehnika odkrije ta števec z motnjo, prosita uporabnika, da jima dovoli pregledati interno električno inštalacijo, ki je priključena na števec.

Če uporabnik dovoli pregled inštalacije, se prične raziskovanje motnje, tako da se preverja vsaka varovalka inštalacije posebej. Ko se locira varovalka, je potrebno preveriti, katere naprave so priklopljene na to varovalko. Nadaljnji postopek tehnika izpeljeta tako, da fizično priklapljata naprave na omrežje in tako skupaj z meritvami ugotovita, katera naprava je tista, ki moti frekvenco.

V praksi se je izkazalo, da gre po navadi za napajalnike, ki jih tehnika brezplačno zamenjata z univerzalnim napajalnikom brezplačno. Velikokrat pa se izkaže da motnjo povzroča druga oprema (televizor, računalnik ipd.). V takšnih primerih tehnika to opremo priključita na podaljšek, ki vsebuje filter (BRS), s katerim se motnja odpravi. Uporabniku se nato da rok za odpravo motnje od enega do treh mesecev, saj je podaljšek s filtrom le začasna rešitev. Oprema, ki potrebuje takšen filter, je po navadi tik pred iztekom življenjske dobe obratovanja, zato se stranki predlaga, da takšno opremo čim prej zamenja, saj povzroča škodo tudi na drugih napravah v gospodinjstvu in izven njega.

Pri tem lahko ponovno opozorimo na boljše upoštevanje Pravilnika o elektromagnetni združljivosti (EMC) in zahteve o elektromagnetni združljivosti električnih naprav, kar prikazuje tudi spodnja slika.



Slika 17: Zagotavljanje EMC v omrežju

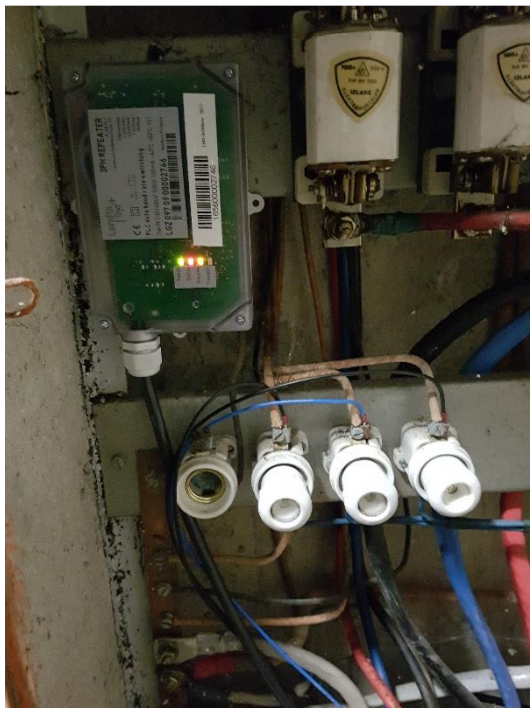
Navodilo za presojo vplivov naprav na omrežje (2014)

Če da uporabnik ne dovoli pregleda interne inštalacijske napeljave, se mu pošlje obvestilo AKOS-a (Agencije za telekomunikacijska omrežja in storitve RS), s katerim se uporabnika opozori, da mora motnjo omrežja odpraviti. V kolikor uporabnik tudi na to obvestilo ne reagira, se ga v skrajnem primeru odklopi iz električnega omrežja, saj se drugače frekvenčne motnje ne da odpraviti. V praksi EG takšnega primera še ni bilo.

V praksi se lahko pojavi tudi, da motnja ni rešljiva, in sicer v primeru, da sta dva TP-ja povezana z ničelnimi vodniki. Gre za primer, ko sta povezana z daljnovodi in se ne da veliko narediti, saj bi bilo v tem primeru potrebno predelati oziroma na novo postaviti celotno mrežo, kar cenovno predstavlja velik strošek. V takšnih primerih je edina rešitev kabljenje in ločitev ničelnih vodnikov.

V praksi se lahko pojavi še en pojav, ki se ne obravnava kot motnja ali napaka v omrežju, saj gre za prešibak signal pri določenem števcu, ki povzroča, da se le-tega ne da priklicati. V takšnih primerih se v priključno omarico števca vgradi repetitor, ki krepí signal in ga dvigne na takšno raven, da ga (števca) obračunski oddelek lahko ponovno vidi in bere. Takšen primer je podjetje EG imelo v TP Zabreznica v Medvodah, kjer se je z montažo repetitorja signal izboljšal za 50 % in omogočil, da je obračunski oddelek ponovno sprejemal podatke o števcih. Lahko povemo še to, da ta

rešitev ni dolgoročna. Prava rešitev je kabljenje, ki pa je za podjetje prav tako velik finančni zalogaj.



Slika 18: Primer repetitorja
Llasten vir (b.l.)

Po kratkem opisu procesa odkrivanja in odpravljanja frekvenčnih motenj sledijo konkretni primeri odpravljanja motenj, s katerimi sta se srečala tehnika za meritve v EG.

4. PRAKTIČNI DEL

4.1. OPREDELITEV FREKVENČNIH MOTENJ NA ELEKTRIČNEM OMREŽJU

Frekvenčna motnja predstavlja motnjo električnega omrežja. Posledica te motnje pa je, da oprema oziromanaprave, ki so povezane med seboj, ne delujejo tako, kot bi morale. Frekvenčne motnje povzročata elektronska in električna oprema, ki je namenjena uporabnikom. Za lažje razumevanje si bomo ogledali tri zanimive primere iz prakse EG.

4.1.1. PRIMER 1: FREKVENČNA MOTNJA PRI VELIKEM TRGOVCU NA BLEDU

Primer je lociran v TP Selišče, Bled. V tem primeru bomo govorili o frekvenčni motnji, ki je nastala pri velikem trgovcu na Bledu. Obračunski oddelek se mesečno povezuje s koncentradorjem v TP Selišče in pridobiva podatke o merilnih mestih. Glede na to, da po dveh mesecih obračunski oddelek še vedno ni uspel pridobiti podatkov ene veje števec, ki je vezana na TP Selišče, Bled, je javil tehnikoma za meritve, da se ena veja pametnih števec ne odziva.

Kot zanimivost lahko povemo, da je TP Selišče popolnoma nov objekt, saj je bilo starega potrebno rekonstruirati in razširiti. Na novo so preuredili celotno infrastrukturo in napeljali nov kablovod. Razlog za to je bil nov prostorski in energetski koncept območja Bleda.



Slika 19: Nova RP Bled
Šmon, I. (2018)

4.1.2. PRIMER 2: FREKVENČNA MOTNJA V KLASIČNEM GOSPODINJSTVU

Naš drugi primer je povezan s TP Zgornja Lipnica. Govorili bomo o frekvenčni motnji, ki je nastala v klasičnem gospodinjstvu. Obračunski oddelek tudi pri tem primeru po dveh mesecih ni prejemal podatkov na odcepu, kjer so števeci povezani s TP Zgornja Lipnica. Tehnika za meritve sta tudi v tem primeru dobila podatek, da manjkajo stanja za en odcep števec, pozvanih s TP Zgornja Lipnica.



Slika 20: Zgornja Lipnica
Wikipedija (2009)

4.1.3. PRIMER 3: FREKVENČNA MOTNJA PRI UPRAVITELJU NEPREMIČNIN KRANJ

Naš tretji primer se navezuje na lokacijo TP Tuga Vidmarja, Kranj, in sicer na stanovanjsko sosesko, v kateri ima svoje poslovne prostore tudi upravitelj nepremičnin. Tudi v tem primeru se je obračunska služba po dveh mesecih odločila, da na teren pošlje tehnika za meritve, da raziščeta in odpravita napako na komunikaciji, ki izhaja iz TP Tuga Vidmarja, ter da ponovno vzpostavita komunikacijo z vejo števcov, od katere ne pridobivajo podatkov.



Slika 21: TP Tuga Vidmarja, Kranj
Googel zemljevid (2013)

4.2. REŠEVANJE IN ODPRAVLJANJE FREKVENČNIH MOTENJ

Frekvenčne motnje se pojavljajo v nizkofrekvenčnem pasu od 3 kHz do 95 kHz (to je tudi frekvenčno območje CENELEC A band – SIST EN 50065-1), ki je namenjen lastniku elektroenergetske infrastrukture. Prav te motnje EG povzročajo 0,16 %

mesečni izpad odbirkov merilnih mest, ki so že bili daljinsko čitani. Za vse te izpade morata poskrbeti tehnika za meritve.

Glede na to, da smo sam proces reševanja frekvenčnih motenj v EG podrobno opisali pri analizi procesa v tretjem poglavju, se bomo tukaj osredotočili na primere iz prakse EG. Dotaknili pa se bomo tudi najpogostejših pogostih vzrokov, ki vplivajo na odčitavanje PLC števecov.

Vzroki motenj kot jih navaja 13. konferenca slovenskih elektroenergetikov (2017) so naslednji:

- motnje malih stikalnih napajalnikov – gre za motnje, ki jih povzročajo mali stikalni napajalniki za napajanje ITK (informacijsko-telekomunikacijske tehnologije) naprav. Gre za napajalnike, ki napajajo elektroniko za široko uporabo, modemi, usmerjevalniki, stikala za TV-je, DVD-je, osebne računalnike, monitorje, tiskalnike itd.;
- motnje stikalnih napajalnikov – gre za motnje, ki jih povzročajo različni samostojni ali v naprave integrirani napajalni sistemi (naprave za polnjenje baterij ipd.);
- motnje frekvenčnih pretvornikov ali razsmernikov – povzročajo jih naprave za regulacijo hitrosti vrtenja motorjev, dvigal, klimatskih naprav, črpalk in razsmerniki v malih sončnih elektrarnah;
- motnje svetlobnih naprav – gre za motnje, ki jih povzročajo fluorescentne svetilke, LED svetila ipd.;
- impedančni stiki števecov v skupinah – to so motnje v frekvenčnem območju PLC komunikacij, ki nastanejo pod določenimi pogoji (fizična bližina PLC števecov, topologija omrežja);
- preveliko slabljenje na dolgih linijah – to se pojavlja v primerih, ko so linije do TP-jev predolge.

4.3. ODKRIVANJE FREKVENČNIH MOTENJ IN UKREPI ZA IZBOLJŠANJE ELEKTRIČNEGA OMREŽJA

V tem delu diplomske naloge bomo na primerih iz prakse podrobneje pogledali postopek odkrivanja in odprave frekvenčnih motenj v električnem omrežju.

4.3.1. PRIMER 1: POSTOPEK NAJDBE MOTNJE IN ISKANJA REŠITEV PRI VELIKEM TRGOVCU NA BLEDU

Iz poglavja 4.1.1. nadaljujemo primer velikega trgovca na Bledu na lokaciji TP Selišče. Tehnika za meritve sta pričela s svojim delom v TP Seliče na Bledu. Glede na predpostavko, da gre za popolnoma nov objekt in novo pripadajočo električno infrastrukturo, sta izključila možnost napake omrežja. Takoj sta se lotila analiziranja in ugotovila, da je v TP Selišče prisotna sorazmerno velika motnja. Po svojih dosedanjih izkušnjah sta ocenila, da gre za objekt, ki ni daleč od TP-ja. Izkazalo se

je, da je 100 metrov od TP-ja postavljeno veliko novo nakupovalno središče, v katerem se nahaja veliko različnih električnih in elektronskih naprav.



*Slika 22: Priključna omarica na Bledu, prikaz poteka meritev
Lastna slika (b.l.)*

Tehnika sta se odločila, da pričneta z iskanjem motnje v nakupovalnem središču. Glede na to, da ima EG z odjemalci dogovorjen nemoten dostop do merilnih mest, sta se tehnika odpravila do merilnih mest v nakupovalnem središču in na njih pričela izvajati meritve. Po prvih meritvah se je motnja kazala na vseh merilnih mestih, vendar sta po natančnem in pozornem opazovanju odkrila merilno mesto, kjer je bila motnja nekoliko bolj izrazita. Analizator je na tem merilnem mestu v primerjavi z ostalimi pokazal rahlo povišan graf za prikaz motnje.

To je bil zadostni dokaz, da se motnja nahaja na tem merilnem mestu, zato sta kontaktirala vzdrževalca objekta, da sta v naslednjem koraku lahko prišla do nizkonapetostnih razdelilnikov posameznih trgovin v nakupovalnem središču.

Preden sta začela z odklapanjem merilnih mest, sta o dogajanju morala predhodno obvestiti vse trgovce v nakupovalnem središču. Ko sta odklopila merilno mesto s povišanim grafom, se je stanje v trenutku izboljšalo in motnja je izginila. To pomeni, da signal pred odklopom ni bil viden, po odklopu merilnega mesta pa se je pokazal greben signala, kar je potrdilo sum, da se na merilnem mestu nahaja motnja.

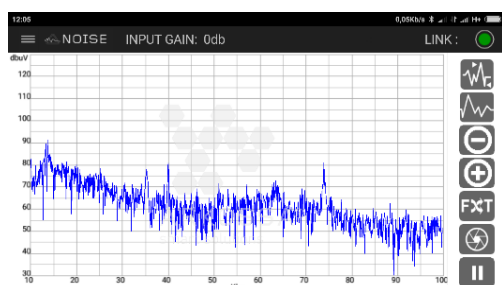
Nadaljnji korak, ki sledi odkrivanju frekvenčne motnje, je ta, da morata tehnika pregledati, katere elektronske naprave se napajajo iz merilnega mesta. V tem primeru je to pomenilo, da sta se locirala na varovalke, ki so bile napajane iz tega merilnega mesta, in ko sta izklopila parvo, je motnja izginila. Po ponovnem vklopu te varovalke,

se motnja ni takoj pojavila, kar je bilo zelo zanimivo in za kratek čas tudi nerazložljivo. Vendar se je po kratkem času zaslišal vklop motorjev prezračevalnega sistema (klimatov) in motnja se je v trenutku ponovno pojavila. Tehnika sta posumila, da so razlog za nastanek motnje klimati. Da bi sum potrdila, sta se skupaj z vzdrževalcem odpravila do vzdrževalne plošče, od koder se upravljajo klimati. Tam so s postopnim odklopom in priklopom posameznih klimatov ugotovili, da 6 od 10-ih klimatov povzroča frekvenčno motnjo.

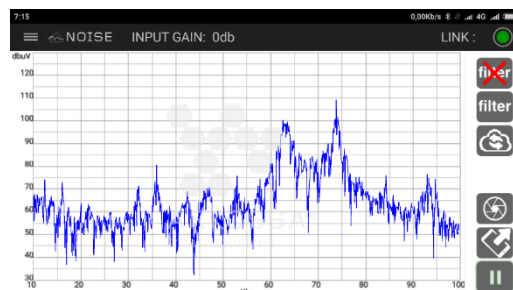
Na podlagi vseh ugotovitev in posnetih meritev, se je lastniku nakupovalnega središča poslal dopis z rezultati meritev in priporočilom, naj se v doglednem času motnja odpravi. Stranka se je na dopis odzvala pozitivno, saj je bila seznanjena z EZ-1, ki predpisuje, da merilo mesto ne sme povzročati frekvenčnih motenj.

Ker je bila odprava motnje za lastnika merilnega mesta zelo obsežen strošek, se je najprej zamenjal en klimat. Stranka je po menjavi enega klimata prosila za ponovne meritve, saj so se želeli prepričati, da bo to res odpravilo motnjo. Na podlagi meritev se je ugotovilo, da je motnja na tem klimatu izginila, kar je pomenilo, da je menjava klimata pravilen postopek za odpravo motnje. Stranka je nato EG zaprosila za posredovanje meritev proizvajalcu klimatov, zaradi uveljavljanja garancije, saj so bili klimati popolnoma novi. EG je posredoval meritve in proizvajalec je na podlagi tega priznal garancijo ter zamenjal še preostale klimate, ki so povzročali motnjo. Po zamenjavi je bila frekvenčna motnja v celoti odpravljena in s tem je bil primer zaključen.

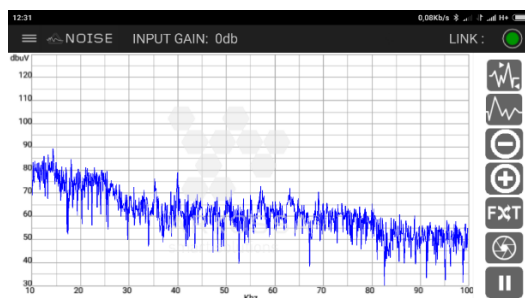
Celoten čas rešitve tega primera je bil 8 mesecev.



Slika 23: Rezultat meritve: motnja



Slika 24: Rezultat meritve: signal po odklopu



Slika 25: Ponovni priklop in izguba signala zaradi motnje

Prvi graf prikazuje meritve motnje, ki sta jo odkrila tehnika v zgornjem primeru. S pomočjo druge meritve sta odkrila izvor motnje, saj se je pri odklopu le-te greben signala pokazal. Tretji graf je drugo meritev le še 100 % potrdil, saj se je pri ponovnem priklopu klimata motnja ponovno pojavila.

4.3.2. PRIMER 2: POSTOPEK NAJDBE MOTNJE IN ISKANJA REŠITEV V KLASIČNEM GOSPODINJSTVU

V tem delu bomo nadaljevali primer iz poglavja 4.1.2, ki se je zgodil v klasičnem gospodinjstvu na lokaciji TP Zgornja Lipnica. Tudi tukaj tehnika za meritve pričeta svoje delo v TP-ju, kjer ugotovita, da v TP-ju na koncentratorju ni motnje, zato pričeta z raziskovanjem odcepa, s katerega obračunski oddelek ne dobiva podatkov.

Pri tem delu si pomagata s karto kabljenja – SDMS mobile (v elektronski obliki), v kateri poiščeta ulico, v kateri se nahaja veja merilnih mest, ki se ne odzivajo. Ko s pomočjo te aplikacije locirata merilna mesta, gresta do vsakega posameznega merilnega mesta in naredita meritve, da bi ugotovila, od kod prihaja motnja. Za odklop merilnega mesta morata vsakokrat pridobiti dovoljenje uporabnika, v kolikor se ta nahaja doma. Ko ugotovita, katero merilno mesto je tisto, pri katerem je izrazita motnja, prosita odjemalca za sodelovanje pri odpravi frekvenčne motnje. Tudi v tem primeru se stranka strinja in privoli v sodelovanje.

Tehnika si razdelita delo tako, da eden ostane pri števcu, oziroma pri zunanji priključni omarici, kjer opravlja meritve na sponkah, drugi pa gre do notranjega razdelilca, kjer odklaplja varovalke eno za drugo. Varovalke ostajajo odklopljene, dokler se ne odkrije, katera varovalka je tista, pri odklopu katere motnja izgine. Ko tehnika ugotovita, katera varovalka je tista, pri kateri z odklopom motnja izgine, ugotavljata, katere naprave so priklopljene na to varovalko. Stranka jima razkaže prostor, tehnika pa začeta preverjati vse vtičnice in odklapljati naprave iz njih. Pri tem ugotovita, da motnjo povzroča napajalnik, ki napaja ojačevalnik UKV frekvenc.

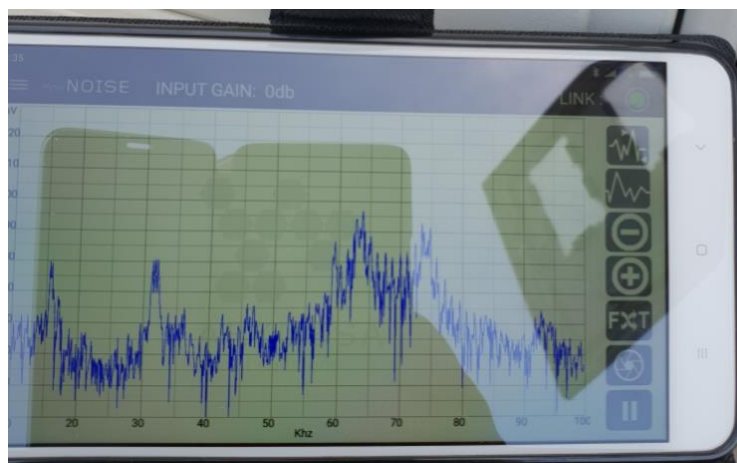
S soglasjem stranke sta klasični napajalnik brezplačno zamenjala z novim, star napajalnik pa sta vzela s seboj za nadaljnja testiranja v testni merilnici, ki se nahaja v podjetju EG. Z menjavo napajalnika sta tehnika uspešno odpravila motnjo in veja, na kateri se je nahajalo to merilno mesto, je ponovno pričela normalno komunicirati s koncentratorjem v TP-ju.

Kot zanimivost lahko povemo še to, da stranka pred odpravo motnje ni lovila določenih UKV frekvenc, po odpravi pa jih je na veselje stranke pričela sprejemati.

Celoten čas rešitve primera je en teden. Odprava motnje se je zgodila takoj po ugotovitvi razloga za motnjo (po menjavi napajalnika).



Slika 26: Primer meritve motnje



Slika 27: Primer meritve signala

Prvi graf v tem primeru predstavlja meritev motnje, ki sta jo tehnika izmerila pred izključitvijo napajalnika iz omrežja, drugi graf meritve pa predstavlja odpravo motnje po menjavi napajalnika.

4.3.3. PRIMER 3: POSTOPEK NAJDBE MOTNJE IN ISKANJA REŠITEV PRI UPRAVITELJU NEPREMIČNIN

Zadnji primer je nadaljevanje poglavja 4.1.3 – poslovni prostori upravitelja nepremičnin v stanovanjski soseski na lokaciji TP Tuga Vidmarja, Kranj. Tudi v tem primeru tehnika za meritve pričeta svoje delo v TP-ju, kjer ugotovita, da v TP-ju na koncentradorju ni motnje, zato pričeta z raziskovanjem odcepa, s katerega obračunski oddelek ne dobiva podatkov.

Ponovno se za lociranje odcepa poslužita interne karte vrisa kablovodov (SDMS mobile), na kateri so vidni priključki merilnih mest na kablovodu, in se s temi podatki približata območju (objektom), za katerega oddelek za obračun ne dobiva podatkov. Svoje raziskovanje nadaljujeta z izhodiščem meritev merilnih mest, ki jima pove, katero merilno mesto je najdlje časa zaostajalo z odčitki. Ta podatek ju pripelje do večstanovanjskega objekta z več merilnimi mesti. Kljub opravljanju meritev na teh merilnih mestih sprva ne odkrijeta merilnega mesta z motnjo.

Odločita se locirati na drug object, v katerem ima poslovne prostore tudi upravitelj nepremičnin. Ponovno sledijo meritve vseh merilnih mest v tem objektu in končno jima uspe locirati merilno mesto z vsebnostjo motnje.

Tehnika ugotovita, da je merilno mesto, na katerem se nahaja motnja, v lasti upravitelja nepremičnin, zato ga kontaktirata in prosita za dovoljenje za odklopmerilnega mesta. Po privolitvi ugotovita, da je to pravo merilno mesto in da je na njem definitivno prisotna motnja. Po odklopu merilnega mesta je motnja izginila. Skupaj z upraviteljem nato tehnika pričneta raziskovati interni razdelilec. Po opravljenih meritvah ugotovita, da se na tem merilnem mestu skriva motnja.

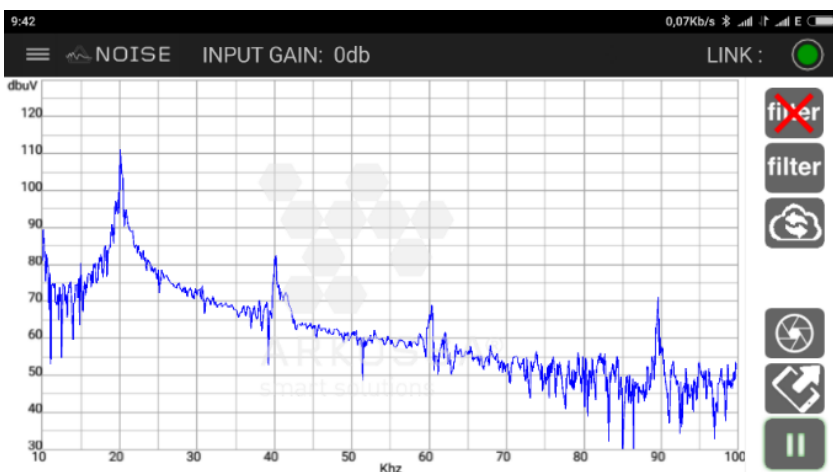
Motnja, ki sta jo odkrila tehnika, je bila motnja, ki jo je povzročal napajalnik v strežniku. Upravitelj nepremičnin je bil takoj pripravljen odpraviti motnjo, saj je zaradi dotrajanosti strežnika tako ali tako imel namen narediti zamenjavo. Z zamenjavo strežnika je bilo pričakovati, da bo motnja izginila, vendar se to ni zgodilo. Motnja je bila še vedno prisotna.

Po opravljenih ponovnih meritvah sta tehnika ugotovila, da gre za novo motnjo na istem frekvenčnem spektru, ki jo je motnja napajalnika strežnika prekrila. Odkrila sta, da druga motnja nastaja zaradi dušilk na razsvetljavi. Upravljalca nepremičnin je bil pripravljen odpraviti tudi to motnjo. Z zamenjavo dušilk na razsvetljavi je bila motnja odpravljena in komunikacija s koncentratorjem je bila ponovno vzpostavljena.

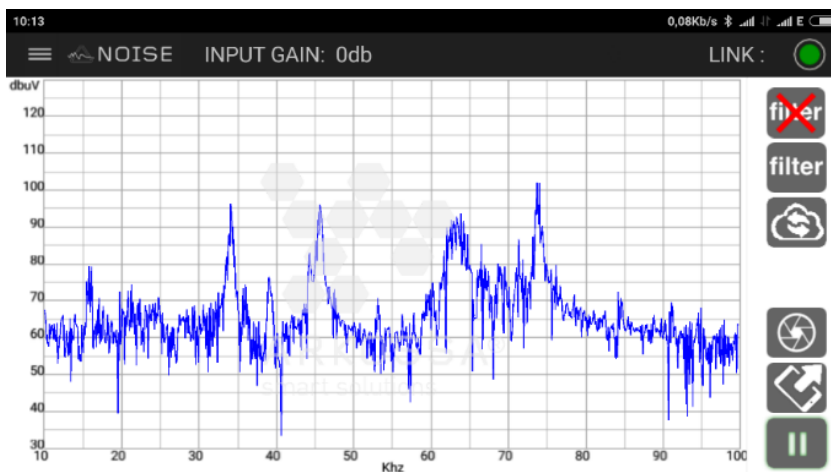
Kot zanimivost lahko povemo še to, da je pred odpravo obeh motenj upravljalca nepremičnin imel velike težave z delovanjem telekomunikacijske opreme za internet. Vedno so klicali ponudnika, da jim ne deluje kakšna komponenta, menjavali usmerjevalnik in druge telekomunikacijske naprave, vendar ni nič pomagalo. Po menjavi dušilk na razsvetljavi in menjavi strežnika pa je tudi internet pričel delovati brezhibno.

Iz tega je razvidno, da frekvenčne motnje vsekakor niso zanemarljive.

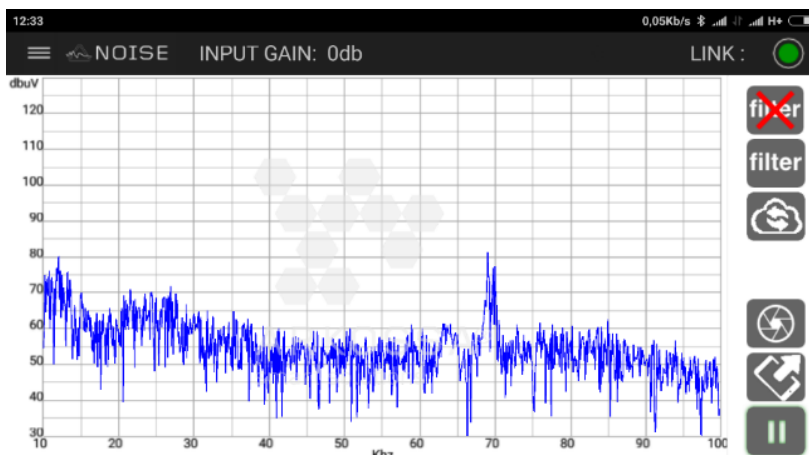
Celoten čas rešitve tega primera je bil 3 mesece.



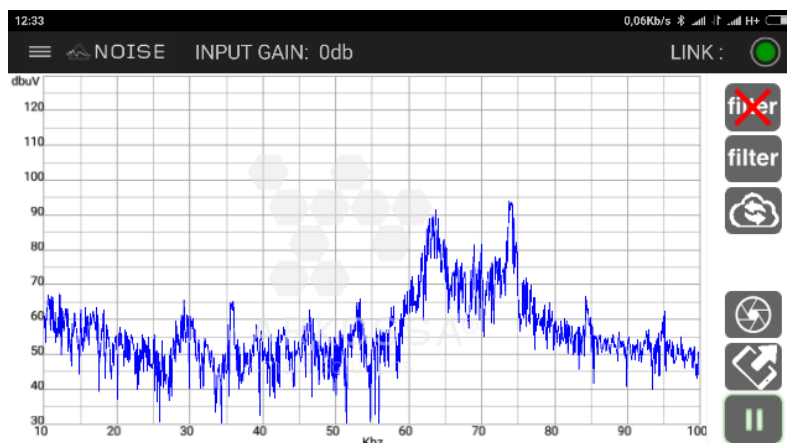
Slika 28: Primer meritve motnje
Lastna slika (b.l.)



Slika 29: Primer lokacije prvega povzročitelja motnje
Lastna slika (b.l.)



Slika 30: Prikaz izklopa koncentradorja – drugi povzročitelj
Lastna slika (b.l.)



Slika 31: Signal po odpravi povzročiteljev

Prvi graf meritev prikazuje motnjo pri upravitelju nepremičnin. Pri drugem grafu se locira prvi povzročitelj – napajalnik strežnika, prav tako se locira drugi povzročitelj – dušilka na razsvetljavi pri tretjem grafu. Po odpravi obeh povzročiteljev motenj pa se pri četrti meritvi lepo vidi greben signala.

4.4. IZPOSTAVITEV PROBLEMA PRI ODPRAVI FREKVENČNIH MOTENJ

Kot lahko razberemo iz celotnega diplomskega dela, je reševanje frekvenčnih motenj zelo pomembno in nikakor ni zanemarljivo. Na primerih smo videli, kakšen vpliv imajo motnje na drugo opremo.

Problematika EG glede odpravljanja frekvenčnih motenj pa je naslednja:

- Dolgotrajnost odpravljanja frekvenčnih motenj: tukaj bi lahko izpostavili, da so odjemalci slabi poznavalci problema motenj. Težko jim je razložiti, da so oni tisti, ki s svojo opremo povzročajo motnje omrežja in s tem onemogočajo delovanje drugih naprav, merilnih mest itd.
Pri dolgotrajnosti odpravljanja motenj bi lahko izpostavili tudi tehnologijo, ki je na voljo za iskanje motenj – s trenutno tehnologijo lahko sicer primererešimo v doglednem času, vendar bi z boljšo tehnologijo, torej natančnejšo v smislu iskanja in lociranja frekvenčnih motenj, v krajšem času odpravili več motenj;
- Premajhna osveščenost odjemalcev o tej tematiki: lahko bi rekli, da je skoraj ni. Malokdo je seznanjen s tem, kar otežuje delo na terenu, saj je potrebno porabiti kar nekaj časa in energije, da se odjemalcu razloži, za kaj sploh gre.
- Neupoštevanje standarda EMC: ker odjemalci ne poznajo tematike, se tudi ne obremenjujejo s tem, kakšne naprave in oprema so jim na voljo v trgovinah. Po drugi strani pa so tudi trgovci premalo osveščeni, da bi omejili dobavo opreme, ki zaradi slabše kvalitete povzroča motnje.

- Organizacijska zasedba tehnikov za meritve: glede na to, da se v EG mesečno pojavljaja skoraj 100 merilnih mest, ki padejo z daljinskega odbiranja, bi lahko rekli, da je zasedba za odpravljanje motenj omrežja premajhna. Trenutno se s to problematiko ukvarjata dva tehnika, ki pa sta poleg tega zadolžena še za druge naloge. To pomeni, da resursi, ki so namenjeni odpravljanju frekvenčnih motenj niso 100% razpoložljivi samo temu problemu.
- Glede na to, da je odprava frekvenčnih motenj precej nepoznana tematika – distribucijska podjetja se s tem intenzivno ukvarjajo šele zadnjih 3 do 5 let – niti ni usmeritev niti navodil za delo, kar predstavlja problem. Na tem področju se vsako distribucijsko podjetje s tem sooča samo in na svoj način. V večini primerov so zaposleni, ki se ukvarjajo s to problematiko, samouki.
- Zadnji problem, ki bi ga lahko izpostavili, pa je samo omrežje: infrastrukturo bi bilo za namene lažje odprave napak na omrežju potrebno renovirati in zamenjati.

4.5. REŠITVE ZA IZBOLJŠAVE POSTOPKA ODPRAV FREKVENČNIH MOTENJ

Problemi, ki smo jih našli v predhodnem poglavju, so iztočnica za rešitve v prihodnosti.

Vsekakor bi pri dolgotrajni odpravi frekvenčnih motenj pomagala boljša, predvsem pa hitrejša tehnologija, ki bi bila tehnikom na terenu v veliko pomoč za čim hitrejšo lociranje frekvenčnih motenj.

Prav tako bi bilo na strani regulatorjev priporočljivo, da bi se o tej tematiki več govorilo v javnosti, saj bi le tako doseglivečjo osveščenost prebivalstva o tem problemu. S tem bi olajšali samo odpravo frekvenčnih motenj, poleg tega pa bi morda dosegli, da bi bili odjemalci bolj pazljivi pri nakupu električne in elektronske opreme. Če bi odjemalci bolje poznali to problematiko in zahtevali kakovostnejše elektronske in druge izdelke, ki vplivajo na motnje frekvence, bi bili tudi trgovci pri prodaji te opreme bolj pazljivi.

Kar se tiče samih virov, ki so na razpolago za reševanje frekvenčnih motenj v EG, bi bilo smiselno razmisliti o povečanju ekipe, saj bi tako lahko zagotovili hitrejšo in bolj kakovostno odpravo motenj. Poleg tega bi si več delavcev lažje razdelilo področja dela in tako tudi lažje prenesli zanje o tej problematiki še na druge, kar je seveda najpomembnejše.

Z razširitvijo in izmenjavo znanj bi si lahko distribucijska podjetja med seboj pomagala, saj se vse srečujejo z enakimi problemi. S skupnimi dognanji in rešitvami bi bila podjetja uspešnejša pri odpravljanju motenj na omrežju.

Res je, da so vlaganja v električno omrežje stroškovno zelo obsežna, vendar pripomorejo k izboljšanju napak, kar posledično pomeni, da se lahko viri na terenu osredotočajo samo na motnje, ne pa tudi na napake omrežja, ki so prisotne zaradi infrastrukture.

5. ZAKLJUČEK

Številne električne in elektronske naprave, priključene na električno omrežje zaradi nespoštovanja ali nepoznavanja Pravilnika EMC privedejo do frekvenčnih motenj v električnem omrežju. Pojasnila in praktični primeri, obravnavani v diplomskem delu, bodo prispevali k prihodnjim razpravam o tej tematiki. V prihodnosti bi si bilo potrebno prizadevati toliko osvestiti javnost, da se bo kupec ob nakupu električnih in elektronskih naprav vprašal, ali le-te izpolnjujejo standard EMC ali ne.

Nepoznavanje ali nespoštovanje predpisov in standardov je eden od razlogov, ki vodijo do nastanka frekvenčnih motenj električnega omrežja. Poraja se vprašanje, kaj storiti, da bi se to vedenje v javnosti razširilo in da bi se tako stanje izboljšalo ter celo spremenilo.

Morda bi moral sam regulator poskrbeti za boljšo osveščenost o tej problematiki in jo odjemalcem približati na različne načine, čeprav delno tudi samim distributerjem neznanka, saj se z njo intenzivno ukvarjajo šele zadnjih nekaj let. Gre torej za problematiko, o kateri ni zapisanega veliko in za katero primanjkujejo boljše, hitrejše in bolj učinkovite tehnologije. Prav tako ji distributerji namenjajo premajhno število virov za reševanje.

Da se bomo lahko v prihodnosti čim bolj intenzivno, hitro in tehnološko izpopolnjeno odzvali na problematiko frekvenčnih motenj, bomo morali storiti še veliko. Kljub neprestanim izboljšavam električnega omrežja moramo misliti tudi na to, kako bomo izpopolnili pristope in metode za reševanje problemov PLC komunikacije.

Kako se bodo distribucijska podjetja v prihodnosti povezala in pričela z izmenjavo rešitev za čim hitrejšo odpravo frekvenčnih motenj ter kako se bodo povezala s proizvajalci tehnologije, ki bi jo bilo potrebno izboljšati, pa je odvisno od distributerjev.

6. LITERATURA

- Energetski zakon (EZ-1) (2014). Ur. l. RS, št. 44/11 in 17/14 – EZ-1;
- Letno poročilo EG 2017 (2018);

- Lastni zapiski, slike - pridobljeni na terenu (b.l.).
- Šmon, I. (2018) *Sodobnim izzivom se bomo prilagodili hitro in učinkovito*. Elgo 3, str. 3; str. 9. Elektro Gorenjska d.d.

Spletne strani

- 13. Konferenca slovenskih elektroenergetikov CIGE-CIRED (2017). Razširitev aktivnosti reševanja problemov PLC komunikacije Elektro Maribor na območne enote, pri odpravljanju prevodnih motenj v frekvenčnem območju pod 150kHz. Pridobljeno 31.10.2018 z naslova https://www.cigre-cired.si/wp-content/uploads/2018/05/2-02_2409.pdf.
- Agencija za energijo (b.l.). Pridobljeno 31. 10. 2018 z naslova <https://www.agen-rs.si>.
<https://www.agen-rs.si/izvajalci/elektrika/distribucijsko-omrezje>.
- Arkossa (b.l.). *Spektralni analizator*. Pridobljeno 31. 10. 2018 z naslova https://www.cigre-cired.si/wp-content/uploads/2018/05/2-02_2409.pdf,
https://www.arkossa.com/descargas/catalogos/noise_en.pdf,
https://www.arkossa.com/descargas/catalogos/Workforce_en.pdf,
https://www.arkossa.com/descargas/catalogos/FiltrosPremo_en.pdf.
- BRS (b.l.). *Filtri*. Pridobljeno 31. 10. 2018 z naslova <http://www.brs.si/how-plc-BandStopFilter-works.html>.
- Eles (b.l.). *Elektroenergetski sistem in naprave povzane z EE*. Pridobljeno 31. 10. 2018 z naslova <https://www.eles.si/elektroenergetski-sistem>,
<https://www.eles.si/elementi-prenosnega-omrezja>.
https://www.eles.si/Portals/0/Studije/Priprava_GIS_Podatkov_RTP_ELES.pdf.
- Elektroinštitut Milan Vidmar (2017). *Študija št. 2343 – Priprava GIS podatkov o območjih napajanja iz prenosnih in distribucijskih RTP v Sloveniji*. Pridobljeno 31.10.2018 z naslova https://www.eles.si/Portals/0/Studije/Priprava_GIS_Podatkov_RTP_ELES.pdf.
- Energetski zakonik EZ-1 (2014). Pridobljeno 31. 10. 2018 z naslova <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2014-01-0538?sop=2014-01-0538> Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje elektirične energije (09.05.2011). Pridobljeno 31. 10. 2018 z naslova <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=NAVO1023>.
- Google zemljevidi (20013). *Slika TP Tuga Vidmarja*. Pridobljeno 31.10.2018 z naslova https://www.google.si/maps/@46.2392712,14.3646983,3a,75y,318.88h,88.4t/data=!3m6!1e1!3m4!1sstJxl4R7J8awvrQ1_u_EVQ!2e0!7i13312!8i6656.
- Iskra (b.l.). *Merilni center*. Pridobljeno 31.10.2018 z naslova <https://www.iskra.si/sl/Merilni-centri/Merilni-centri-MC-7x0/>.
- Inštitut za neionizirana sevanja (b.l.) *Slika daljnovoda*. Pridobljeno 31. 10. 2018 z naslova <http://www.inis.si/index.php?id=351#.W6ZyMigzbIU>.
- Lobski, A. (2015). *PLC communication and application*. JAMK University of Applied Sciences. Pridobljeno 31.10.2018 z naslova https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/103331/Lobski_Artturi.pdf?sequence=1.
- Miklavčič, S. (b.l.). Amm System General information. Iskraemeco d.d. Pridobljeno na naslovu http://www.mee.hu/files/images/5/III_1_StanislavM.pdf.

- Paladin, J. (2011). *Trafo postaja predmet spotike*. Gorenjski Glas. Pridobljeno 31. 10. 2018 z naslova <http://arhiv.gorenjskiglas.si/article/20110428/C/304289995>.
- SERŠ Maribor (1998). *Osciloskop*. Pridobljeno 31. 10. 2018 z naslova <http://www.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/ewb/skop.html>.
- SIST EN 50065-1:2011 (2011). *Nizkonapetostne in komunikacijske električne inštalacije*. Pridobljeno 31. 10. 2018 z naslova <http://ecommerce.sist.si/catalog/project.aspx?id=69ebbf18-b5da-4528-9678-bce2fbdfaf7b>.
- Sodo (b.l.). Pridobljeno 31.10.2018 z naslova <https://www.sodo.si/>.
- Uredba o koncesiji gospodarske javne službe dejavnosti systemskega operaterja distribucijskega omrežja električne energije (Uradni list RS, št. 39/07 in 17/14 – EZ-1). Pridobljeno 31. 10. 2018 z naslova <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED4434#>.
- Wikipedija (2009). *Slika Zgornja Lipnica*. Pridobljeno 31.10.2018 z naslova https://sl.wikipedia.org/wiki/Zgornja_Lipnica#/media/File:Lipnica.jpg.
- Tunković, T. (2016). *Testiranje PLC komunikacije i analiza QoS parametara*. Pridobljeno 31.10.2018 z naslova <https://zir.nsk.hr/islandora/object/etfos%3A1056/datastream/PDF/view>.