

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

Kęstutis Anglickas

**ELEKTROS KOKYBĖS IR DARBO SĄLYGŲ PRAMONĖS
ĮMONĖJE TYRIMAS**

Magistro darbas

Vadovas

doc.dr. E. V. Nevardauskas

ŠIAULIAI, 2008

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

doc. dr. T. Šimkevičius

2008 06

**ELEKTROS KOKYBĖS IR DARBO SĄLYGŲ PRAMONĖS
ĮMONĖJE TYRIMAS**

Magistro darbas

Vadovas

doc.dr. E. V. Nevardauskas

2008 06

Atliko

EM-6 gr. stud.

Recenzentas

K. Anglickas

doc. L. Buivis

2008 06

2008 06

ŠIAULIAI, 2008

Anglickas K. The electric energy is the main rate influencing the activity of the company: Master thesis of electrical engineer/research advisor Assoc. Dr. E. V. Nevardauskas; Šiauliai University, Technological Faculty, Electrical Engineering Department. – Šiauliai, 2008.

SUMMARY

The theme of master work is actual because quality of electric energy is the main rate influencing the activity of the company and the quality of its work conditions.

Standard LST EN 50160 at this moment is the essential document which describes the main characteristics of voltage and to keep to them electric energy could be called qualitative.

Voltage characteristics were measured at the company in the system of low voltage using the device which helps to fix the main electric energy characteristics that is frequency, size of voltage, blinking, downfalls, intermissions, dissymmetric, harmonic voltage.

Done measurements show that there are enlarged harmonic levels, especially of the third, fifth, seventh and eleventh harmonics.

It is recommendable in the system of the company to perform periodically electric energy quality tests. The survey shows, that high THD worsens the activity of the company, increases losses of the energy, exacerbates work conditions in the company. On purpose to avoid increased levels of harmonics it is recommended to mount filters of harmonics.

REZIUOMĖ

Naujas LST EN 50160 standartas skatina vartotojus domėtis elektros energijos kokybe. Įtampos charakteristikų matavimai buvo atliekami mažos galios įmonės tinkluose: įmonės gamybos bare ir automatizuotoje garo gamybos katilinėje. Šiuose objektuose gausu naujos valdymo įrangos, daugiau kaip 30% galingumo sudaro netiesinės apkrovos, sukeltos puslaidininkinių prietaisų. Matavimai buvo atliekami su energijos kokybei skirtu matuoti prietaisu MEMOBOX. Buvo išmatuotos sekančios elektros energijos kokybės charakteristikos: dažnis, įtampos kitimo vertės, įtampos mirgėjimo aštrumas, tiekiamos įtampos pertrūkiai, viršįtampiai, nesimetrija, harmoninės įtampos.

Atlikti matavimai rodo, kad standarto LST EN 50160 įtampos charakteristikų nustatytos vertės yra realios, ir dėl jų nesilaikymo dažniausiai kaltas pats vartotojas. Viršytos mirgėjimo aštrumo vertės yra sukkeliamos pačių vartotojų. Harmoninių įtampų vertės mažos galios vartotojų tinkluose yra pakankamai aukštos. Vyraujančios harmonikos - 3, 5, 7 ir 9 eilės. Harmoninių įtampų matavimai įmonės gamybos bare įrodė duomenys rodo, kad įmonėje netiesinių iškreipimų faktorius NIF nesiekia 2% , nežiūrint į aukštą netiesinių apkrovų lygį. Matavimai garo katilinėje parodė, kad ne visada netiesinių iškreipimų faktorius NIF gali parodyti tikrąjį netiesinių iškraipymų lygį, todėl vykdant svarbius matavimus reikia peržiūrėti visas harmoninių dedamųjų vertes ir įsitikinti ar jos neviršija leistino lygio. Ekonominiai skaičiavimai rodo, kad aukštas harmoninių iškreipimų lygis žymiai padidina energijos nuostolius pas vartotoją, todėl jas skleidžiantys vartotojai turės imtis priemonių jų ribojimui, kad nedarytų žalos kitiems vartotojams ir sumažintų savo nuostolius. Harmoninių įtampos filtrų naudojimas gali tapti efektyvia, ekonomiškai pagrįsta priemone, žymiai sumažinanti harmoninių įtampų daromą poveikį.

Turinys

Turinys	4
Lentelių sąrašas	6
Paveikslų sąrašas	7
Ižanga	8
1. Bendrieji reikalavimai	11
Pagrindinės įtampų charakteristikų vertės	11
Staigieji įtampos pokyčiai	13
Elektros tinklo modelis	19
Tyrimo problemos ir esmė	20
Įtampos kokybę apibūdinančių charakteristikų ir standartų apžvalga	21
Matavimų metodų standartai	28
1.7 Matavimo prietaiso parodymų patikimumas	29
2. Elektros energijos kokybės matavimų rezultatai mažos galios vartotojų tinkluose	33
Matavimo priemonės	33
Apibendrintos matavimų vertės	33
3. Išvados	48
4. Literatūros sąrašas	49
5. Priedai	50

Priedai

1. Priedas. Standartizacijos organizacijos	50
2. Priedas. Elektros tinklo atšakos kokybės matavimai naudojant tinklo analizatorių „ANALYST-3Q“	53

Lentelių sąrašas

1. Iki 25 eilės harmoninių įtampų vertės tiekimo taškuose U_n procentais	18
2. Vidutinis dažnis mažos galios vartotojų tinkle	36
3. Įtampos reikšmės vartotojų tinkluose	37
4. Ilgalaikis mirgėjimo aštrumas vartotojų tinkluose	39
5. Tiekiamos įtampos nesimetrija vartotojų tinkluose	42
6. Įtampos harmonikos įmonės tinkluose	44
7. Netiesinių iškreipčių faktoriaus vertės įmonės tinkluose	44

Paveikslų sąrašas

1.2.1 pav. Žemosios įtampos skirstomaisiais tinklais perduodamų signalizavimo dažnių įtampų lygiai U_n procentais	19
1.3.1 pav. Supaprastintas elektros tinklo modelis	20
1.3.2 pav. Įmonės tinklo ir įrenginių apkrovos sąveika	21
1.5.1 pav. Dažnio nukrypimas	24
1.5.2 pav. Įtampos kitimas	25
1.5.3 pav. Įtampos kritis	25
1.5.4 pav. Harmonikų iškreipta įtampa	26
1.7.1 pav. Srovės bangos forma tiesinėje apkrovoje	30
1.7.2 pav. Srovės bangos forma tiesinėje apkrovoje	31
1.7.3 pav. Vidurkių atitinkančio bei tikrojo kvadratinio vidurkio matavimo prietaisų palyginimas.....	31
1.7.4 pav. Matuokliai, naudojantys vidurkių atitinkantį AC matavimo metodą, matuoja išlyginto signalo vidurkį, o tada padaugina iš tam tikro rodiklio, kad pateiktų RMS.....	32
1.7.5 pav. Skirtingų srovės bangų formų koeficientai	33
1.7.6 pav. Personalinio kompiuterio srovės bangų forma	33
2.1 pav. Įtampos kokybės charakteristikų suvestinė įmonės gamybos bare	35
2.2 pav. Įtampos kokybės charakteristikų suvestinė garo katilinėje	35
2.3 pav. Tinklo dažnio kitimas garo katilinėje	36
2.4 pav. Įtampos kitimas gamybos bare	38
2.5 pav. Įtampos kitimas garo katilinėje	38
4.6 pav. Mirgėjimo aštrumas gamybos bare.....	40
4.7 pav. Mirgėjimo aštrumas garo katilinėje	41
2.8 pav. Įtampos nesimetrija gamybos bare	43
2.9 pav. Įtampos nesimetrija garo katilinėje	43
2.10 pav. Harmoninės įtampos gamybos bare	45
2.11 pav. Harmoninės įtampos garo katilinėje	45
2.12 pav. Vartotojų A ir B harmoninės sudėties palyginimas	46
2.13 pav. 3 harmonikos lygis garo katilinėje	47

Ižanga

Šiuolaikines įmonės yra labai priklausomos nuo kokybiškos elektros energijos ir nenutrūkstamo jos tiekimo. Elektros energija - tai ypatingai lanksti ir lengvai pritaikoma energijos rūšis. Ji paverčiama ir vartojama įvairiomis energijos formomis: šilumos, šviesos, mechanine energija ir įvairiomis elektromagnetinėmis, elektroninėmis, akustinėmis ir vizualiomis formomis, sudarančiomis šiuolaikinių telekomunikacijų, informacijos technologijų ir t.t. pagrindą. Taigi, kad visos šios sistemos ir įrenginiai galėtų užtikrintai ir nenutrūkstamai veikti, kad būtų užtikrintos tinkamos darbo sąlygos, elektros energija turi atitikti kokybinius reikalavimus.

Lietuvoje, vyksta elektros energijos tinklų restruktūrizacija, todėl atsiranda kokybiškai nauji santykiai tarp gamintojo ir tiekėjo (pardavėjo), tiekėjo ir vartotojo (pirkėjo). Energijos kainą turi apspręsti jos kokybė, o sutartyje numatytų punktų nesilaikymas, įgalina abi puses reikalauti patirtos žalos atlyginimo. Tai yra abipusis ryšys, kadangi kai kurios elektros kokybės charakteristikos labiau priklauso nuo jos vartotojo negu nuo gamintojo ar tiekėjo. Todėl, siekiant išlaikyti reikiamą elektros kokybę, vartotojas kartu su tiekėju yra pagrindiniai partneriai.

Elektros kokybė yra visuma parametrų apibrėžiančių suderinamumą tarp vartotojų, pramonės įmonių įrangos ir elektros tinklo. Nustatant elektros kokybę atliekami tam tikrų kokybinių parametrų matavimai ir gauti rezultatai lyginami su galiojančiais standartais.

Susidomėjimas elektros kokybiniais parametrais gali būti paaiškinamas tam tikromis priežastimis, kaip:

Elektros energija perkama kaip produktas, todėl kaip ir kiekvienai perkamai produkcijai turi būti užtikrinama nustatyta kokybė.

Šiuolaikiški įrengimai tampa vis labiau priklausomi nuo elektros kokybės. Tai pramonės įmonėse ypatingai sparčiai plėtojami puslaidininkių pagrindu sukurta įvairiausios paskirties įranga. Tai kompiuterinės sistemos, elektronika valdomi įrenginiai turintys galios elektronikos ir t.t. Šis reiškinys turi dvejopą efektą: vieni įrenginiai turi padidintą trukdantį poveikį, o kiti įrenginiai ypač jautrūs tokiems trukdžiams.

Staigūs įtampos kryčiai ir trūkiai galintys sukelti pramonės įmonei brangiai kainuojančius padarinius. Pramonės įmonės turi labai griežtus reikalavimus elektros kokybei, o ypač jos nenutrūkstumui.

Kai kuriais atvejais nesikišimas į elektros rinkos valdymą duoda neigiamų rezultatų, kaip mažėjanti investicijų kiekis į elektros tinklų priežiūrą, tai palaispniui mažina elektros kokybę.

Tinklai yra suinteresuoti reguliariai tikrinti kokybinius parametrus. Šie parametrai duoda vertingos informacijos apie esamą tinklo būvį.

Pastaraisiais metais Lietuvoje atsirado daug sričių, kur būtina užtikrinti aukštus elektros energijos kokybės parametrų reikalavimus.

Elektros energijos kokybės nukrypimai nuo normų, gali įtakoti atsakingos įrangos (pvz.: medicinos, bankų, įmonių) darbui, patiriant žymius nuostolius.

Dėl energijos srauto į įmonės prietaisus susidaro elektros srovės, kurios yra mažiau ar daugiau proporcingos įmonės poreikiams. Kai šios srovės teka per įmonės elektros tinklo laidininkus, jos sukelia įtampos kritimus. Individualiam įrenginiui tiekiamos įtampos dydis bet kuriuo momentu yra įtampos kritimų, veikiančių visus tiekimo sistemos komponentus, sumos funkcija. Šį dydį apibūdina ir individualus įrenginių energijos poreikis ir tuo pačiu metu egzistuojantys visų kitų įrenginių poreikiai. Kadangi kiekvieno įrenginio poreikiai keičiasi, atsiranda kelių įrenginių poreikių atsitiktiniai deriniai, veikiantys taip, kad tiekiamoji įtampa įmonėje irgi kinta.

Dar yra keletas kitų charakteristikų, bloginančių darbo sąlygas įmonėje arba gadinančių įmonės įrenginių darbą ar net veikiančią patį įrenginį. Tokias trukdančias savybes pačiame įmonės tinkle sukelia neišvengiami pereinamieji vyksmai, kilę dėl avarijų, įrenginių perjungimo arba dėl atmosferos reiškinių (žaibo). Kitos savybės, žinoma, atsiranda dėl įvairaus elektros naudojimo, tiesiogiai keičiančio tobulą įtampos kreivės formą arba papildomai pridodant perduodamą signalizavimo įtampą. Greta didėjančio skaičiaus trukdančių poveikį turinčios šiuolaikinės įrangos, auga ir jautrios tokiems trikdžiams įrangos skaičius.

Norint minimizuoti patiriamus sutrikimus pramonės įmonėse būtina įvertinti dabar esančią situaciją, atlikti analizę, įvertinti patiriamus nuostolius ir numatyti efektyvias priemones elektros energijos kokybės užtikrinimui.

Klausimų susijusių su elektros kokybe sprendimas intensyviai vystomas. Lietuvoje priimtas LST EN 61000-4-30:2004 standartas remiantis EN 61000-4-30:2003 standartu. Šis standartas apibrėžia elektrinio maitinimo kokybės charakteristikų bandymų ir matavimo metodus. Jame yra nurodoma kaip apskaičiuoti specifinius kokybės parametrus turint išmatuotas įtampos kreives. Šiame standarte nurodomas matavimų prietaisų tikslumas.

Didelės galios vartotojai pastoviai atlieka pagrindinių parametrų monitoringą, ko negalima pasakyti apie vidutinius ir mažos galios vartotojus. Šio darbo tikslas buvo išmatuoti ir išanalizuoti pagrindinius elektros energijos kokybės parametrus, mažos galios vartotojų tinkluose kreipiant dėmesį į įtampos harmoninę taršą ir dėl jos atsirandančius nuostolius. Naujai atsiradę ir sparčiai

diejami elektros aparatai pasižymi, aukštesniųjų harmonikų skleidimu į tinklą, todėl aukštesniosios įtampos harmonikos gali tapti aktualiu kokybės parametru, jei ne dabar tai artimiausiu laiku.

Kaip matome elektros kokybė šiuo metu yra labai aktualus klausimas.

1. Bendrieji reikalavimai

1.1 Pagrindinės įtampų charakteristikų vertės

2001m. vasario mėnesį patvirtintas standartas LST EN 50160 “Bendrujų skirstomųjų elektros tinklų įtampos charakteristikos”. Šis standartas yra lietuviškoji Europos elektrotechnikos standartizacijos komiteto technikos biuro *Fizinės elektros energijos charakteristikos* (CENELEC BBTF 68-6) parengto Europos standarto EN 500160:1999 *Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems (Bendrų skirstomųjų elektros tinklų įtampos charakteristikos)*, kurį Lietuvos standartizacijos departamentas (LST TK 45 *Elektros energetika*) priėmė Lietuvos standartu, versija.

Standartas šiuo metu yra pagrindinis dokumentas, kuris apibūdina pagrindines įtampos charakteristikas, kurių laikantis elektros energiją galima vadinti kokybiška.

Visas LST EN 50160 standartas [1] aprašo žemosios ir vidutinės tiekiamosios įtampos charakteristikas. Visi matavimai buvo atliekami tik žemojoje įtampos pusėje, todėl peržvelgsime tik žemosios tiekiamosios įtampos charakteristikų leidžiamas vertes.

Standartas nustato ir apibūdina šias tiekiamosios įtampos charakteristikas:

- dažnį;
- dydį;
- kreivės formą;
- trifazės įtampos asimetriją.

1.1.1 Tinklo dažnis

Vardinis tiekiamosios įtampos dažnis turi būti 50 Hz. Normaliomis veikimo sąlygomis vidutinis pagrindinės harmonikos dažnis per 10 s turi būti:

- sinchroniškai su jungtine sistema sujungtų sistemų:

$50 \text{ Hz} \pm 1 \%$ (t.y. 49,5 ... 50,5 Hz) 99,5 % per metus,

$50 \text{ Hz} + 4 \% / -6 \%$ (t.y. 47 ... 52 Hz) 100 % visą laiką;

- su jungtine sistema sinchroniškai nesujungtų sistemų (pvz., kai kurios salų tiekimo sistemos)

50 Hz \pm 2 %	(t.y. 49 ... 51 Hz)	95 % per savaitę,
50 Hz \pm 15 %	(t.y. 42,5 ... 57,5 Hz)	100 % visą laiką.

1.1.2 Tiekiamosios įtampos vertė

Standartinė vardinė žemoji įtampa U_n yra:

- keturlaidėje trijų fazių sistemoje:

$U_n=230$ V tarp fazės ir neutralės,

- trilaidėje trijų fazių sistemoje:

$U_n= 230$ V tarp fazių.

1 PASTABA Pagal HD 472 S1 iki 2003 m. vardinė įtampa nebūtinai gali būti 230 V.

2 PASTABA Žemosios įtampos tinkluose sutartinė ir vardinė įtampos vienodos.

1.1.3. Tiekiamosios įtampos kitimas

Normaliomis veikimo, išskyrus pažaidų ar įtampos pertrūkių būsenas, sąlygomis:

- kiekvienos savaitės visų 10 min. trukmės intervalų tiekiamosios įtampos vidutinių kvadratinių verčių 95 % vidurkių turi būti $U_n \pm 10$ % srities ribose;

1 PASTABA Pagal HD 472 S1 iki 2003 m. įtampos ribų sritis gali skirtis nuo standartinės vertės.

- visi 10 min. trukmės intervalų tiekiamosios įtampos vidutinių kvadratinių verčių vidurkiai turi būti $U_N + 10$ % / -15 % srities ribose.

2 PASTABA Kai elektra tiekama į tolimas vietas ilgomis linijomis, įtampa gali viršyti $U_n + 10$ % / -15 % srities ribas. Vartotojai apie tai turi būti informuoti.

1.2 Staigieji įtampos pokyčiai

1.2.1 Staigiųjų įtampos pokyčių dydis

Staigiųjų tiekiamosios įtampos pokyčių įprastinė priežastis yra arba apkrovų pokyčiai vartotojų įrenginiuose arba tinklo perjungimai.

Normaliomis veikimo sąlygomis staigieji įtampos pokyčiai paprastai neviršija 5 % U_n , tačiau keletą kartų per dieną, tam tikrais atvejais gali viršyti 10 % U_n .

PASTABA Įtampos pokytis, kai įtampa tampa mažesnė nei 90 % U_n , vadinamas staigiuoju įtampos kryčiu (žr.2.5).

1.2.2 Mirgėjimo aštrumas

Normaliomis veikimo sąlygomis 95 % savaitės trukmės ilgalaikio mirgėjimo aštrumas, atsiradęs dėl įtampos svyravimų, turi būti $P_{lt} \leq 1$.

Ilgalaikis aštrumas P_{lt} apskaičiuojamas imant 12 sekančių viena paskui kitą P_{sti} verčių per dvejų valandų trukmės intervalą pagal tokią išraišką:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}^3}{12}} ; \quad (1.1.)$$

čia: P_{st} – trumpalaikis mirgėjimo aštrumas.

PASTABA Reakcija į mirgėjimą yra subjektyvi ir skiriasi priklausomai nuo mirgėjimo atsiradimo priežasties bei trukmės. Kai kuriais atvejais, kai $P_{lt} = 1$, gali prasidėti akių dirginimas, tuo tarpu kitais atvejais, net jei P_{lt} didesnis, dirginimo nebūna.

1.2.3 Staigieji įtampos kryčiai

Staigiuosius įtampos kryčius paprastai sukelia pažaidos, atsirandančios vartotojo įrenginiuose arba bendrame skirstomajame tinkle. Kryčiai nenuspėjami, dažnai įvyksta staiga. Per metus kryčių pasikartojimo skaičius gali labai skirtis, tai priklauso nuo skirstomojo tinklo rūšies ir stebėjimo taško. Dar daugiau, jų pasiskirstymas per metus gali būti labai netolygus.

Orientacinės vertės

Normaliomis veikimo sąlygomis tikėtinų įtampos kryčių skaičius per metus gali būti nuo kelių dešimčių iki vieno tūkstančio. Daugumos įtampos kryčių trukmė mažesnė nei 1 s ir vertė mažesnė nei 60 %. Tačiau kartais gali atsirasti didesnių ir ilgesnių kryčių. Kai kuriose vietose, jungiant apkrovas, galimi dažni kryčiai nuo 10 % iki 15 % U_n .

1.2.4 Trumpieji tiekiamosios įtampos pertrūkiai

Orientacinės vertės

Normaliomis veikimo sąlygomis trumpųjų įtampos pertrūkių skaičius svyruoja nuo kelių dešimčių iki kelių šimtų per metus. Maždaug 70 % trumpųjų pertrūkių trukmė gali būti mažesnė kaip viena sekundė.

PASTABA Kai kuriuose dokumentuose trumpaisiais vadinami mažiau nei vieną sekundę trunkantys įtampos pertrūkiai. Tačiau kartais, siekiant išvengti ilgųjų įtampos pertrūkių, taikomos valdymo schemas, kurių veikos trukmės viršija tris minutes.

1.2.5 Ilgieji tiekiamosios įtampos pertrūkiai

Avarinius pertrūkius paprastai sukelia išoriniai veiksniai arba įvykiai, kurių tiekėjas negali numatyti, todėl neįmanoma nustatyti tipinių metinio pasikartojimų skaičiaus ir trukmės verčių. Taip yra dėl įvairiose šalyse esančių skirtingų tinklų konfigūracijų bei struktūrų, dėl nenuspėjamų trečiųjų šalių ir oro sąlygų poveikių bei reiškinių.

Orientacinės vertės

Normaliomis veikimo sąlygomis ilgesnių nei trys minutės įtampos pertrūkių skaičius gali būti iki 10 arba iki 50 per metus, priklausomai nuo regiono.

Orientacinės vertės neapima **planinių pertrūkių**, kadangi apie juos pranešama iš anksto.

1.2.6 Laikinieji pramoninio dažnio viršįtampiai tarp laidininkų ir žemės

Laikinieji pramoninio dažnio viršįtampiai atsiranda dėl pažaidų bendruose skirstomuosiuose tinkluose arba vartotojo įrenginiuose ir išnyksta pašalinus pažaidą. Paprastai viršįtampis pasiekia linijinės įtampos vertę pasislinkus neutralės taškui trifazėje sistemoje.

Orientacinės vertės

Tam tikromis aplinkybėmis dėl pažaidų transformatoriaus aukštosios įtampos pusėje susidaro laikinieji viršįtampiai žemosios įtampos pusėje ir tęsiasi tol, kol teka pažaidos srovė. Tokių viršįtampių vidutinė kvadratinė vertė paprastai neviršija 1,5 kV.

1.2.7 Pereinamieji viršįtampiai tarp laidininkų ir žemės

Pereinamųjų viršįtampių amplitudės smailė paprastai neviršija 6 kV, tačiau kartais gali būti ir didesnė. Impulso kilimo trukmė keičiasi plačiame intervale nuo milisekundžių iki mažiau nei vienos mikrosekundės.

PASTABA Pereinamojo viršįtampio energija priklauso nuo jo atsiradimo kilmės. Žaibo sukeltas viršįtampis paprastai būna didesnės amplitudės bet mažesnės energijos nei komutacinis viršįtampis, nes pastarasis paprastai trunka ilgiau. Vartotojo įrenginiuose apsaugos nuo viršįtampių priemonės turi būti parinktos taip, kad atitiktų didesnės energijos komutacinių viršįtampių reikalavimus. Jos turi tikti ir žaibo ir komutaciniams viršįtampiems.

1.2.8 Tiekiamosios įtampos nesimetrija

Normaliomis veikimo sąlygomis kiekvienos savaitės visų 10 min. trukmės intervalų atvirkštinės fazių sekos sando vidutinių kvadratinių verčių 95 % vidurkių turi būti nuo 0 iki 2 % tiesioginės fazių sekos sando vertės srityje. Kai kuriose vietose, kur vartotojo įrenginiai yra iš dalies vienfaziai arba dvifaziai, trifazė įtampos nesimetrija elektros tiekimo taškuose gali pasiekti apie 3 %.

PASTABA Šiame standarte pateikiamos tik atvirkštinės sekos sando vertės, kadangi būtent šis sandas turi įtakos prijungtiems prie tinklo prietaisams.

1.2.9 Harmoninė įtampa

Normaliomis veikimo sąlygomis kiekvienos savaitės visų 10 min. trukmės intervalų kiekvienos harmonikos vidutinių kvadratinių verčių 95 % vidurkių turi neviršyti 2.1 lentelėje nurodytų verčių. Rezonansas gali padidinti atskiras harmonines įtampas.

Vis tik tiekiamosios įtampos netiesinis iškreipimų faktorius (NIF, angl. THD) turi būti mažesnis arba lygus 8 % (įskaitant visas harmonikas iki 40 eilės).

Netiesinių iškreipimų faktorius NIF apskaičiuojamas pagal tokią išraišką:

$$NIF = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} U_h^2} ; \quad (1.2.)$$

čia: U_h – h-tosios eilės harmonikos įtampa.

PASTABA 40 eilės harmonika yra sutartinė riba.

1.2.10 Neharmoninė įtampa

Neharmoninių įtampų lygis auga naudojant dažnio keitiklius bei panašius valdymo įrenginius. Jų lygiai dar svarstomi, laukiant didesnės patirties.

Tam tikrais atvejais neharmoninės įtampos, net jei jos yra žemo lygio, gali sukelti mirgėjimą arba sutrikdyti valdymo sistemas.

1.1 lentelė

Iki 25 eilės harmoninių įtampų vertės tiekimo taškuose U_n procentais

Nelyginės harmonikos				Lyginės harmonikos	
Nekartotinės 3		Kartotinės 3			
Eilė h	Santykinė įtampa, %	Eilė h	Santykinė įtampa, %	Eilė h	Santykinė įtampa, %
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,5	6...24	0,5
13	3	21	0,5		
17	2				
23	1,5				
25	1,5				

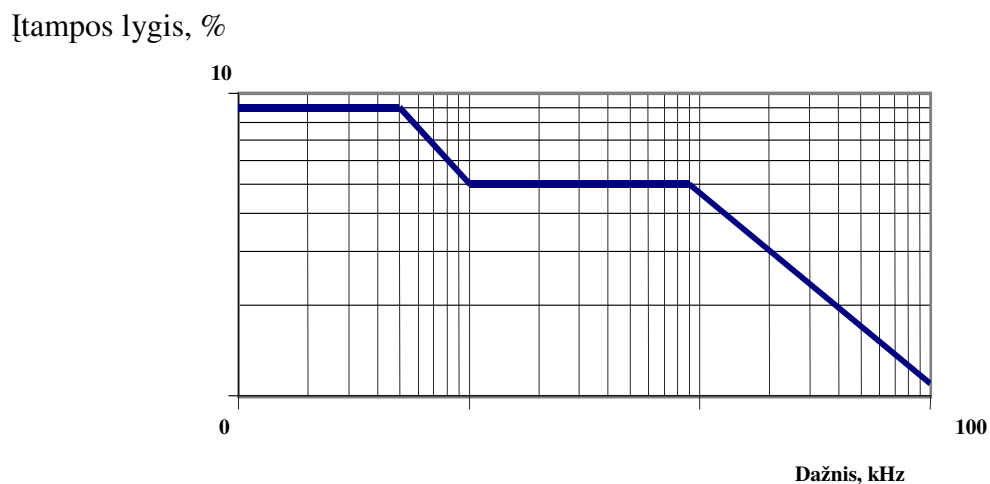
PASTABA Čia nepateikiamos aukštesnių nei 25 eilės harmoninių įtampų vertės, nes jos paprastai būna mažos ir dėl rezonanso reiškinio sunkiai skaičiuojamos.

1.2.11 Elektros tinklo signalizavimo įtampa

Kai kuriose šalyse elektros tiekėjas bendrą skirstomąjį tinklą gali naudoti signalams perduoti. Paros visų 3 s trukmės intervalų signalų įtampų daugiau nei 99 % vidurkių turi būti lygūs arba neviršyti 1 paveiksle nurodytų verčių.

PASTABA Elektros tinklais perduodami 95 kHz - 148,5 kHz dažnio signalai gali būti naudojami vartotojo įrenginiuose. Nors signalus tarp vartotojų perduoti bendruoju tinklu neleistina,

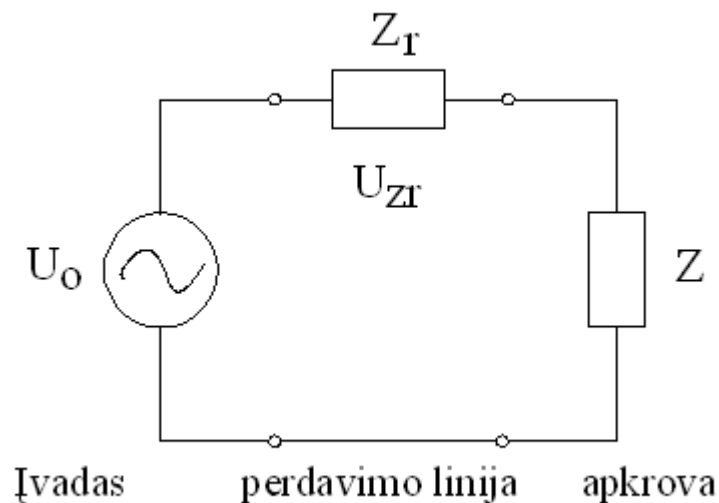
reikia įvertinti tokių dažnių iki 1,4 V vidutinės kvadratinės vertės įtampą bendruose skirstomuosiuose tinkluose. Kadangi galima kaimyninių signalų perdavimo įrenginių savitarpio įtaka, vartotojui gali tekti naudoti apsaugines priemones arba šiai įtakai atsparias sistemas.



1.2.1 pav. Žemosios įtampos skirstomaisiais tinklais perduodamų signalizavimo dažnių įtampų lygiai U_n procentais

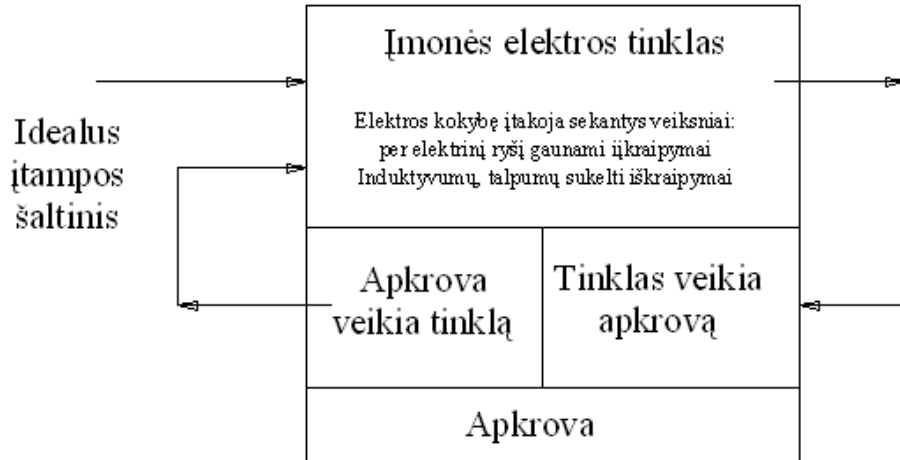
1.3 Elektros tinklo modelis

Tyrinėjant įtampos kokybę įmonėje naudojamas tinklo modelis pavaizduotas 1.1 paveiksle. Pagrindinė elektros tinklo struktūra: visada egzistuoja įtampos šaltinis (įvadinė spinta), perdavimo linija (kabeliai, laidai ir t.t.) ir apkrova (įrengimai). Elektros kokybės mažėjimas vyksta dėl įrenginių apkrovos ir daro poveikį kitoms apkrovoms. Kitaip sakant galingas tinklas mažiau jautrus nei silpnas tinklas, blogai kokybei



1.3.1 pav. Supaprastintas elektros tinklo modelis

Priimame, kad įtampos generatorius palaiko pastovią įtampą U_G nepriklausomai nuo tekančios srovės; Taip pat priimkime, kad šaltinio vidinė varža Z_T tiesinė ir nekintanti. Kai įjungiamą apkrova turinti varžą Z_L grandine teka srovė I . Jei apkrovos varža yra netiesinė tai ir tekanti srovė būna iškraipyta, dėl to gaunamas netiesinis įtampos kritimas U_{ZT} ant varžos Z_T . Jei įtampos iškraipymas yra gana didelis tai bus paveiktos ir kitos apkrovos esančios įmonės tinkle. Sąveiką tarp apkrovos ir likusios tinklo dalies galima apibūdinti ir tokiu būdu kaip 1.2 paveiksle. Kaip matome iš šio paveikslo iškraipymų lygis priklauso ne tik nuo apkrovų, bet ir pačios apkrovos yra veikiamos tų iškraipymų.



1.3.2 pav. Įmonės tinklo ir įrenginių apkrovos sąveika

1.4 Tyrimo problemos ir esmė

1.3.4 Problemos

Problema su kuria susiduriama kaip techniškai ir efektyviai įvertinti nuostolius patiriamus dėl įtampos kokybės jos įtaką darbo sąlygom įmonėje. Siekiant šio tikslo reikia žinoti pagrindinius kokybinius parametrus, juos atitinkančius standartus, gerai parinkti skaičiavimo metodika, tinkamai parinkti matavimams tinkančius prietaisus. Vertinant įtampos kokybę reikia žinoti, kokių charakteristikų įtampa skaitoma geros kokybės, o kokia jau neatitinka kokybės reikalavimų. Šią ribą apibendrina EN 50160 [1] Europos standartas. Žinant charakteristikas atliekami tyrimai ir matavimai. Toliau sudaroma įvertinimo metodika. Turint matavimus ir metodiką atliekamas įvertinimas.

Šiame darbe apžvelgsime visus kokybinius parametrus ir jų įtaką darbo sąlygom įmonėje.

1.2.4 Tyrimo eiga

1. Kokybės parametru matavimai įmonėje.
2. Dėl harmoninių iškraipymų patiriamų nuostolių vertinimo metodikos apžvalga.

3. Patiriamų nuostolių skaičiavimas.
4. Nuostolių mažinimo būdai.
5. Tyrimo išvados

1.5 Įtampos kokybę apibūdinančių charakteristikų ir standartų apžvalga

Norint gerai įvertinti elektros kokybę, reikia žinoti tai siejančią terminologiją ir standartus. Elektros kokybę apibūdinama skirtingai. Specialistai kurie dirba su komutacija, nustatinėja apsaugas, kokybę apibūdina kaip tiekimo patikimumą, o tie kurie dirba elektros įrangos projektavime, gamyboje kokybę sieja su kai kuriomis įtampos charakteristikomis. Taigi akivaizdu, kad egzistuoja keletas požiūrių.

Viena iš galimybių elektros kokybę vertinti atsižvelgiant į LST EN 61000 standartų grupę, t.y. pagal EMS (elektromagnetinį suderinamumą). Elektromagnetinis suderinamumas yra įrangos gebėjimas normaliai veikti elektromagnetinėje aplinkoje neskleidžiant trikdžių į tą patį tinklą. Pareiškiant, kad bet koks įrenginys įmonės tinkle neturi trikdyti ar gadinti kitų įrenginių ir atvirkščiai. Šis požiūris nenusako kaip kokybė turėtų būti matuojama.

Kitas elektros kokybės apibūdinimas įmonėje galėtų būti toks, kad kokybė yra apibūdinimas kuris nusako tarpusavyje elektriškai susijusių įrenginių, sistemų poveikį šio poveikio dydis gali būti randamas išmatavus įtampą ir srovę. Pagal šį požiūrį terminas kaip elektros kokybė būtų: bet koks iškreipimas yra iššaukiamas įtampos, srovės, arba dažnio svyravimų, kurie sukelia įmonės įrangos gedimus, sutrikimus ir pablogina įmonės darbo sąlygas. Šis apibūdinimas yra pakankamas kadangi remiamasi įtampa, srove ir dažniu. Iš šių dydžių gali būti suskaičiuoti dauguma kokybinių parametrų. Bet tinkamo vienodo ir visiems priimtino kokybės apibrėžimo nėra.

Pagrindiniai standartai susiję su elektros kokybe būtų šie:

- Skirstomųjų elektros tinklų įtampos charakteristikos LST EN 50160
- Techninės išvados CLC/TR 50422 [2]. Europos standarto EN 50160 paaiškinimas,
- Bandymų ir elektrinio maitinimo kokybės charakteristikų matavimo metodai LST EN
- Ribinės spinduliavimo vertės. Ribinės harmoninių srovių spinduliuojamos energijos vertės LST EN 61000-3-2 [4]

- Bendrasis elektros tiekimo sistemų ir prie jų prijungtų įrenginių harmonikų ir tarpinių harmonikų matavimo ir aparatūros vadovas LST EN 61000-4-7 [5]
- Mirgėjimo matuoklis. Funkcijų ir projektavimo reikalavimai LST EN 61000-415 [6]

Vertinant elektros kokybę remiamasi dviem standartais: matavimo metodų ir įtampos charakteristikų standartais. Matavimo prietaisuose įtampos ir srovės kreivės yra diskretizuojamos. Iš šių diskretinių dydžių galima išskaičiuoti elektros kokybinius parametrus, galima naudoti ir skirtingus metodus, todėl gauti rezultatai vienas nuo kito gali skirtis. Taip atsitinka lyginant rezultatus gautus su skirtingais prietaisais. Yra nemažai prietaisų kurių skaičiavimo metodika neatitinka standartų, norint gerai suprasti gautus rezultatus reikia žinoti ir mokėti paaiškinti skaičiavimo metodika. Lietuvoje priimtas standartas apibrėžiantis skaičiavimo metodiką (LST EN 61000-4-30).

Prietaise išmatuoti duomenys yra apdorojami su specialiai tam sukurta programine įranga. Rezultatai yra pateikiami kreivių arba lentelių pavidale.

Elektros kokybės parametrai gali būti suskirstyti į svyravimus ir įvykius. Svyravimai tai lėti parametru kitimai. O įvykiai tai greiti įtampos ar srovės kreivių pokyčiai. Pagrindiniai svyravimai ir įvykiai:

Svyravimai:

Dažnis

Įtampos dydis

Nesimetrija

Įtampos harmonikos ir iškraipymai

Mirgėjimas

Įvykiai:

Viršįtampiai

Įtampos kryčiai

Įtampos trūkiai

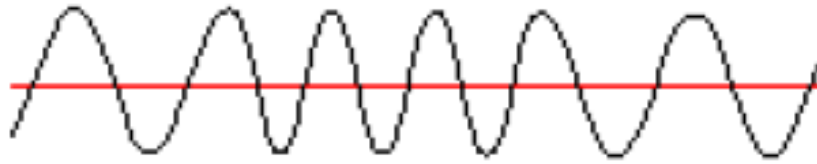
Dažnis

Tiekiamosios įtampos dažnis - tiekiamosios įtampos pagrindinės harmonikos pasikartojimo per tam tikrą laiką sparta. Vardinis tiekiamosios įtampos dažnis turi būti 50 Hz. Įprastinėmis veikos sąlygomis vidutinis pagrindinės harmonikos dažnis per 10 s turi būti:

- sinchroniškai su jungtine sistema sujungtų sistemų:

50 Hz \pm 1 % (t.y. 49,5 ... 50,5 Hz) 99,5 % per metus,

50 Hz + 4 % / -6 % (t.y. 47 ... 52 Hz) 100 % visą laiką;



1.5.1 pav. Dažnio nukrypimas

Įtampa

Vertinant elektros kokybę įtampa yra pats svarbiausias kokybės parametras. Įtampos nukrypimai yra lėti svyravimai arba įvykiai. Lėtiems svyravimams apibūdinti gali būti vartojami tokie skaičiavimai kaip: vidutinė kvadratinė vertė laiko arba dažnio atžvilgiu. Įvykiams tokie skaičiavimai netinkami, čia reikia fiksuoti labai greitai vykstančius procesus. Įtampos gali būti:

Vardinė sistemos įtampa (U_n) - įtampa, kuriai tinklas sukonstruotas ir kuriai nurodomos kai kurios darbo charakteristikos.

Sutartinė [garantuojamoji] tiekiamoji įtampa (U_c) - sutartinė tiekiamoji įtampa U_c , paprastai sutampanti su tinklo vardine įtampa U_n . Jeigu pagal susitarimą tarp tiekėjo ir vartotojo tiekimo taško įtampa nėra vardinė, tai ši įtampa yra sutartinė tiekiamoji įtampa U_c .

Tiekiamoji įtampa - vidutinė kvadratinė tiekimo taško įtampos vertė nustatytu laiku, matuojant per tam tikrą laikotarpį.

Standartinė vardinė žemoji įtampa U_n yra:

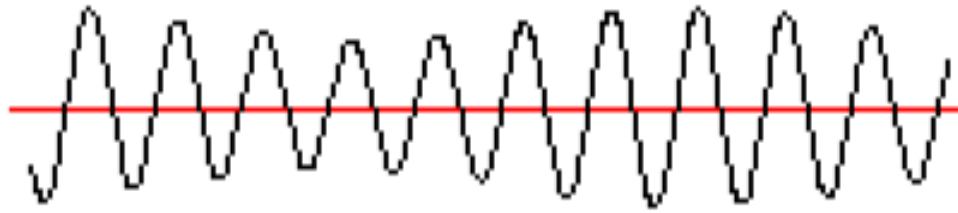
keturlaidėje trijų fazių sistemoje:

$$U_n = 230 \text{ V tarp fazės ir neutralės,}$$

trilaidėje trijų fazių sistemoje:

$$U_n = 230 \text{ V tarp fazių.}$$

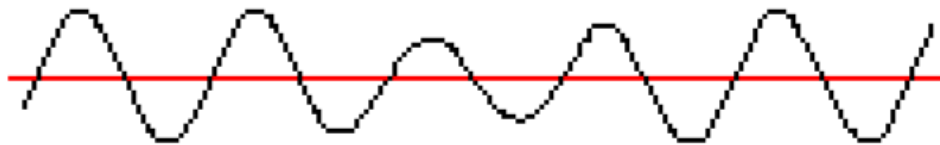
Įtampos kitimas - įtampos padidėjimas arba sumažėjimas, kurį paprastai sukelia visos ar dalies apkrovų pokytis įmonės tinklo sistemoje.



1.5.2 pav. Įtampos kitimas

Įtampos svyravimas - įtampos pokyčių seka arba periodiškasis įtampos gaubtinės kitimas.

Staigusis įtampos pokytis - vienkartinis staigus įtampos vidutinės kvadratinės vertės pokytis tarp dviejų nustatytų lygių, kurių trukmė nereguliuota.



1.5.3 pav. Įtampos kritis

Mirgėjimas - vizualus svyravimo įspūdis, sukeltas šviesos šaltinio, kurio šviesumas arba spektrinė sudėtis kinta laike. Didelės apkrovos (kaip garo generatorius, oro kompresorius, ir kt.) sukelia įtampos svyravimus. Priklausomai nuo jų dažnio ir dydžio jie gali būti pastebimi šviečiant lempai. Žmogus geriausiai išskiria mirgėjimą kurio dažnis artimas 9kHz.

Staigusis tiekiamosios įtampos kritis - staigus trumpalaikis įtampos sumažėjimas nuo 90 % iki 1 % sutartinės įtampos UC. Paprastai staigusis tiekiamosios įtampos kritis trunka nuo 10 ms iki 1 min. Šis įtampos kritis apibūdinamas kaip skirtumas tarp mažiausios kryčio vidutinės kvadratinės įtampos vertės ir sutartinės įtampos, įtampos pokyčiai, kai tiekiamoji įtampa nesumažėja mažiau kaip 90 % sutartinės įtampos UC vertės, nelaikomi staigiais kryčiais.

Elektros tiekimo pertrūkiai - sąlygos, kai tiekiamoji įtampa mažesnė kaip 1 % sutartinės įtampos UC vertės. Elektros tiekimo pertrūkiai skirstomi į kelias grupes:

planinius, kai vartotojai išspėjami iš anksto prieš atliekant planinius darbus skirstomajame tinkle;

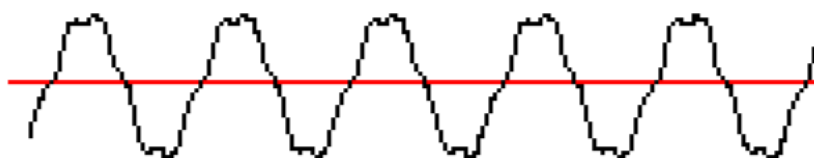
atsitiktinius, atsiradusius dėl pastovių ar laikinų gedimų, paprastai priklausančių nuo išorinių veiksnių, įrenginių gedimų arba jų sąveikos. Atsitiktiniai pertrūkiai skirstomi į: ilgalaikius pertrūkius (daugiau kaip 3 min.), sukeltus pastovių gedimų.

Laikinis pramoninio dažnio viršįtampis - santykinai ilgos trukmės viršįtampis tam tikroje vietoje.

Pereinamasis viršįtampis - trumpalaikis svyruojantysis arba nesvyruojantysis viršįtampis, paprastai greitai gėstantis ir trunkantis kelias milisekundes.

Harmoninė įtampa - sinusinė įtampa, kurios dažnis lygus pagrindinio įtampos dažnio ir sveiką skaičiaus sandaugai.

Sistemoje harmoniniai iškraipymai atsiranda dėl netiesinių apkrovų. Dėlto gaunamos srovės kurios yra neproporcingos įtampai. Šios srovės tekėdamos per varžas sukelia įtampos kritimus, dėl kurių gaunamas įtampų iškraipymas. Harmonikos gali sukelti gedimus galinčius turėti rimtų padarinių. Kaip pavyzdys gali būti trečios eilės harmonikos ir joms kartotinės, keturlaidėje žemintoje sistemoje. Susumavus fazių šios eilės harmonines sroves nesikompensuoja, dėlto per nulini laidininką gali tekėti stipriai padidėjusi srovė.



1.5.4 pav. Harmonikų iškreipta įtampa

Harmoninė įtampa gali būti įvertinta:

- kiekviena atskirai, pagal santykinę amplitudę (U_h) pagrindinės harmoninės įtampos U , atžvilgiu, čia h - harmonikos eilė. Bendrai, pavyzdžiui, pagal netiesinių iškraipimų faktorių (NIF, angl. kalba THD). THD tai harmonikų vidutinės kvadratinės vertės santykis su pagrindine pirmąja harmonika.

$$THD_F = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_{he}^2}}{U_{1e}}; \quad [1.5.1]$$

Dar gali būti skaičiuojama harmonikų vidutinės kvadratinės vertės santykis su pačio signalo vidutine kvadratine verte:

$$THD_R = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_{he}^2}}{U_e}; \quad [1.5.2]$$

Atsižvelgiant i [2.2] išraišką matome, kad prie mažų iškrypimų THDR ir THDF bus labai panašūs.

$$THD_R = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_{he}^2}}{U_e} = \frac{\sqrt{U_{2e}^2 + U_{3e}^2 + \dots + U_{ne}^2 \dots}}{\sqrt{U_{1e}^2 + U_{2e}^2 + \dots + U_{ne}^2 \dots}} = \frac{\sqrt{U_{2e}^2 + U_{3e}^2 + \dots + U_{ne}^2 \dots}}{U_{1e} \sqrt{1 + \frac{U_{2e}^2 + \dots + U_{ne}^2 \dots}{U_{1e}^2}}} = \frac{THD_F}{\sqrt{1 + THF_F^2}} \approx \frac{THD_F}{1 + \frac{THD_F^2}{2}}; \quad [1.5.3]$$

Tarkim, kad THDF yra 8%, tada THDR bus apie 7,9%. Atliekant įtampos harmonikų matavimus normaliomis veikimo sąlygomis galima būtų naudoti tiek [2.1], tiek [2.2] išraiškas. Bet matuojant srovės harmonikas, galimi labai dideli iškrypimai, pvz. jei THDF yra 80% tai THDR bus apie 62%. Čia jau gaunami labai dideli skirtumai. Galimi ir kiti harmonikų apibūdinimai:

THD_{odd} (vertinamos tik nelyginės harmonikos pagal [1.5.1])

THD_{cven} (vertinamos tik lyginės harmonikos pagal [1.5.1])

THD_{triple} (vertinamos tik trečios kartotinės harmonikos pagal [1.5.1])

THD_{xy} (vertinamos tik tos kurios yra tarp x ir y harmonikų pagal [1.5.1])

THD_{HF} (vertinamos tik aukšto dažnio harmonikos pagal [1.5.1])

Neharmoninė įtampa - sinusinė įtampa, kurios dažnis lygus pagrindinio įtampos dažnio ir nesveikuoja skaičiaus sandaugai. Neharmoninių įtampų lygis auga naudojant dažnio keitiklius bei

panašius valdymo įrenginius. Tam tikrais atvejais neharmoninės įtampos, net jei jos yra žemo lygio, gali sukelti mirgėjimą arba sutrikdyti valdymo sistemas.

Įtampų nesimetrija - tai trifazės sistemos būseną, kai fazių įtampų vidutinės kvadratinės vertės arba fazių tarpusavio kampai nelygūs. Fazių įtampos trijų fazių sistemoje išreiškiamos tokiomis formulėmis:

$$u_{L1}(t) = U_{L1} \sin(\omega t + \beta_{L1}); \quad [1.5.4]$$

$$u_{L2}(t) = U_{L2} \sin(\omega t + \beta_{L2}); \quad [1.5.5]$$

$$u_{L3}(t) = U_{L3} \sin(\omega t + \beta_{L3}); \quad [1.5.6]$$

Jei visų trijų fazių įtampų amplitudės ir kampai yra lygūs tai reiškia, kad įtampos simetrinės. Nesimetrinės įtampos gali būti visada sudalintos į tiesiogines, atvirkštines ir nulines sekos įtampos dedamąsias. Tiesioginės įtampos dedamosios yra pasiskirsčiusios kas 120° ir sukasi prieš laikrodžio rodyklę. Atvirkštines sekos dedamosios pasiskirsčiusios taip pat kas 120° bet sukasi pagal laikrodžio rodyklę. Nulinės sekos įtampos išsidėsčiusios viena kryptimi ir nesisuka. Visų sekų įtampos vadinamos simetrinėmis dedamosiomis. U_1 - tiesioginės sekos, U_2 - atvirkštines sekos, U_0 - nulines sekos. Sekanti formulė leidžia surasti simetrines dedamąsias žinant nesimetrines įtampas U_{L1} , U_{L2} , U_{L3} .

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_{L1} \\ U_{L2} \\ U_{L3} \end{bmatrix} \quad [1.5.7]$$

Čia: $a = e^{j120^\circ}$

Nesimetrijos faktorius U_U suskaičiuojamas iš sekančios formulės:

$$u_u = \frac{|U_2|}{|U_1|} 100\%; \quad [1.5.8]$$

Nesimetriją apskaičiuoti galima ir kitu būdu:

$$u_u = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}} 100\%; \quad [1.5.9]$$

$$\text{Čia: } \beta = \frac{U_{12}^4 + U_{23}^4 + U_{31}^4}{(U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2)^2} \quad [1.5.10]$$

1.4 Matavimų metodų standartai

Didėjantis kokybės matavimų poreikis paskatino priimti standartus aprašančius matavimo ir kokybės parametrų skaičiavimo metodus. Priimta visa eilė standartų susijusių su elektromagnetiniu suderinamumu sprendžiančių el. kokybės klausimus. Pagrindinis iš tokių standartų būtų LST EN 61000-4-30:2004 bandymų ir elektrinio maitinimo kokybės charakteristikų matavimo metodai. Šis standartas yra pats pagrindinis standartas apžvelgiantis daugumos elektros kokybės parametrų matavimo ir skaičiavimo metodus. Pagrindinis šio standarto tikslas yra sudaryti tokias sąlygas, kad būtų gaunami patikimi ir vienas su kitu palyginami pakartotiniai rezultatai, nepriklausantys nuo panaudoto matavimo prietaiso. Šiame standarte minimi tokie parametrai:

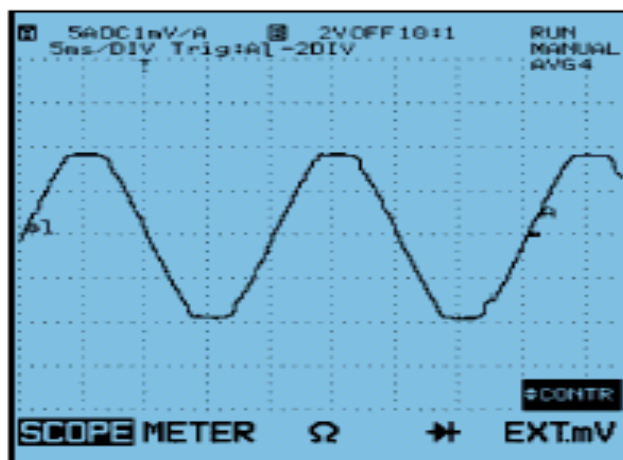
- Dažnis
- Tiekiamos įtampos dydis
- Mirgėjimas
- Įtampos kryčiai, viršįtampiai, trūkiai
- Įtampų nesimetrija
- Harmoninės ir neharmoninės srovės

1.7 Matavimo prietaiso parodymų patikimumas

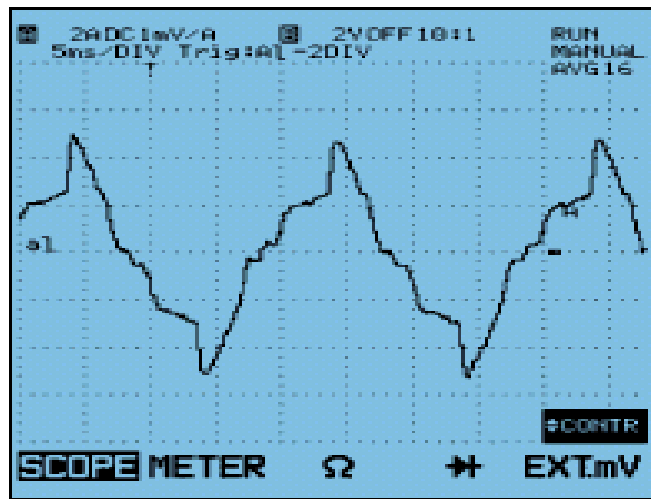
Šiuolaikinėse pramoninėse gamylose bei įstaigose tikslus srovės išmatavimas – sunkus darbas. Kasdien atsiranda vis daugiau ir daugiau personalinių kompiuterių, reguliuojančių greitį pavarų bei kitų įrengimų, srovę naudojančių trumpais impulsais, o ne nuolatiniu lygiu. Tokio tipo įrengimai standartinių vidurkius atitinkančių matavimo prietaisų parodymus padaro mažų mažiausiai netiksliais. Jei jums kada nors be jokios priežasties perdegė saugikliai, gali būti, jog šiuo atveju kaltas jūsų matuoklis.

1.7.1 Vidurkių atitikimas

Žmonės, kalbėdami apie AC srovės reikšmes, paprastai omenyje turi efektyvų šildymą arba kvadratinę srovės reikšmės vidurkį (RMS). Ši reikšmė yra ekvivalenti DC srovei, kuri turi tokią pačią šilumingumo gebą, kaip ir matuojama AC srovė. Labiausiai paplitęs būdas matavimo prietaisu išmatuoti šią kvadratinio vidurkio (RMS) reikšmę – išlyginti AC srovę, nustatyti vidutinę šio išlyginto signalo reikšmę, o tada rezultatą padauginti iš 1.1 rodiklio. Šis rodiklis parodo nuolatinį ryšį tarp idealios sinusinės bangos vidurkio bei tikrojo kvadratinio vidurkio. Tačiau jei bangos forma nėra idealus sinusas, tokiu atveju šio ryšio nebėra. Štai kodėl, matuojant srovę šiuolaikinėse energetinėse sistemose, vidurkius atitinkantys matavimo prietaisai dažnai pateikia neteisingus parodymus.



1.7.1 pav. Srovės bangos forma tiesinėje apkrovoje



1.7.2 pav. Srovės bangos forma tiesinėje apkrovoje

Matavimo prietaiso tipas	Matavimo schema	Reakcija į sinusinę bangą	Reakcija į kvadratinę bangą	Reakcija į iškreiptą bangą
Atitinkantis vidurkius	Išlygintas vidurkis padauginamas iš 1.1	Teisinga	10% didesnė	Iki 50% mažesnė
Atitinkantis tikrąjį kvadratinį vidurkį	RMS skaičiuojantis konverteris apskaičiuoja šilumingumo gebą	Teisinga	Teisinga	Teisinga

1.7.3 pav. Vidurkius atitinkančio bei tikrojo kvadratinio vidurkio matavimo prietaisų palyginimas

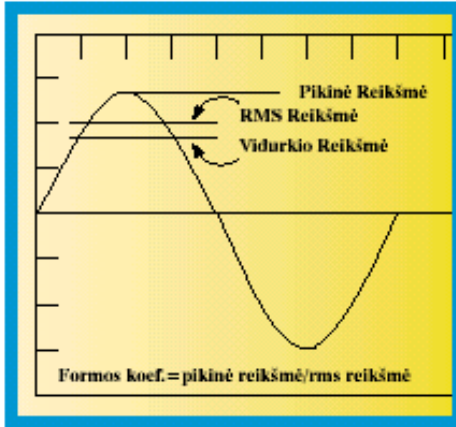
1.7.2 Tiesinės ir netiesinės apkrovos

Tiesinėse apkrovose, susidedančiose tik iš rezistorių, ričių ir kondensatorių, visada teka tik sinusinės bangos srovė, todėl šiuo atveju niekada nekyla matavimo problemų (žr. 1.7.1 pav.).

Tačiau netiesinėse apkrovose tokiose, kaip reguliuojamo dažnio pavarose bei biurų įrangos maitinimo šaltiniuose, būna iškreiptos formos srovės bangos (žr. 1.7.2 pav.). Matuodami tokios iškreiptos srovės RMS reikšmę vidurkius atitinkančiu matavimo prietaisu, galite gauti parodymus, kurie yra iki 50% mažesni (žr. 1.7.3 pav.), todėl ir toliau bus stebimasi, kodėl 14A saugiklis vis tiek perdega, nors srovė pagal jūsų matavimo prietaisus tėra tik 10A.

a) Kvadratinį srovės reikšmės vidurkį (True RMS)

Norėdami išmatuoti tokią iškreiptų bangų srovę, pirmiausiai turėtumėte bangos formą patikrinti bangos formą nustatančiu prietaisu, ir vidurkius atitinkantį matavimo prietaisą galima naudoti tik tokiu atveju, jei bangos forma yra idealaus sinuso. Kaip alternatyvą visais atvejais galite naudoti tikrojo RMS matuoklį. Modernus tikrojo RMS matuoklis naudoja tokią elektroninio matavimo metodą, su kuriuo gausite tikrąją AC srovės reikšmę, nepaisydami to, ar srovės bangos forma yra idealaus sinuso ar iškreiptos bangos formos.



1.7.4 pav. Matuokliai, naudojantys vidurkius atitinkantį AC matavimo metodą, matuoja išlyginto signalo vidurkį, o tada padaugina iš tam tikro rodiklio, kad pateiktų RMS.

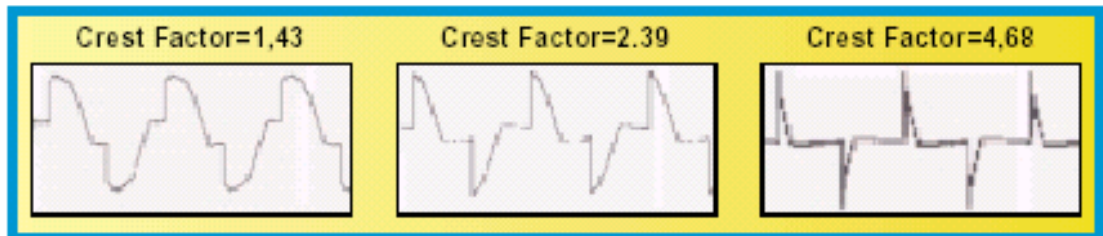
b) Formos koeficientas (Crest factor)

Viena iš techninių sąlygų, į kurias privalome atkreipti dėmesį, jei renkatės tikrojo RMS matavimo prietaisą, yra formos koeficientas. Jis nusako, kaip iškreipiama bangos forma. Jis apskaičiuojamas padalinus didžiausią srovės reikšmę iš tikrojo RMS reikšmės (žr. 1.7.4 pav.). Idealioms sinusinėms bangos formos koeficientas lygus 1.414. Kuo labiau signalas yra iškreipiamas, tuo rodiklis pasidaro didesnis, nes kaip parodyta 1.7.5 pav. piko reikšmės taip pat pasidaro didesnės. Tai reiškia, kad tikrojo RMS matuoklis su maksimaliu 1.5 formos koeficientu vis tiek pateiks neteisingus iškreiptos srovės parodymus ir galės išmatuoti tik beveik idealias sinusines bangas. Paprastai formos rodiklio, neviršijančio 3, užtenka daugumai energijos paskirstymo išmatavimų.

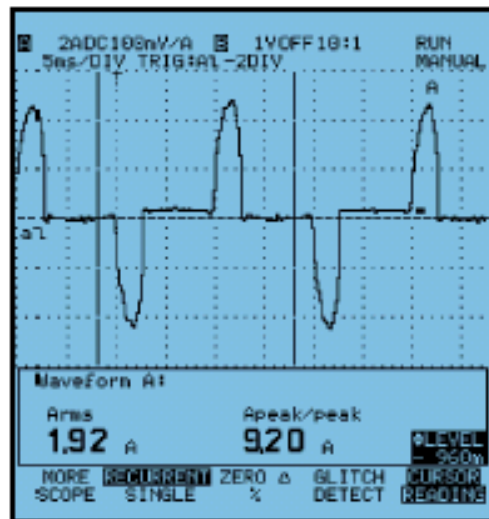
c) Dažnio diapazonas

Kita svarbi techninė sąlyga, artimai susijusi su formos koeficientu, yra matuoklio dažnio diapazonas. Dažnio diapazonas reiškia srovės dažnį, kuriuo matavimo prietaisas gali atlikti tikslius matavimus. Galite pagalvoti, kad jums tereikia išmatuoti 50Hz energetinės sistemos dažnį, tačiau jei iškreiptą bangos formą tirtumėte su dažnio analizatoriumi, pamatytumėte, jog ji iš tikrųjų suformuota iš pagrindinės 50Hz sinusinės bangos plus dar kelios mažesnės sinusinės bangos,

kurios yra 50Hz pagrindo kartotinės. Pavyzdžiui, personalinio kompiuterio srovės bangos forma, pavaizduota 1.7.6 pav., turi ir 150 Hz, 250 Hz bei 350 Hz komponentų. Matuodami iškreiptą signalą su tikrojo RMS matuokliu, kurio dažnio diapazonas lygus tik 50 Hz, gausite tokius pačius neteisingus parodymus, kaip ir matuodami su vidurkius atitinkančiu matavimo prietaisu, kadangi matuoklis negali išmatuoti aukštesnio dažnio signalus. Norėdami tiksliai išmatuoti iškreiptos formos bangas daugelyje komercinių bei pramoninių energetinių sistemų, jums turėtų užtekti matavimo prietaiso, kurio dažnio diapazonas lygus mažiausiai 1 kHz.



1.7.5 pav. Skirtingų srovės bangų formų koeficientai



1.7.6 pav. Personalinio kompiuterio srovės bangų forma

d) Darbo sauga

Jei dirbate su energetinėmis sistemomis, visi matavimo prietaisai privalo išmatuoti mažiausiai 600V įvedimo įtampą. Tačiau savo saugumui norite būti tikri, jog neiškils jokių problemų, jei nenumatyta aukšta įtampa atsiras dėl pereinamojo proceso arba kitų problemų. Jei pasirinksite matuoklį, atitinkantį IEC-61010-1 Kategoriją III, galite būti tikri, jog energetinėje sistemoje visus matavimus galėsite atlikti bet kokiomis sąlygomis.

2. ELEKTROS ENERGIJOS KOKYBĖS MATAVIMŲ REZULTATAI MAŽOS GALIOS VARTOTOJŲ TINKLUOSE

2.1 Matavimo priemonės

Šiuo metu Lietuvoje elektros energijos kokybės matavimui, prietaisų pasirinkimas gana didelis, tačiau visi atlikti matavimai turi tik patariamąją o ne juridinę galią.

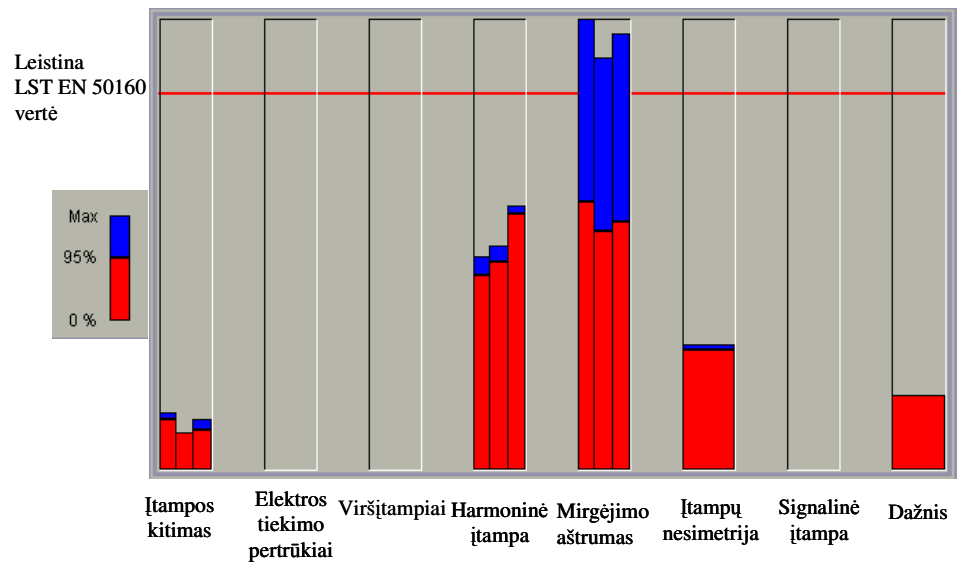
Šiuo darbo metu elektros energijos kokybės matavimams buvo naudojami du prietaisai: elektros tinklo analizatorius „ANALYST 3Q“ ir austrų firmos “LEM” – MEMOBOX800.. Šių matavimo prietaiso privalumai yra tie, kad jų matavimų verčių tikslumas atitinka IEC standartų keliamus reikalavimus tokiems matavimams, elektros energijos kokybė vertinama pagal EN50160 standarto reikalavimus. Kadangi LST EN 50160 standartas yra atitinkmuo EN50160 galima teigti, kad šie prietaisai pilnai tinka atlikti matavimus Lietuvoje, tuo labiau, kad šie prietaisai įteisinti ir Lietuvoje.

2.2 Apibendrintos matavimų vertės

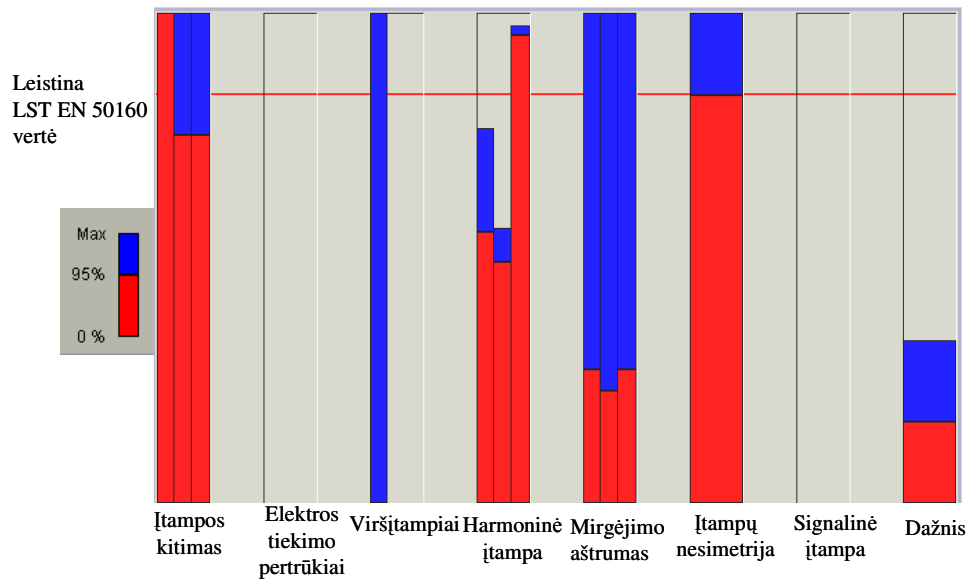
Matavimai buvo atliekami Telšių miesto lengvosios pramonės siuvimo įmonė UAB „Telšių Šatrija“, įmonėje dirba virš 200 darbuotojų. Elektros įrenginių skaičius siekia virš 400, kurių galia 150W iki 50KW.

Pagal suvartojamą pilnutinę galią įmonę galima priskirti prie mažųjų vartotojų, kadangi $S < 200 \text{ kVA}$. Objekto patrauklumą lėmė ir tai, kad jame gausu naujos valdymo įrangos ir kad daugiau kaip 30% sunaudojamo galingumo sudaro netiesinės apkrovos, sukeltos puslaidininkinių prietaisų.

Pagrindinių įtampos charakteristikų suvestinės matomos paveiksluose 2.1 ir 2.2



2.1 pav. Įtampos kokybės charakteristikų suvestinė įmonės gamybos bare



2.2 pav. Įtampos kokybės charakteristikų suvestinė garo katilinėje

Iš paveikslų matyti, kad abiejų vartotojų kai kurios įtampos charakteristikos neatitinka reikalavimų keliamų standarto. Nagrinėdami kiekvieną įtampos charakteristiką detaliau, palengvinimui toliau gamybos barą vadinsime A vartotoju, o garo katilinę – B vartotoju. Vardines standarto reikšmes laikysime idealiomis ir laikysime, kad tai V vartotojas.

2.2.1 Tinklo dažnis

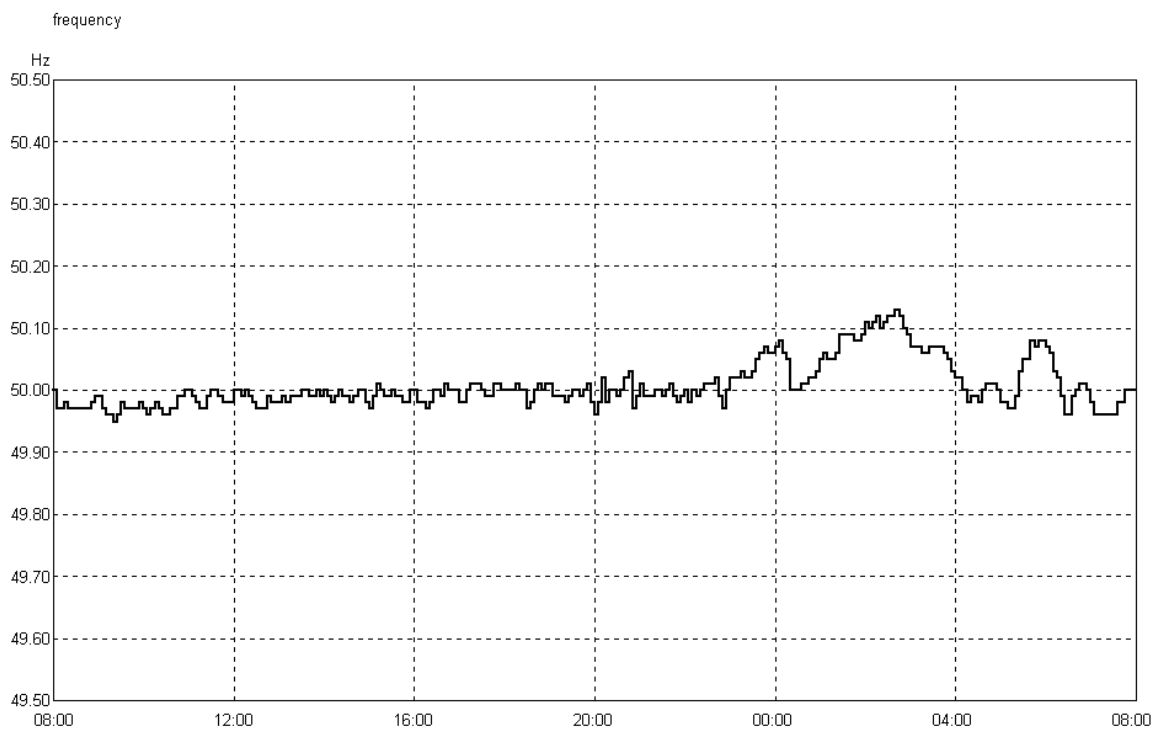
Apibendrinti dažnio matavimo rezultatai pateikti 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė

Vidutinis dažnis mažos galios vartotojų tinkle

Vartotojas	V	A	B
Vidutinis dažnis f, Hz	49,5-50,5	49,99	49,99

Iš B vartotojo dažnio charakteristikos matyti, kad energijos tiekėjas užtikrina stabilų dažnį vartotojui, matomas tik nežymus dažnio (apie 0,2%) padidėjimas naktį. Tai paaiškinama žymiai sumažėjančiu energijos poreikiu.



2.3 pav. Tinklo dažnio kitimas garo katilinėje

2.2.2 Tiekiamos įtampos vertė ir kitimas. Elektros tiekimo pertrūkiai

Iš apibendrintų įtampos reikšmių (žr. 2.2 lent.) ir įtampos kitimo kreivių (2.4 ir 2.5 pav.) matyti, dvi skirtingos situacijos.

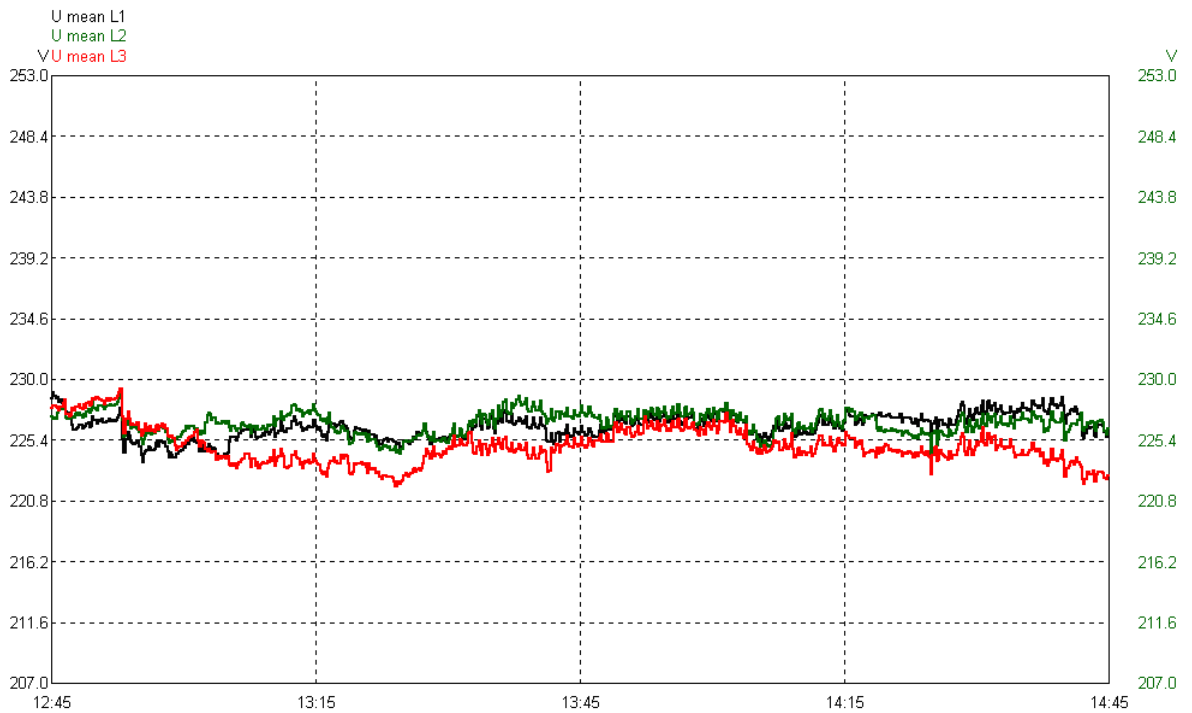
Pas A vartotoją neaptikta jokių įtampos nukrypimų nuo standarto normų. Nedidelį įtampos kitimą sąlygoja tik apkrovų nepastovumas.

Pas B vartotoją pastebėta priešinga situacija. Jau atliekant matavimus prietaisas rodė, kad visose fazėse vyrauja žymiai paaukštinta įtampa, o fazėje L1 neleistinai viršijama standarto norma ($U_n > 253V$). Apie tai informavus techninį personalą, į tai buvo atsižvelgta ir jau matavimų pabaigoje pastotėje buvo sureguliuotos įtampos. Aplaidus tiek energijos vartotojo, tiek energijos tiekėjo požiūris į įtampos kokybę galėjo sukelti savalaikį elektros įrenginių izoliacijos senėjimą, dėl papildomų šiluminių nuostolių.

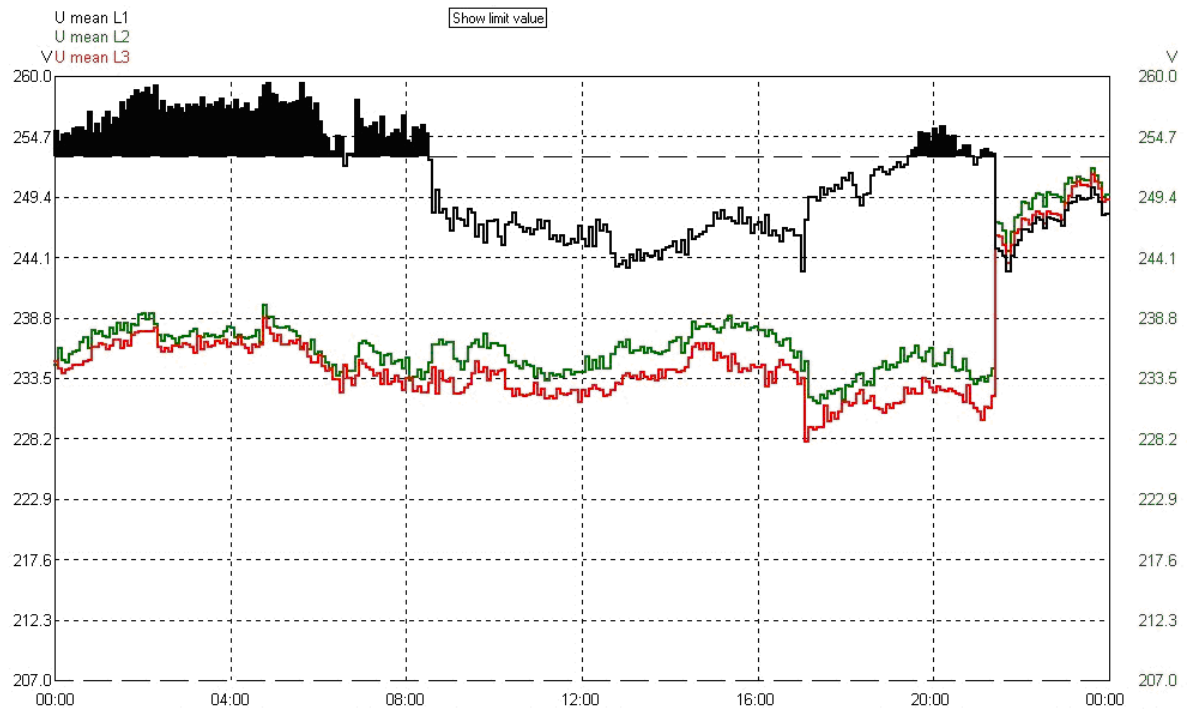
2.2 lentelė

Įtampos reikšmės vartotojų tinkluose

Vartotojas	V	A			B		
		L1	L2	L3	L1	L2	L3
U_n, V	230	226,83	226,83	225,63	251,64	239,2	237,61
$U_{n \max}, V$	253	229,91	228,64	229,2	259,73	252,15	251,88
$U_{n \min}, V$	207	223,72	224,42	221,36	242,85	231,5	227,94



2.4 pav. Įtampos kitimas gamybos bare



2.5 pav. Įtampos kitimas garo katilinėje

Įtampos charakteristikų stebimumas tampa svarbiu rodikliu, įmonėms, kurių produkcijos kokybė yra tiesiogiai susijusi su tiekiamos elektros energijos kokybe, kadangi kiekvienas didesnis nukrypimas gali sukelti darbo sąlygų pablogėjimą, produkcijos broką arba net sugadinti įrenginius, patiriant žymius nuostolius.

Šiuo metu mažos galios vartotojai dar turi mažai svertų, kuriais galėtų prisiteisti patirtą žalą iš energijos tiekėjų, dėl nekokybiškos elektros energijos, kadangi net stambiems vartotojams tai yra svarbi problema.

Kaip pavyzdį galima pateikti AB” Žemaitijos pienas”, kuri susiduria su problema išieškant patirtus nuostolius iš tiekėjo. Pagrindiniai nesutarimai kyla dėl to, kad tiekėjas trumpalaikį įtampos dingimą (sąlygos kai tiekiamoji įtampa mažesnė kaip 1% nuo vardinės) traktuoja kaip staigųjį įtampos dingimą (įtampos sumažėjimas nuo 90 iki 1% nuo vardinės įtampos).

Šiuo metu yra pažeidžiamos vartotojų teisės, kadangi kol kas tokių kaip MEMOBOX ir analogiškų prietaisų rodmenys nėra traktuojami kaip teisinis argumentas. Kuo greičiau būtina įteisinti energijos kokybės matavimo prietaisus, kurių rodmenys būtų pripažįstami teisminių institucijų.

Elektros tiekimo įtampos pertrūkius ir staigiuosius įtampos kryčius paprastai sukelia pažeidimai, atsirandančios vartotojo įrenginiuose arba bendrame įmonės skirstomajame tinkle. Pažeidimų kiekis apibūdina elektros tinklo kokybę tiek pas vartotoją tiek pas tiekėją. Tinklo kokybė gali būti pasiekta panaudojant patikimas tinklo apsaugos priemones, bei gerinant tinklų priežiūrą, todėl galima teigti, kad ateityje tiekėjai išskirtinės kokybės elektros energiją galės tiekti tik už papildomus vartotojo finansinius įsipareigojimus.

2.2.3 Mirgėjimo aštrumas

Iš ilgalaikio mirgėjimo aštrumo reikšmių P_{lt} (žr. 2.3 lent.) matyti, kad vartotojai nepažeidžia leistinų normų ir patalpose esantys neturėtų jausti akių dirginimo.

2.3 lentelė

Ilgalaikis mirgėjimo aštrumas vartotojų tinkluose

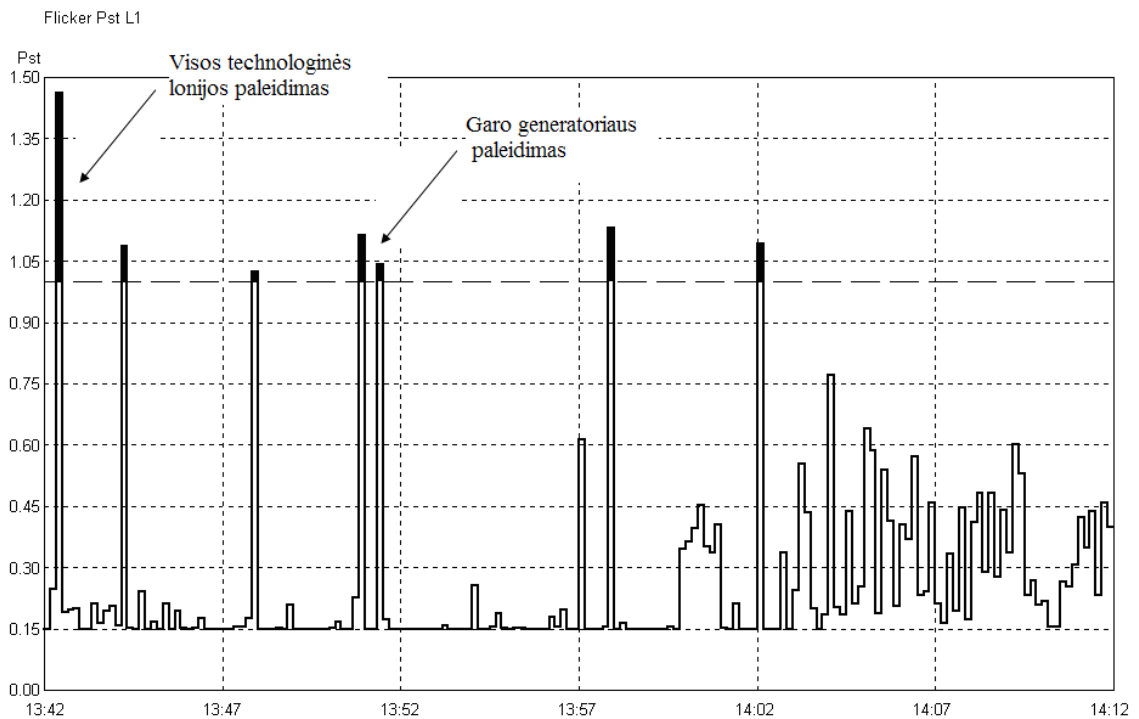
Vartotojas	V	A	B
Mirgėjimo aštrumas P_{lt}	<1	0,95	0,29

Nors abiejų vartotojų apkrovų pobūdis panašus, peržiūrint trumpalaikio mirgėjimo aštrumo reikšmes (2.6 ir 2.7 pav.) pastebėta, kad gamybos bare šios reikšmės yra žymiai didesnės.

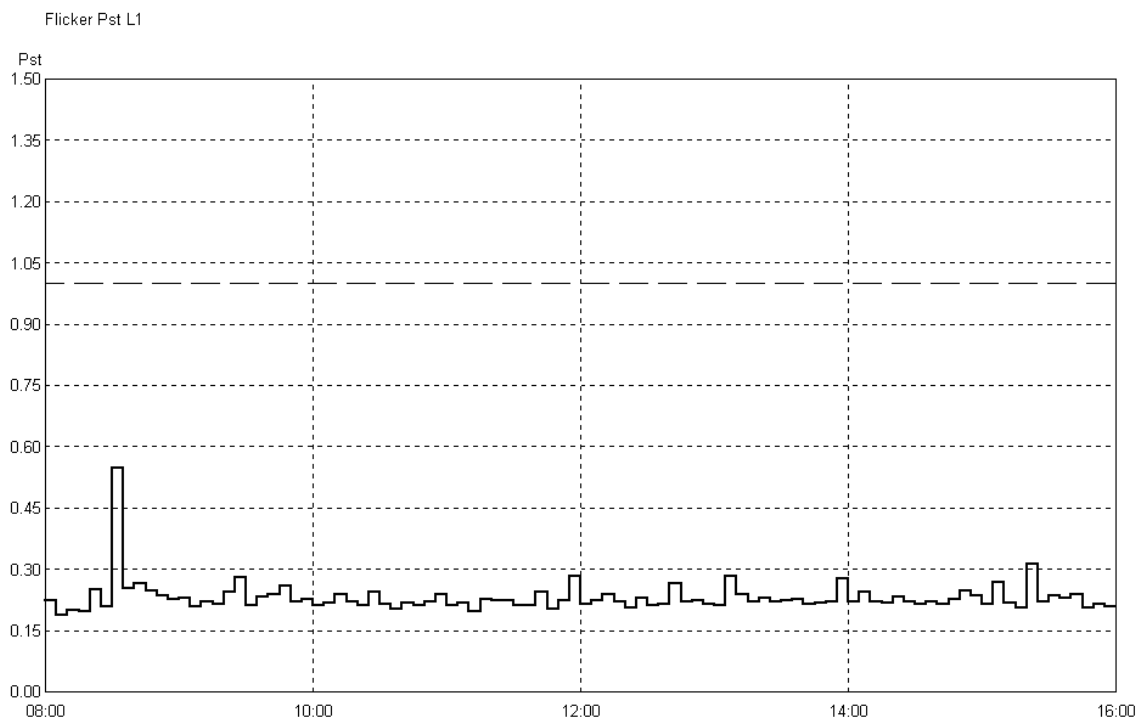
Sulyginus duomenis su technologiniu procesu, išaiškėjo, kad didžiausi mirgėjimo šaltiniai yra lygintuvai ir jų garo generatoriai ir visos technologinės linijos paleidimas.

Išnagrinėjus garo generatorių veikimo būdą išaiškėjo, kad tai vieninteliai įrenginiai linijoje, kurie veikia nenaudojant jokio minkšto paleidimo įrenginio.

Aukštas mirgėjimo aštrumas linijos paleidimo metu, susijęs su staigiu momentiniu apkrovos išaugimu. Technologinėje linijoje nevysi varikliai paleidžiami su dažnio keitikliais. Lyginant mirgėjimo aštrumo reikšmes tarp tiesioginio variklio paleidimo ir variklio paleidimą naudojant dažninę pavarą galima daryti išvadą, kad vadinamas “minkštas” paleidimas žymiai pagerina mirgėjimo aštrumo rodiklius.



4.6 pav. Mirgėjimo aštrumas gamybos bare



4.7 pav. Mirgėjimo aštrumas garo katilinėje

2.2.4 Laikinieji pramoninio dažnio ir pereinamieji viršįtampiai tarp laidininkų ir žemės

Įmonės vidaus tinkluose matavimo metu nei laikinųjų pramoninio dažnio, nei pereinamųjų viršįtampių tarp laidininkų ir žemės nebuvo užfiksuota. Tai paaiškinama tuo, kad norint fiksuoti viršįtampius, būtina atlikti ilgalaikius matavimus visų metų bėgyje. Matavimai įmonės vidaus tinkluose buvo atliekami santykinai trumpą laiką. Vasario ir kovo mėnesį žaibų iškvos praktiškai nepasitaiko, todėl buvo tik nedidelė tikimybė užfiksuoti pramoninio dažnio viršįtampį, atsiradusį dėl pažaidų bendruose skirstomuosiuose tinkluose.

Nors viršįtampiai matavimų metu nebuvo fiksuoti, tikrai negalima teigti, kad šis reiškinys yra retas ir į jį galima nekreipti dėmesio.

Apsaugos nuo viršįtampių nėra privalomos elektros energijos vartotojams, bet jų naudojimo būtinumas tampa aktualus visiems. Galimi nuostoliai dėl viršįtampių, kur naudojami brangūs puslaidininkiniai prietaisai (pvz. informaciniai, telekomunikaciniai, pramoninio valdymo įrenginiai), gali dešimtis iš šimtus kartų viršyti pačių apsaugos įtaisų įrengimo kainą.

Apsaugas nuo viršįtampių ypač propaguoja draudimo bendrovės. Turto ir įrangos draudimas yra įprastas reiškinys. Mokant draudimo įmokas vienas iš punktų, kuris didina įmokos kainą yra elektros įrangos apsaugos nebuvimas nuo viršįtampių. Tokiu būdu vartotojas netiesiogiai yra skatinamas įsirengti visų pakopų apsaugas nuo viršįtampių. Draudimo įmoka mažėja tik, tada kada yra įdiegiama kompleksinė (visų pakopų) apsauga.

2.2.5 Tiekiamos įtampos nesimetrija

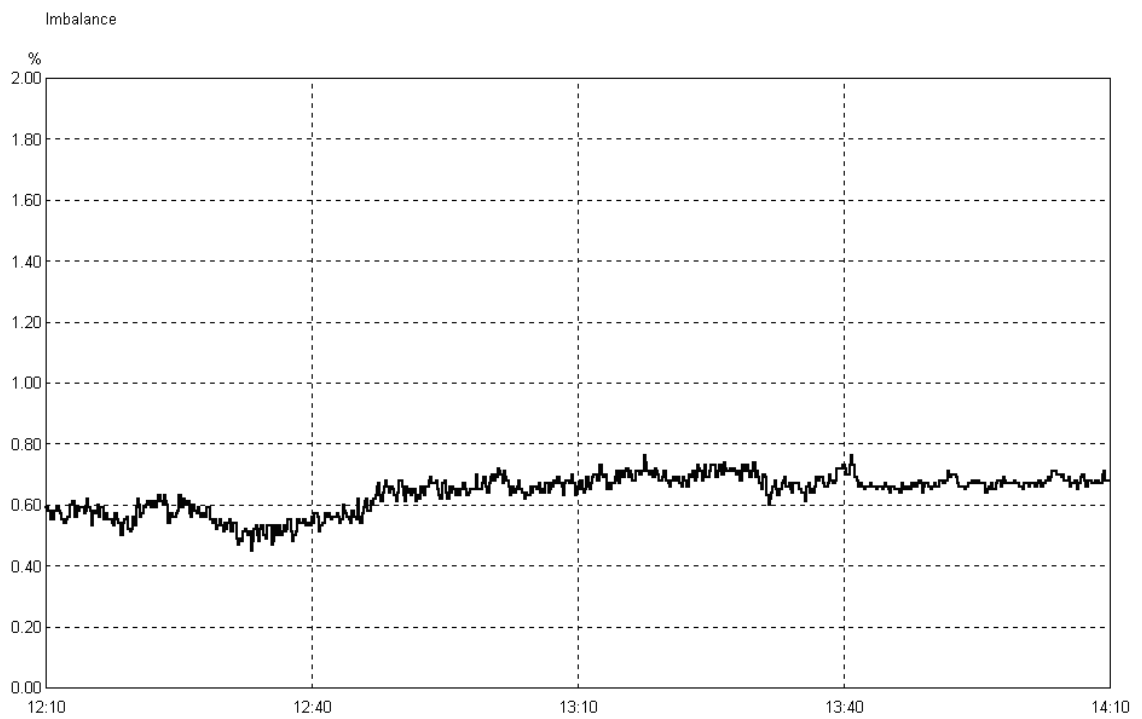
Iš tiekiamos įtampos nesimetrijos reikšmių (žr. 2.4 lent.) matyti, kad nepažeidžiamos leistinos normos.

2.4 lentelė

Tiekiamos įtampos nesimetrija vartotojų tinkluose

Vartotojas	V	A	B
Įtampos nesimetrija, %	0-2	0,65	0,98

Įtampos nesimetrijos reikšmės labiausiai priklauso nuo vartotojo apkrovų simetriškumo (2.8 ir 2.9 pav.). Abiejų vartotojų apkrovų pagrindą sudaro simetrinės apkrovos, todėl galima teigti, kad tolygiai paskirsčius apkrovas, šis reikalavimas yra nesunkiai įvykdomas.



2.8 pav. Įtampos nesimetrija gamybos bare



2.9 pav. Įtampos nesimetrija garo katilinėje

2.2.6 Harmoninė įtampa

Pasauliniu mastu, harmonikų lygis jau daugelį metų matuojamas daugelyje industrinių valstybių Studijose atliktose Japonijoje 2000 metais buvo nustatytas netiesinių iškreipčių faktorius NIF (angl. THD) 6-7% pramonėje ir 4-5% buityje. Vakarų Europos apžvalgose pranešama, kad NIF augo nuo 3% -1979 iki 5%-1991, tai yra po 1,67% per dešimtmetį. JAV pranešama, kad NIF neviršijo 3% pas bet kurio tipo vartotojus [6].

Lietuvoje tokio pobūdžio matavimai nauji, kadangi tik neseniai atsirado galimybė išmatuoti šias vertes.

Iš apibendrintų matavimo rezultatų (žr. 2.5 ir 2.6 lent.), kad vartotojų tinkluose didžiausią vertę turi 3, 5, 7 ir 9 eilės harmonikos. Tokios eilės harmonikų pagrindiniai skleidėjai yra dažnio keitikliai, impulsiniai maitinimo šaltiniai ir liuminescencinės lempos. Tokio tipo apkrovos yra pagrindinės.

2.5 lentelė

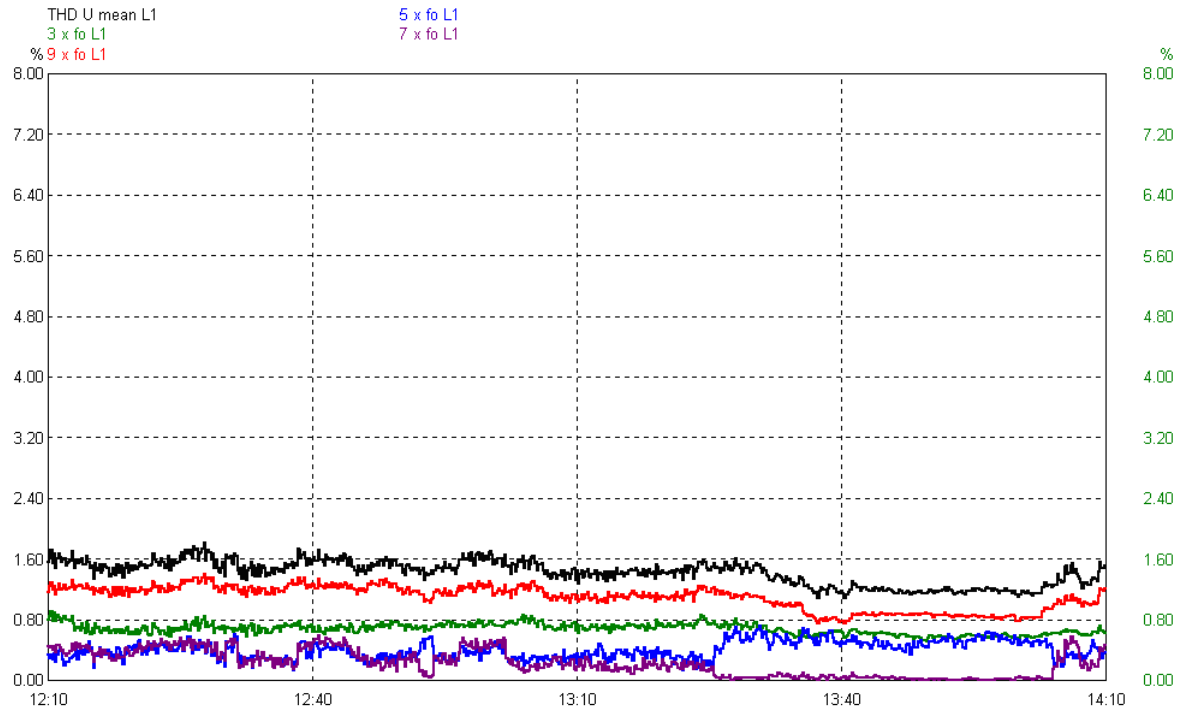
Įtampos harmonikos įmonės tinkluose

Nelyginės harmonikos								Lyginės harmonikos			
Nekartotinės 3				Kartotinės 3							
Vartotojas	V	A	B	Vartotojas	V	A	B	Vartotojas	V	A	B
Eilė h	Santykinė įtampa U^h , %			Eilė h	Santykinė įtampa U^h , %			Eilė h	Santykinė įtampa U^h , %		
5	6	0,38	1,64	3	5	0,66	5,37	2	2	0,018	0,031
7	5	0,27	0,4	9	1,5	1,1	0,18	4	1	0,003	0,022
11	3,5	0,11	0,24	15	0,5	0,052	0,1	6	0,5	0,015	0,022
13	3	0,095	0,313	21	0,5	0,055	0,16	8	0,5	0,008	0,006
17	2	0,014	0,021					10...24	0,5	0,166	<0,01
23	1,5	0	0,046								
25	1,5	0	0,002								

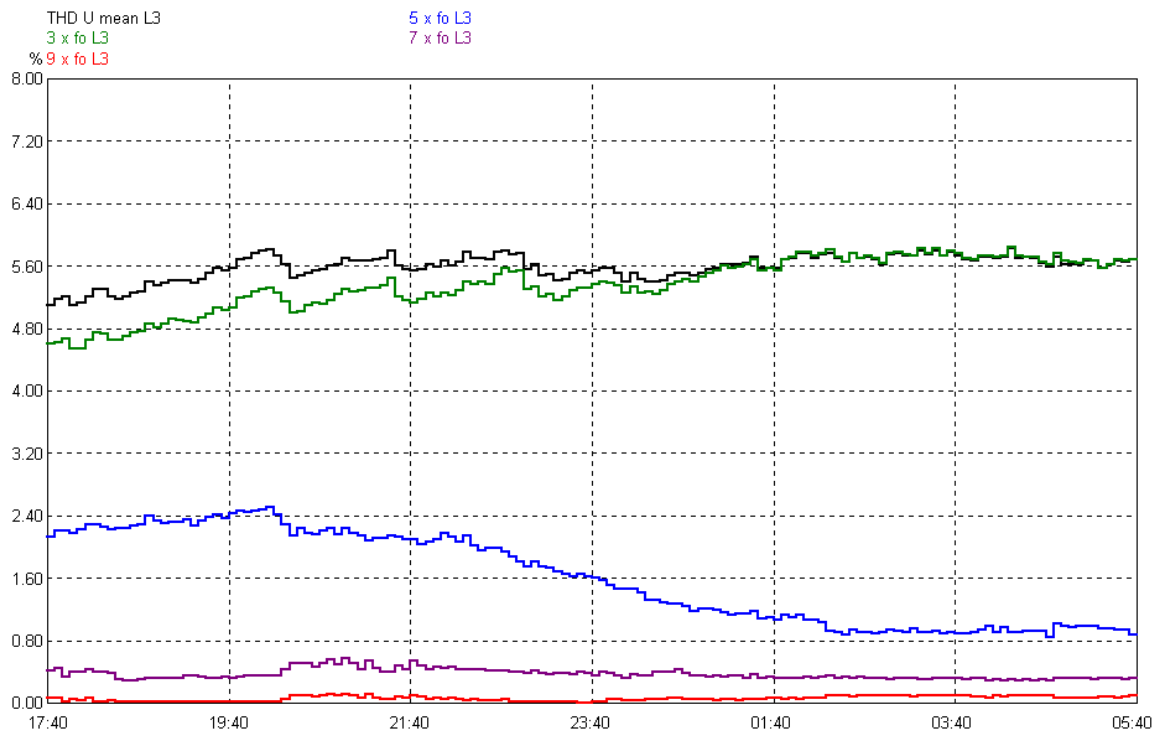
2.6 lentelė

Netiesinių iškreipčių faktoriaus vertės įmonės tinkluose

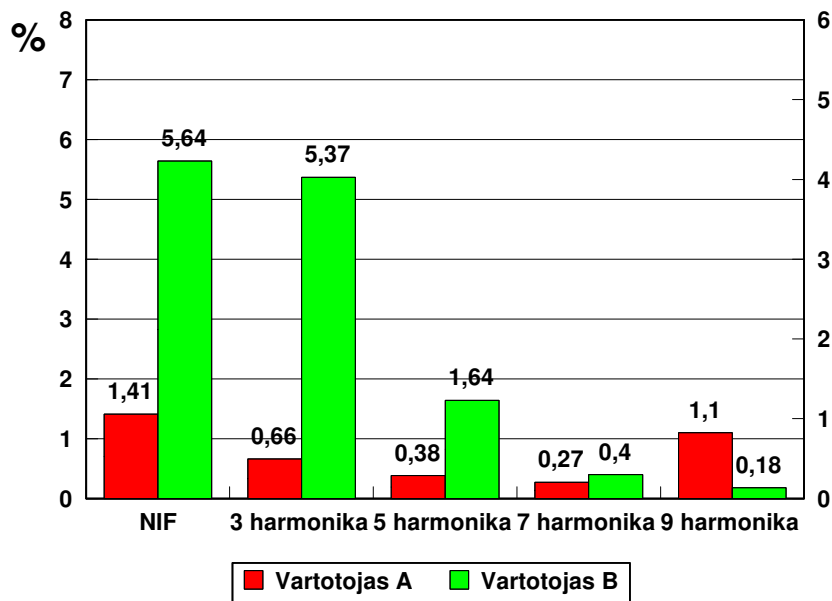
Vartotojas	V	A	B
Netiesinių iškreipčių faktorius NIF, %	≤ 8	1,41	5,64



2.10 pav. Harmoninės įtampos gamybos bare



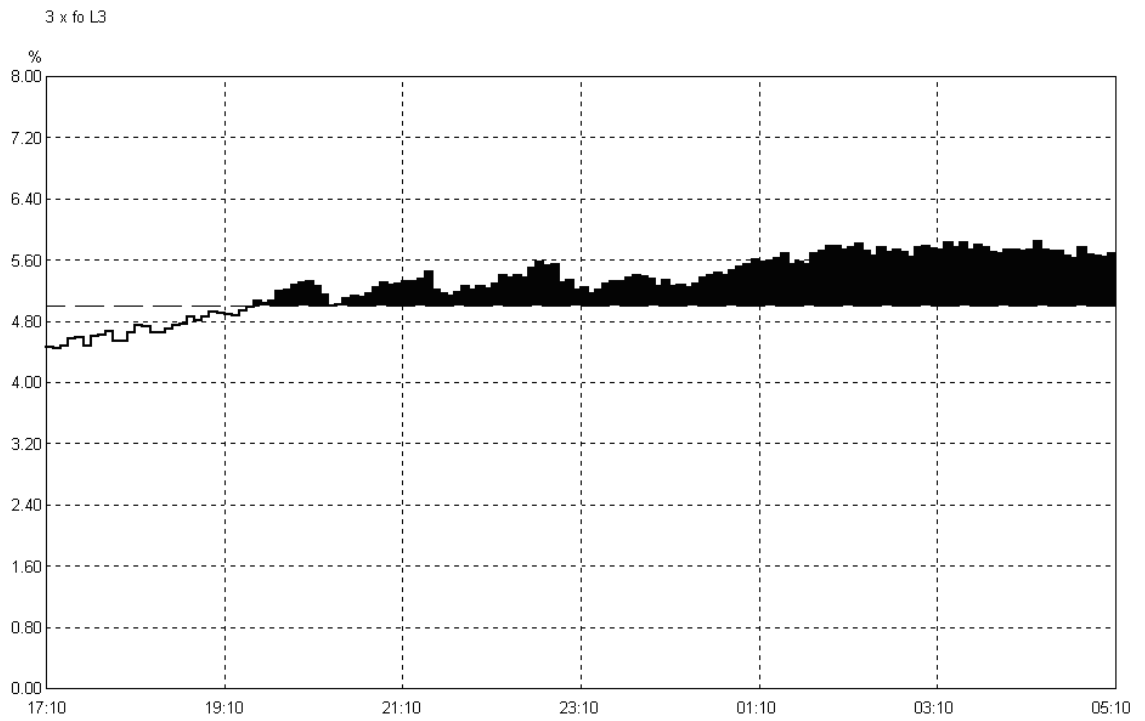
2.11 pav. Harmoninės įtampos garo katilinėje



2.12 pav. Vartotojų A ir B harmoninės sudėties palyginimas

Lengvosios gamybos bare (A vartotojas) vyrauja 9 ir 3 harmonikos. Įmonėje prie visų galingesnių dažnio pavarų yra įrengti harmonikų filtrai. Nors 9 –toji harmonika yra artima ribinei reikšmei, lyginant su B vartotoju (2.10,2.11,2.12 pav.), matoma akivaizdi harmonikų filtrų daroma įtaka bendram harmonikų lygio mažinimui.

Garų katilinėje pagrindinis harmoninės taršos šaltinis yra dažnio pavaros. Dažnio pavaros eksploatuojamos be harmoninių filtrų, pavarų prijungimas padarytas ne pagal gamintojo rekomendacijas. Harmoninės taršos didžiąją dalį sudaro 3 ir 5 harmonikos, 3 harmonika net viršija standarto apibrėžtą leistiną 5% vertę (2.13 pav.). Netiesinių iškreipimų faktoriaus vertė neviršijama, nors yra pakankamai aukšta. Iš šių duomenų galima daryti išvadą, kad ne visada iš netiesinių iškreipimų faktoriaus reikšmės galima nustatyti tikrąjį harmoninės taršos lygį vartotojų tinkluose.



2.13pav. 3 harmonikos lygis garo katilinėje

3. IŠVADOS

Atlikus matavimus mažos galios įmonėje nustatyta:

1. Standarto LST EN 50160 įtampos charakteristikų nurodytosios vertės yra techniškai realios.
2. Vardinė žemoji įtampa U_n atitinka standarto reikalavimus ir neviršija $230 \pm 10\%$ intervalo ribų.
3. Tolygus apkrovų paskirstymas, leidžia neviršyti įtampos nesimetrijos verčių.
4. Viršytos mirgėjimo aštrumo vertės yra sukeltos vartotojo įrenginių. Dažnio pavaros ir minkšto paleidimo įrenginiai, naudojami variklių paleidimui, žymiai sumažina mirgėjimo aštrumo vertes.
5. Harmoninių įtampų vertės mažos galios vartotojų tinkluose yra pakankamai aukštos. Vyrauja - 3, 5, 7 ir 9 eilės harmonikos.
6. Ne visais atvejais netiesinių iškreipimų faktorius NIF gali parodyti tikrąjį harmoninių iškreipimų lygį, todėl vykdant svarbius matavimus reikia peržiūrėti visas harmoninių dedamųjų vertes ir įsitikinti ar jos neviršija leistino lygio. Ypač yra didelė 3-oji harmonika.
7. Harmoniniai įtampos filtrai yra efektyvi, ekonomiškai pagrįsta elektros kokybės gerinimo priemonė, žymiai sumažinanti harmoninių įtampų daromą poveikį, bei tikslinanti elektros energijos didinamą apskaitą.

4. LITERATŪRA

1. Lietuvos standartas LST EN 50160, 2001 m vasaris. Bendrųjų skirstomųjų elektros tinklų įtampos charakteristikos.
2. Techninės išvados CLC/TR 50422. Europos standarto EN 50160 paaiškinimas.
3. Lietuvos standartas LST EN 61000-4-30. Bandymų ir elektrinio maitinimo kokybės charakteristikų matavimo metodai.
4. Lietuvos standartas LST EN 61000-3-2. Ribinės harmoninių srovių spinduliuojamos energijos vertės.
5. Lietuvos standartas LST EN 61000-4-7. Bendrasis elektros tiekimo sistemų ir prie jų prijungtų įrenginių harmonikų ir tarpinių harmonikų matavimo ir aparatūros vadovas.
6. Lietuvos standartas LST EN 61000-4-15. Mirgėjimo matuoklis. Funkcijų ir projektavimo reikalavimai.
7. "Innovative system solutions for power quality enhancement." ABB Review 3/1998.
8. "Power quality in European electricity supply networks." 2003 lapkritis. Ref: 2003-030-0769.
9. 2.P.Caramia, e.Di. Vito, A. Losi. Probabilistic Evaluation of the Economical Damage due to Harmonic Losses in Industrial Energy system//IEEE Trans. on Power Delivery, Vol.11.No2 April1996.
10. The Effects of Power System Harmonics on Power System Equipment and Loads//IEEE Trans. Power Apparatus and Systems, Vol Pas-104, Sept. 1985.

Priedas Nr.1

Standartizacijos organizacijos

Tarptautiniu mastu yra trys pagrindinės standartizacijos organizacijos nustatinėjančios elektros kokybės standartus, tai: IEC, CENELEC ir IEEE. Šalia šių organizacijų egzistuoja regioninės bei nacionalinės organizacijos. Viena iš jų yra Lietuvos standartizacijos departamentas prie Lietuvos respublikos aplinkos ministerijos, įsteigtas 1990m balandžio 25d Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimu. Departamentas plėtoja ir tobulina nacionalinę standartizaciją, sudaro technikos komitetus Lietuvos standartams rengti ir koordinuoja jų rengimą, nustato tarptautinių, Europos ir užsienio valstybių standartų perėmimo kaip Lietuvos standartu tvarką, priima (*iki 2003 10 01 priimta 13790 standartų*), leidžia ir platina Lietuvos standartus, kurie taikomi savanoriškai, siekia, kad Lietuvoje būtų nepažeidžiamos tarptautinių ir Europos standartų autorių teisės, teikia informaciją apie Lietuvoje galiojančius standartus, techninius reglamentus ir atitikties įvertinimo procedūrų teisės aktus Lietuvos institucijoms bei ūkio subjektams.

Departamentas parengė ir įgyvendina Europos standartų perėmimo kaip Lietuvos standartų programą, dalyvauja diegiant Europos Sąjungos direktyvas. Technikos komitetai (*šiuo metu jų yra 71*) dirba pagal sutarimo principą: komiteto veikloje dalyvaujančios suinteresuotos šalys - gamintojai, vartotojai, valstybės, mokslo ir visuomeninių organizacijų atstovai - sprendimus priima sutarimu. Šiame priede apžvelgiama pačias svarbiausias organizacijas susijusias su elektrotechnika.

Tarptautinės organizacijos

Tarptautinė elektrotechnikos komisija (*IEC*). Tai pasaulinė organizacija rengianti tarptautinius standartus elektrotechnikai, telekomunikacijoms, elektromagnetiniam suderinamumui, matavimams, elektronikai, ir su ja susijusioms technologijoms. Lietuvos standartizacijos departamentas asocijuotasis narys nuo 1996m Platesnė informacija <http://www.iec.ch/> puslapyje.



Tarptautinė standartizacijos organizacija (*ISO*). Tai nacionalinių standartizacijos departamentų junginys, kuri šiuo metu sudaro 148 nariai. Ši organizacija nėra vyriausybė, nors daugelis jos narių savo valstybėse ir priklauso vyriausybėms, bet jungia ir tokius narius kurių kilmė yra grynai iš privataus sektoriaus. Lietuvos standartizacijos departamentas narys korespondentas nuo 1992m. Platesnė informacija <http://www.iso.ch/> puslapyje.



Europos standartizacijos organizacijos

Standartizacijos klausimai Europos lygiu yra sprendžiami sekančių organizacijų:

Europos standartizacijos komitetas (*CEN*). CEN glaudžiai bendradarbiauja su Europos elektrotechnikos standartizacijos komitetu (*CENELEC*), Europos telekomunikacijų standartų institutu (*ETSI*) ir tarptautinė standartizacijos organizacija (*ISO*). Lietuvos standartizacijos departamentas tikru nariu tapo 2004m pradžioje. Platesnė informacija <http://www.cenorm.be> puslapyje.



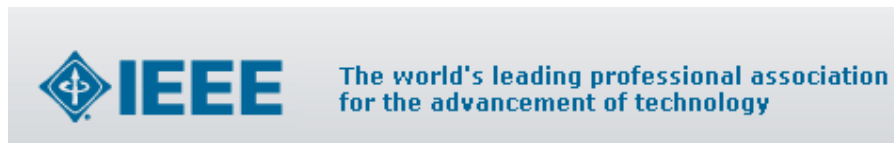
Europos elektrotechnikos standartizacijos komitetas (*CENELEC*). Ši organizacija buvo įkurta 1973m. Šiuo metu ji yra organizacija nesiekianti pelno ir veikianti pagal Belgijos įstatymus. Susideda iš 28 šalių nacionalinių elektrotechnikos komitetų. Jai dirba 35000 technikos ekspertų. Lietuvos standartizacijos departamentas tikru nariu tapo 2003m. birželio mėn. Platesnė informacija <http://www.cenelec.org> puslapyje.



Didelę įtaką Europos standartams turi Vokietijos standartizacijos institutas (*DIN*), bei Vokietijos elektrotechnikų sąjunga (*VDE*). Su šiomis organizacijomis Lietuva bendradarbiauja jau nuo 1992m. ir 1995m.

Kitos organizacijos

Elektros ir elektronikos inžinierių institutas (*IEEE*). Tai nesiekianti pelno asociacija, vienijanti daugiau nei 360000 specialistų iš 175 šalių. Tarp jų kompiuterinių, biomedicininų, elektros inžinerinių sistemų ir kt. specialistai. Asociacija išleidžia beveik 30% visų pasaulio leidinių, susijusių su elektros inžinerija, kompiuterija ir valdymo sistemomis. Turi 900 išleistų standartų, ir dar ruošiami. Platesnė informacija <http://www.ieee.org> puslapyje.



Priedas Nr. 2

Elektros tinklo atšakos kokybės matavimai naudojant tinklo analizatorių
„ANALYST-3Q“