

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA**

Romas Bakūnas

**ELEKTROS VARTOJIMO TECHNOLOGIJOS
FAKULTETE TYRIMAS**

Magistro baigiamasis darbas

Šiauliai, 2013

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA**

**ELEKTROS VARTOJIMO TECHNOLOGIJOS
FAKULTETE TYRIMAS**

Magistro baigiamasis darbas

Autorius – Romas Bakūnas (EM-11 gr.)

Vadovas – doc. dr. Leonardas Buivis

Recenzentas – doc. dr. Gediminas Valiulis

Katedros vedėjas – doc. dr. Gediminas Valiulis

Šiauliai, 2013

TURINYS

SANTRAUKA.....	3
SUMMARY.....	4
LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	5
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	6
ĮVADAS.....	8
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	9
2. SKIRSTOMOJO ELEKTROS TINKLO ĮTAMPOS REIKALAVIMAI.....	10
3. FAKULTETO ELEKTROS TINKLAS	13
4. PANAUDOTOS PRIEMONĖS ELEKTROS TINKLO TYRIMUI.....	15
5. UNIVERSALUS MATAVIMO PRIETAISAS UMG 96S.....	17
5.1. Universalaus matavimo prietaiso paskirtis.....	17
5.2. Universalaus matavimo prietaiso prijungimas į fakulteto elektros tinklą.....	18
5.3. Universalaus matavimo prietaiso UMG 96S tikslumo patikrinimas.....	20
5.4. Prietaiso UMG 96S duomenų registravimo momento nustatymas pagal komercinės apskaitos duomenimis.....	21
5.5. Prietaiso UMG 96S užfiksuotos maksimalios ir minimalios duomenų vertės.....	27
5.5.1. UMG 96S užfiksuoti duomenys prie maksimalios L1 užfiksuotos srovės.....	27
5.5.2. UMG 96S užfiksuoti duomenys prie minimalios L1 užfiksuotos srovės.....	29
6. ELEKTROS IMTUVŲ ANALIZĖ.....	34
6.1. Elektros imtuvai Technologiniame fakultete.....	34
6.2. Elektros kokybės analizatorius Analyst 3Q.....	35
6.3. Elektros imtuvų ir įvadinių kabelių skyduose matavimai.....	36
7. HARMONINIAI FILTRAI	40
7.1. Pasyvieji harmoniniai filtrai.....	40
7.2. Aktyvieji harmoniniai filtrai.....	40
7.3. Hibridiniai harmoniniai filtrai.....	41
7.4. Harmoninio filtro pasirinkimas.....	42
7.5. Harmoninio filtro veikimo būdai.....	42
7.6. Aukštesniųjų harmonikų filtro parinkimui skaičiavimo metodika.....	45
7.7. Aukštesniųjų harmonikų filtro parinkimui skaičiavimas.....	48
IŠVADOS.....	52
LITERATŪRA.....	53
PRIEDAI.....	55
1 PRIEDAS Komercinių apskaitų momentiniai duomenų palyginimai su fiksuotais UMG 96S duomenimis.....	56
2 PRIEDAS Komercinės apskaitos 329575 ir 595244 el. duomenys prie maksimalios bei minimalios užfiksuotos srovės L1, L2 ir L3 fazėse.....	64

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA**

Romas Bakūnas. ELEKTROS VARTOJIMO TECHNOLOGIJOS FAKULTETE TYRIMAS.
Magistro baigiamasis darbas/ vadovas doc. dr. Leonardas Buivis.

SANTRAUKA

Šio baigiamojo darbo tikslas – ištirti Šiaulių Universiteto Technologinio fakulteto elektros suvartojimą tinkle, panaudojant universalų matavimo prietaisą UMG-96S.

Tiriamąjį darbo analitinėje dalyje buvo išnagrinėtas Technologijos fakulteto elektros suvartojimas, duomenys sulyginami su komercinės apskaitos duomenimis.

Elektros imtuvų vartojamos elektros Technologijos fakultete analizė, panaudojant galios kokybės analizatorių ANALYST 3Q.

Išanalizavus Technologinio fakulteto elektros imtuvus, rekomenduojami elektros tinklo parametrų gerinimo būdai.

Darbą sudaro 7 dalys.

Darbo apimtis – 54 p. teksto be priedų, 38 pav., 15 lent.

Prieduose pateikti lentelės ir paveikslėliai.

ŠIAULIŲ UNIVERSITY
FACULTY OF TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

Romas Bakūnas. INVESTIGATION OF ELECTRICITY CONSUMPTION IN FACULTY OF TECHNOLOGY. Master final work/ research advisor Assoc. dr. Leonardas Buivis.

SUMMARY

The aim of the final paper is to explore electric power consumption in the network of Šiauliai University, Faculty of Technology by means of a universal measurement device UMG-96S.

The analytical part of the research analyses the electric power consumption of the Faculty of Technology and compares the data with the data of commercial accounting.

The electric power consumed by electric receivers in the Faculty of Technology has been analysed by means of power quality analyser ANALYST 3Q.

Upon the analysis of the electric receivers of the Faculty of Technology, we have recommended the ways of improvement of the electric network parameters.

The paper consists of 7 parts.

Extent of the paper is 54 pages of text without appendices, 38 figures and 15 tables.

The tables and figures are presented in the appendices.

LENTELIŲ SĄRAŠAS

3.1 lentelė. Technologinio fakulteto elektros tinklo skydelių pasiskirstymas.....	14
4.1 lentelė. Srovės matavimo transformatorių parametrai.....	15
5.1. lentelė. Skaitmeninių srovės repleių ir UMG 96S srovių palyginimas jėgos-avarinio apšvietimo skyde.....	20
5.2 lentelė. Skaitmeninių srovės repleių ir UMG 96S srovių palyginimas apšvietimo skyde.....	20
5.3 lentelė. Maksimalios srovės-įtampos harmonikos užfiksuotos jėgos-avarinio apšvietimo skyde.....	32
5.4 lentelė. Maksimalios srovės-įtampos harmonikos užfiksuotos apšvietimo skyde.....	33
6.1 lentelė. Elektros imtuvų parametrai.....	34
6.2 lentelė. Elektros energijos suvartojimas per 2002m. ir 2012m.....	36
6.3 lentelė. Elektros imtuvų suvartojimo fiksuoti elektros energijos parametrai.....	37
6.4 lentelė. Įvadinių skydų momentinių apkrovų matavimo rezultatai dienos metu.....	38
7.1 lentelė. Filtrų parinkimas pagal panaudojimo sritį.....	42
7.2 lentelė. Kondensatorių baterijos skaičiavimo rezultatai filtrams jėgos-avarinio apšvietimo skydai.....	50
7.3 lentelė. Filtrų reaktorių skaičiavimo rezultatai jėgos-avarinio apšvietimo skydai.....	50
7.4 lentelė. Kondensatorių baterijos skaičiavimo rezultatai filtrams apšvietimo skydai.....	51
7.5 lentelė. Filtrų reaktorių skaičiavimo rezultatai apšvietimo skydai.....	51

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

3.1. pav. Technologinio fakulteto elektros maitinimo schema.....	13
3.2. pav. Technologinio fakulteto elektros tinklo įvadų schema.....	14
4.1. pav. Personalinis kompiuteris.....	15
4.2. pav. UMG 96S.....	15
4.3. pav. ABB firmos srovės transformatoriai.....	15
4.4. pav. Weidmüller firmos gnybtai.....	16
4.5. pav. Kontrolinis kabelis.....	16
4.6. pav. Skaitmeninės srovės matavimo replės.....	16
4.7. pav. Elektros kokybės analizatorius ANALYST 3Q.....	16
5.1. pav. UMG 96S prijungimo elektros schema į el. tinklą.....	18
5.2. pav. Elektros schema po srovės transformatorių prijungimo.....	18
5.3. pav. UMG 96S ir srovės transformatorių prijungimas per gnybtiną.....	19
5.4. pav. Technologinio fakulteto elektros paskirstymo skydai.....	19
5.5. pav. Komercinės apskaitos ir registratoriaus UMG 96S L1 fazėje užfiksuotų momentinių srovių palyginimo grafikas.....	22
5.6. pav. Komercinės apskaitos ir registratoriaus UMG 96S L1 fazėje užfiksuotų momentinių įtampų palyginimo grafikas.....	23
5.7. pav. Komercinės apskaitos ir registratoriaus UMG 96S L1 fazėje užfiksuotų momentinių aktyviųjų galių palyginimo grafikas.....	24
5.8. pav. Komercinės apskaitos ir registratoriaus UMG 96S L1 fazėje užfiksuotų momentinių reaktyviųjų galių palyginimo grafikas.....	25
5.9. pav. Maksimali užfiksuota srovė L1 fazėje.....	27
5.10. pav. Aktyvioji galia prie maksimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje.....	28
5.11. pav. Reaktyvioji galia prie maksimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje.....	28
5.12. pav. Įtampa prie maksimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje.....	28
5.13. pav. THD U prie maksimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje.....	29
5.14. pav. THD I prie maksimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje.....	29
5.15. pav. Minimali užfiksuota srovė L1 fazėje.....	30
5.16. pav. Aktyvioji galia prie minimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje.....	30
5.17. pav. Reaktyvioji galia prie minimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje.....	30
5.18. pav. Įtampa prie minimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje.....	31
5.19. pav. THD U prie minimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje.....	31
5.20. pav. THD I prie minimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje.....	31

6.1. pav. Matavimas vienfaziam ir trifaziame elektros tinkle.....	36
7.1. pav. Pasyviojo harmoninio filtro veikimas elektros tinkle.....	40
7.2. pav. Aktyviojo harmoninio filtro veikimas elektros tinkle.....	41
7.3. pav. Aktyviojo harmoninio filtro harmonikos panaikinimas.....	41
7.4. pav. Hibridinio harmoninio filtro veikimas elektros tinkle.....	41
7.5. pav. (FKI) individuali filtravimo schema.....	43
7.6. pav. (FKI) grupinė filtravimo schema.....	43
7.7. pav. (FKI) centralizuota filtravimo schema.....	44
7.8 pav. Reaktoriaus apvija.....	47

IVADAS

Technologinis fakultetas Šiauliuose funkcionuoja nuo 1959 metų įvairiais pavadinimais. Nuo 1997 metų fakultetas įsijungė į naujai organizuojamą Šiaulių Universitetą. Nuo Fakulteto įsikūrimo iki šių dienų elektros tinklo sistemoje daug kas pasikeitė, tai visu pirma elektros imtuvų įvairovė. Padaugėjus elektros prietaisų elektros sistemoje pasikeitė ir elektros suvartojimo parametrai.

Šio darbo tikslas - ištirti Šiaulių Universiteto Technologinio fakulteto elektros suvartojimo parametrus panaudojant universalų matavimo prietaisą UMG-96S. Remiantis elektros vartojimo efektyvumo tyrimo rezultatais buvo parenkami galimi problemos sprendimo būdai.

Magistrinio baigiamojo darbo uždaviniai buvo numatyti tokie:

- sutvarkyti anksčiau įrengtą fakulteto elektros tinkle universalų matavimo prietaisą UMG 96S;
- įdiegti elektros parametrų registravimo kompiuterinę programą;
- atlikti fakulteto imtuvų struktūrinę analizę;
- ištirti būdingų elektros imtuvų parametrus;
- numatyti elektros vartojimo parametrų gerinimo būdus;
- parinkti priemones elektros vartojimo būklei gerinti.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

Baigiamasis magistrinis darbas parašytas ir apiformintas kaip nurodo magistrinio baigiamojo darbo rengimo metodiniai nurodymai [1].

Naudotas Bendrųjų skirstomųjų tinklų įtampos charakteristikos standartu, šis standartas apibudina pagrindines tiekiamos įtampos charakteristikas, laikantis šių charakteristikų galime sakyti jog tiekama elektros energija yra kokybiška [2].

Apie elektros tinklo sistemas ir posistemas, apie saugų darbą elektros tinkle aprašoma „Apsauga nuo elektros“ knygoje [10].

Apie harmoninių filtru rūšis, filtravimo būdą. .Kaip pasirinkti harmoninį filtrą pagal panaudojimo sritį ir kaip skaičiuoti aprašoma[9].

2. SKIRSTOMOJO ELEKTROS TINKLO ĮTAMPOS REIKALAVIMAI

Šios charakteristikos gali kisti sistemai veikiant normaliai dėl apkrovos kitimo, tam tikrų įrenginių sukeltų trikdžių ar pažaidų, kuriuos dažniausiai sukeliama išorinių įvykių.

Charakteristikos kinta atsitiktinai bet kuriuo laiko momentu, priklausomai nuo tiekimo vietos ar laiko. Todėl kažikuriais atvejais charakteristikų lygis gali būti viršytas.

Ne visi įtampa veikiantys reiškiniai gali būti numatomi, todėl neįmanoma nustatyti tikslios atitinkamos charakteristikos vertės.

Tai nusakoma 2001 metų vasario mėnesį patvirtintame standarte LST 50160 „Bendrų skirstomųjų elektros tinklų įtampos charakteristikos“. Ši standartas apibudina pagrindines tiekiamos įtampos charakteristikas, laikantis šių charakteristikų galime sakyti jog tiekiamą elektros energiją yra kokybiška.

Mus domina tik tiekiamos žemos įtampos charakteristikos, nes visi matavimai bus atliekami žemos įtampos pusėje [2].

Tinklo dažnis

Normaliomis veikimo sąlygomis vardinis tiekiamos įtampos dažnis turi būti 50Hz. Pagrindinės harmonikos dažnis per 10s sinchroniškai su jungtine sistema sujungtų sistemų:

50Hz ± 1%	(t.y. 49,5 ... 50,5 Hz)	99,5% per metus,
50Hz + 4%/-6%	(t.y. 47 ... 52Hz)	100% visą laiką.

Tiekiamos įtampos vertė

Nustatyto standarto vardinė žemoji įtampa U_n yra :

keturlaidėje trijų fazių sistemoje tarp fazės ir neutralės $U_n=230V$;

trilaidrėje trijų fazių sistemoje tarp fazių $U_n=230V$.

Tiekiamos įtampos kitimas

Normaliomis veikimo sąlygomis, išskyrus pažaidų ar įtampos pertrūkių būsenas:

- kiekvienos savaitės visų 10 min. trukmės intervalų tiekiamos įtampos vidutinių kvadratinių verčių 95% vidurkių turi būti $U_n \pm 10\%$ srities ribose;
- visi 10 min. trukmės intervalų tiekiamosios įtampos vidutinių kvadratinių verčių vidurkiai turi būti $U_n + 10\%/-10\%$ srities ribose, tai yra nuo 207÷253V.

Staigiųjų įtampos pokyčių dydis

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

Mirgėjimo aštrumas

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

Staigieji įtampos kryčiai

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

Trumpieji tiekiamos įtampos pertrūkiai

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.

Ilgieji tiekiamos įtampos pertrūkiai

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

Laikinieji pramoninio dažnio viršįtampiai tarp laidininkų ir žemės

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 1,5kV.

Pereinamieji viršįtampiai tarp laidininkų ir žemės

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

Tiekiamos įtampos nesimetrija

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

Harmoninė įtampa

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

Netiesinis iškreipų faktorius (NIF, angl. THD) turi būti mažesnis arba lygus 8% (įskaitant visas harmonikas iki 40eilės).

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.

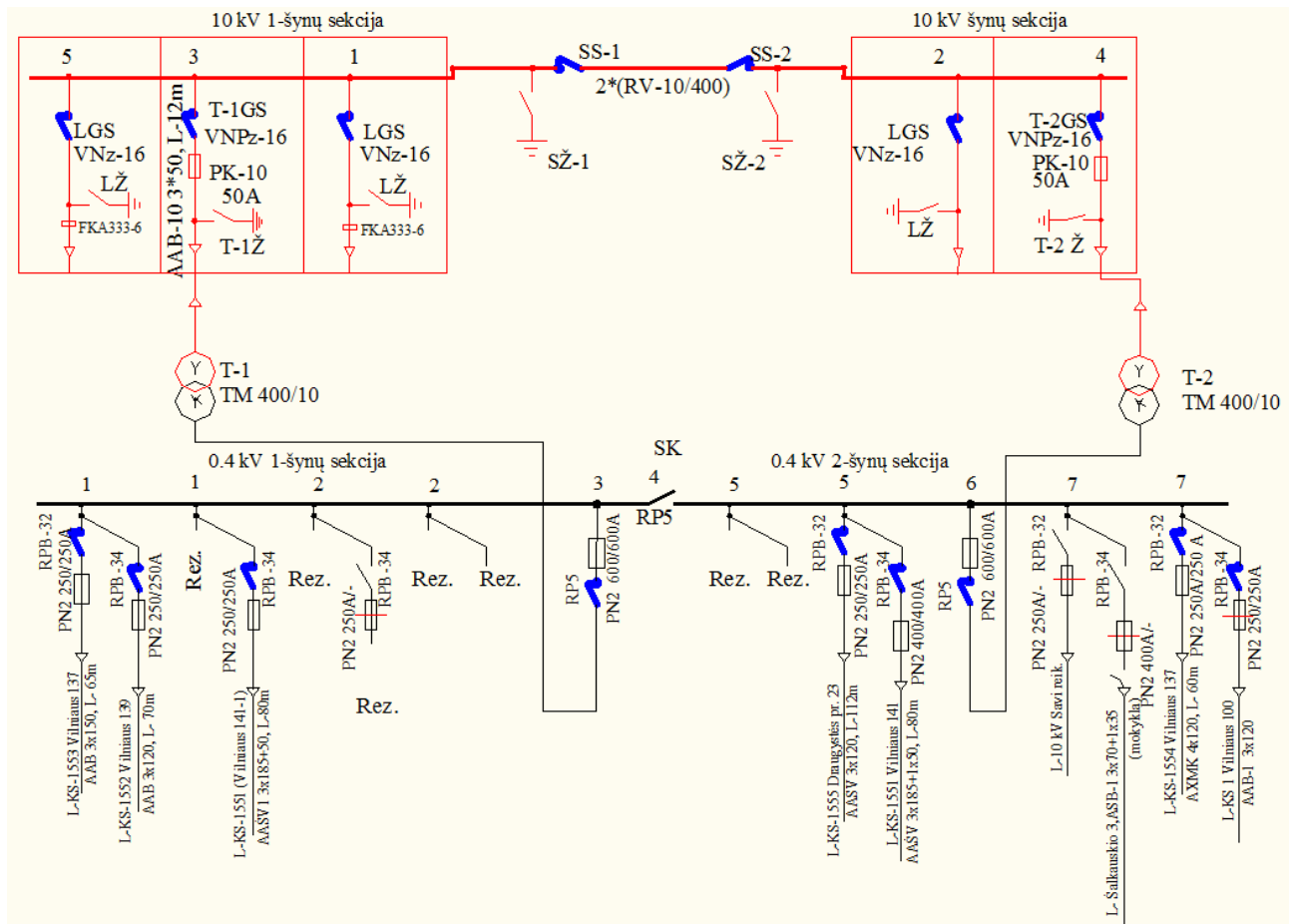
Elektros tinklo signalizavimo įtampa

Kažikuriuose šalyse elektros tiekėjas bendrąjį skirstomąjį tinklą gali naudoti signalams perduoti. Paros visų 3s trukmės intervalų signalų įtampų daugiau nei 99% vidurkių turi būti lygūs arba neviršyti nurodytu verčių.

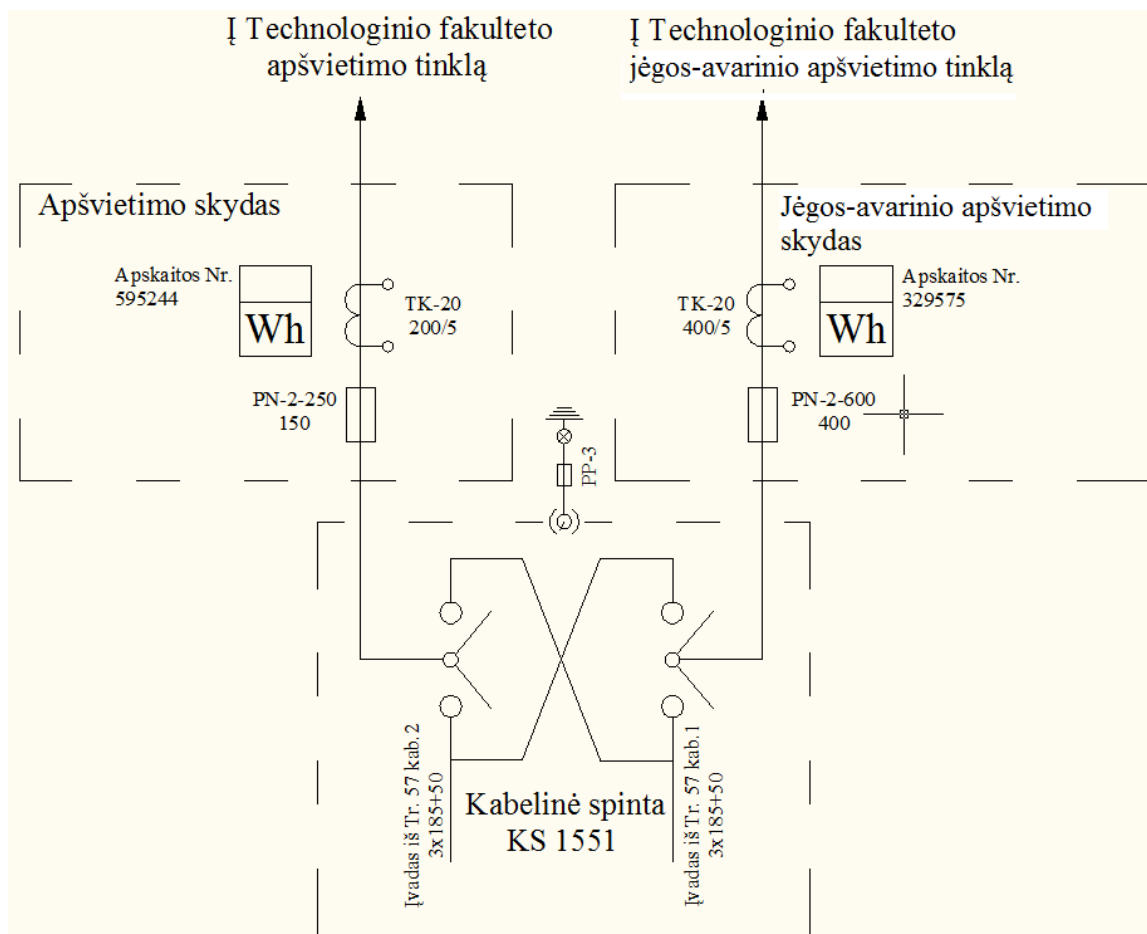
3. TECHNOLOGIJOS FAKULTETO ELEKTROS TINKLAS

Šiaulių Universiteto Technologinio fakultetas maitinamas TN-C tinklo sistema, kai nulinio laido ir apsauginio laido funkcijas atlieka vienas laidas PEN.[10]

Technologinio fakulteto maitinimasyra priskirtas prie 2 kategorijos. Elektros imtuvų, dėl kurių, nutrūkus elektros perdavimui, susidaro masinės darbuotojų, studentų prastovos. Neišvengiama svarbių elektros imtuvų sutrikimas tokiu kaip liftas, ventiliacijos sistema, jautri įranga ir .t.t.. Toks elektros tinklas, kuris maitina šios kategorijos vartotojus, privalo būti ne mažiau kaip du elektros energijos šaltiniai, o elektros energijos tiekimo nutraukimas leidžiamas laikotarpiui reikalingam rankinio ar automatinio rezervo įvedimui.



3.1. pav. Technologinio fakulteto elektros maitinimo schema



3.2. pav. Technologinio fakulteto elektros tinklo įvadų schema

Technologinio fakulteto elektros tinklas sudarytas iš įvairiuose aukštuose sumontuotu skydelių, Tai didžiulis magistralinis elektros tinklas. Elektros tinkle vyrauja mišrus skydelių maitinimas. Skydelių skaičių bei kiekį aukštuose pateikiu 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Technologinio fakulteto elektros tinklo skydelių pasiskirstymas

Apšvietimo skydas			Jėgos-avarinio apšvietimo skydas		
Pastato aukštas	Skydelių pavadinimai	Skydelių skaičius aukšte	Pastato aukštas	Skydelių pavadinimai	Skydelių skaičius aukšte
0	AS-0-(1 ÷ 4)	4	0	JS-0-(1 ÷ 12)	12
1	AS-1-(1 ÷ 4)	4	1	AAS-1-(1÷3) JS-1-(1 ÷ 10, 10 ^A)	14
2	AS-2-(1, 2)	2	2	JS-2-(1, 2)	2
3	AS-3-(1, 2)	2	3	-	-
4	AS-4-(1, 2)	2	4	JS-4-(1 ÷ 12)	12
5	AS-5-(1, 2)	2	5	JS-5-(1 ÷ 4)	4

4. PANAUDOTOS PRIEMONĖS ELEKTROS TINKLO TYRIMUI

Atliekant šį tiriamąjį darbą teks naudoti įvairias elektrines priemones gauti norimam rezultatui:

- Personalinis kompiuteris esantis 118 auditorijoje, skirtas sąsajai su universaliu matavimo prietaisu UMG-96S, tyrimo rezultatų kaupimui, analizei, duomenų apdorojimui;



4.1. pav. Personalinis kompiuteris

- JANITZA firmos universalus matavimo prietaisas UMG-96S, skirtas registruoti ir matuoti vienfaziam, bei trifaziame elektros tinkle, vidutinio ir žemos įtampos tinkle; Išsamesnis aprašymas 5 skyriuje.



4.2. pav. UMG 96S

- ABB firmos srovės transformatoriai, skirti komercinei elektros energijos apskaitai, tinkluose esant 50 arba 60 Hz kintamai srovei. Transformatoriai gali būti naudojami ir kitais techniniais tikslais;



a)



b)

4.3. pav. ABB firmos srovės transformatoriai

4.1 lentelė. Srovės matavimo transformatorių parametrai

	Transformacijos koeficientas.	Tikslumo klasė	Apkrova, VA
4.3. pav. a)	100/5A	0,5S	5
4.3. pav. b)	150/5A	0,5S	5

- Weidmüller įtampiniai ir sroviniai gnybtai, skirti elektriniams sujungimams;



4.4. pav. Weidmüller firmos gnybtai

- Lankstus, apvalus, kontrolinis (YSLY-JZ) kabelis 7x2,5, skirtas sukombutuoti elektrinius prietaisus;



4.5. pav. Kontrolinis kabelis

- Skaitmeninės AC/DC srovės matavimo replės, skirtos AC/DC įtampoms, srovėms matuoti;] Įtampos AC, diapazonas 0÷400V; rezoliucija 0,1V; tikslumas 1,2% ±5 skaičiaus (50-60Hz). Srovės AC; diapazonas 0÷40A; rezoliucija 0,01A; tikslumas 1,8%±5 skaičiaus (50-60Hz).



4.6. pav. Skaitmeninės srovės matavimo replės

- Elektros kokybės analizatorius ANALYST 3Q, skirtas tiek vienfazio tiek trifazio elektros tinklo analizei. Išsamesnis aprašymas 7 skyriuje.



4.7. pav. Elektros kokybės analizatorius ANALYST 3Q

5. UNIVERSALUS MATAVIMO PRIETAISAS UMG 96S

5.1. Universalaus matavimo prietaiso paskirtis

UMG 96S yra matavimo priemonė, tinka matuoti, registruoti ir stebėti elektrinius parametrus vidutinės ir žemos įtampos tinklais. Matavimas tinka vienos ir trijų fazių sistemos su neutralaus laidininko vidutinės ir žemos įtampos tinklais.

Pagrindinis matavimo priemonės savybė yra kompaktiška konstrukcija (96x96 mm). Harmoninių srovių ir įtampų matavimas kiekvieno išorinio laidininko. Kad būtų pasiekti funkcinę įvairovę universaliųjų matavimo prietaisą, reiktų apie 15 analoginių prietaisų, tokių kaip ampermetrai, voltmetrai, galios matuokliai (kW, kVA, kVAr, $\cos \varphi$), aktyviosios ir reaktyviosios energijos skaitikliai (kWh / kVArh), harmonikų analizatoriai ir matavimo konverteriai.

Tai reiškia, kad planavimas, įrengimas, elektros instaliacijos ir saugojimo išlaidos yra gerokai sumažintos, lyginant su analoginių matavimo priemonių UMG 96S.

Aiškios visų tinkamų parametrų atvaizdavimo dėka, tampa paprasta surasti elektros tinklo problemas. Prietaisas skirtas diagnozuoti, fiksuoti įvairius tinklo trikdžius ir anomalijas, padeda greitai elektrotechniniam personalui naikinti trikdžius elektros tinkle.

Prietaiso tikslumas:

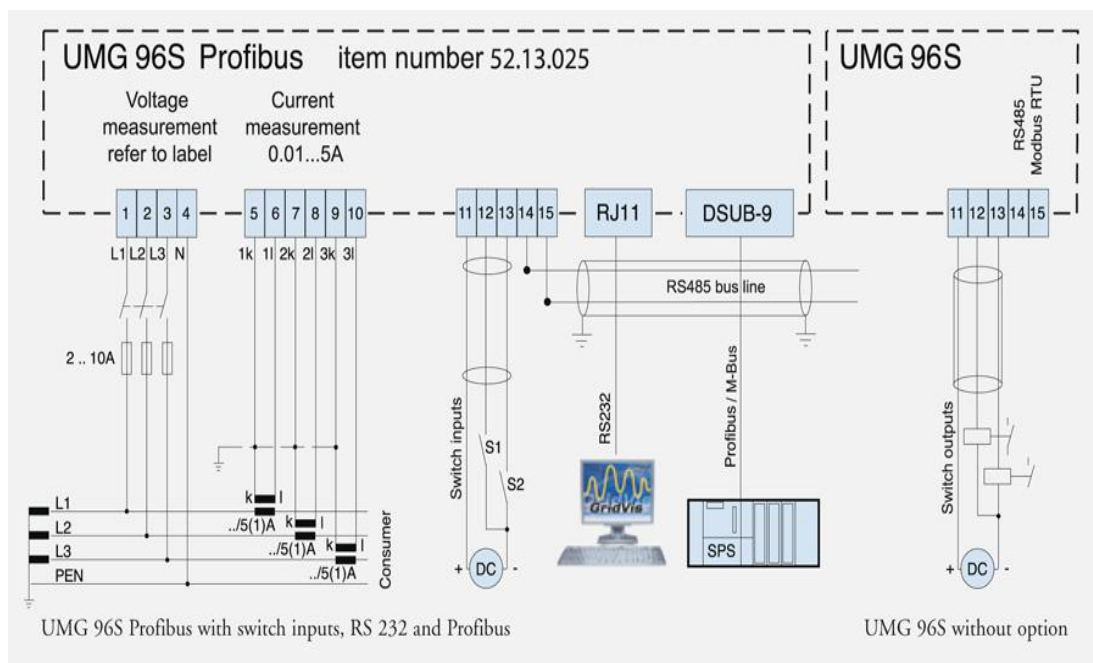
- Įtampos matavimo veikimo nuokrypis L-N $\pm 0,5\%$;
- Įtampos matavimo veikimo nuokrypis L-L $\pm 1\%$
- Srovės matavimo veikimo nuokrypis $\pm 0,5\%$;
- Galios (P, Q, S) matavimo veikimo nuokrypis $\pm 1\%$;
- Dažnio matavimo veikimo nuokrypis $\pm 0,1\%$;
- Harmonikos matavimo veikimo nuokrypis NIF (THD)U,I $\pm 2\%$;

Matavimai atliekamas automatiškai laikas yra nustatomas (registravimas pradedamas ir baigiamas vartotojo nustatytu laiku). Integravimo periodo 1s÷15min., duomenis iškart keliami į personalinį kompiuterį ir saugomi atmintyje.

Prietaiso komplektaciją sudaro naudojimo instrukcija, tinklo analizatorius UMG 96S, USB laidas sąsajai su kompiuteriu, programinės įrangos programa kompiuteriui LCD.

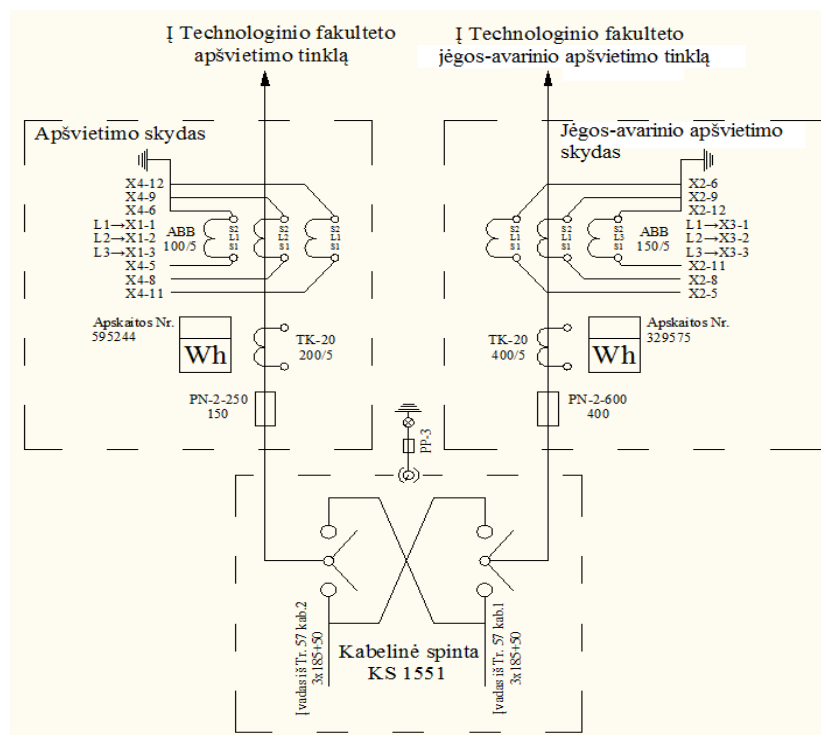
5.2. UMG 96S prijungimas i Technologinio fakulteto elektros tinklą

UMG 96S prietaisas prijungiamas taip kaip nurodo gamintojas, pagal pajungimo į elektros tinklą schemą pateiktą 4.1. paveiksle.



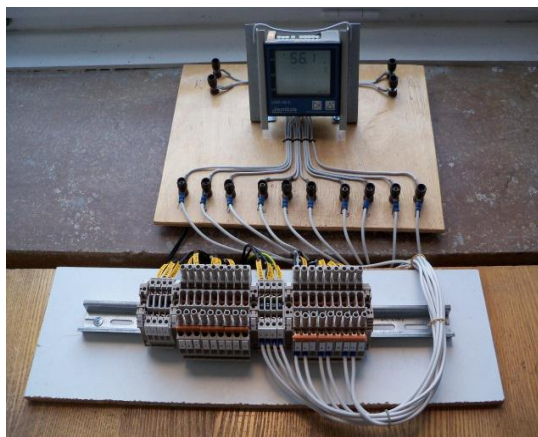
5.1. pav. UMG 96S prijungimo elektros schema į el. tinklą

Technologinio fakulteto elektros tinklo įvadų schema po srovės transformatorių prijungimo pateikta 5.2. paveiksle.



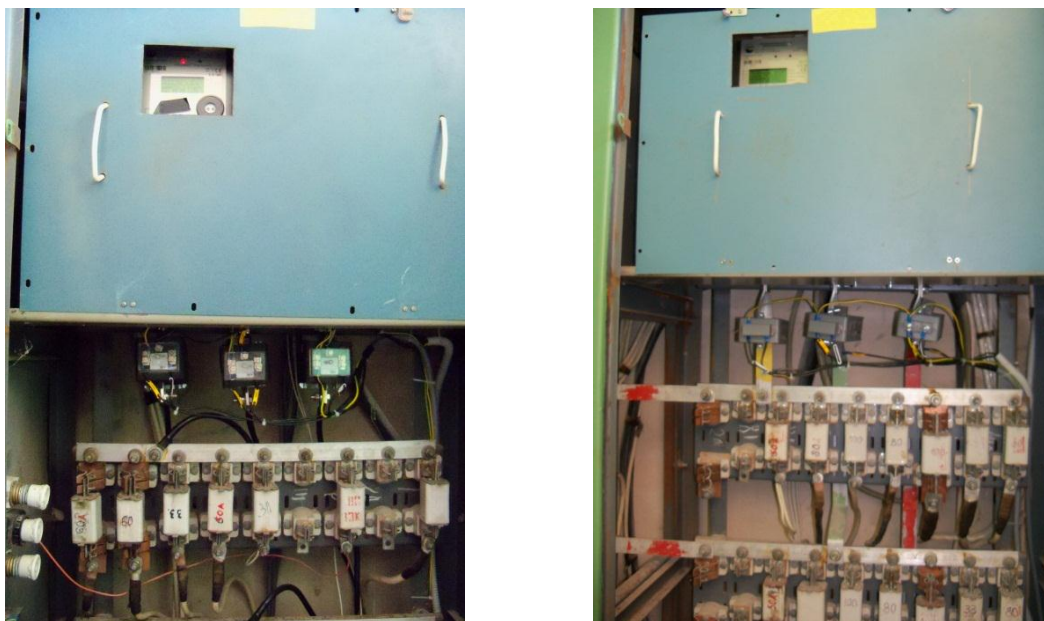
5.2. pav. Elektros schema po srovės transformatorių prijungimo

Vizualus srovės transformatorių sumontavimo vaizdas pateiktas 5.4. paveiksle. Sumontavus srovės transformatorių ir UMG 96S prietaisą, atliekame pajungimo per srovinius ir įtampinius gnybtus taip kaip nurodo gamintojas pagal pateikta schemą. Vizualus pajungimo vaizdas matomas 5.3. paveiksle.



5.3. pav. UMG 96S ir srovės transformatorių prijungimas per gnybtiną

Iš kabelinė spintos (KS 1551) maitinasi apšvietimo bei jėgos-avarinio apšvietimo skydai 5.4. paveiksle.



5.4. pav. Technologinio fakulteto elektros paskirstymo skydai

5.3. Universalaus matavimo prietaiso UMG 96S prijungimo patikrinimas

Šis prijungimo patikrinimas atliekamas kylant įtarimams, kad gali būti sukeisti prijungimo gnybtai. Atliekamas srovių registruotų UMG 96S registratoriumi ir srovės replių srovių patikrinimas.

Pirmą prijungimo patikrinimo matavimą atliksime jėgos-avarinio apšvietimo skyde, duomenys pateikti 5.1. lentelėje.

5.1. lentelė. Skaitmeninių srovės replių ir UMG 96S srovių palyginimas jėgos-avarinio apšvietimo skyde

Data	Laikas	Fazė	Srovės replių srovė	UMG 96S srovė	Skirtumas
2012-12-06	17:33	L1	13,4A	13,4A	0%
	17:34	L2	27,2A	26,9A	1,1%
	17:35	L3	7,5A	7,6A	1,3%
2012-12-06	17:43	L1	12,2A	12,4A	1,6%
	17:44	L2	28,1A	27,6A	1,8%
	17:45	L3	7,1A	7,2A	1,3%

Antrą prijungimo patikrinimo matavimą atliksime apšvietimo skyde, duomenys pateikti 5.2. lentelėje.

5.2 lentelė. Skaitmeninių srovės replių ir UMG 96S srovių palyginimas apšvietimo skyde

Data	Laikas	Fazė	Srovės replių srovė	UMG 96S srovė	Skirtumas
2012-12-19	12:42	L1	7,4A	7,5A	1,3%
	12:43	L2	51,6A	52A	0,7%
	12:45	L3	7,5A	7,4A	1,3%
2012-12-19	12:48	L1	7,3A	7,4A	1,3%
	12:49	L2	33,8A	34,3A	1,4%
	12:50	L3	4,1A	4,1A	0%

Kadangi fazių srovės atitinka matavimo prietaisų užfiksuotus duomenis o srovės replių leistinos 1,8% vertės nesutapimo ribos yra neviršytos tad galime daryti išvadą, kad prietaiso

prijungimo gnybtai prijungti reikiamai. Todėl ir toliau paliksime prietaisą veikti tokiam pačiam režime.

5.4. Prietaiso UMG 96S duomenų registravimo momento nustatymas pagal komercinės apskaitos duomenis

Atlikus prijungimo patikrinimą norisi įsitikinti ar ir kiti duomenys yra tikslūs, ar bent jau artimi. Sulyginsime tokius duomenis kaip visų fazių $I(A)$, $U(V)$, $P(kW)$ ir $Q(kVAr)$.

Šis komercinės apskaitos ir registratoriaus UMG 96S duomenų nuskaitymo palyginimas atliekamas tam, nes norima įsitikinti ar tinkamai parinktas ir nustatytas duomenų integravimo laikas, pasirinktas srovės transformatorių transformavimo koeficientas. Netinkamai pasirinkus integravimo laiką ar transformacijos koeficientą galimas didelis duomenų skirtumas, kuriu pasėkoje tolimesnis duomenų kaupimas pasidaryt netinkamas jų apdorojimui.

Komercinės apskaitos momentiniai duomenys bus palyginti su registratoriaus UMG 96S momentiniais duomenimis.

Palyginsime jėgos-avarinio apšvietimo , bei apšvietimo skydų momentinius duomenis.

Jėgos-avarinio apšvietimo skydo registruoti duomenys nuo 2012 metų gruodžio 6 dienos iki 2013 metų sausio 5 dienos,

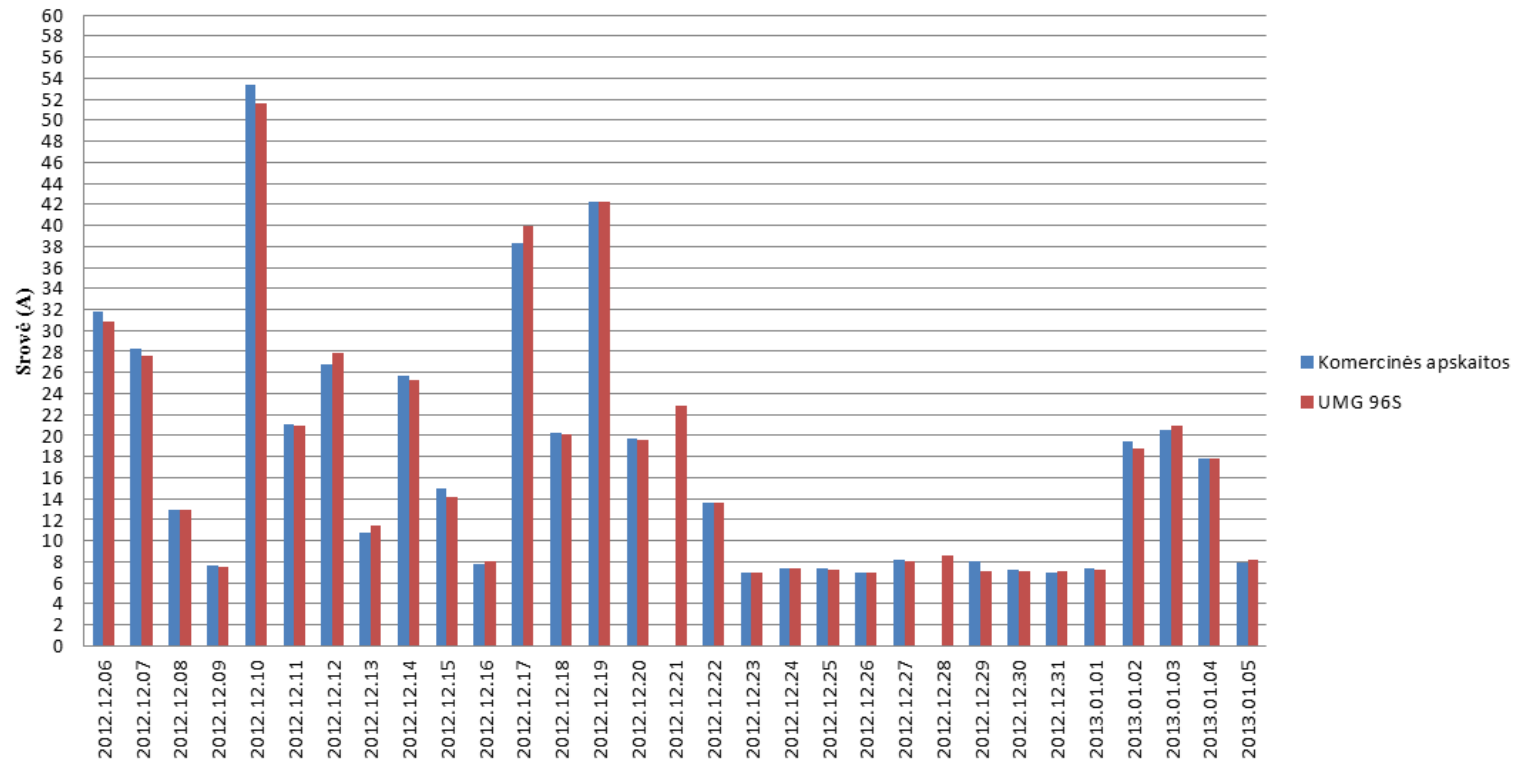
Apšvietimo skydo registruoti duomenys nuo 2013 metų sausio 19 dienos iki 2013 metų vasario 18dienes.

Momentiniai komercinės apskaitos duomenys fiksuojami viena karta paroje.

Atliekame grafinį duomenų sulyginimą duomenis pateikiu 5.5÷ 5.8 paveiksluose.

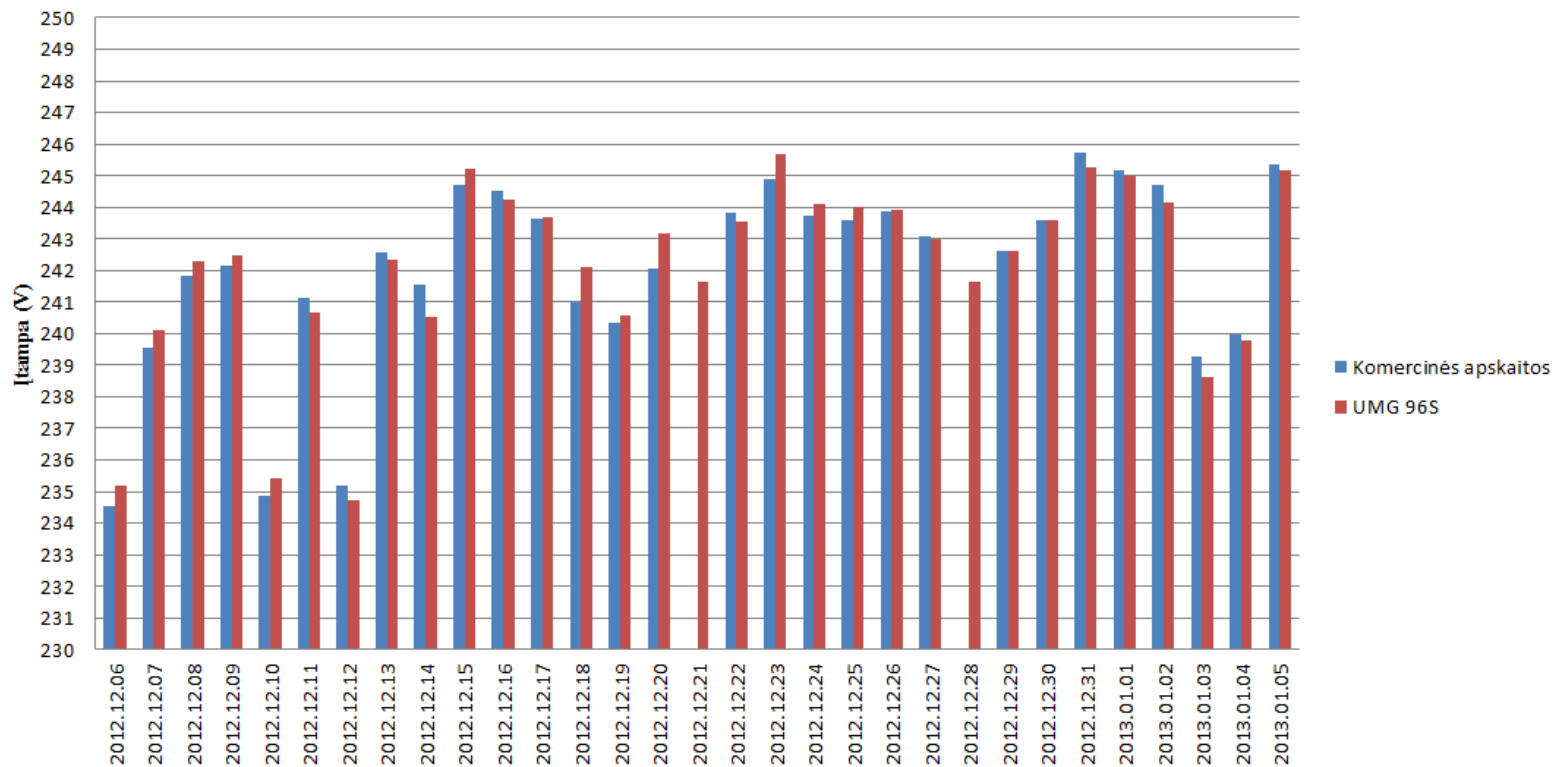
Komercinės apskaitos 329575 momentinių nuskaitymo duomenų grafinis palyginimas su registruotais UMG 96S

L1 fazės momentinių srovių palyginimas



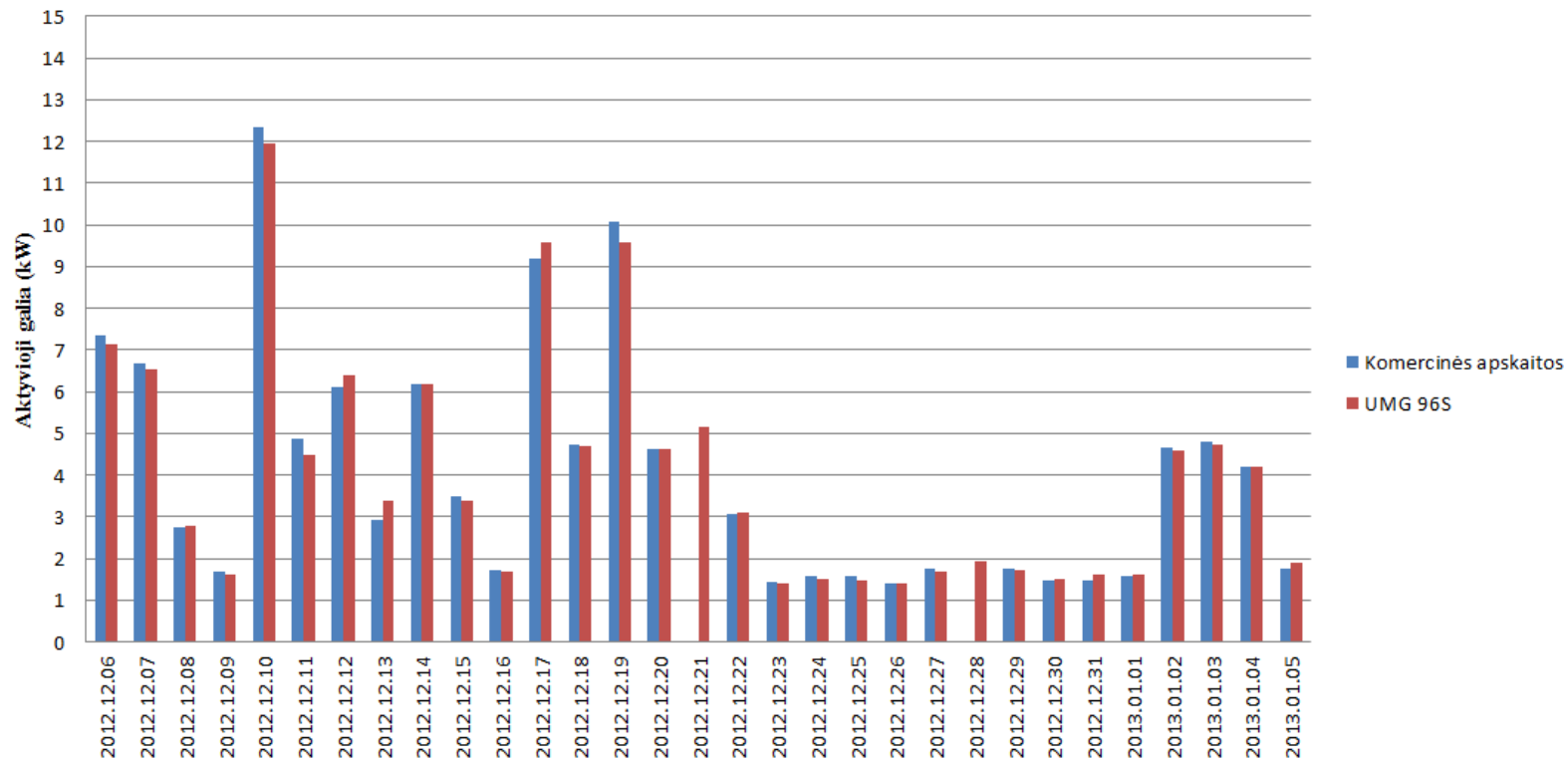
5.5. pav. Komerčinės apskaitos ir registratoriaus UMG 96S L1 fazėje užfiksuotų momentinių srovių palyginimo grafikas

L1 fazės momentinių įtampų palyginimas



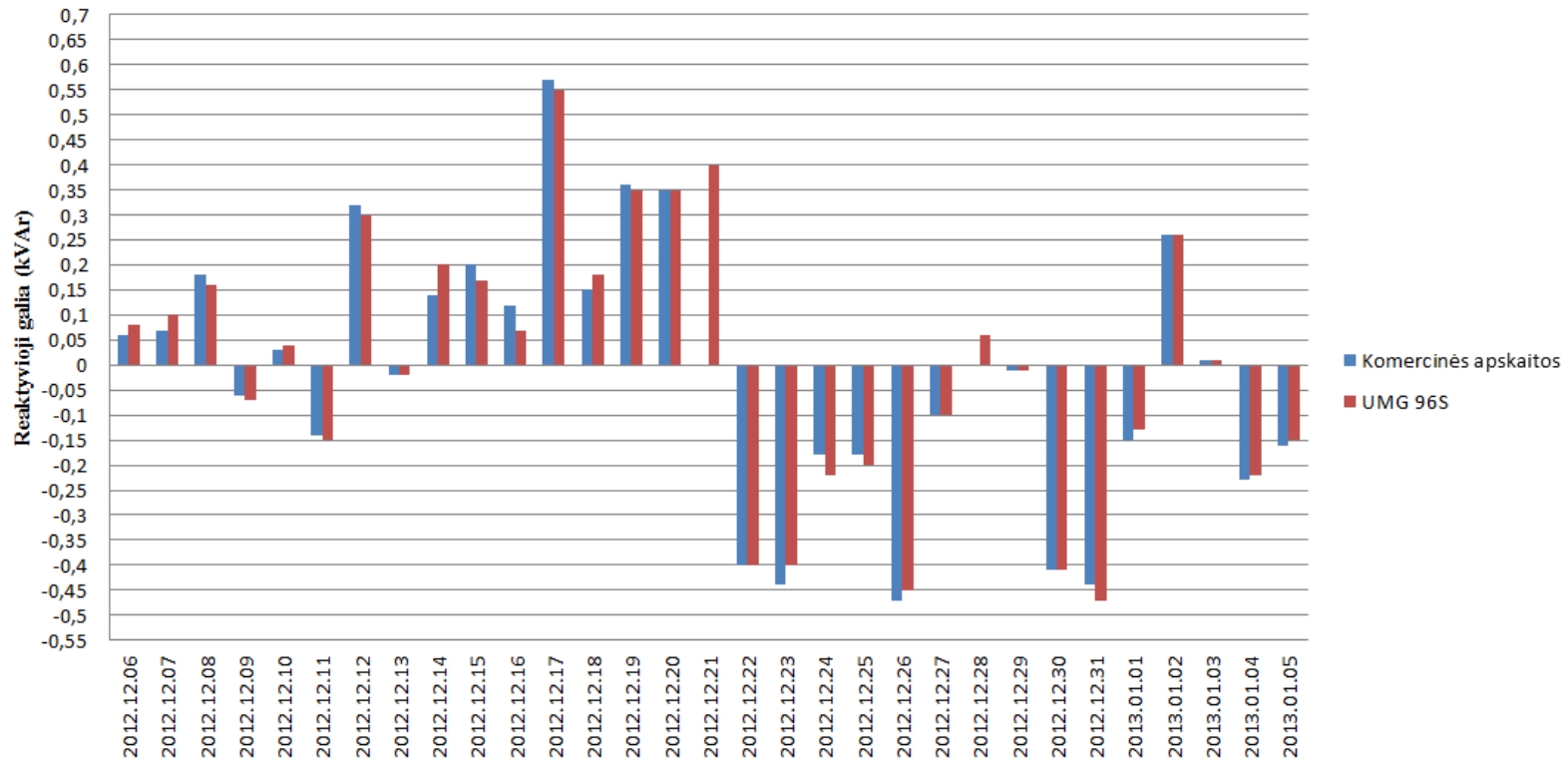
5.6. pav. Komerčinės apskaitos ir registratoriaus UMG 96S L1 fazėje užfiksuotų momentinių įtampų palyginimo grafikas

L1 fazės momentinių aktyviųjų galių palyginimas



5.7. pav. Komerčinės apskaitos ir registratoriaus UMG 96S L1 fazėje užfiksuotų momentinių aktyviųjų galių palyginimo grafikas

L1 fazės momentinių reaktyviųjų galių palyginimas



5.8. pav. Komerčinės apskaitos ir registratoriaus UMG 96S L1 fazėje užfiksuotų momentinių reaktyviųjų galių palyginimo grafikas

Atlikus momentinių duomenų palyginimą matome jog registratoriaus UMG 96S duomenys yra labai artimi arba lygūs komercinės apskaitos duomenims.

Didžiausias užfiksuotas momentinių srovių skirtumas L1 fazėje.....	4,6%.
Didžiausias užfiksuotas momentinių įtampų skirtumas L1 fazėje.....	0,4%.
Didžiausias užfiksuotas momentinių aktyviųjų galių skirtumas L1 fazėje.....	7,9%.
Didžiausias užfiksuotas momentinių reaktyviųjų galių skirtumas L1 fazėje.....	33,3%.

Toks skirtumas atsiranda dėl neišsamaus komercinės apskaitos laiko pateikimo. Komercinės apskaitos pateikiamas laikas yra minutė, todėl neišku kurioje sekundėje yra fiksuojami momentiniai duomenys. Mano pasirinktas laikas yra komercinei apskaitai artimiausias registratoriaus UMG 96S užfiksuotam momentiniam duomeniui

Kadangi grafinis momentinių duomenų palyginimas yra labai panašus, tai darau išvadą jog duomenų integravimo laikas, bei srovės transformatorių transformacijos koeficientas pasirinktas tinkamas. Todėl ir toliau remsiuos registratoriaus UMG 96S duomenimis.

Komercinės apskaitos 329575 ir 595244 momentinių fiksuotų duomenų $I(A)$, $U(V)$, $P(kW)$ ir $Q(kVAr)$ palyginimas su registratoriaus UMG 96S fiksuotais duomenimis pateikiamas lentelių forma 1priede.

5.5 Prietaiso UMG 96S užfiksuotos maksimalios ir minimalios duomenų vertės

Pasinaudodami tinklo analizatoriumi UMG 96S galime analizuoti elektros tinklo sukauptus duomenis nuo mėnesio, savaitės, paros, valandų ar iki sekundžių dalių, ko neleidžia daryti komercinės apskaitos fiksuojami duomenys. Būtent tinklo analizavimui ir pravers šis prietaisas, galintis fiksuoti įvairius mus dominančius el. duomenys, tai I(A), U(V), P(kW), Q(kVAr) THD U ir THD I (%).

Jėgos-avarinio apšvietimo skydo registruoti duomenys nuo 2012 metų gruodžio 6 dienos iki 2013 metų sausio 5 dienos,

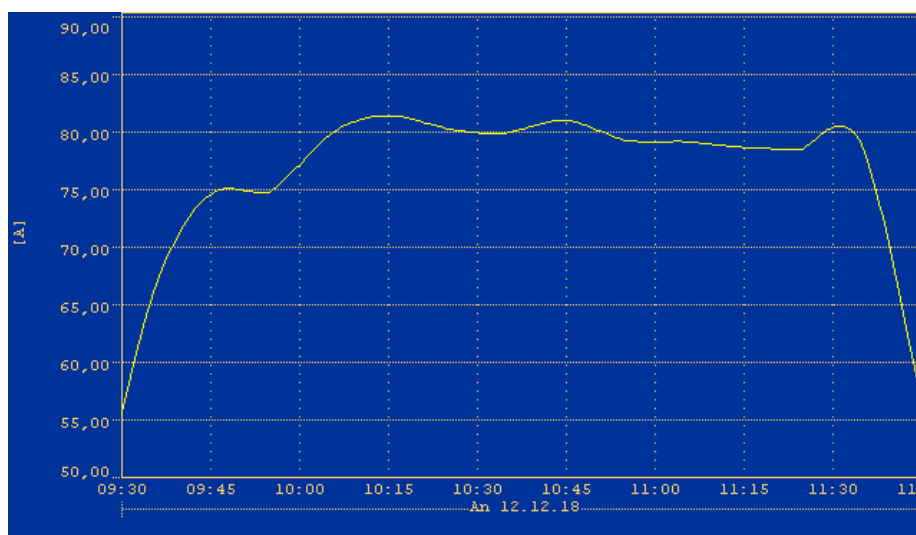
Apšvietimo skydo registruoti duomenys nuo 2013 metų sausio 19 dienos iki 2013 metų vasario 18 dienos.

Iš fiksuotų duomenų domina kokia buvo maksimali ir minimali fiksuota srovė Technologiniame fakultete, kiek reaktyvios galios, kokios harmonikos yra tinkle.

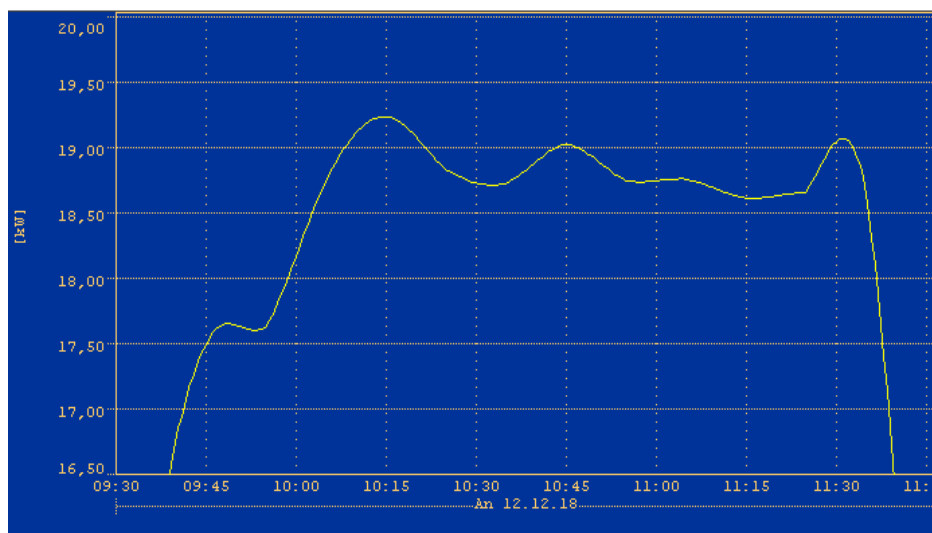
5.5.1. UMG 96S užfiksuoti duomenys prie maksimalios L1 užfiksuotos srovės

Paanalizuokime jėgos-avarinio apšvietimo skydo su komercinę apskaita 329575 el. duomenis prie maksimalia užfiksuota srove L1 fazėje.

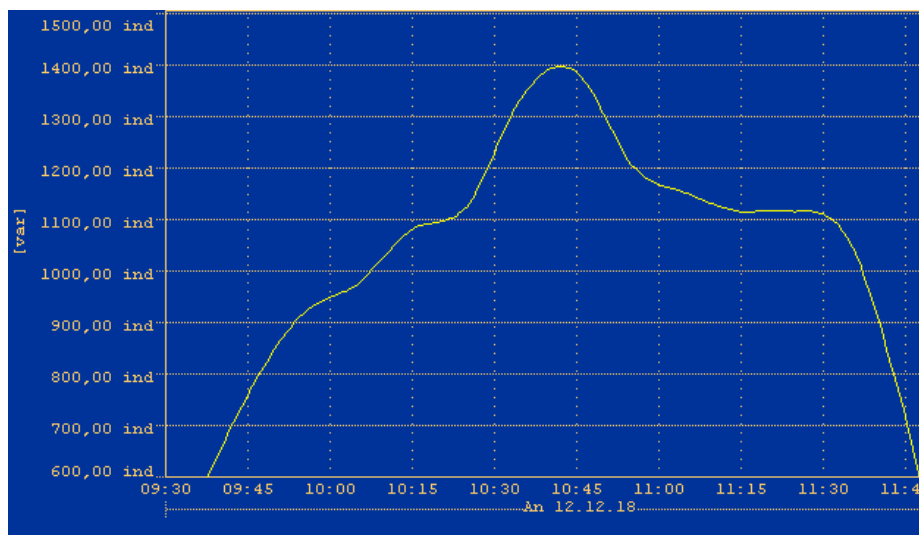
Maksimali užfiksuota srovė jėgos-avarinio apšvietimo skyde 2012 metų gruodžio 18 dieną, 9³⁰ ÷ 11³⁰ laiko momente. Tai semestro pabaiga, mažas paskaitų intensyvumas. Toliau pateikiami grafiniai duomenys prie maksimalios užfiksuotos srovės, P (kW), Q (VAr), U (V), THD U ir THD I (%).



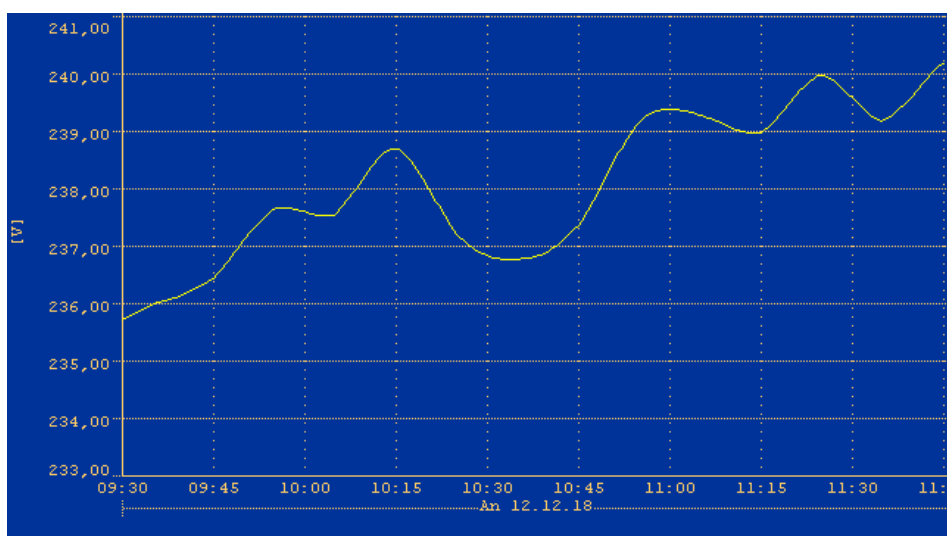
5.9. pav. Maksimali užfiksuota srovė L1 fazėje



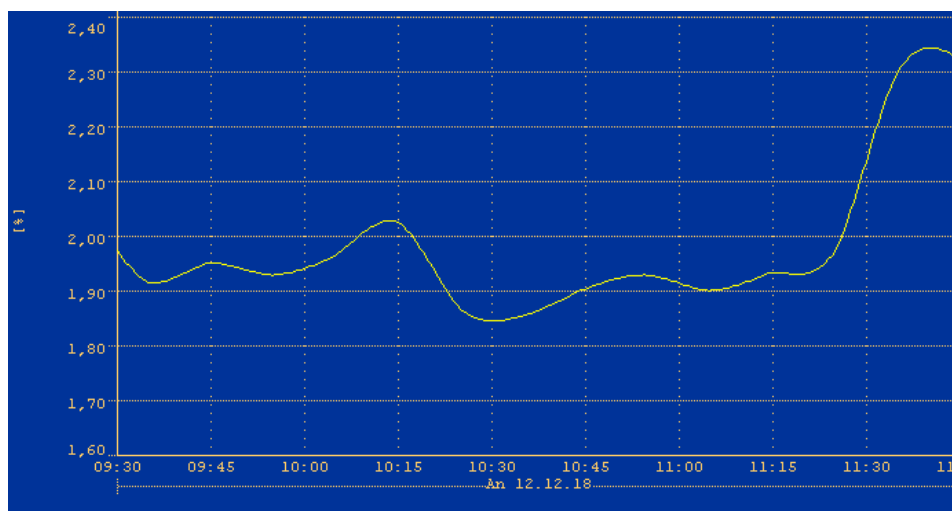
5.10. pav. Aktyvioji galia prie maksimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje



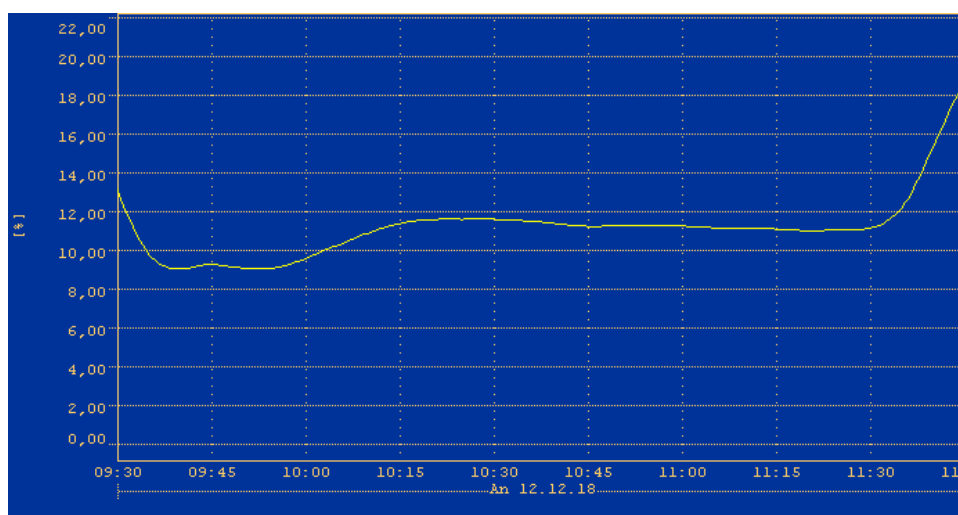
5.11. pav. Reaktyvioji galia prie maksimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje



5.12. pav. Įtampa prie maksimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje



5.13. pav. THD U prie maksimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje

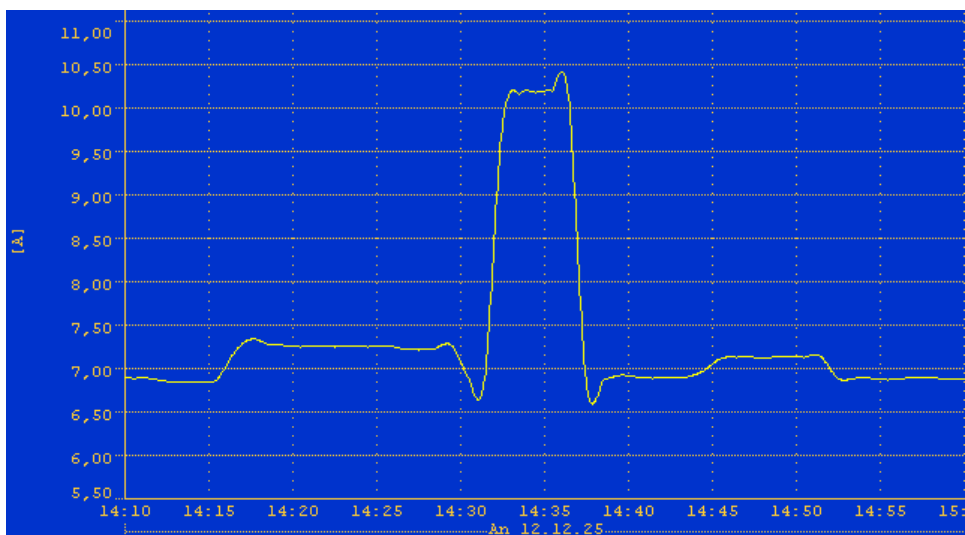


5.14. pav. THD I prie maksimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje

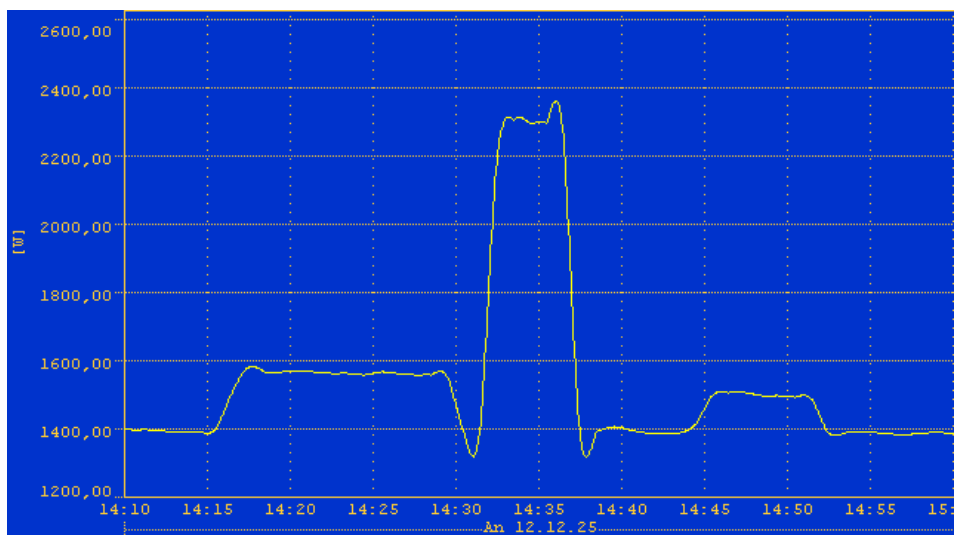
5.5.2. UMG 96S užfiksuoti duomenys prie minimalios L1 užfiksuotos srovės

Paanalizuokime jėgos-avarinio apšvietimo skydo su komercinę apskaita 329575 el. duomenis prie minimalios užfiksuota srove L1 fazėje.

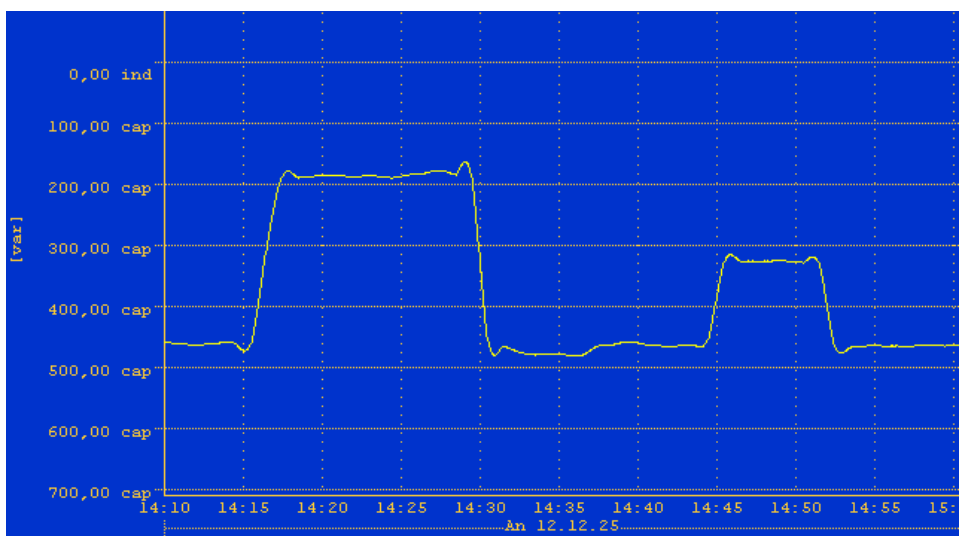
Minimali užfiksuota srovė jėgos-avarinio apšvietimo skyde 2012 metų gruodžio 25 dieną, 14¹⁰ ÷ 15⁰⁰ laiko momente. Tai žiemos atostogos pirmoji Kalėdų diena, nėra paskaitų. Toliau pateikiami grafiniai duomenys prie užfiksuotos minimalios srovės, P (W), Q (VAr),U (V), THD U ir THD I (%).



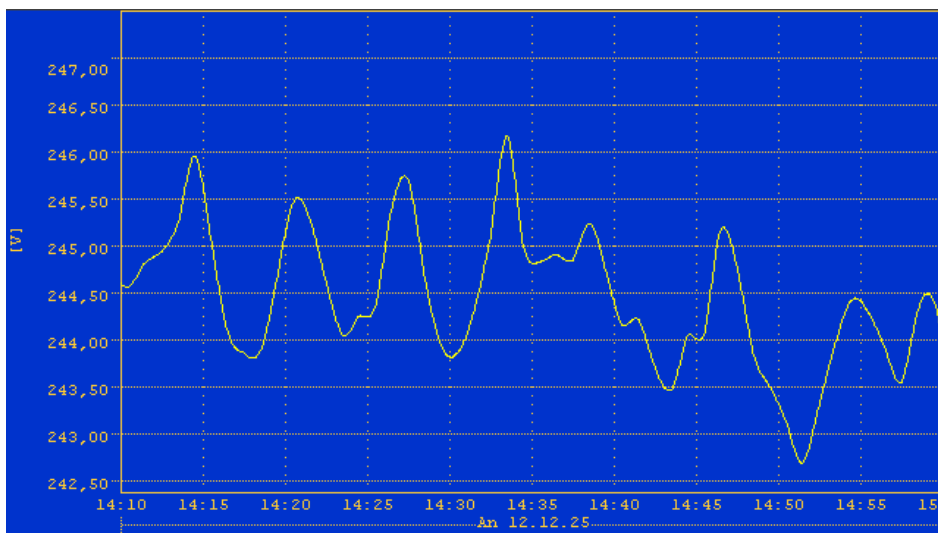
5.15. pav. Minimali užfiksuota srovė L1 fazėje



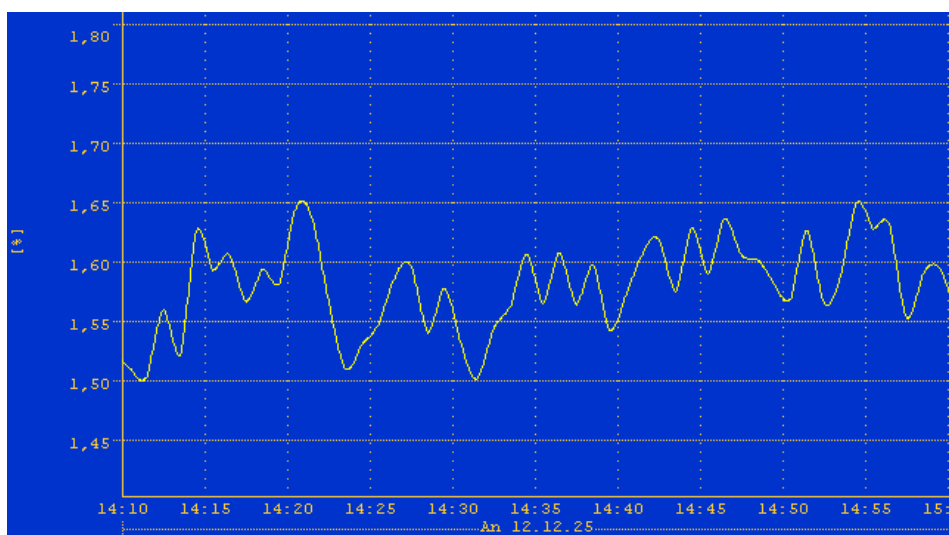
5.16. pav. Aktyvioji galia prie minimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje



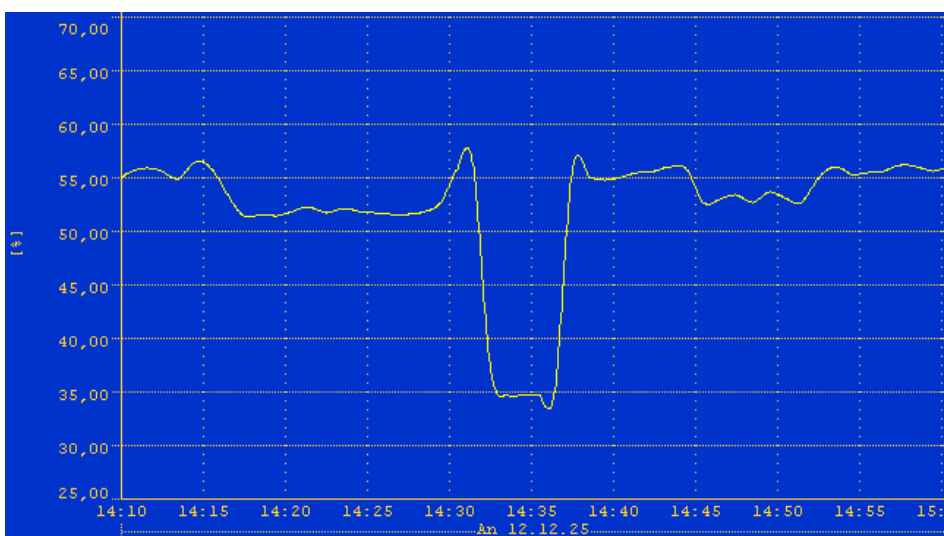
5.17. pav. Reaktyvioji galia prie minimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje



5.18. pav. Įtampa prie minimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje



5.19. pav. THD U prie minimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje



5.20. pav. THD I prie minimalios užfiksuotos srovės L1 fazėje

Kaip matome iš užfiksuotų grafikų mes galime analizuoti duomenis mums tiksliai reikiamu momentu, esant maksimaliai ar minimaliai srovei, kokia P(kW), Q(kVAr), U(V), THD U ar THD I(%).

Su prietaisu UMG 96S buvo išmatuotos Technologinio fakulteto elektros tiekimo linijos įvadų srovės, įtampos kiti duomenys. Matavimo tikslas -pamatyti srovės ir įtampos kreivės formą, taip pat nustatyti esančių aukštesniųjų harmonikų dydį ir jų kiekį. Buvo nustatyta, kad perdavimo tinkle yra aukštesniųjų srovės harmonikų, kurios iškraipo sinusinę kreivės formą. Rastos sekancios harmonikos: 3, 5, 7, 9. Rezultatai pateikti 5.3 ir 5.4 lentelėse srovės ir įtampos harmonikų duomenys gauti matavimo metu.

5.3 lentelė. Maksimalios srovės-įtampos harmonikos užfiksuotos jėgos-avarinio apšvietimo skyde

Jėgos-avarinio apšvietimo skydas			
Fazės	L1	L2	L3
I (A)	38	38	37,6
U (V)	238,4	241,2	233,5
THD I (%)	38	48,5	49,9
THD U (%)	1,9	2,8	2,8
Harmonikos eilės numeris	Fazės srovės (A)		
	L1	L2	L3
3	10,8	<u>13,1</u>	11
5	<u>7,8</u>	7,7	7,5
7	1,2	<u>3,1</u>	2,7
9	1,1	<u>1,6</u>	1,2
Harmonikos eilės numeris	Fazės įtampos (V)		
	L1	L2	L3
3	5,8	7,5	7,2
5	3,5	3,8	4,1
9	1,7	1,8	1,2
11	2,5	2,9	2,1

5.4 lentelė. Maksimalios srovės-įtampos harmonikos užfiksuotos apšvietimo skyde

Apšvietimo skydas			
Fazės	L1	L2	L3
I (A)	76	15	58
U (V)	241,5	243,7	242,7
THD I (%)	23	13	15
THD U (%)	2,1	2,6	2,9
Harmonikos eilės numeris	Fazės srovės (A)		
	L1	L2	L3
3	<u>9,2</u>	6,1	5,8
5	<u>3,2</u>	2,9	1,5
7	1,7	<u>2,1</u>	0,6
9	<u>2,2</u>	1	1
Harmonikos eilės numeris	Fazės įtampos (V)		
	L1	L2	L3
3	5,8	7,5	7,2
5	3,5	3,8	4,1
9	1,7	1,8	1,2
11	2,5	2,9	2,1

Norint išsiaiškinti kas įtakoja elektros parametrų duomenis, turime išmatuoti jėgos-avarinio apšvietimo, bei apšvietimo tinkluose dalyvaujančių imtuvų duomenis. Čia pagrindiniai imtuvai yra kompiuteriai-monitoriai, įvairių rūšių šviestuvai.

Radus trikdžiu ir tinklo kokybinius parametrus pabloginimo šaltinį, bus priimtas sprendimas lokalizuoti sukeltus veiksnius elektros tinklui.

Jėgos-avarinio apšvietimo skydo užfiksuoti duomenys prie maksimalios ir minimalios srovės L1, L2 ir L3 fazėse, bei apšvietimo skydo užfiksuoti duomenys prie maksimalios ir minimalios srovės L1, L2 ir L3 fazėse pateikti 2 priede.

6. ELEKTROS IMTUVŲ ANALIZĖ

6.1. Elektros imtuvai Technologiniame fakultete

Universiteto Technologinio fakulteto imtuvų aprašas pateiktas 6.1. lentelėje, pastaboje nurodyta kokios dalies ir kokie imtuvų parametrai patikrinti ir išmatuoti.

6.1 lentelė. Elektros imtuvų parametrai

Apšvietimo skydo	Imtuvo pavadinimas	Imtuvų kiekis vnt.	Vieno imtuvo galia W	Bendra imtuvų galia kW	Pastaba
	Šviestuvai 2x36(40) su elektromagnetiniu droseliu	728	80	58,24	Išmatuota 19 šv grupė
	Šviestuvai 1x36(40) su elektroniniu droseliu	5	40	0,2	-
	Armstrongo šviestuvai 4x18(20) su elektromagnetiniu droseliu	71	80	5,68	Išmatuota 10 šv. grupė
	Armstrongo šviestuvai 4x18(20) su elektroniniu droseliu	102	80	8,16	Išmatuota 12 šv. grupė
	Šviestuvai su kaitrine lempute 60W	44	60	2,64	Išmatuota 1 lemputė
	Šviestuvai su taupančiomis lemputėmis 2x13W	91	26	2,36	Išmatuota 1 lemputė
	Evakuaciniai šviestuvai	2	9	0,02	-
	Bendras	1043		77,3	
Jėgos-avarinio apšvietimo skydo	Imtuvo pavadinimas	Imtuvų kiekis vnt.	Vieno imtuvo galia W	Bendra imtuvų galia kW	Pastaba
	Kompiuteriai-monitoriai	237	300	71,1	Išmatuotas 1 kompiuteris-monitorius
	Spausdintuvai	44	30	1,32	Išmatuotas 1 spausdintuvas
	Projektoriai	14	200	2,8	Išmatuotas 1 projektorius
	Oro užuolaida	2	6000	12	-
	Kondicionierius	2	3000	6	-
	Vandens šildytuvas	1	2000	2	-
	Mikrobangų krosnelė	7	800	5,6	-
	Virdulys	7	2000	14	-
	Šildytuvas	7	1500	10,5	-
	Šaldytuvas	6	150	0,9	-
	Televizoriai	5	100	0,5	-
	Avarinio apšvietimo šviestuvai	3	9	27	-
	Laboratorinė įranga	-	-	-	-
Bendras	332		153,72		

Kaip matome 6.1. lentelėje pateikti elektros imtuvai nevisi bus išmatuoti, kadangi mus domina didžiąją elektros energijos dalį suvartojantys elektros imtuvai, tokie kaip šviestuvai 2x36(40), ar kompiuteriai-monitoriai.

6.2. Elektros kokybės analizatorius Analyst 3Q

Tai daugiafunkcinis, veiksmingas, aukštos kokybės tinklo analizatorius. Pagal įtampos stebėjimo kokybės kriterijus, gauname svarbią informaciją, apie elektros kokybę tinkle, kuria tiekia elektros gamintojas. Elektros kokybes analizatorius atitinka EN50160 standartą.

Yra būtina reguliariai patikrinti tiekiamą įtampą tam, kad užtikrinti augančių elektros tinkle elektroninių prietaisų skaičiaus funkcionavimą ir darbingumą. Kaip jau žinome galios suvartojimas su kiekvienais metais vis gausėja todėl „įtampos kokybė“ tampa svarbi tiek galios gamintojams tiek vartotojams.

Šis prietaisas skirtas greitajam trukdžių lokalizavimui elektros tinkle.

Aiškos visų tinkamų parametrų atvaizdavimo dėka, tampa paprasta surasti elektros tinklo problemas. Prietaisas skirtas elektrikams, elektromontuotojams, kurie turi galimybę naikinti trikdžius elektros tinkle.

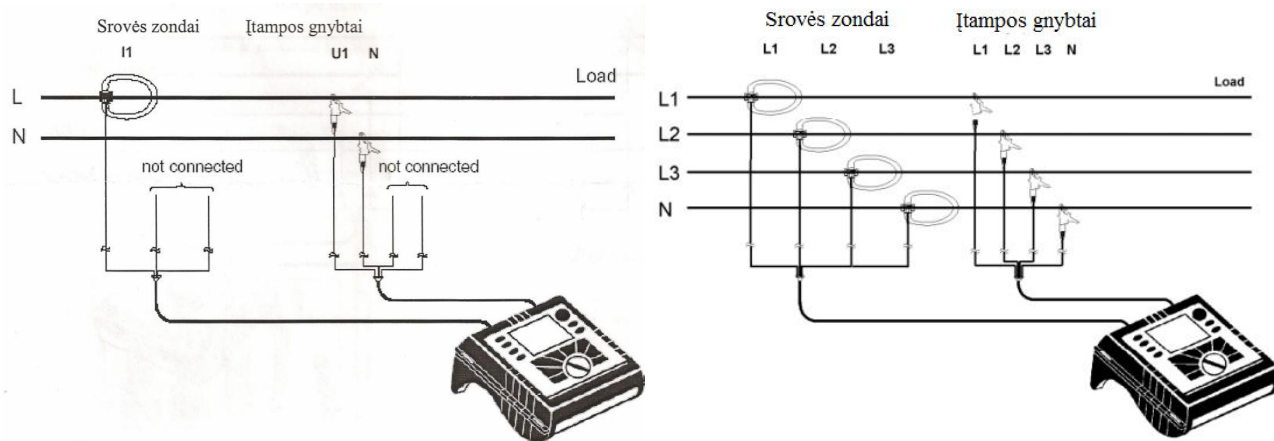
Prietaiso tikslumas:

- Įtampos matavimo veikimo nuokrypis $\pm 0,5\%$;
- Srovės matavimo veikimo nuokrypis $\pm 1\%$;
- Galios (P, Q, S) matavimo veikimo nuokrypis $\pm 2\%$;
- Dažnio matavimo veikimo nuokrypis $\pm 0,5\%$;
- Harmonikos matavimo veikimo nuokrypis NIF (THD)U,I pagal IEC 1000-4-7, 8 klasė;
- Mirgėjimas matavimo veikimo nuokrypis $\pm 5\%$;
- Nebalansas matavimo veikimo nuokrypis $\pm 1\%$;

Matavimai atliekamas prietaisą valdant rankiniu būdu, duomenų registravimas laikas priklauso nuo pasirinkto integravimo periodo $1s \div 30 \text{ min.}$, todėl duomenis galima saugoti vidinėje atmintyje jos dydis yra iki 2MB. Registruojami duomenys saugomi tinklo analizatoriuje tol kol neiškeliami i kompiuteri duomenų apdorojimui.

Prietaiso komplektaciją sudaro naudojimo instrukcija, tinklo analizatorius, lagaminėlis, laidai su srovės replėmis 4vnt., laidai su segtukais 4vnt., maitinimo blokelis ir laidas, USB laidas sąsajai su kompiuteriu, programinės įrangos programa kompiuteriui 1CD.

Prietaisą galima prijungti tiek į vienfazį tiek į trifazį elektros tinklą pajungimo schema pateikta 6.1. paveiksle.



6.1. pav. Matavimas vienfaziam ir trifaziame elektros tinkle

Matavimams pasirinkti imtuvai yra tiek iš apšvietimo tiek iš jėgos-avarinio apšvietimo skydų, kurie turi įtakos elektros energijos suvartojimui.

Elektros energijos suvartojimas per dešimtmetį pasikeitė nežymiai duomenis pateikiu 6.2. lentelėje.

6.2 lentelė. Elektros energijos suvartojimas per 2002m. ir 2012m.

Bendras abiejų apskaitų						
2002 metais				2012 metais		
Apskaita	Aktyvioji elektros energija (kWh)	Reaktyvioji elektros energija (kVArh)		Aktyvioji elektros energija (kWh)	Reaktyvioji elektros energija (kVArh)	
		R+	R-		R+	R-
Jėgos-avarinio apšvietimo skydas	53190	8445	904	53323	3839	904
Apšvietimo skydas	67626	21550	315	72370	8259	1503
Viso:	120816	29995	1219	125693	12098	2407

6.3. Elektros imtuvų ir įvadinių kabelių skyduose matavimai

Norint sužinoti fakulteto imtuvų elektrinius parametrus būtina juos išmatuoti. Matuosime su elektros kokybės analizatoriumi Analyst 3Q taip kaip parodyta 6.1. pav.. Išmatuotus duomenys pateikiu 6.3. ir 6.4. lentelėse.

6.3 lentelė. Elektros imtuvų suvartojimo fiksuoti elektros energijos parametrai

Vienfaziai imtuvai	S (VA)	P (W)	Q (VAr)	D (VA)	I (A)	U (V)	cosφ	THD U (%)	THD I (%)	Vyraujančių harmonikų eilės numeriai (A)	
19 šviestuvų grupė su elektromagnetiniais droseliais	1763,17	1724,35	8,14	367,47	7,3	241,45	0,98	1,75 %	19,91 %	3 (1,39); 5 (0,28).	
10 Armstrongo šviestuvų grupė su elektromagnetiniais droseliais	1263,72	775,08	981,84	178,89	5,12	246,81	0,62	2,35 %	16,56 %	3 (0,77); 7 (0,09).	
12 Armstrongo šviestuvų grupė su elektroniais droseliais	816,06	7,81,69	-131,23	193,95	3,36	242,24	0,98	2,08 %	18,87 %	3 (0,63); 5 (0,31); 7 (0,24); 11 (0,27).	
Taupančioji 13W lemputė	30,98	15,78	-7,31	25,49	0,12	240,51	0,91	1,99 %	99,8 %	3 (0,04); 5 (0,03); 7 (0,02); 9 (0,02).	
Kaitrinė 60 W lemputė	64,57	64,25	-4,06	0,01	0,26	247,48	0,99	2,01	0,83	5 (0,002); 9 (0,001).	
Kompiuteris-monitorius	220,69	168,23	-47,16	134,59	0,88	243,02	0,96	2,38 %	80,85 %	3 (0,46); 5 (0,27); 7 (0,07); 9 (0,08); 11 (0,085),	
Spausdintuvas	23,99	9,44	-4,13	21	0,1	246,48	0,88	1,81 %	99,4 %	3 (0,04); 5 (0,038); 7 (0,034); 9 (0,03); 11 (0,025),	
Projektorius	231,49	227,86	-23,68	32,66	0,94	246,92	0,98	1,99 %	22,44 %	3 (0,18); 5 (0,05); 7 (0,06); 13 (0,02);	
Trifaziai imtuvai	S (VA)	P (W)	Q (VAr)	D (VA)	I (A)	U (V)	cosφ	THD U (%)	THD I (%)	Vyraujančių harmonikų eilės numeriai (A)	
Kompiuteriu ir serverinės grupė	L1	2350,11	2213,08	-232,17	950,91	9,72	245,61	0,99	2,2	32,5	3 (2,53); 5 (1,28); 7 (0,33); 9 (0,34);
	L2	1535,24	1407,42	-1841,77	761,05	6,43	242,34	0,98	3,9	80,2	3 (4,1); 5 (2,02); 7 (0,65); 9 (0,16);
	L3	1833,16	1078,37	-1512,46	692,67	7,641	238,98	0,98	3,7	97,1	3 (3,65); 5 (2,25); 7 (0,81); 9 (0,44);

6.4 lentelė. Įvadinių skydų momentinių apkrovų matavimo rezultatai dienos metu.

Įvadinių kabelių		S (kVA)	P (kW)	Q (kVAr)	D (k VA)	I (A)	U (V)	PF	cosφ	THD U (%)	THD I (%)	Vyraujančių harmonikų eilės numeriai (A)	
Jėgos-avarinio apšvietimo skydo	L1	2,6	2,1	-0,3	1,5	11	233,3	0,81	0,98	2,7	71,1	3(4,01) 5(2,5)	7(1,3) 9(0,6)
	L2	3,1	2,9	0,2	1,3	13	237,7	0,93	0,99	3,1	46	3(4,8) 5(2,6)	7(1,1) 9(0,7)
	L3	3,5	3,4	0,1	0,4	18	237,1	0,97	0,99	2,2	27,2	3(3,9) 5(2)	7(0,4) 9(0,7)
	N	-	-	-	-	13	-	-	-	-	99,8	3(10,63) 5(0,5)	7(0,6) 9(2)
Apšvietimo skydo	L1	7	7	-0,2	0	30	235,4	1	0,99	1	9,5	3(2,2) 5(1,6)	7(0,6) 9(0,2)
	L2	9,3	9,3	0,3	0	41	237,1	1	0,99	3,1	5,6	3(1,2) 5(1,6)	7(0,9) 9(0,5)
	L3	12	12	0,1	0	52	231,5	1	0,99	2,7	5	3(1,8) 5(1,6)	7(0,7) 9(0,3)
	N	-	-	-	-	11	-	-	-	-	41	3(4,4) 5(0,32)	7(0,55) 9(1,09)

Kaip matome beveik visi matuoti imtuvai generuoja į tinklą aukštesniąsias harmonikas, pagrindinė vyraujanti harmonika yra 3-oji, ne maža dalis 5, 7, 9 harmonikos kitų harmonikų lygis labai mažas.

Technologijos fakultete yra labai daug vyraujančių netiesiniu imtuvų, mes susiduriame su reaktyvios galios augimu, netiesiniu iškraipymo faktoriaus išaugimu THD I nuo 3% iki 99%, THD U neviršija leistinos 8%vertės.

Dėl srovės ir įtampos aukštesniųjų harmonikų galimi šie efektai[9]:

- maitinimo įtampos formos iškraipymas;
- įtampos kritimas paskirstymo tinkle;
- rezonansiniai reiškiniai aukštesniųjų harmonikų srityje;
- vibracija elektros mašinų sistemose;
- indukcija telekomunikacijos ir valdymo tinkluose
- padidėjęs akustinis triukšmas elektromagnetiniuose įrenginiuose;
- kabelių įkaitimas paskirstymo tinkluose;
- kondensatorių įkaitimas;
- išilimas ir papildomi nuostoliai transformatoriuose ir elektros mašinose.

Kad visu šių efektų būtų galima išvengti būtina elektros tinkle panaudoti harmoninius filtrus, kurių yra nemenkas pasirinkimas.

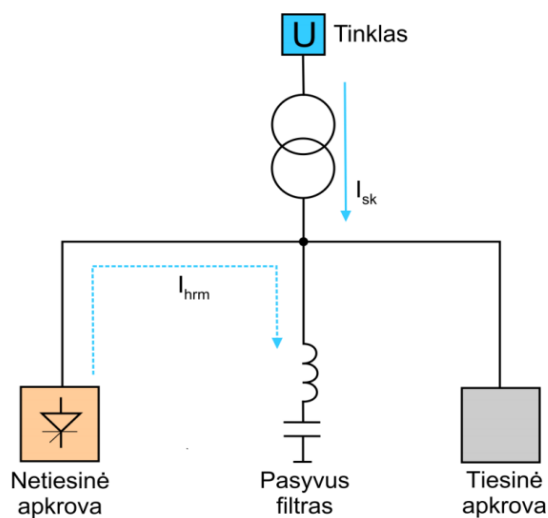
7. HARMONINIAI FILTRAI

Harmoniniai filtrai skirstomi į:

- pasyviuosius;
- aktyviuosius;
- hibridinius.

7.1. Pasyvieji harmoniniai filtrai [9]

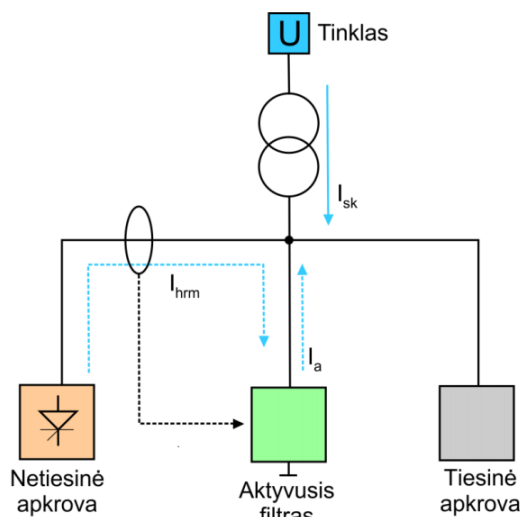
Pasyvieji harmoniniai filtrai naudojami esant didesnei nei 200kVA bendrajai galiai, turinčiu daug harmoninių dedamųjų generavimo šaltinių. Jie tai pat naudojami reaktyviai galiai bei įtampas iškraipymo lygiui sumažinti. Taip siekiama apsaugoti jautrią įrangą. Pasyvusis filtras dažniausiai suderinamas su ta pačia harmonika kurią turi panaikinti. Dažniausiai panaudojami pramonės instaliacijose.



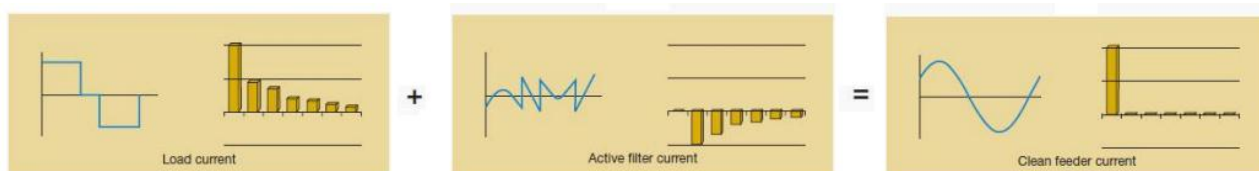
7.1. pav. Pasyviojo harmoninio filtro veikimas elektros tinkle

7.2. Aktyvieji harmoniniai filtrai [9]

Aktyvieji harmoniniai filtrai naudojami esant didesnei nei 200kVA bendrajai galiai, turinčiu daug harmoninių dedamųjų generavimo šaltinių. Skirtas srovės iškraipymo lygio mažinimui, kurio tikslas išvengti perkrovų. Aktyvusis filtras į apkrovos grandinę įveda tos pačios eilės tik priešingos fazės harmonikas, tokiu būdu panaikinant egzistuojančią harmoniką. Dažniausiai panaudojami gyvenamajame, prekybos bei paslaugų sektoriuje.



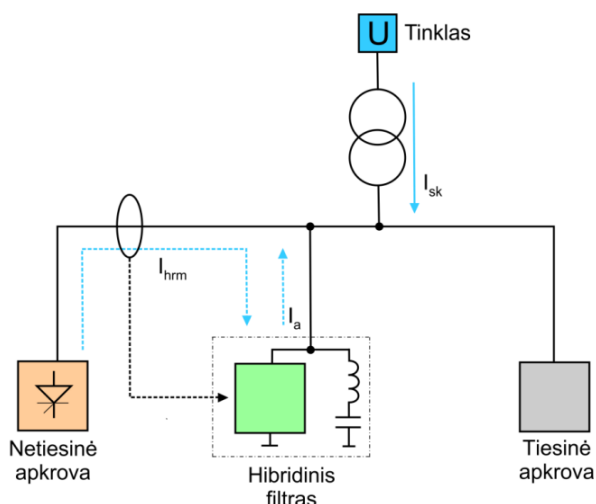
7.2. pav. Aktyviojo harmoninio filtro veikimas elektros tinkle



7.3. pav. Aktyviojo harmoninio filtro harmonikos panaikinimas

7.3. Hibridiniai harmoniniai filtrai [9]

Hibridiniai harmoniniai filtrai naudojami esant didesnei nei 200kVA bendrajai galiai, turinčiu daug harmoninių dedamųjų generavimo šaltinių. Naudojami reaktyviai galiai bei įtampas iškraipymo lygiui sumažinti, siekiant apsaugoti jautrią įrangą. Srovės iškraipymo lygio mažinimui, kurio tikslas išvengti perkrovų. Laikymasis griežtų harmonikų emisijų reikalavimų.



7.4. pav. Hibridinio harmoninio filtro veikimas elektros tinkle

7.4. Harmoninio filtro pasirinkimas

➤ Pasyvus filtras kompensuoja reaktyviąją energiją, bei pasižymi žymiu srovės filtravimo pajėgumu. Montuojamas filtras ten kur labai nedideli apkrovų svyravimai, turi dirbti pakankamai stabiliai. Jei žymią tiekiamos energijos dalį sudaro reaktyvioji energija, mažos apkrovos laikotarpiais pasyvųjį filtrą reikia išjungti.

➤ Aktyvusis filtras filtruoja harmonikas plačiame dažnių diapazone. Naudojamas prie įvairių apkrovų. harmonikų galios yra ribotos.

➤ Hibridinis filtras - tai pasyviojo ir aktyviojo filtrų junginys.

Filtro pasirinkimo palengvinimui ir apsisprendimui naudojama 9.1 lentelė pagal panaudojimo sritis.

7.1 lentelė. Filtrų parinkimas pagal panaudojimo sritį

Panaudojimo sritys	Pasyvus filtras	Aktyvus filtras	Hibridinis filtras
Pastatas su tarnybinėmis patalpomis (kompiuteriais, oro kondicionavimo sistema, apšvietimas liftas)	*	***	**
Popieriaus, kartono, plastmasių pramonė (konvejerių sistemos, popieriaus vyniojimo ir išvyniojimo mašinos)	***	*	**
Vandens pramonė (pumpavimo stotys, valymo stotys)	**	***	***
Krovinių kėlimas ir pervežimas (kėlimo įrenginiai, krovininiai liftai)	**	*	***

Paaiškinimas:

*** - tinkamas;

** - tinkamas techniškai, bet toks sprendimas nėra rentabilus;

* - nerekomenduojamas

7.5. Harmoninio filtro veikimo būdai

Norint pagerinti elektros tinklo kokybę būtina panaikinti aukštesniųjų harmonikų atsiradimo galimybę, tai leidžia užtikrinti kondensatorių baterijų veikimą (kompensuoti reaktyviąją galią). Praktiniam šios problemos sprendimui naudojami filtravimo-kompensavimo įrenginiai (FKI). Šis įrenginys leidžia kompensuoti reaktyviąją galią ir tuo pačiu vykdo aukštesniųjų harmonikų filtraciją.

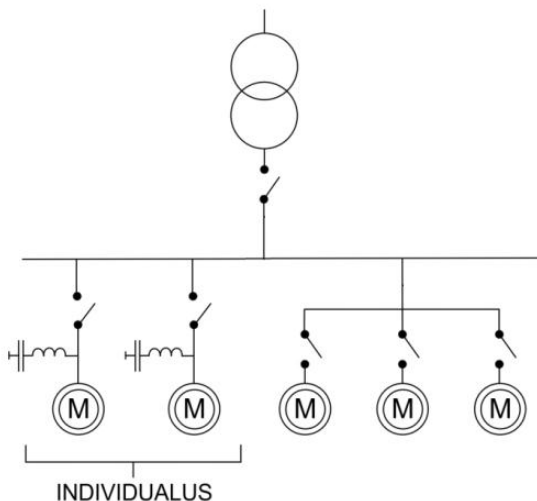
Šių filtrų parinkimas galimas šiais būdais:

➤ teoriškai, kai yra projektuojami nauji objektai;

➤ praktiškai kai yra žinomi elektros kokybės parametrai, esamoje elektros sistemoje.

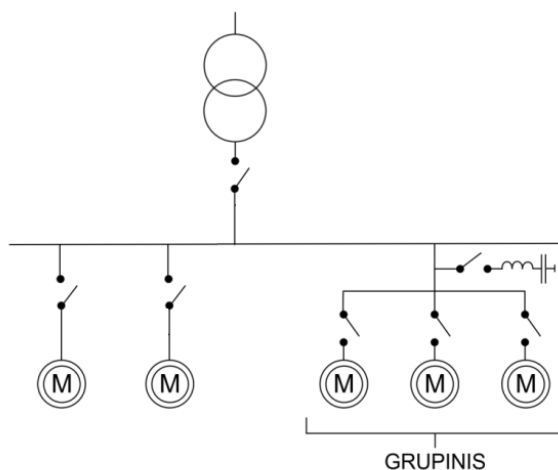
Filtravimo-kompensavimo įrenginių (FKĮ) galimi 3 įrengimo būdai:

1. Individualus įrenginių filtravimas-kompensavimas, šis įrenginys filtruoja aukštesnės eilės harmonikas ir tuo pačiu kompensuoja reaktyviąją galią. Šis (FKĮ) įrengiamas dažniausiai ten kur yra vienas probleminis įrenginys elektros sistemos dalyje. Toks (FKĮ) netinka jai probleminis įrenginys dirba vos kelias valandas. Efektyviausiai panaudoti (FKĮ) kai probleminis įrenginys per ilgą laiką sunaudoja daug reaktyvios elektros energijos.



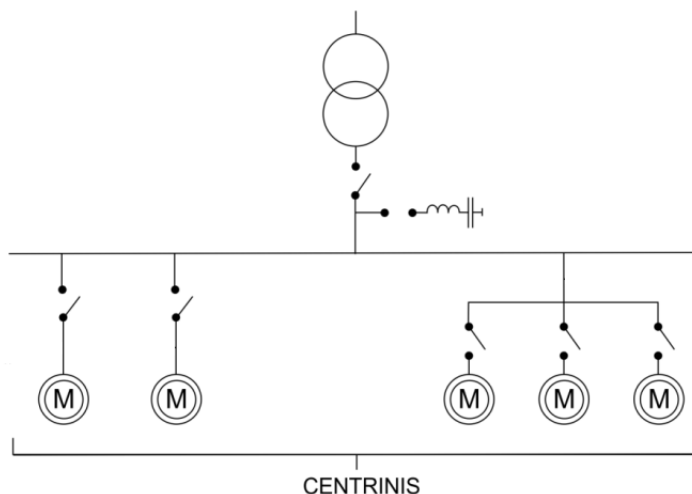
7.5. pav. (FKĮ) individuali filtravimo schema

2. Grupinis įrenginių filtravimas-kompensavimas, šis įrenginys filtruoja aukštesnės eilės harmonikas ir tuo pačiu kompensuoja reaktyviąją galią. Šis (FKĮ) įrengiamas dažniausiai ten kur yra susitelkę įrenginiai, skleidžiantys daug harmoninių dedamųjų ir reaktyvios galios. Šis filtravimo-kompensavimo būdas yra efektyvus.



7.6. pav. (FKĮ) grupinė filtravimo schema

3. Centrinis įrenginių filtravimas-kompensavimas, šis įrenginys filtruoja aukštesnės eilės harmonikas ir tuo pačiu kompensuoja reaktyviąją galią. Šis (FKI) įrengiamas dažniausiai ten kur yra svyruojančios apkrovos ir reaktyvios galios sunaudojimas. Šis (FKI) naudojamas automatinis valdymas. Šis centralizuotas filtravimo-kompensavimo būdas labiausiai paplitęs tarp įmonių.



7.7. pav. (FKI) centralizuota filtravimo schema

(FKI) pasirinkimas gerina elektros tinklo parametrų kokybę ir užtikrina patikimą įrenginių veikimą. Šis įrenginys gali tarnauti ilgą laiką gamintojas užtikrina minimalų įrenginio veikimą net iki 10 metų. Efektyvus (FKI) veikimas yra prie 10^0C . Pasikeitus įrangai pasikeičia ir elektros tinklo parametrai todėl būtina (FKI) perskaičiuoti ir jai reikia modifikuoti.

Kondensatorių baterijų pakopiniai perjungimai vykdomi valdiklio pagal paveikiant tiristorių ar kontaktorių. Tinkamai įvertinus pakopų ir filtrų įsijungimą ir atsijungimą didina įrenginio našumą. Tiristoriai yra greitesni suveikimo atžvilgiu bet neužtikrina tokio suveikimo kaip kontaktorinis perjungiklis. Kondensatorių dažnas perjungimas turi įtakos, po ko juos reikia remontuoti ar keisti naujais. Tarp kondensatorių baterijų būtina įmontuoti iškrovimo modulius kurie lemia įrenginio efektyvumą.

7.6. Aukštesniųjų harmonikų filtro parinkimui skaičiavimo metodika

Kompensavimo įrenginys parenkamas pagal naudojamą maksimalią reaktyvinę galią. Kiekvienai srovės harmonikai parenkamas filtras pagal maksimalias netiesinių iškreipimų faktoriaus vertes.

Kondensatorių baterijos parinkimas filtrams.

Apytikslė kondensatorių baterijos filtrams galia, kuri nustatoma pagal srovės harmonikas,

$$Q_A = \sqrt{3} \cdot 1,3 \cdot U_s \cdot I_v \quad (7.1)$$

čia:

U_s - pastotės šinių vardinė įtampa (V);

I_v - srovės harmonikų skaičiuojamieji dydžiai (A).

Q_s - filtrui priimama kondensatoriaus baterijos galia (kVAr).

Harmonikų slopinimo efektyvumo koeficientas priimtai kondensatorių baterijai sąlyginiais vienetais:

$$k_p = \frac{Q_s}{S_{tr.j}} \quad (7.2)$$

čia:

$S_{tr.j}$ - trifazio trumpo jungimo pilnoji galia (VA).

Koeficientas, kuris charakterizuoja įtampos padidėjimą kondensatoriams skaičiuojamas darbiniam dažniui lyginant su nominaline šynų įtampa sąlyginiais vienetais:

$$\alpha_p = \frac{v^2}{v^2 - 1} \quad (7.3)$$

Koeficiento, kuris charakterizuoja kondensatorių baterijas pagal įtampos atsargą, įvertinant baterijos nominalinę ir tinklo įtampą paskaičiuojamas:

$$k_{ats.} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot U_{nom.b}} \quad (7.4)$$

čia:

$U_{nom.b}$ - Nominali kondensatorių baterijos įtampa (V).

Kondensatorių baterijos patikrinimas atliekamas pagal virš įtampius, nusistovėjusiame režime:

$$\alpha_p k_{ats.} \leq 1 \quad (7.5)$$

Koeficiento, kuris įvertina dažnio charakteristikos netiesiškumą, filtru įtaką jos deformacijai ir nuokrypis filtru parametru įtakai, dydžiui atitinkančiam rezonansiniam suderinimui:

$$\eta_v = \frac{\alpha}{k_1 \cdot k_p \cdot v^2} \quad (7.6)$$

čia:

$$k_I=1;$$

$$\alpha=-0,02=H3, H5, H7;$$

$$\alpha=-0,01=H9, H11, H13.$$

Apkrovimo koeficiento nustatymas pagal ν -tos harmonikos:

$$k_{iv} = \frac{1}{1 + \eta_\nu} \quad (7.7)$$

Kondensatorių baterijos galios patikrinimas pagal sąlygą, išvengiančia kondensatorių perkrovimo pagal srovę:

$$Q_{pa.} = \frac{3 \cdot U_{vomb.} \cdot I_\nu \cdot k_{iv}}{1,6 - (\alpha_p \cdot k_{ats.})^2} \quad (7.8)$$

čia:

$Q_{pa.}$ - kondensatorių baterijos reaktyvioji galia (kVAr).

Reaktyvi galia, kuri sukuria filtrų kondensatorių baterijos (kVAr):

$$Q_{su.} = Q_{pri.} (\alpha_p \cdot k_{ats.})^2 \quad (7.9)$$

čia:

$Q_{su.}$ - filtrų baterijos reaktyvioji galia (kVAr).

Filtrų reaktorių parinkimas.

Kondensatorių baterijos vienos fazės talpinės varžos nustatymas (Ω):

$$x_{cv} = \frac{3 \cdot U_{nomb.}^2}{Q_{pri}} \quad (7.10)$$

Induktyviosios reaktorių varžos nustatymas pagal rezonanso sąlygas (Ω):

$$x_{rv} = \frac{x_{cv}}{\nu^2} \quad (7.11)$$

Nominalinė reaktoriaus srovė (A):

$$I_{r.nom.} \geq \frac{Q_{pri}}{\sqrt{3} \cdot U_\xi} \quad (7.12)$$

Reaktyvioji reikšmė (%):

$$x_r = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{r.nom.} \cdot x_{r.v}}{10 \cdot U_{r.nom.}} \quad (7.13)$$

Reaktoriaus induktyvumas (mH):

$$L_v = \frac{x_{r.v}}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \nu} \quad (7.14)$$

Vijų skaičius, n:

$$n_v = \sqrt{\frac{L_v}{\lambda \cdot D \cdot 10^{-4}}}$$

čia:

$$D = 0,1$$

$$\lambda = 6,87$$

Laido skerspjūvio plotas (mm²):

$$S_v = \frac{I_{r,nom}}{\rho} \quad (7.15)$$

Eilių skaičius. Tarpas tarp eilių $c = 4,5 \cdot 10^{-3}$:

$$r = \frac{h+c}{c} \quad (7.16)$$

Vijų skaičius horizontalioje plokštumoje:

$$k_v = \frac{n_v}{r} \quad (7.17)$$

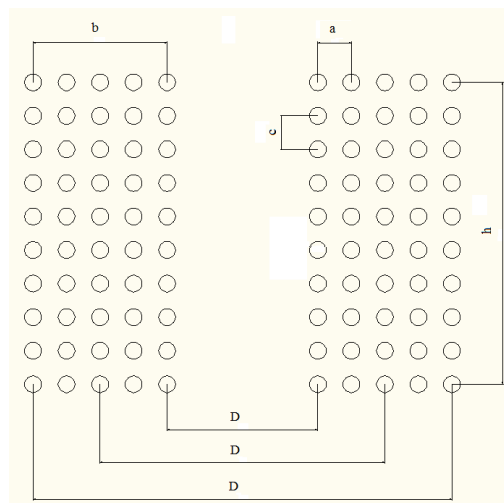
Ritės apvijų laidų išdėstymas. Atstumas tarp gretimų vijų eilių $a = 3,5 \cdot 10^{-3}$ (m):

$$b_v = a \cdot k_v; \quad (7.18)$$

$$D_1 = D - b_v; \quad (7.19)$$

$$D_2 = D + b_v; \quad (7.20)$$

Iš gautų duomenų galime susiprojektuoti reaktorių. Įstatę duomenis turime reaktoriaus apvija pavaizduotą 7.8 paveiksle.



7.8 pav. Reaktoriaus apvija

Filtrų kokybės skaičiavimas.

Vidutinis apvijos ilgis (m):

$$l = \pi \cdot D \quad (7.21)$$

čia:

$$\pi - 3,14$$

Bendras vijų ilgis atskiroms harmonikoms (m):

$$L_{Bv} = l \cdot n_v$$

Aktyviojo filtro varža pagal harmonikos ilgį (Ω)

$$R_v = \rho \frac{L_v}{S_v} \quad (7.22)$$

čia:

$$\text{vario tankis } \rho = 0,018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}.$$

Filtro kokybė:

$$d_v = \frac{x_{rv}}{R_v}. \quad (7.23)$$

7.7. Aukštesniųjų harmonikų filtro parinkimui skaičiavimas

Kadangi Technologijos fakultete yra labai daug vyraujančių netiesiniu imtuvų, mes susiduriame su reaktyvios galios, netiesiniu iškraipymo faktoriaus išaugimu .

Buvo nustatyta, kad perdavimo tinkle yra aukštesniųjų srovės harmonikų, kurios iškraipo sinusinę kreivės formą. Rastos sekančios harmonikos: 3, 5, 7, 9. Skaičiavimui pasinaudosime rezultatai pateikti 5.3 ir 5.4 lentelėse, srovės ir įtampos harmonikų duomenys gauti matavimo metu bus panaudoti filtro-kompensavimo įrenginio skaičiavimui.

Naudoti duomenys sekantiems skaičiavimams:

➤ šynų vardinė įtampa $U_s=0,4\text{kV}$;

➤ nominali kondensatorių įtampa $U_{v,k}=0,4\text{kV}$;

Todėl priimu sprendimą technologijos fakultetui parinkti ir paskaičiuoti filtravimo-kompensavimo įrenginį aptiktoms harmonikoms pašalinti.

Skaičiavimo palengvinimui naudosime „Microsoft Excel“ susidaryta šabloną, kadangi fakultetas maitinasi nuo dviejų įvadų vienas maitina jėgos-avarinio apšvietimo skydą antrasis apšvietimo skydą todėl reikės ir dviejų filtravimo-kompensavimo įrenginių.

Parenku du centrinius filtravimo-kompensavimo įrenginių, šis įrenginys filtruoja aukštesnės eilės harmonikas ir tuo pačiu kompensuoja reaktyviąją galią. Jis tinka todėl nes mano analizuojamame elektros tinkle yra svyruojančios apkrovos ir reaktyvios galios sunaudojimas.

Filtravimo-kompensavimo įrenginys parenkamas su valdikliu kuris automatiniu būdu perjungia pakopas.

Individualus ar grupinis filtravimo-kompensavimo būdas būtų daug efektyvesnis, reaktyvios galios ir harmoniniu dedamųjų šalinimui, bet jis yra daug brangesnis, todėl pasirenkame centrinį filtravimo-kompensavimo būdą.

Visus skaičiavimus atliksime remiantis 7.6. skyrelyje aprašytais formulėmis, gauti rezultatai surašomi į 7.2, 7.3, 7.4, 7.5 lenteles.

7.2 lentelė. Kondensatorių baterijos skaičiavimo rezultatai filtrams jėgos-avarinio apšvietimo skydai

Harmonikos eilės numeris	I_v (A)	Q_A (kVAr)	Q_S (kVAr)	k_p	α_p	k_{ats}	H	η_v	k_{iv}	Q_{pa} (kVAr)	Q_{su} (kVAr)
3	13,1	11,79	12	$0,21 \cdot 10^{-2}$	1,125	0,57	0,64	-0,011	-27	-357,03	4,93
5	7,8	7,02	9	$0,16 \cdot 10^{-2}$	1,041		0,59	-0,005	1,99115	14,94	3,17
7	3,1	2,79	4	$0,07 \cdot 10^{-2}$	1,021		0,58	-0,005	2,333333	6,88	1,35
9	1,6	1,44	4	$0,07 \cdot 10^{-2}$	1,012		0,57	-0,002	1,528302	2,31	1,3

7.3 lentelė. Filtrų reaktorių skaičiavimo rezultatai jėgos-avarinio apšvietimo skydai

Harmonikos eilės numeris	x_{cv} (Ω)	x_{rv} (Ω)	$I_{r,nom.}$ (A)	x_r (%)	L_v (mH)	n_v	Sv (mm^2)	k_v	b_v (m)	D_1 (m)	D_2 (m)	l (m)	L_{bv} (m)	R_v (Ω)	d_v
3	40	4,44	17,32	33,33	4,7	262,06	11,54	11,39	0,039	0,06	0,139	0,314	82,28	0,128	259,86
5	53,33	2,13	12,99	12	1,3	140,63	8,66	6,11	0,021	0,078	0,121		44,16	0,091	130,74
7	120	2,44	5,77	6,12	1,1	127,35	3,84	5,53	0,019	0,081	0,119		39,98	0,187	32,74
9	120	1,48	5,77	3,7	0,5	87,35	3,84	3,79	0,013	0,086	0,113		27,421	0,128	28,87

7.4 lentelė. Kondensatorių baterijos skaičiavimo rezultatai filtrams apšvietimo skydai

Harmonikos eilės numeris	I_v (A)	Q_A (kVAr)	Q_S (kVAr)	k_p	α_p	k_{ats}	H	η_v	k_{iv}	Q_{pa} (kVAr)	Q_{su} (kVAr)
3	9,2	8,28	9	$0,16 \cdot 10^{-2}$	1,125	0,57	0,64	-1,38	-2,61	-24,26	4,93
5	3,2	2,88	4	$0,07 \cdot 10^{-2}$	1,041		0,59	-1,12	-8,33	-25,65	3,17
7	2,1	1,89	4	$0,07 \cdot 10^{-2}$	1,021		0,58	-0,57	2,33	4,66	1,35
9	2,2	1,98	4	$0,07 \cdot 10^{-2}$	1,012		0,57	-0,34	1,52	3,18	1,33

7.5 lentelė. Filtrų reaktorių skaičiavimo rezultatai apšvietimo skydai

Harmonikos eilės numeris	x_{cv} (Ω)	x_{rv} (Ω)	$I_{r,nom}$ (A)	x_r (%)	L_v (mH)	n_v	Sv (mm^2)	k_v	b_v (m)	D_1 (m)	D_2 (m)	l (m)	L_{bv} (m)	R_v (Ω)	d_v
3	53,33	5,92	12,99	33,33	6,2	302,6	8,66	13,15	0,046	0,053	0,146	0,314	95,01	0,19	168,78
5	120	4,8	5,77	12	3	210,95	3,84	9,17	0,032	0,067	0,132		66,24	0,31	38,73
7	120	2,44	5,77	6,12	1,1	127,35	3,84	5,53	0,019	0,080	0,119		39,98	0,187	32,74
9	120	1,48	5,77	3,7	0,5	87,35	3,84	3,79	0,013	0,0867	0,113		27,42	0,128	28,87

IŠVADOS

1. Aktyvios apkrovos metuose Technologijos fakulteto tinkle yra beveik pastovios ir sudaro 125 tūkstančius kWh.
2. Reaktyvios apkrovos kinta jeigu 2002 metais buvo apie 30 tūkstančių kVArh, o 2012 metais tik 12,1 tūkstančio kVArh.
3. Reaktyviųjų apkrovų sumažėjimą lėmė apšvietimo įrangos atnaujinimas. Per 2010-2012 metų laikotarpį buvo pakeista apie 173 šviestuvų.
4. Visuose matuotuose imtuvuose, netiesinis srovės kreivės formos iškraipymo faktorius elektros sistemoje nuo 16% iki 99%.
5. Didžioji dalis apšvietimo prietaisų parametrai atitinka reikalavimus ($\cos\varphi=0,98$), tačiau yra didelis 3-osios (19%), 5-osios (9,5%) harmonikos. Todėl būtina apšvietimo skyduose arba skydeliuose įrengti harmonikų panaikinimo filtras.
6. Fakultete kompiuterių klasių maitinimui naudojama iš įvadinės jėgos-avarinio apšvietimo skydo trečia linija, jos apkrova pasižymi didelėmis aukštesniosiomis harmonikomis kurių srovės THD atskirose fazėse sudaro nuo 33% iki 97%. Todėl, aktualu šioje linijoje įrengti harmonikas slopinantį filtrą.
7. Fakulteto elektros tinkle pastebimas didelis fazinių įtampų nestabilumas, iki 5%. Priežastis yra dideli įtampos nuostoliai maitinančių kabelių nuliniame laide. Nuostolius sukelia du faktoriai:
 - nulinės kabelių gyslos skerspjūvio plotas sudaro tik 27% fazinio laido, tai yra jo varža 3 kartus didesnė nei fazinių gyslų,
 - nuliniame laide didelę srovės dalį sudaro 3-osios ir 9-osios harmonikos.
8. Kad būtų galima sumažinti reaktyviąją galią ir panaikinti aukštesniąsias srovės harmonikas yra paskaičiuoti filtravimo-kompensavimo įrenginiai abiem įvadiniam skydams.
9. UMG 96S programa neleidžia vykdyti išsamesnių elektros vartojimo tyrimo todėl būtina fakultetui nupirkti pilną programinį paketą.

LITERATŪRA

1. SABALIAUSKAS, Artūras; MINGAILIENĖ, Aušra; ČIKOTIENĖ, Dalia . Magistrinio baigiamojo darbo rengimo metodiniai nurodymai. [interaktyvus] Šiauliai, 2010. 33p.[žiūrėta 2013m. gegužės 15d.]prieiga per internetą:
http://www.google.lt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Ftechno.su.lt%2F~sabaliauskas%2Feknygos%2Fmagistrams%2Fmagistrams.pdf&ei=U_CcUYGUOonotQaWy4GgBg&usg=AFQjCNHJdfqrzMt_tNmz1-w5FbM-wtmGhw&sig2=k7zhepQvq3h0aBVGjfbmKA
2. LST EN 50160. Bendrųjų skirstomųjų tinklų įtampos charakteristikos. Lietuvos standartizacijos departamentas. Vilnius, 2001. 17p. LST EN 50160:2001 lt.
3. ISODA, Gediminas. Elektros technologijos žinynas. Vilnius, 2008. 852 p. ISBN 978-9955-590-73-6.
4. ISODA, Gediminas. Elektros instaliacija. Vilnius, 2006. 457 p. ISBN 9955-590-23-8
5. BUGENIS, Saulius-Jonas; KRIŠTAPONIS, Laimutis; SKUČAS, Ipolitas. Aukštesniosios harmonikos žemos įtampos tinkluose. Vilniaus technikos kolegija. . [interaktyvus], . [žiūrėta 2013m. balandžio 16d.]. Prieiga per internetą:
http://www.google.lt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=2&sqi=2&ved=0CDAQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.e-library.lt%2Fresursai%2FMokslai%2FVIKO%2FEIF_051118%2FBugenis_Krikstaponis_Skucas.pdf&ei=QfacUc7YE8fGtAbx1IDgBQ&usg=AFQjCNGKnqen5lg86hdhvPfV4-Q55BQU5w&sig2=UVfJgsrcWYP7yQwZyDqCzw
6. BUGENIS, Saulius-Jonas; LUKOŠIENĖ, D.; VANAGAS, J.. Problemos dėl taupiųjų lempučių masiško naudojimo. Elektros erdvės. 2011, nr. 1(24), [interaktyvus], [žiūrėta 2013m. balandžio 16d.]. Prieiga per internetą:
http://www.google.lt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=7&sqi=2&ved=0CEoQFjAG&url=http%3A%2F%2Fwww.neta.lt%2Fdokumentacija%2F26_zurnalas.pdf&ei=vvqcUaiTF8TVtAavloHYBg&usg=AFQjCNFqbOi5sm-eCjj5h45kM409YPNRcA&sig2=IGi0z_ueYGoaECP17Jk00w
7. RAUCHAS, Modestas; Enrikas-Vilimantas; TURAUSKAS, Zigmantas. Aukštesniųjų harmonikų vertės elektros tinkluose ir jų įtaka energijos matavimui. Jaunųjų mokslininkų darbai. 2001.
8. DEKSNYS, R; GREBLIKAS, P.; RUTKAUSKAS, M....Elektros įrenginių įrengimo taisyklės. Vilnius, 2001, 488p. ISBN:9986-857-06-6

9. ABB, power factor correction and harmonic filtering in electrical plants. [interaktyvus], . [žiūrėta 2013m. balandžio24d.]. Prieiga per internetą:

http://www.google.lt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CC8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fmedia.wix.com%2Fugd%2Fc017e0_c94208771c4fa5bccd031d039713cc6e.pdf&ei=NhudUfO9Acvesgbn9YDoBg&usg=AFQjCNHNkFNRVhPqtED8y_ikAGYLOkEIdQ&sig2=aRe0Fr0N5tPU6EiVs4KiPQ

10. BUIVIS, Leonardas, Apsauga nuo elektros. Šiauliai, 2007. 60p. [interaktyvus] [žiūrėta 2013m. vasario 19d.]. Prieiga per internetą:

http://www.google.lt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Ftechno.su.lt%2F~buivis%2Fapsaugosnuoelektrosknyga.pdf&ei=u16dUcWVMdDktQa51YDgDw&usg=AFQjCNHfFIMxPvZ8UwIjyHOdeZ9cY3AoKQ&sig2=poZd41Ly_FeD5Xy12Bu6Q

PRIEDAI

1 PRIEDAS. Komercinių apskaitų momentiniai duomenų palyginimai su fiksuotais UMG 96S duomenimis

329575		Srovė (A)								
Data	Laikas	L1			L2			L3		
		Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas
2012-12-06	14:57	31,76	30,82	2,9%	16,4	16,3	0,6%	28,44	27,52	3,2%
2012-12-07	14:57	28,28	27,61	2,3%	11,28	11,68	3,5%	12,84	13,18	2,6%
2012-12-08	14:58	13	13	0%	22,52	22,58	0,2%	10,84	11,34	4,6%
2012-12-09	14:57	7,72	7,5	2,8%	4,4	4,4	0%	4,6	4,6	0%
2012-12-10	14:58	53,32	51,55	3,3%	19,04	19,08	0,2%	24,76	24,18	2,3%
2012-12-11	14:57	21,08	21,01	0,3%	21,64	21,89	1,1%	30,04	29,78	0,8%
2012-12-12	14:56	26,8	27,89	3,9%	19,2	18,95	1,3%	18,32	18,48	0,8%
2012-12-13	14:57	11,8	11,5	2,5%	20,96	21	0,2%	17,2	17,1	0,6%
2012-12-14	14:57	25,76	25,31	1,7%	8,96	9,49	5,9%	24,96	23,97	3,9%
2012-12-15	14:57	14,92	14,22	4,6%	14,88	14,97	0,6%	14,76	14,79	0,2%
2012-12-16	14:57	7,76	8,12	4,6%	5,24	5,29	0,9%	4,96	5,09	2,6%
2012-12-17	14:57	39,28	39,89	4%	16,2	16,98	4,8%	23,8	22,64	4,8%
2012-12-18	14:57	20,24	20,13	0,5%	16,84	16,45	2,3%	19,4	18,7	3,6%
2012-12-19	14:57	42,28	42,19	0,2%	17,52	18,48	5,4%	18,04	18,49	2,4%
2012-12-20	14:57	19,68	19,55	0,6%	8,12	8,1	0,2%	18,36	18,4	0,2%
2012-12-21	14:57	-	22,81	0%	-	10,2	0%	-	6,25	0%
2012-12-22	14:57	13,68	13,63	0,3%	15,2	14,8	2,6%	7,24	7,45	2,9%
2012-12-23	14:57	7	6,98	0,2%	3,8	3,8	0%	4,12	4,1	0,4%
2012-12-24	14:57	7,4	7,4	0%	3,8	3,8	0%	4,48	4,59	2,4%
2012-12-25	14:57	7,32	7,31	0,1%	3,76	3,71	1,3%	4,84	4,97	2,6%
2012-12-26	14:56	6,96	6,94	0,2%	3,8	3,8	0%	4,64	4,61	0,6%
2012-12-27	14:57	8,16	8,11	0,6%	11,92	11,14	6,5%	24,12	23,79	1,3%
2012-12-28	14:56	-	8,67	0%	-	9,65	0%	-	12,51	0%
2012-12-29	14:56	8,04	7,77	3,3%	3,28	3,3	0,6%	4,56	4,34	4,8%
2012-12-30	14:56	7,24	7,15	1,2%	3,28	3,3	0,6%	4,12	4,27	3,6%
2012-12-31	14:56	7,04	7,1	0,8%	3,72	3,68	1%	17,96	17,9	0,3%
2013-01-01	14:56	7,32	7,31	0,1%	3,32	3,31	0,3%	4,6	4,88	6%
2013-01-02	14:56	19,4	18,8	3%	9,68	9,42	2,6%	16,28	16,16	0,7%
2013-01-03	14:56	20,6	20,9	1,4%	18	18,1	0,5%	23,72	23,33	1,6%
2013-01-04	14:56	17,84	17,81	0,1%	8,04	7,69	4,3%	13,44	13,18	1,9%
2013-01-05	14:56	7,96	8,18	2,7%	7,92	8,14	2,7%	6,32	6,31	0,1%

1 PRIEDO TĒSINYS

329575		Ītampa (V)								
Data	Laikas	L1			L2			L3		
		Komercinēs apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinēs apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinēs apskaitos	UMG 96S	Skirtumas
2012-12-06	14:57	234,52	235,19	0,3%	233,45	232,49	0,4%	232,1	232,8	0,3%
2012-12-07	14:57	239,55	240,01	0,2%	236,21	236,2	0%	235,95	236	0,02%
2012-12-08	14:58	241,84	242,08	0,1%	238,27	238,29	0,01%	241,56	241,29	0,1%
2012-12-09	14:57	242,14	242,48	0,1%	238,76	238,59	0,07%	240,69	240,88	0,07%
2012-12-10	14:58	234,88	235,43	0,2%	239,24	238,63	0,2%	236,2	236,11	0,04%
2012-12-11	14:57	241,12	240,68	0,1%	231,56	230,27	0,5%	238,45	237,59	0,3%
2012-12-12	14:56	235,18	234,7	0,2%	230,12	229,56	0,2%	234,2	232,48	0,7%
2012-12-13	14:57	242,55	242,33	0,1%	237,13	236,87	0,1%	239,19	238,97	0,1%
2012-12-14	14:57	241,56	240,51	0,4%	237,17	236,12	0,4%	241,77	240,52	0,5%
2012-12-15	14:57	244,7	245,12	0,3%	235,88	235,55	0,1%	243,83	242,12	0,7%
2012-12-16	14:57	244,5	244,23	0,1%	240,31	240,32	0%	239,42	240,13	0,3%
2012-12-17	14:57	243,66	243,68	0,1%	238,63	237,69	0,4%	237,46	236,7	0,3%
2012-12-18	14:57	241,01	242,11	0,1%	230,93	231,19	0,1%	241,05	238,55	1%
2012-12-19	14:57	240,34	240,58	0,1%	235,75	234,79	0,4%	240,76	241	0,1%
2012-12-20	14:57	242,08	243,18	0,4%	233,4	232,88	0,2%	238,32	237,35	0,4%
2012-12-21	14:57	-	241,62	0%	-	236,34	0%	-	243,51	0%
2012-12-22	14:57	243,84	243,55	0,2%	237,95	238	0,02%	243,95	244,89	0,4%
2012-12-23	14:57	244,91	245,29	0,1%	240,98	240,61	0,1%	241,63	242	0,1%
2012-12-24	14:57	243,73	244,09	0,4%	239,91	240,08	0,07%	243,48	243,15	0,1%
2012-12-25	14:57	243,61	244	0,1%	240,47	239,72	0,3%	242,8	242,8	0%
2012-12-26	14:56	243,86	243,9	0,1%	240,01	239,98	0,01%	241,34	241,57	0,09%
2012-12-27	14:57	243,08	242,98	0,1%	235,7	234,99	0,3%	241,13	242	0,4%
2012-12-28	14:56	-	241,65	0%	-	233,54	0%	-	239,98	0%
2012-12-29	14:56	242,62	242,61	0,1%	237,73	238,22	0,2%	242,88	242,31	0,2%
2012-12-30	14:56	243,58	243,6	0,1%	240,8	240,78	0,01%	241,27	241,77	0,2%
2012-12-31	14:56	245,72	245,26	0,2%	239,62	237,99	0,6%	242,04	242,88	0,3%
2013-01-01	14:56	245,15	245	0,1%	241,47	241,78	0,1%	243,97	243,2	0,3%
2013-01-02	14:56	244,69	244,15	0,2%	236,06	235,18	0,4%	238,28	238,89	0,2%
2013-01-03	14:56	239,27	238,64	0,2%	234,04	234,09	0,02%	239,66	239,61	0,02%
2013-01-04	14:56	239,96	239,77	0,1%	232,79	231,56	0,5%	240,49	239,49	0,4%
2013-01-05	14:56	245,34	245,17	0,1%	238,19	237,89	0,1%	241,79	240,26	0,6%

329575		Aktyvioji galia (kW)								
Data	Laikas	L1			L2			L3		
		Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas
2012-12-06	14:57	7,36	7,13	3,1%	3,11	3,1	0,3%	6,41	6,19	3,4%
2012-12-07	14:57	6,68	6,52	2,4%	2,2	2,26	2,7%	2,7	2,89	7%
2012-12-08	14:58	2,74	2,8	2,2%	4,22	4,21	0,2%	2,19	2,29	4,5%
2012-12-09	14:57	1,67	1,6	4,2%	0,78	0,78	0%	0,86	0,9	4,6%
2012-12-10	14:58	12,35	11,95	3,2%	4,36	4,4	0,9%	5,37	5,4	0,5%
2012-12-11	14:57	4,89	4,5	7,9%	4,7	4,6	2,1%	7,06	6,81	3,5%
2012-12-12	14:56	6,1	6,4	4,9%	3,73	3,62	2,9%	3,94	3,9	1%
2012-12-13	14:57	2,92	3,04	4,1%	4,34	4,5	3,6%	3,76	3,96	5,3%
2012-12-14	14:57	6,17	6,2	0,5%	1,86	1,92	3,2%	5,94	5,84	1,6%
2012-12-15	14:57	3,48	3,4	2,2%	2,98	3	0,6%	2,96	2,62	4,7%
2012-12-16	14:57	1,72	1,7	1,1%	0,85	0,83	2,3%	1,04	1	3,8%
2012-12-17	14:57	9,18	9	1,9%	3,66	3,67	0,2%	5,24	5,31	1,3%
2012-12-18	14:57	4,74	4,7	0,8%	3,74	3,64	2,6%	4,41	4,44	0,7%
2012-12-19	14:57	10,08	9,59	4,8%	3,57	3,68	3,1%	4,1	4,11	0,2%
2012-12-20	14:57	4,64	4,61	0,6%	1,63	1,6	1,8%	4,09	4,15	1,4%
2012-12-21	14:57	-	5,16	0%	-	1,84	0%	-	1,34	0%
2012-12-22	14:57	3,06	3,1	1,3%	2,97	2,86	3,7%	1,28	1,3	1,5%
2012-12-23	14:57	1,43	1,41	1,4%	0,71	0,7	1,4%	0,72	0,7	2,7%
2012-12-24	14:57	1,59	1,52	4,4%	0,7	0,7	0%	0,84	0,9	7,14%
2012-12-25	14:57	1,58	1,46	7,5%	0,71	0,7	1,4%	0,87	0,86	1,1%
2012-12-26	14:56	1,42	1,41	0,7%	0,71	0,7	1,4%	0,87	0,86	1,1%
2012-12-27	14:57	1,76	1,7	3,4%	2,69	2,57	4,4%	5,71	8,64	1,2%
2012-12-28	14:56	-	1,92	0%	-	2,15	0%	-	2,88	0%
2012-12-29	14:56	1,76	1,72	2,3%	0,59	0,57	3,3%	0,92	2,89	3,2%
2012-12-30	14:56	1,48	1,51	2%	0,6	0,6	0%	0,73	0,8	4,1%
2012-12-31	14:56	1,46	1,48	1,3%	0,64	0,63	1,5%	4,26	4,32	1,4%
2013-01-01	14:56	1,59	1,62	1,8%	0,6	0,6	0%	0,89	0,92	3,3%
2013-01-02	14:56	4,65	4,59	1,3%	2,16	2,08	3,7%	3,73	3,72	0,2%
2013-01-03	14:56	4,81	4,72	1,8%	4,14	4,15	0,2%	5,55	5,42	2,3%
2013-01-04	14:56	4,19	4,21	0,5%	1,68	1,62	3,5%	2,98	2,83	5%
2013-01-05	14:56	1,75	1,78	1,7%	1,46	1,49	2%	1,34	1,38	2,9%

329575		Reaktyvioji galia (kVAr)								
Data	Laikas	L1			L2			L3		
		Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas
2012-12-06	14:57	0,06	0,08	33%	-0,33	-0,31	6%	-0,1	-0,09	10%
2012-12-07	14:57	0,07	0,09	28,5%	-0,67	-0,67	0%	0,16	0,15	6,2%
2012-12-08	14:58	0,18	0,16	11%	-0,06	-0,07	16,6%	-0,1	-0,09	10%
2012-12-09	14:57	-0,06	-0,07	16,6%	-0,34	-0,35	2,9%	-0,19	-0,16	15,7%
2012-12-10	14:58	0,03	0,04	33,3%	0,13	0,12	7,6%	-0,09	-0,08	11,1%
2012-12-11	14:57	-0,14	-0,15	7,1%	0,46	0,42	8,6%	0,13	0,15	15,3%
2012-12-12	14:56	0,32	0,3	6,2%	0,02	0,02	0%	0,4	0,36	10%
2012-12-13	14:57	-0,02	-0,02	0%	-0,26	-0,29	11,5%	0,1	0,08	20%
2012-12-14	14:57	0,14	0,17	21,7%	-0,25	-0,3	-20%	0,18	0,14	22,2%
2012-12-15	14:57	0,2	0,17	15%	-0,26	-0,25	3,8%	0,68	0,57	16,1%
2012-12-16	14:57	0,12	0,16	33,3%	-0,61	-0,61	0%	0,06	0,04	33,3%
2012-12-17	14:57	0,57	0,55	3,5%	0,16	0,15	6,2%	0,26	0,34	30,7%
2012-12-18	14:57	0,15	0,18	20%	-0,49	-0,48	2%	-0,05	-0,06	20%
2012-12-19	14:57	0,36	0,35	2,7%	-0,49	-0,48	2%	0	0,02	0%
2012-12-20	14:57	0,35	0,35	0%	0,13	0,13	0%	0,72	0,71	1,4%
2012-12-21	14:57	-	0,4	0%	-	-0,49	0%	-	0,03	0%
2012-12-22	14:57	-0,4	-0,4	0%	-0,23	-0,26	13%	-0,28	-0,29	3,5%
2012-12-23	14:57	-0,44	-0,4	9,1%	-0,5	-0,47	6%	-0,3	-0,3	0%
2012-12-24	14:57	-0,18	-0,22	22,2%	-0,32	-0,33	3,1%	-0,34	-0,29	14,7%
2012-12-25	14:57	-0,18	-0,2	11,1%	-0,32	-0,33	3,1%	-0,08	-0,11	37,5%
2012-12-26	14:56	-0,47	-0,45	4,2%	-0,33	-0,33	0%	-0,35	-0,35	0%
2012-12-27	14:57	-0,1	-0,1	0%	-0,33	-0,33	0%	0,6	0,7	16,6%
2012-12-28	14:56	-	0,06	0%	-	-0,25	0%	-	0,06	0%
2012-12-29	14:56	-0,01	-0,01	0%	-0,32	-0,32	0%	-0,06	-0,08	33,3%
2012-12-30	14:56	-0,41	-0,41	0%	-0,32	-0,32	0%	-0,27	-0,28	3,7%
2012-12-31	14:56	-0,44	-0,47	6,8%	-0,37	-0,37	0%	-0,23	-0,19	17,4%
2013-01-01	14:56	-0,15	-0,13	13,3%	-0,32	-0,32	0%	-0,32	-0,28	12,5%
2013-01-02	14:56	0,26	0,26	0%	-0,12	-0,15	25%	0,38	0,29	23,7%
2013-01-03	14:56	0,01	0,01	0%	0,34	0,31	8,8%	-0,06	-0,08	33,3%
2013-01-04	14:56	-0,23	-0,22	4,3%	-0,42	-0,45	7,1%	-0,12	-0,08	33,3%
2013-01-05	14:56	-0,16	-0,15	6,2%	-0,35	-0,35	0%	0,16	0,14	12,5%

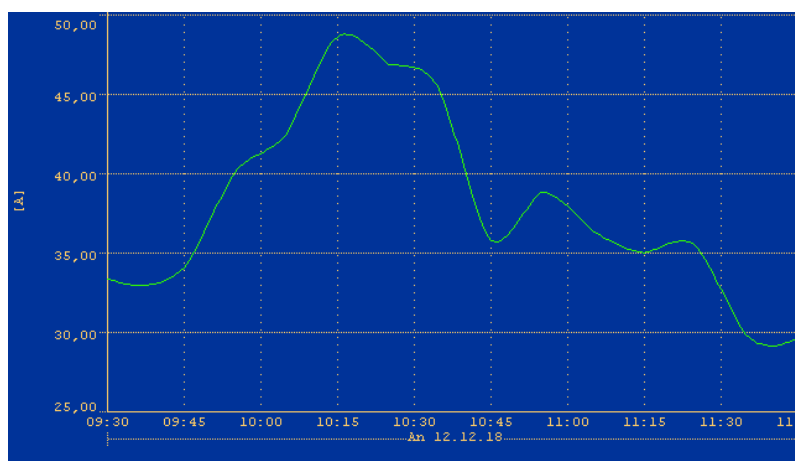
595244		Srovē (A)								
Data	Laikas	L1			L2			L3		
		Komercinēs apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinēs apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinēs apskaitos	UMG 96S	Skirtumas
2013-01-19	15:02	2,04	1,98	2,9%	3,16	2,96	6,3%	17,32	16,89	2,4%
2013-01-20	15:02	3,8	3,76	1,1%	5,24	5,19	0,9%	4,56	4,75	4,1%
2013-01-21	15:03	16,92	16,02	5,3%	45,84	44,75	2,3%	51,8	52,06	0,5%
2013-01-22	15:03	30	30,42	1,4%	19,68	19,77	0,4%	24,44	24,6	0,6%
2013-01-23	15:02	26,4	26,3	0,4%	35,88	34,12	4,9%	46,24	45,69	1,1%
2013-01-24	15:02	11,36	11,47	0,9%	21,16	20,76	1,8%	44,44	44,21	0,5%
2013-01-25	15:02	36,96	36,85	0,3%	47,72	47,36	0,7%	59,68	59,61	0,1%
2013-01-26	15:02	7,24	7,18	0,8%	8,84	8,54	3,3%	26,56	26,88	1,2%
2013-01-27	15:09	2,48	2,3	11,3%	5,84	5,27	9,7%	8,88	8,87	0,1%
2013-01-28	15:02	15,6	15,64	0,2%	23,4	24,82	6%	53,08	53,22	0,2%
2013-01-29	15:03	19,48	19,32	0,8%	22,72	22,43	1,2%	29,48	29,22	0,8%
2013-01-30	15:02		15,61	0%	-	41,66	0%	-	49,5	0%
2013-01-31	15:07	4,72	4,31	8,6%	27,96	28,19	0,8%	49,32	49,11	0,4%
2013-02-01	15:02	34,16	35,11	2,7%	45,44	45,36	0,2%	63,44	63,22	0,3%
2013-02-02	15:03	13,64	13,27	2,7%	9,8	9,47	3,3%	32,64	32,76	0,3%
2013-02-03	15:03	2,52	2,51	0,4%	2,24	2,44	8,9%	4,2	4,2	0%
2013-02-04	15:02	17,84	17,92	0,4%	24,4	24,45	0,2%	29,64	30,12	1,6%
2013-02-05	15:03	13,04	13,02	0,1%	36,8	36,08	1,9%	34,24	34,41	0,5%
2013-02-06	15:02	6,56	6,41	2,2%	14,24	15	5,3%	32,52	32,5	0,06%
2013-02-07	15:02	9,76	10,05	2,9%	21,24	21,34	0,4%	37,88	37,51	0,9%
2013-02-08	15:02	48,52	49,13	1,2%	70,68	69,98	0,9%	78,64	77,98	0,8%
2013-02-09	15:02	11,32	10,98	3%	20,24	20,04	0,9%	20,04	21,06	5,0%
2013-02-10	15:02	4,2	4,2	0%	7,76	7,77	0,1%	9,52	9,27	2,6%
2013-02-11	15:02	7,8	7,6	2,5%	11,24	11,76	4,6%	33,24	33,85	1,8%
2013-02-12	15:02	7,32	7,36	0,5%	16,56	16,64	0,4%	43,64	43,43	0,5%
2013-02-13	15:02	9,68	9,99	3,2%	13,76	13,76	0%	36,92	36,11	2,2%
2013-02-14	15:05	15,84	14,16	10,6%	18,12	18,25	0,7%	31,8	32,16	1,1%
2013-02-15	15:02	39,72	41,56	4,6%	63,6	63,36	0,4%	48,44	47,91	1,1%
2013-02-16	15:02	2,44	2,39	2%	14,4	13,99	2,8%	14,2	14,42	1,5%
2013-02-17	15:02	3,04	2,96	2,6%	10,16	10,54	3,7%	4,28	4,21	1,6%
2013-02-18	15:02	15,36	14,92	2,8%	27,48	27,21	0,9%	32,88	32,24	1,9%

595244		Ītampa (V)								
Data	Laikas	L1			L2			L3		
		Komercinēs apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinēs apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinēs apskaitos	UMG 96S	Skirtumas
2013-01-19	15:02	246,03	245,86	0,07%	239,88	240,34	0,2%	240,3	239,57	0,3%
2013-01-20	15:02	243,5	244	0,2%	240,85	240,65	0,1%	243,54	243,42	0,05%
2013-01-21	15:03	243,55	243,88	0,1%	233,89	234,22	0,1%	240	239,24	0,3%
2013-01-22	15:03	243,31	243,14	0,07%	244,56	243,99	0,2%	241,73	239,95	0,7%
2013-01-23	15:02	242,81	242,5	0,1%	236,05	236,87	0,3%	237,33	237,22	0,04%
2013-01-24	15:02	249,94	248,98	0,4%	241,24	240,55	0,3%	240,59	240,5	0,04%
2013-01-25	15:02	248,77	248,8	0,01%	239,15	239,81	0,3%	242,86	241,97	0,4%
2013-01-26	15:02	247,75	246,89	0,3%	237,96	237,32	0,2%	240,11	240,66	0,2%
2013-01-27	15:09	246,44	246,48	0,01%	239,28	238,46	0,3%	243,65	244	0,1%
2013-01-28	15:02	248,11	248,21	0,04%	241,11	240,76	0,1%	234,62	235,2	0,2%
2013-01-29	15:03	246,73	246,28	0,2%	238,24	238,5	0,1%	241,88	241,8	0,03%
2013-01-30	15:02	-	249,7	0%	-	237,22	0%	-	241,25	0%
2013-01-31	15:07	246,05	245,88	0,07%	232,54	234	0,6%	235,25	235,76	0,2%
2013-02-01	15:02	240,87	240,66	0,08%	236,46	237,32	0,3%	241,47	240,95	0,2%
2013-02-02	15:03	245,18	245,2	0,01%	238,38	237,84	0,2%	240,28	240,3	0,01%
2013-02-03	15:03	242,55	243	0,2%	239,97	240,26	0,1%	241,79	242,15	0,1%
2013-02-04	15:02	244,45	244,21	0,1%	243,82	243,78	0,01%	242,73	242,65	0,03%
2013-02-05	15:03	246,14	246,78	0,2%	238,95	238,75	0,1%	244,9	244,85	0,02%
2013-02-06	15:02	247,06	247	0,02%	240,84	239,21	0,6%	243,46	244,37	0,4%
2013-02-07	15:02	244,99	244,81	0,07%	238,58	237,84	0,3%	245,05	244,66	0,1%
2013-02-08	15:02	242,37	242,23	0,05%	233,32	234	0,3%	239,14	238,55	0,2%
2013-02-09	15:02	243,89	244,22	0,1%	238,59	239,55	0,4%	246,52	245,74	0,3%
2013-02-10	15:02	244,69	244,62	0,02%	241,72	241,65	0,02%	243	243,61	0,2%
2013-02-11	15:02	245,56	246,11	0,2%	240,12	239,95	0,07%	242,5	241,96	0,2%
2013-02-12	15:02	246,53	246,51	0,01%	239,72	238,85	0,3%	240,76	239,84	0,4%
2013-02-13	15:02	245,48	245,55	0,02%	240,36	239,94	0,2%	243,15	242,7	0,2%
2013-02-14	15:05	243,34	244,08	0,3%	240,08	239,87	0,08%	244,36	244	0,1%
2013-02-15	15:02	243	242,89	0,04%	239,73	240,68	0,4%	243,63	242,95	0,3%
2013-02-16	15:02	243,17	244	0,3%	238,25	238,65	0,1%	243,49	242,85	0,2%
2013-02-17	15:02	244,19	244,7	0,2%	240,71	240,7	0%	245,32	244,85	0,2%
2013-02-18	15:02	245,97	246	0,01%	240,16	240,82	0,2%	245,83	245,15	0,3%

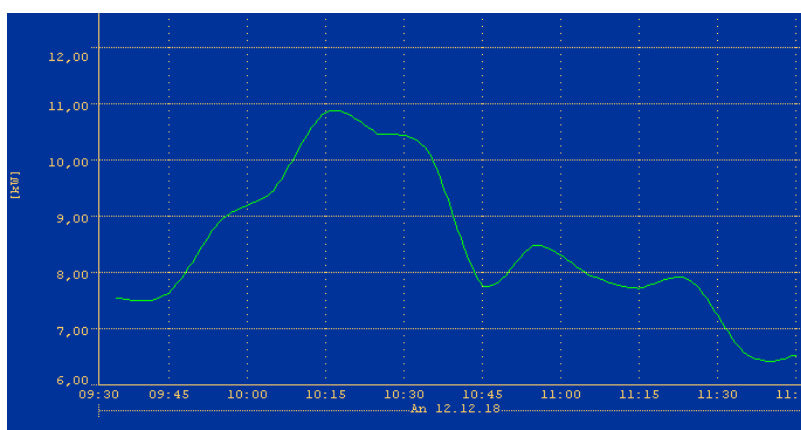
595244		Aktyvioji galia (kW)								
Data	Laikas	L1			L2			L3		
		Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas
2013-01-19	15:02	0,36	0,36	0%	0,66	0,66	0%	4,14	4,22	1,9%
2013-01-20	15:02	0,81	0,8	1,2%	1,23	1,22	0,8%	1,04	0,98	5,7%
2013-01-21	15:03	4,03	4	0,7%	10,58	11	3,9%	12,39	12,49	0,8%
2013-01-22	15:03	7,03	7,09	0,8%	4,74	4,92	3,7%	5,86	6	2,3%
2013-01-23	15:02	6,38	6,32	0,9%	8,42	8,2	2,6%	10,94	10,55	3,5%
2013-01-24	15:02	2,76	2,77	0,3%	5,05	4,89	3,1%	10,41	10,4	0,09%
2013-01-25	15:02	9,17	9,11	0,6%	11,37	11,49	1%	14,45	14,85	2,7%
2013-01-26	15:02	1,72	1,69	1,7%	1,97	1,89	4%	6,35	6,2	2,3%
2013-01-27	15:09	0,44	0,43	2,2%	1,37	1,37	0%	2,12	1,99	6,1%
2013-01-28	15:02	3,82	3,8	0,5%	5,39	5,4	0,2%	12,42	12,67	2%
2013-01-29	15:03	4,69	4,73	0,8%	5,22	5,3	1,5%	7,07	7,12	0,7%
2013-01-30	15:02	-	4,86	0%	-	9,21	0%	-	11,25	0%
2013-01-31	15:07	1,05	1,19	13,3%	6,48	6,42	0,9%	11,57	11,39	1,5%
2013-02-01	15:02	8,22	8,85	7,6%	10,72	10,85	1,2%	15,26	15,32	0,4%
2013-02-02	15:03	3,28	3,15	3,9%	2,24	2,28	1,8%	7,81	8	2,4%
2013-02-03	15:03	0,45	0,45	0%	0,46	0,46	0%	0,95	0,99	4,2%
2013-02-04	15:02	4,32	4,35	0,7%	5,89	5,88	0,1%	7,16	7,2	0,5%
2013-02-05	15:03	3,17	3,42	7,8%	8,75	8,67	0,9%	8,35	8,46	1,3%
2013-02-06	15:02	1,48	1,42	4%	3,31	3,28	0,9%	7,88	8	1,5%
2013-02-07	15:02	2,33	2,45	5,1%	5,03	4,98	0,9%	9,25	8,97	3%
2013-02-08	15:02	11,55	12	3,8%	16,45	16,52	0,4%	18,7	18,85	0,8%
2013-02-09	15:02	2,62	2,45	6,4%	4,78	4,65	2,7%	4,91	5,02	2,2%
2013-02-10	15:02	0,96	0,96	0%	1,77	1,8	1,7%	2,29	2,21	3,5%
2013-02-11	15:02	1,73	1,66	4%	2,56	2,65	3,5%	8	8	0%
2013-02-12	15:02	1,68	1,68	0%	3,89	4	2,8%	10,43	10,41	0,2%
2013-02-13	15:02	2,32	2,58	11,2%	3,22	3,22	0%	8,81	8,61	2,2%
2013-02-14	15:05	3,72	3,64	2,1%	4,29	4,31	0,4%	7,74	7,8	0,7%
2013-02-15	15:02	9,64	10,01	3,8%	15,21	15,15	0,4%	11,66	11,32	2,9%
2013-02-16	15:02	0,43	0,42	2,3%	3,42	3,21	6,1%	3,43	3,4	0,8%
2013-02-17	15:02	0,58	0,56	3,4%	2,43	2,43	0%	0,97	0,99	2%
2013-02-18	15:02	3,68	3,55	3,5%	6,47	6,35	1,8%	8,02	7,98	0,5%

595244		Reaktyvioji galia (kVAr)								
Data	Laikas	L1			L2			L3		
		Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas	Komercinės apskaitos	UMG 96S	Skirtumas
2013-01-19	15:02	-0,1	-0,09	10%	-0,18	-0,14	22,2%	-0,17	-0,19	11,7%
2013-01-20	15:02	0,35	0,32	8,6%	-0,13	-0,1	23%	-0,15	-0,1	33,3%
2013-01-21	15:03	0,79	0,68	13,9%	1,54	1,38	10,3%	0,54	0,5	7,4%
2013-01-22	15:03	1,88	1,73	7,9%	0,43	0,39	9,3%	0,15	0,2	33,3%
2013-01-23	15:02	0,38	0,41	7,8%	0,62	0,67	8%	0,12	0,16	33,3%
2013-01-24	15:02	0,48	0,44	8,3%	0,34	0,39	14,7%	1,8	1,95	8,3%
2013-01-25	15:02	0,16	0,18	12,5%	-0,01	0	100%	0,49	0,56	14,2%
2013-01-26	15:02	0,42	0,43	2,3%	0,72	0,65	9,7%	-0,34	-0,31	8,8%
2013-01-27	15:09	0,23	0,19	17,3%	0	0	0%	-0,16	-0,13	18,7%
2013-01-28	15:02	0,43	0,45	4,6%	1,45	1,39	4,1%	0,42	0,5	19%
2013-01-29	15:03	0,98	1,05	7,1%	1,19	1,21	1,6%	0,32	0,32	0%
2013-01-30	15:02	-	0,51	0%	-	1,1	0%	-	1,61	0%
2013-01-31	15:07	0,11	0,13	18,1%	0,17	0,15	11,7%	0,46	0,53	15,2%
2013-02-01	15:02	0,1	0,13	30%	-0,13	-0,09	30,7%	0,75	0,81	8%
2013-02-02	15:03	0,29	0,31	6,8%	0,4	0,4	0%	0,53	0,45	15%
2013-02-03	15:03	-0,06	-0,04	33,3%	0,13	0,09	30,7%	-0,15	-0,13	13,3%
2013-02-04	15:02	0,35	0,4	14,2%	-0,22	-0,19	13,6%	0,37	0,4	8,1%
2013-02-05	15:03	0,01	0,02	100%	0,46	0,47	2,1%	0,43	0,43	0%
2013-02-06	15:02	0,39	0,39	0%	0,05	0,07	40%	0,38	0,33	13,1%
2013-02-07	15:02	0,45	0,48	6,6%	0,27	0,23	14,8%	0,27	0,33	22,2%
2013-02-08	15:02	2,16	2,22	2,7%	1,12	1,1	1,7%	1,44	1,51	4,8%
2013-02-09	15:02	0,83	0,78	6%	-0,08	-0,1	25%	-0,12	-0,14	16,6%
2013-02-10	15:02	-0,09	-0,08	11,1%	0,54	0,45	16,6%	0,06	0,08	33,3%
2013-02-11	15:02	0,74	0,71	4%	-0,02	-0,03	50%	0,69	0,65	5,7%
2013-02-12	15:02	0,5	0,52	4%	0,24	0,25	4,1%	1,01	1,1	8,9%
2013-02-13	15:02	0,38	0,42	10,5%	0,17	0,15	11,7%	1,41	1,29	8,5%
2013-02-14	15:05	0,91	0,96	5,4%	-0,08	-0,01	87,5%	0,32	0,39	21,8%
2013-02-15	15:02	0,19	0,19	0%	-0,27	-0,25	7,4%	1,64	1,72	4,8%
2013-02-16	15:02	-0,06	-0,05	16,6%	0,12	0,1	16,6%	-0,18	-0,13	27,7%
2013-02-17	15:02	0,22	0,22	0%	-0,02	-0,02	0%	-0,16	-0,15	6,25%
2013-02-18	15:02	0,68	0,64	5,8%	0,87	0,92	5,7%	0,24	0,26	8,3%

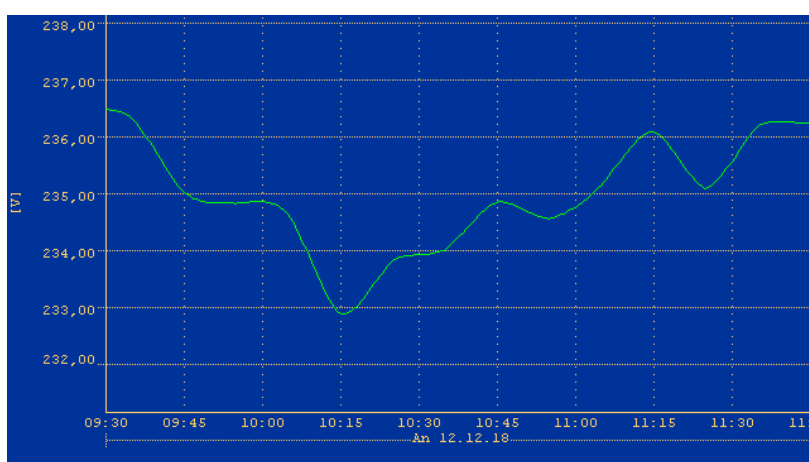
2 PRIEDAS. Komerčinės apskaitos 329575 ir 595244 el. duomenys prie maksimalios bei minimalios užfiksuotos srovės L1, L2 ir L3 fazėse



1. pav. L2 užfiksuota maksimali srovė

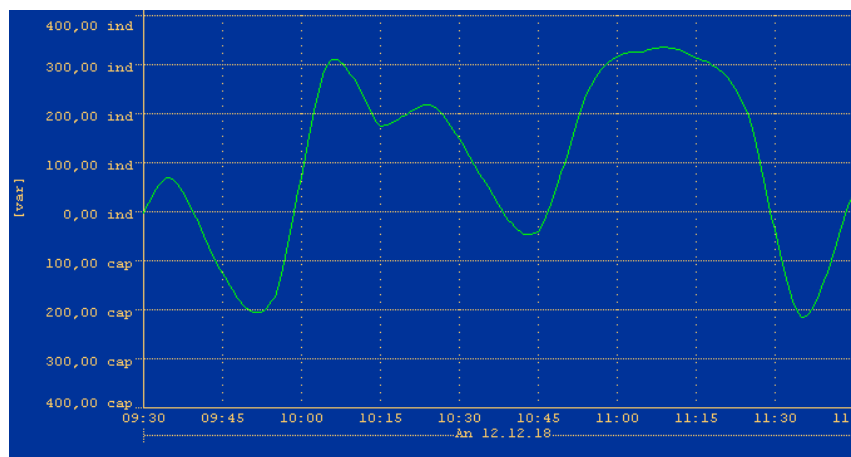


2. pav. L2 aktyvioji galia

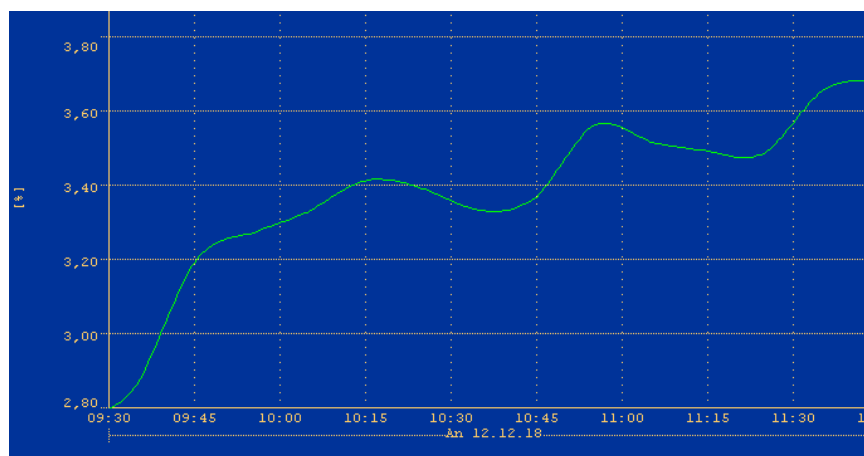


3. pav. L2 įtampa

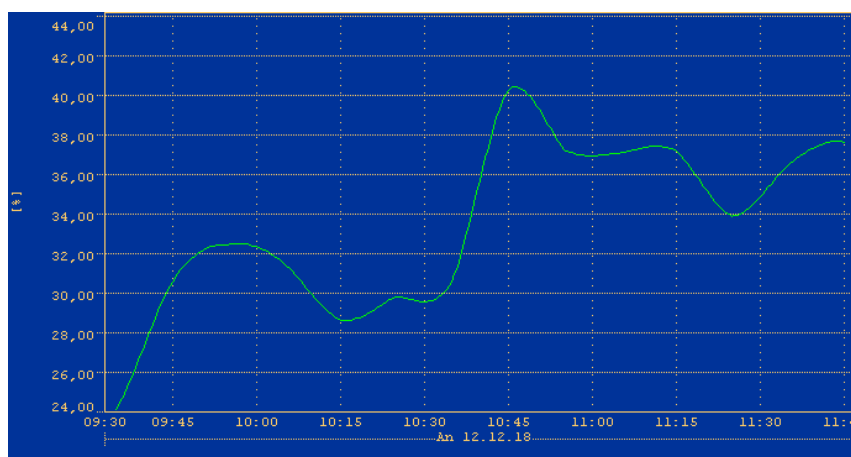
2 PRIEDO TĖSINYS



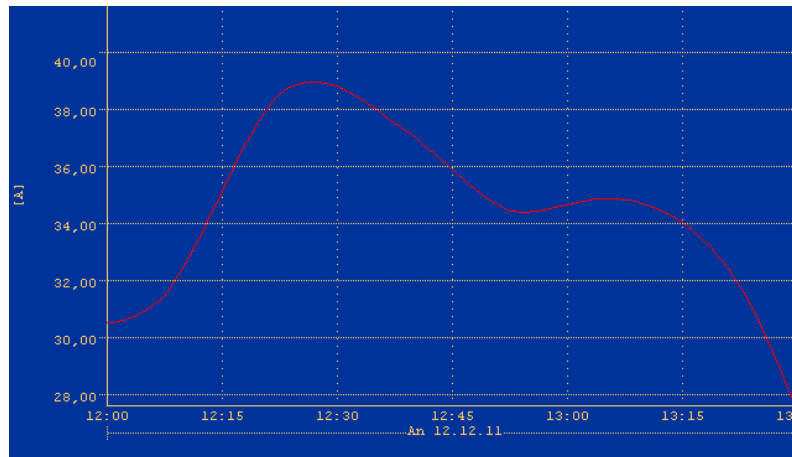
4. pav. L2 reaktyvioji galia



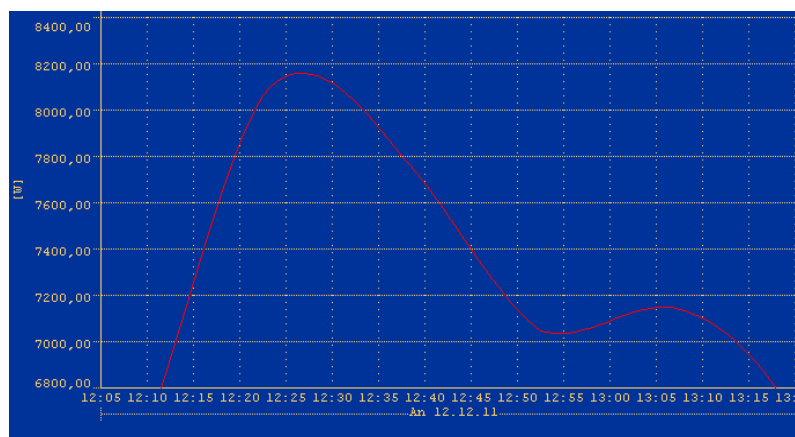
5.pav. L2 THD U



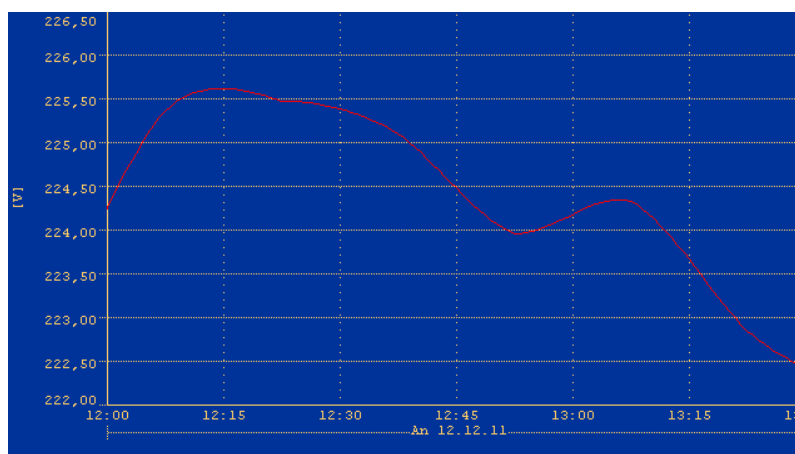
6.pav. L2 THD I



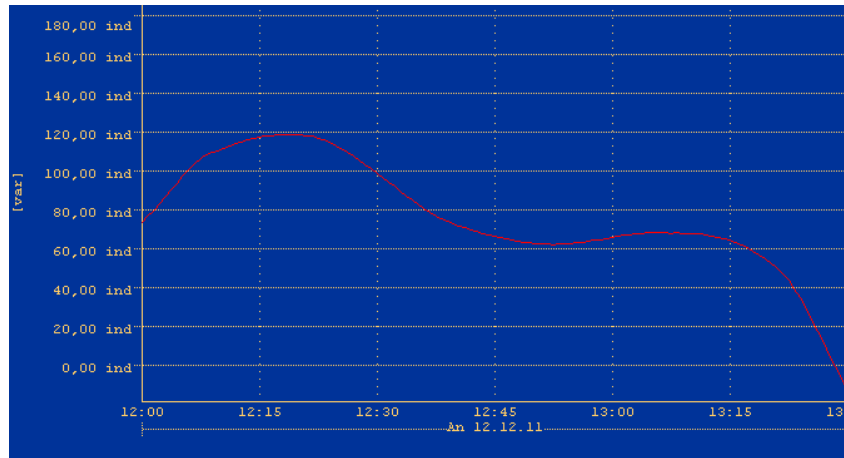
7. pav. L3 užfiksuota maksimali srovė



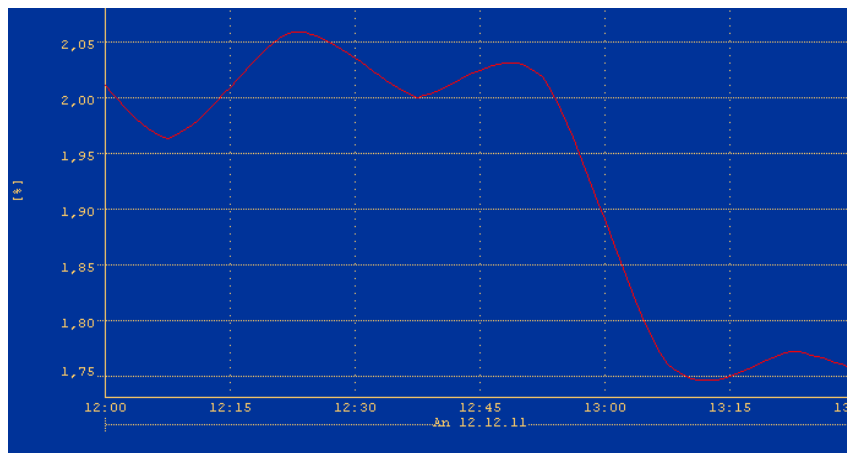
8. pav. L3 aktyvioji galia



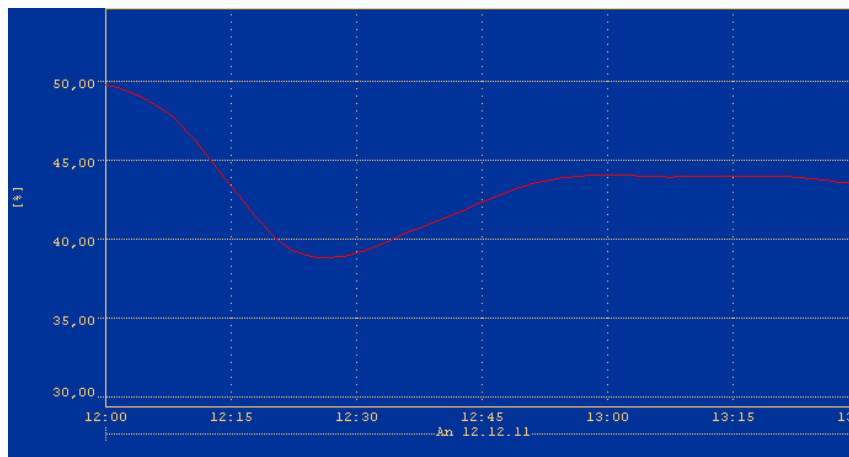
9. pav. L3 įtampa



10. pav. L3 reaktyvioji galia

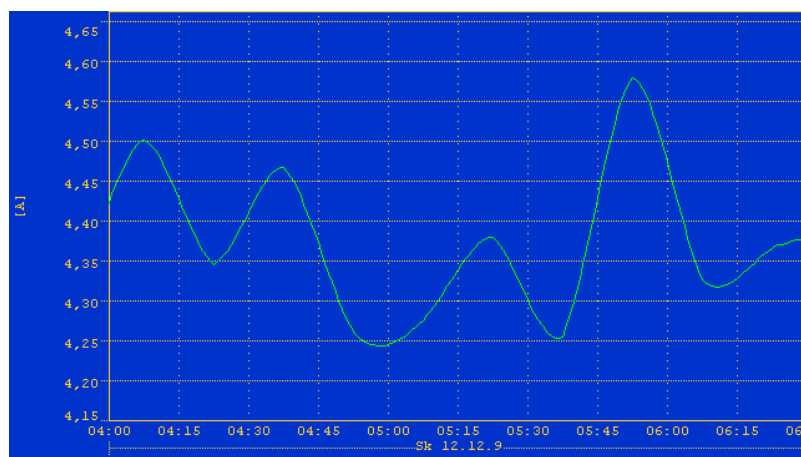


11. pav. L3 THD U

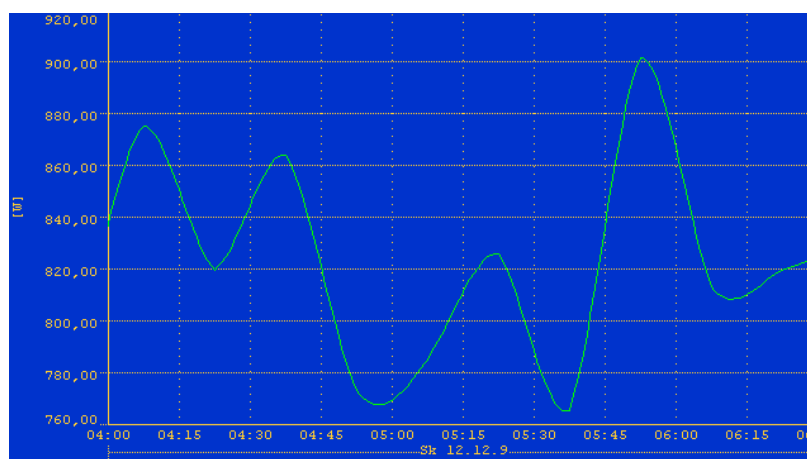


12. pav. L3 THD I

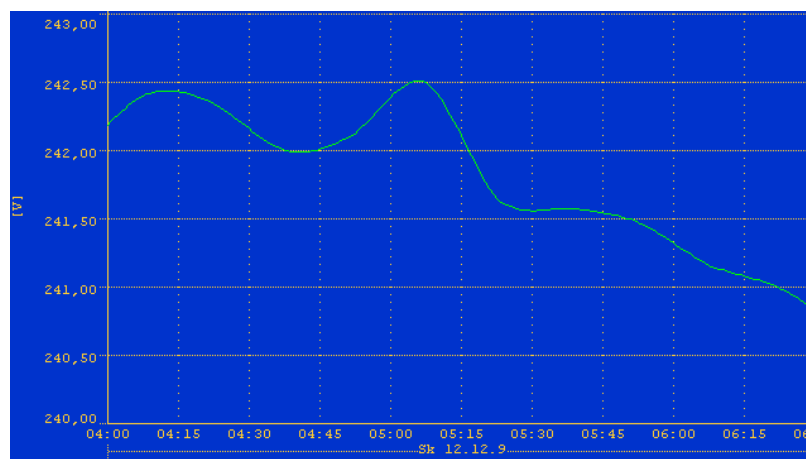
Komercinės apskaitos 329575 el. duomenys prie minimalios užfiksuotos srovės L2 ir L3 fazėse



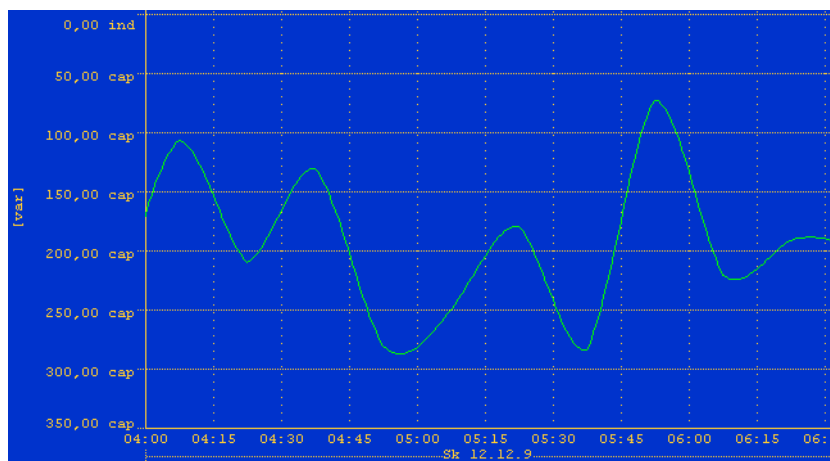
13. pav. L2 užfiksuota minimali srovė



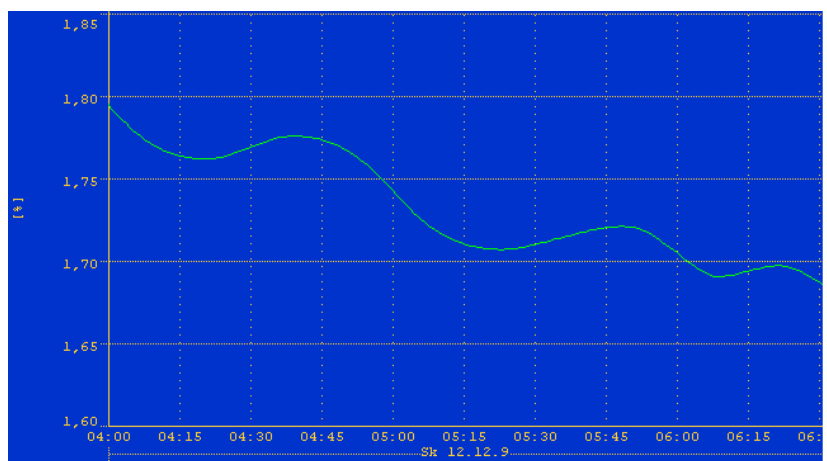
14. pav. L2 aktyvioji galia



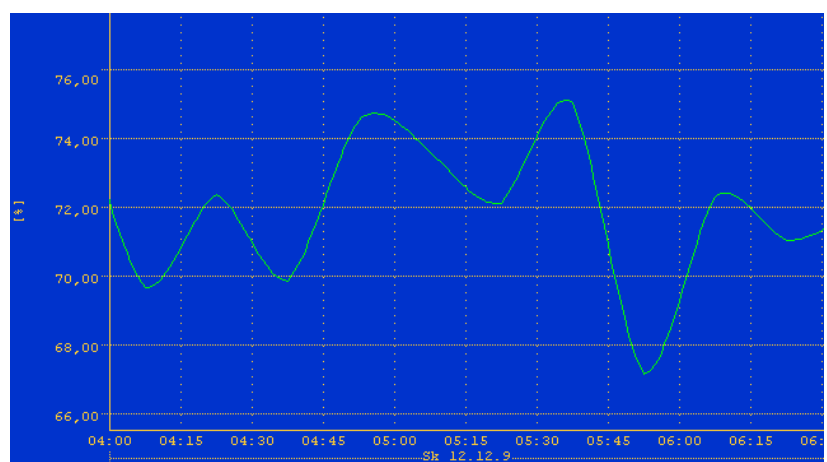
15. pav. L2 įtampa



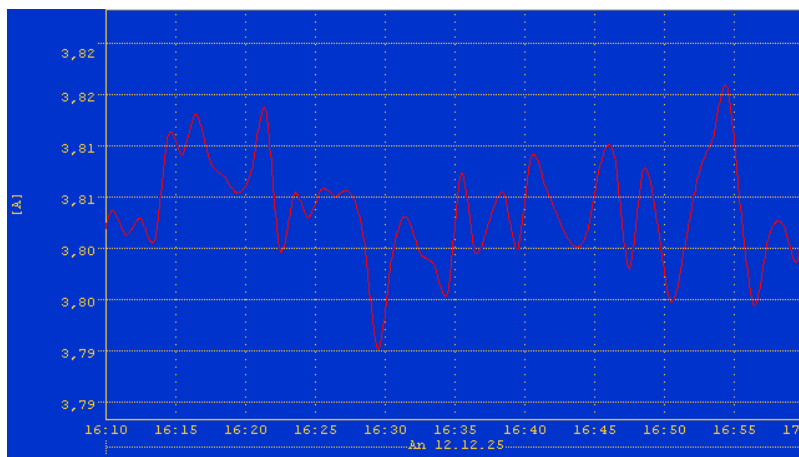
16. pav. L2 reaktyvioji galia



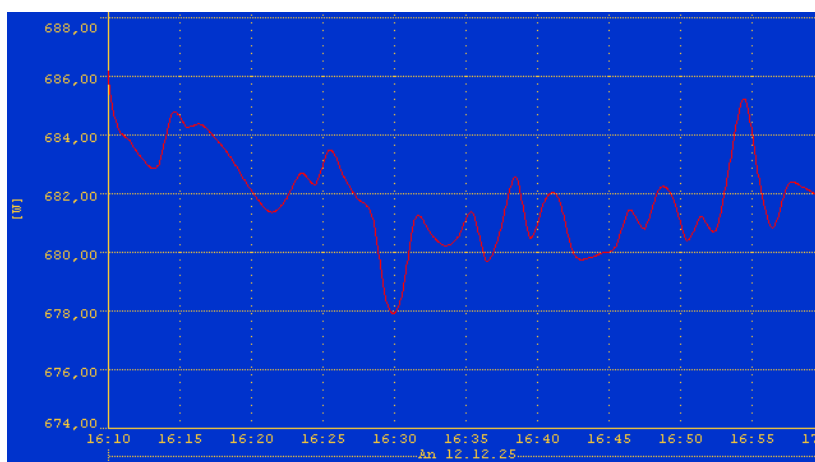
17. pav. L2 THD U



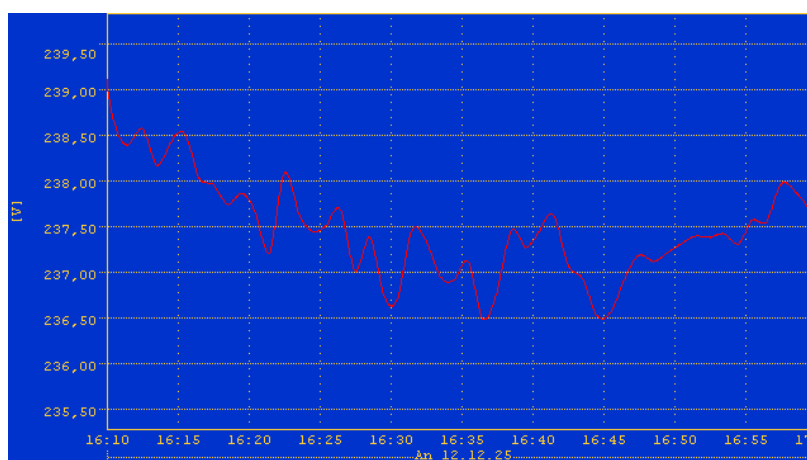
18. pav. L2 THD I



19. pav. L3 užfiksuota minimali srovė



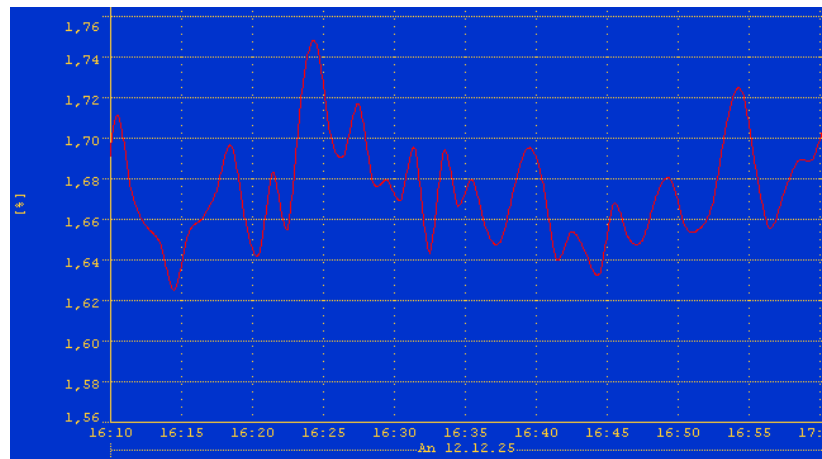
20. pav. L3 aktyvioji galia



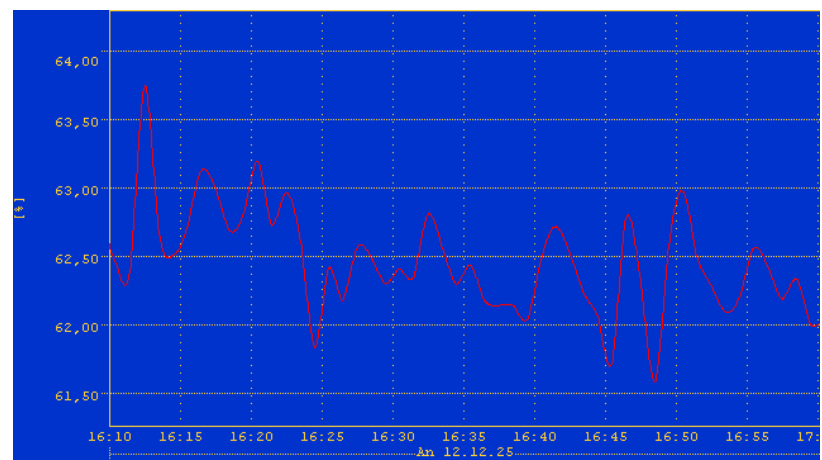
21. pav. L3 įtampa



22. pav. L3 reaktyvioji galia

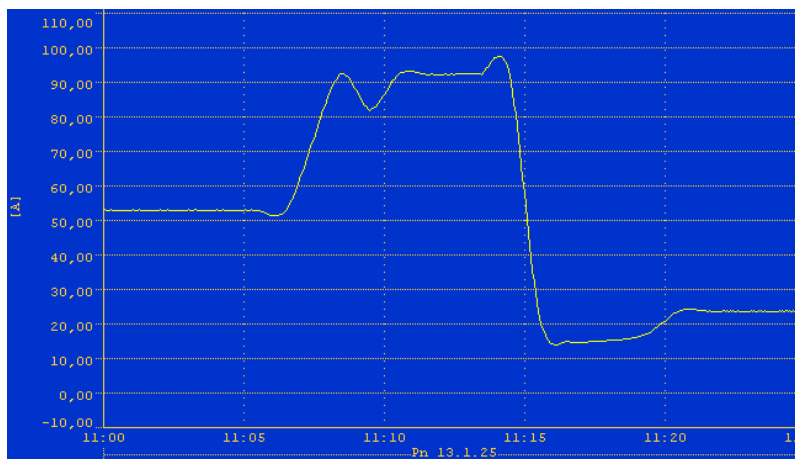


23. pav. L3 THD U

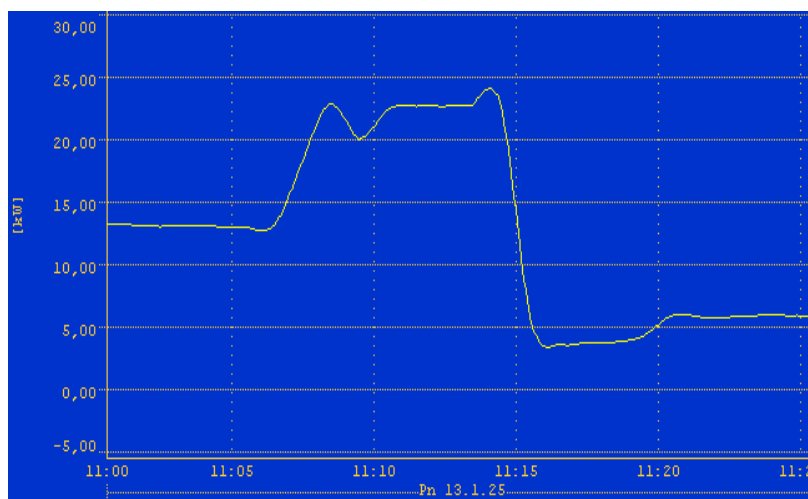


24. pav. L3 THD I

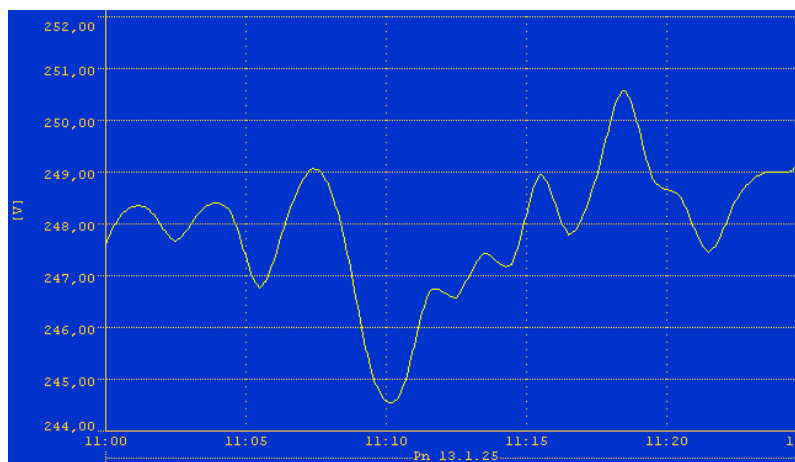
Komercinės apskaitos 595244 elektros duomenys prie maksimalios užfiksuotos srovės L1, L2 ir L3 fazėse



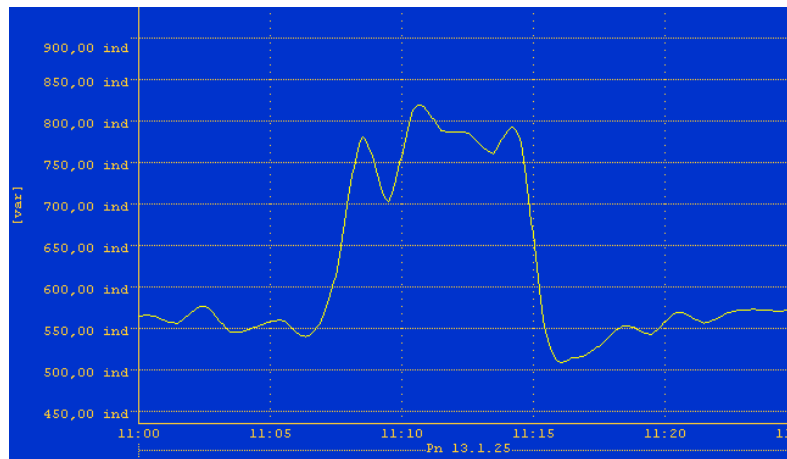
25. pav. L1 užfiksuota maksimali srovė



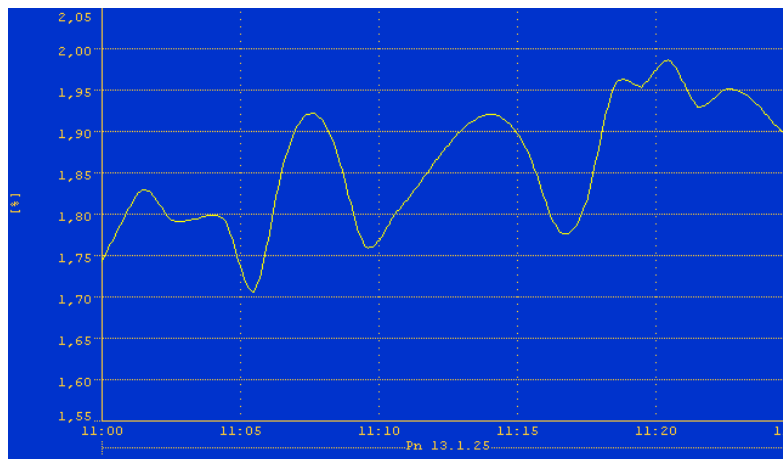
26. pav. L1 aktyvioji galia



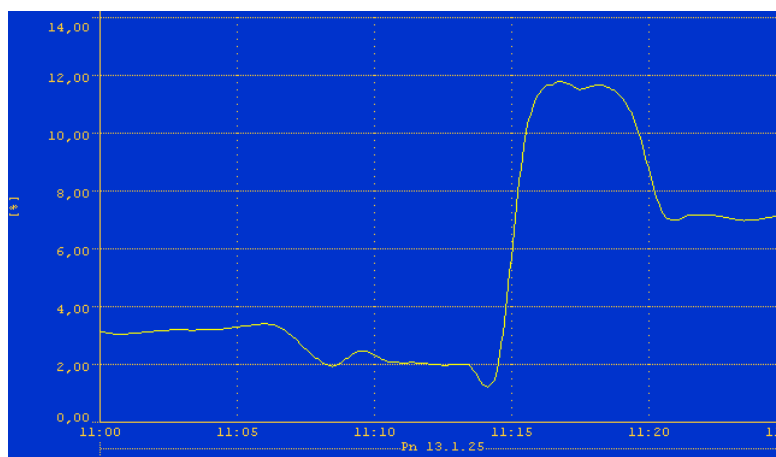
27. pav. L1 įtampa



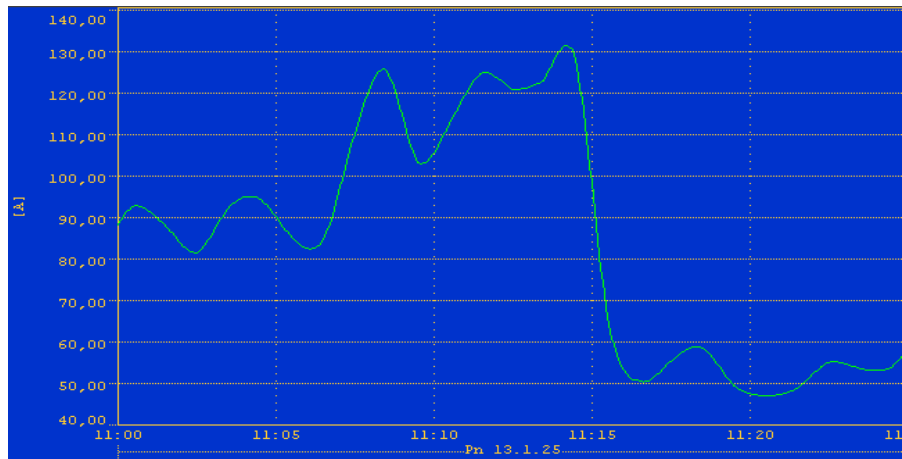
28. pav. L1 reaktyvioji galia



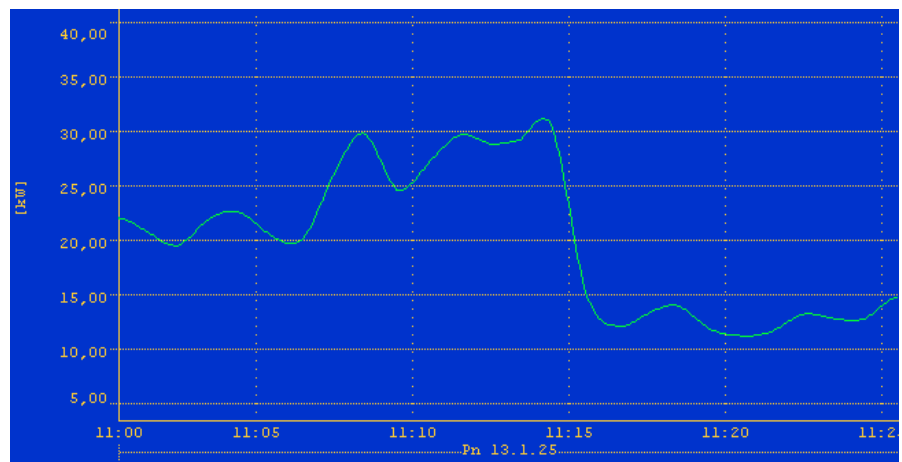
29. pav. L1 THD U



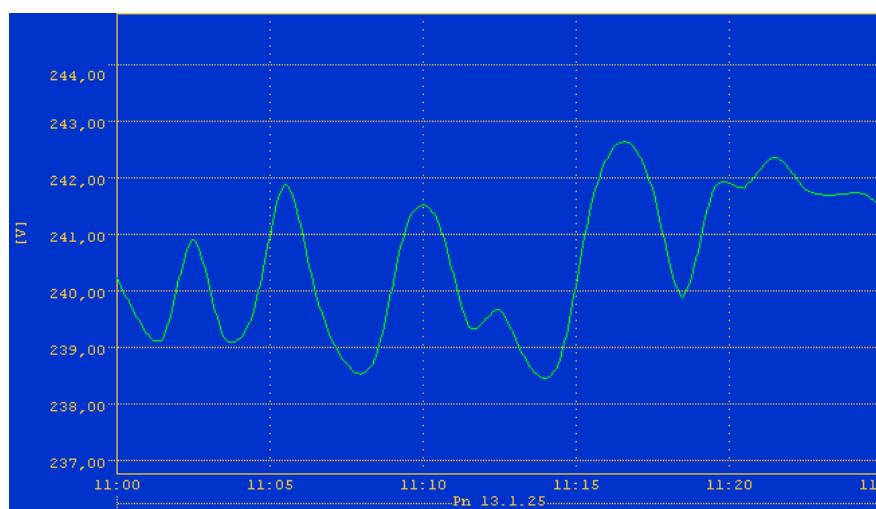
30. pav. L1 THD I



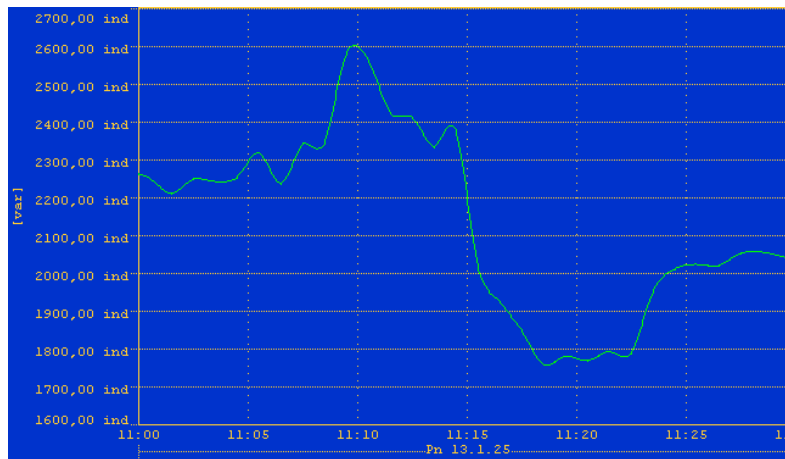
31. pav. L2 užfiksuota maksimali srovė



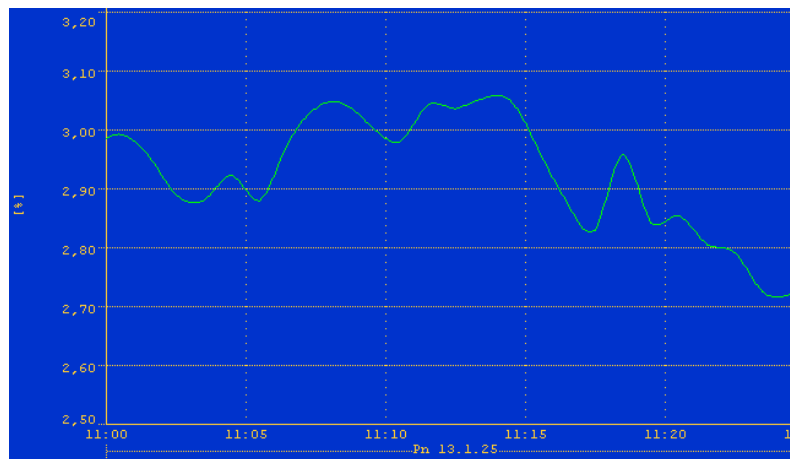
32. pav. L2 aktyvioji galia



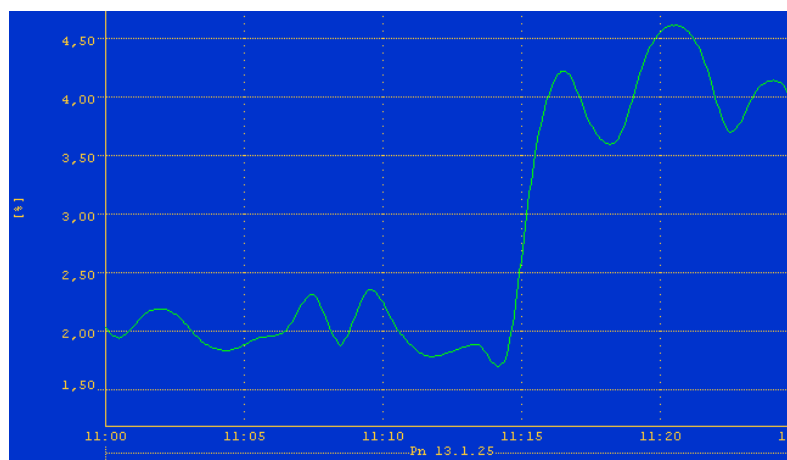
33. pav. L2 įtampa



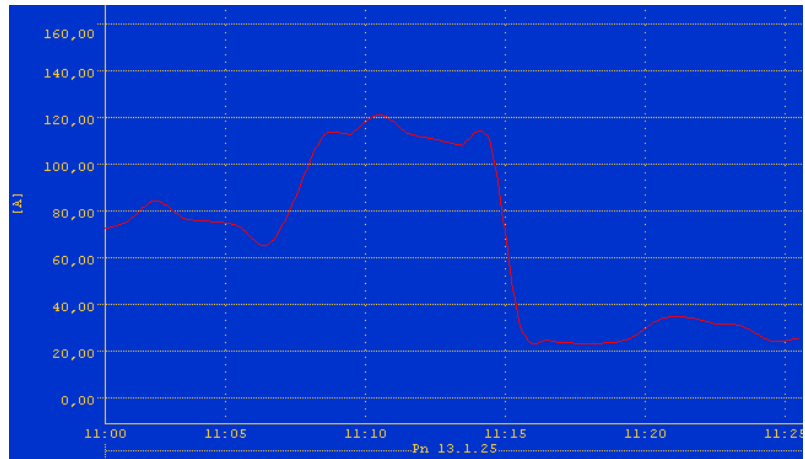
34. pav. L2 reaktyvioji galia



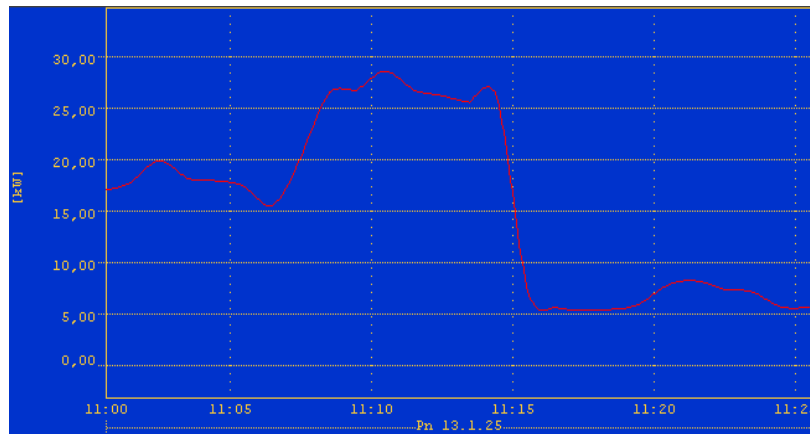
35. pav. L2 THD U



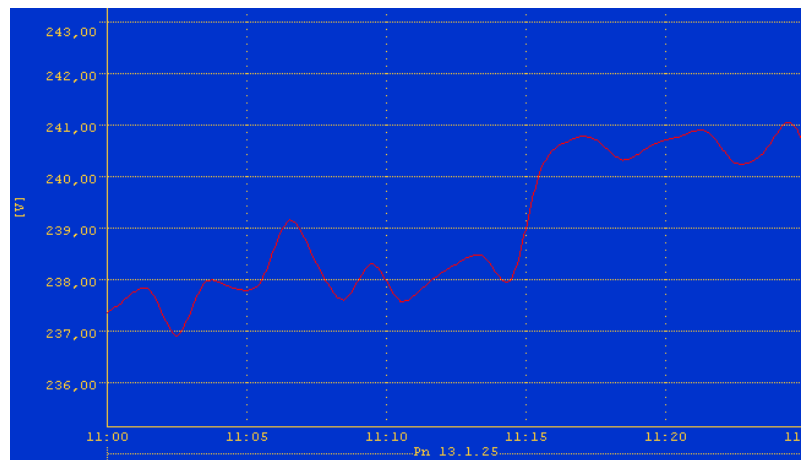
36. pav. L2 THD I



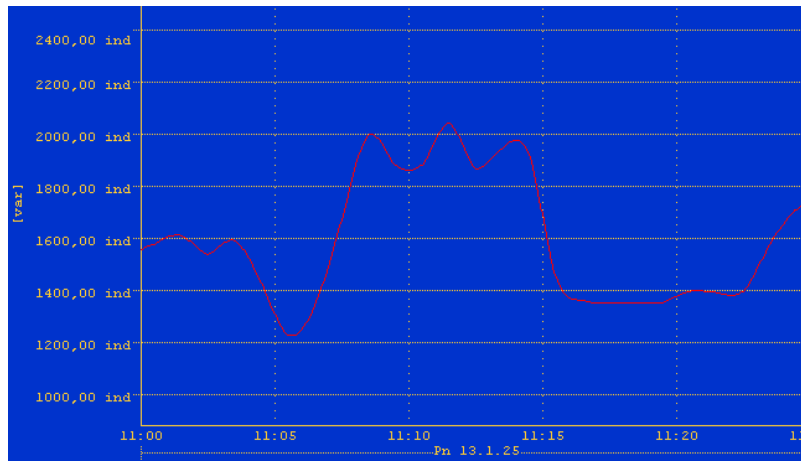
37. pav. L3 užfiksuota maksimali srovė



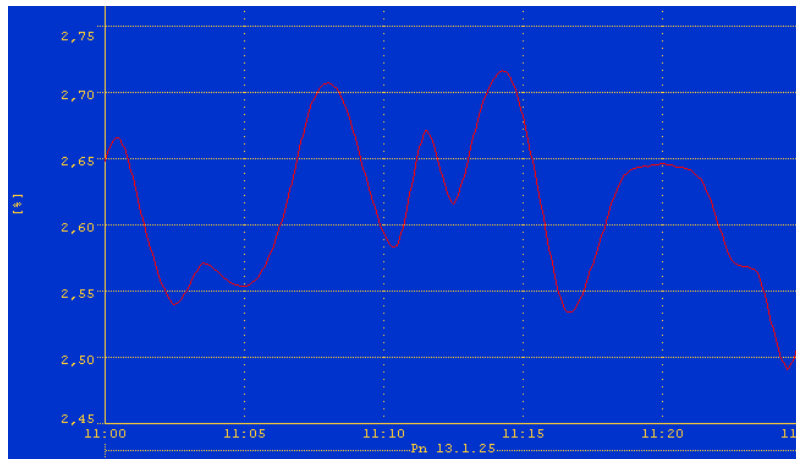
38. pav. L3 aktyvioji galia



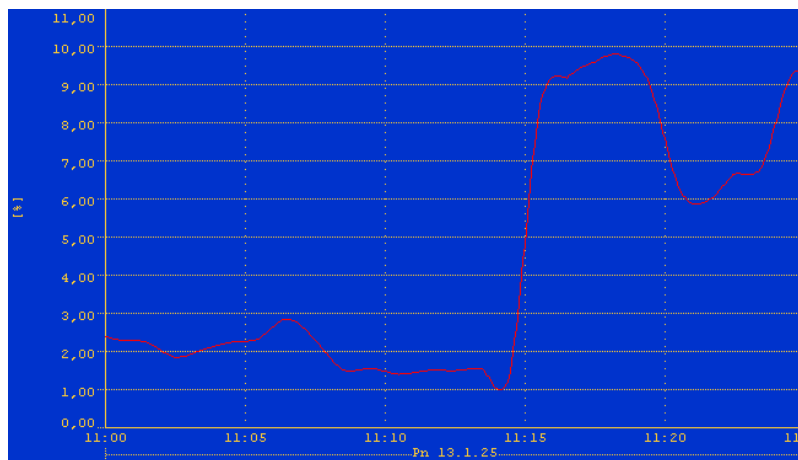
39. pav. L3 įtampa



40. pav. L3 reaktyvioji galia

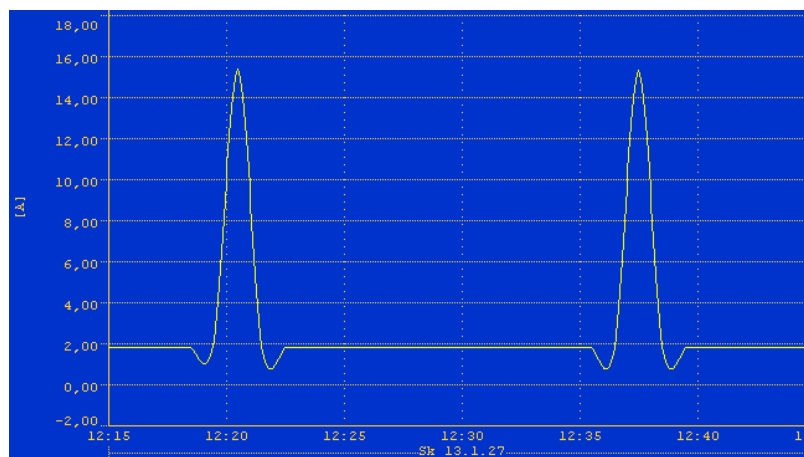


41. pav. L3 THD U

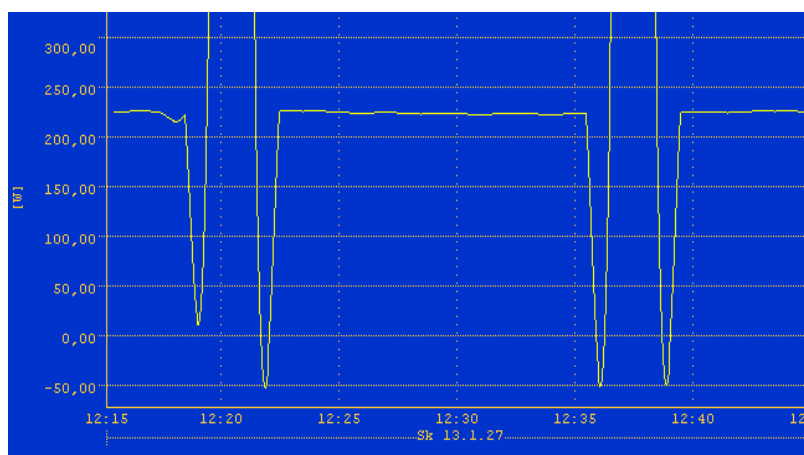


42. pav. L3 THD I

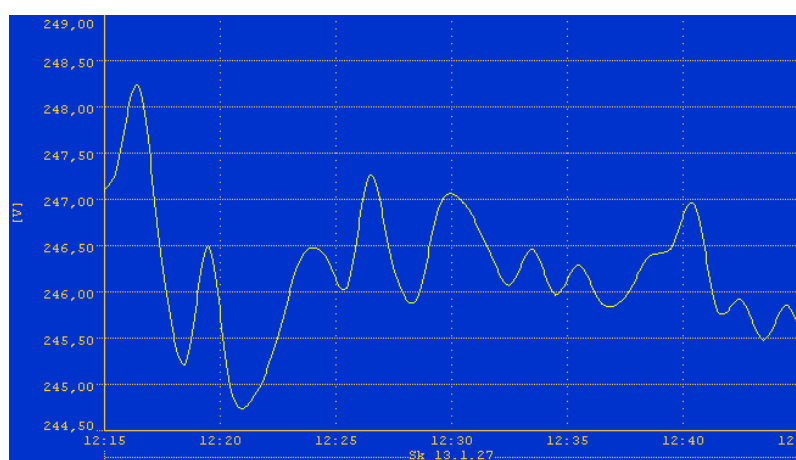
Komercinės apskaitos 595244 elektros duomenys prie užfiksuotos minimalios srovės L1, L2 ir L3 fazėse



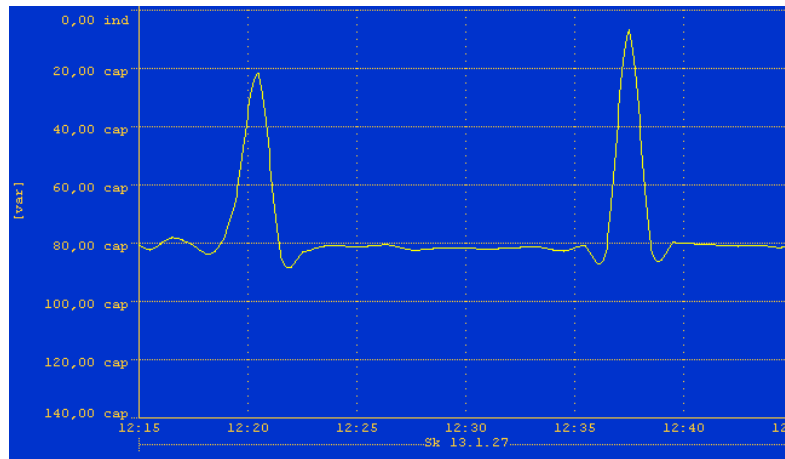
43. pav. L1 užfiksuota minimali srovė



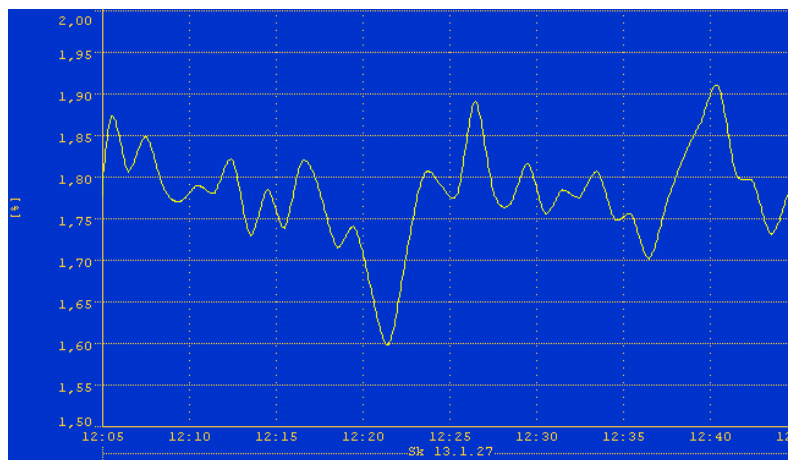
44. pav. L1 aktyvioji galia



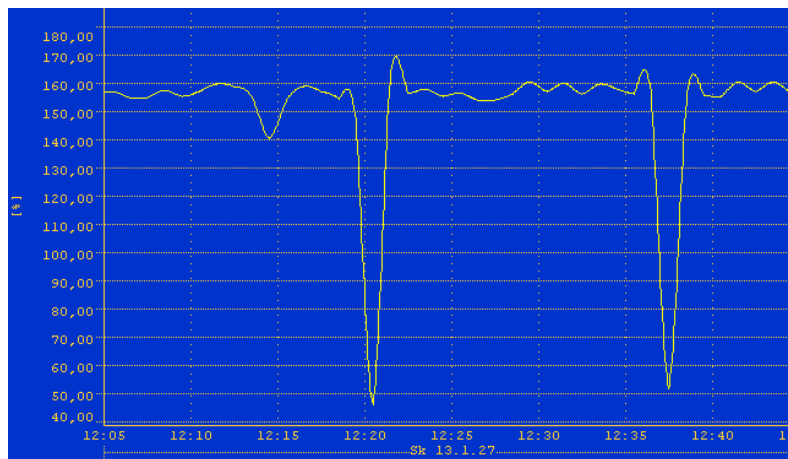
45. pav. L1 įtampa



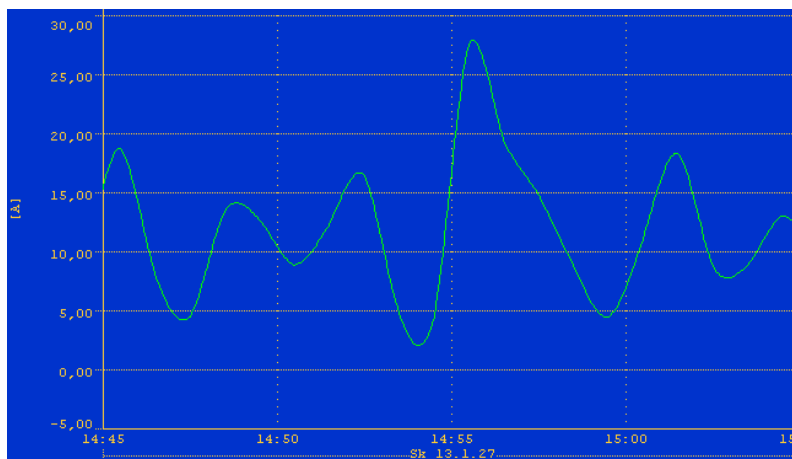
46. pav. L1 reaktyvioji galia



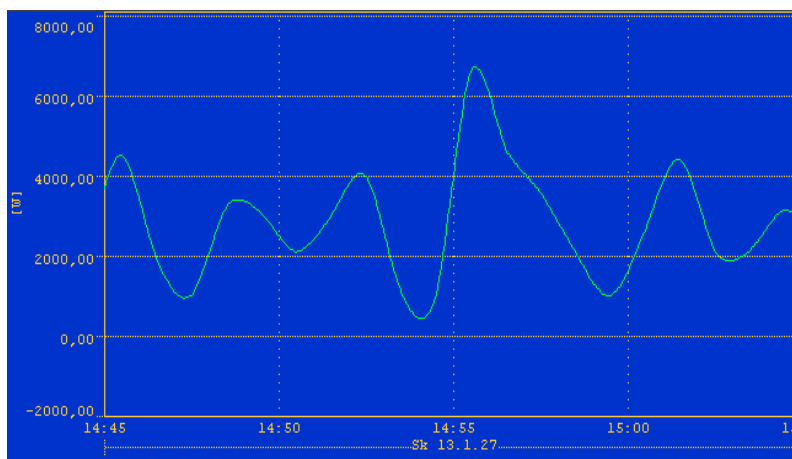
47. pav. L1 THD U



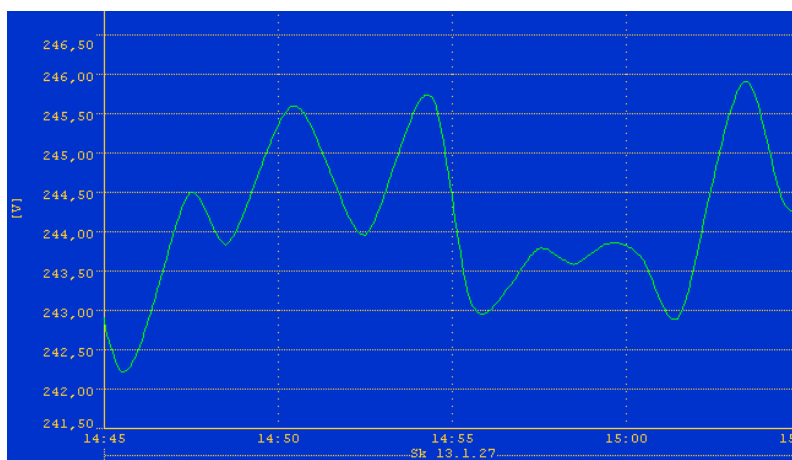
48. pav. L1 THD I



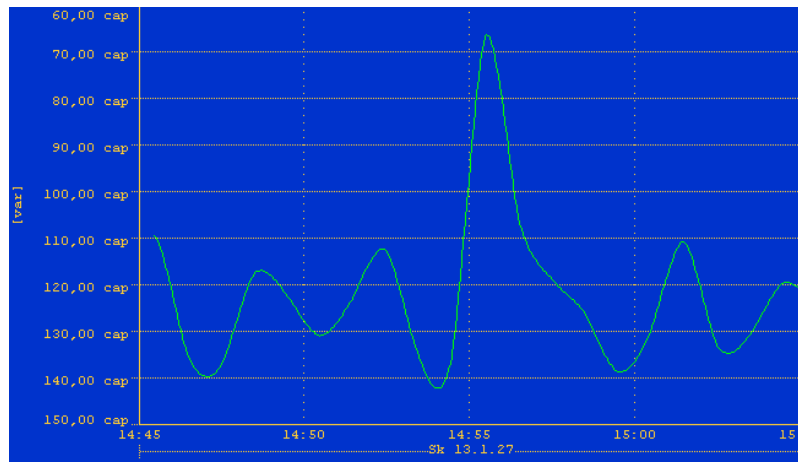
49. pav. L2 užfiksuota minimali srovė



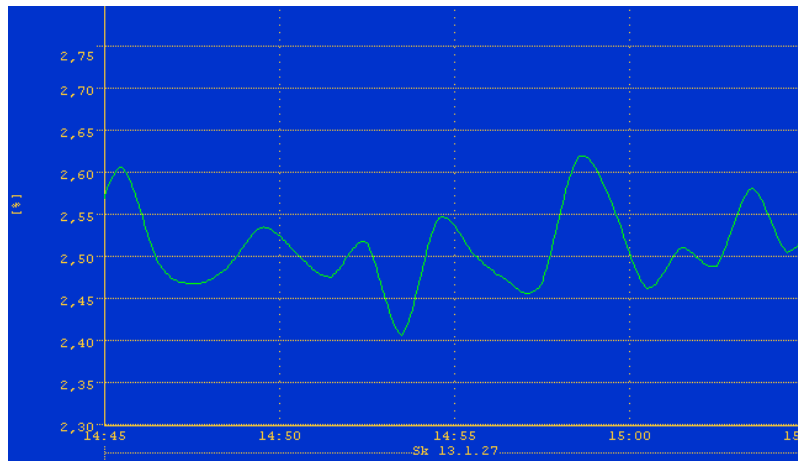
50. pav. L2 aktyvioji galia



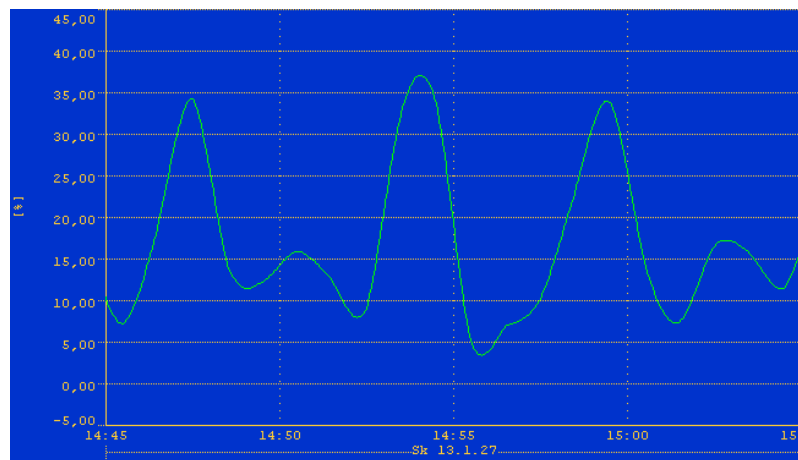
51. pav. L2 įtampa



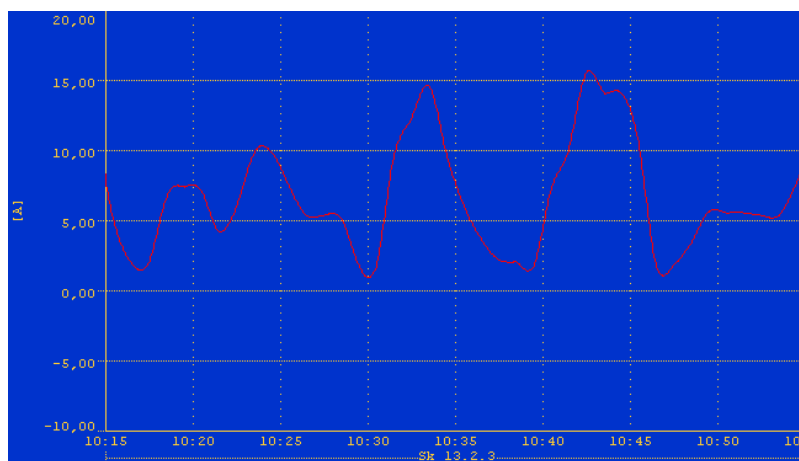
52. pav. L2 reaktyvioji galia



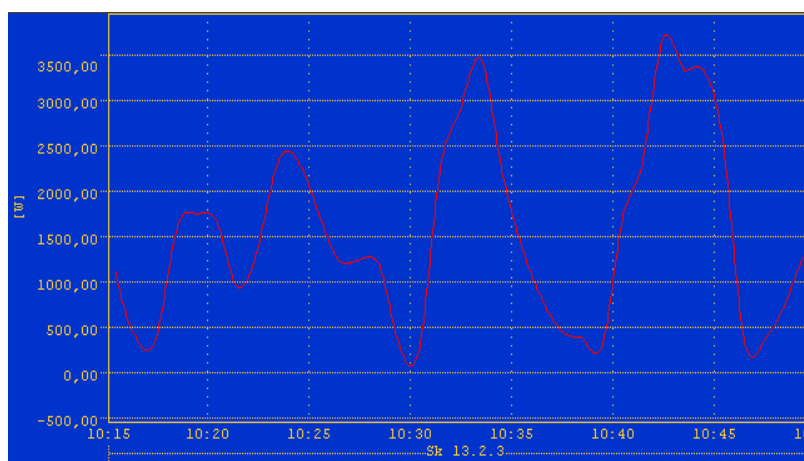
53. pav. L2 THD U



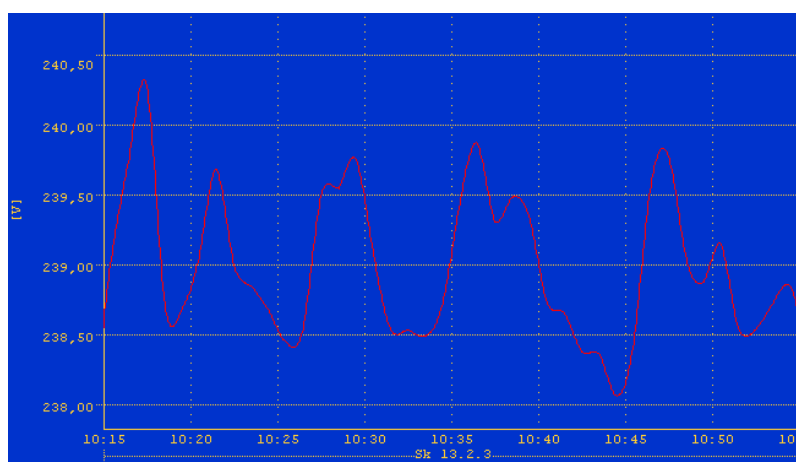
54. pav. L2 THD I



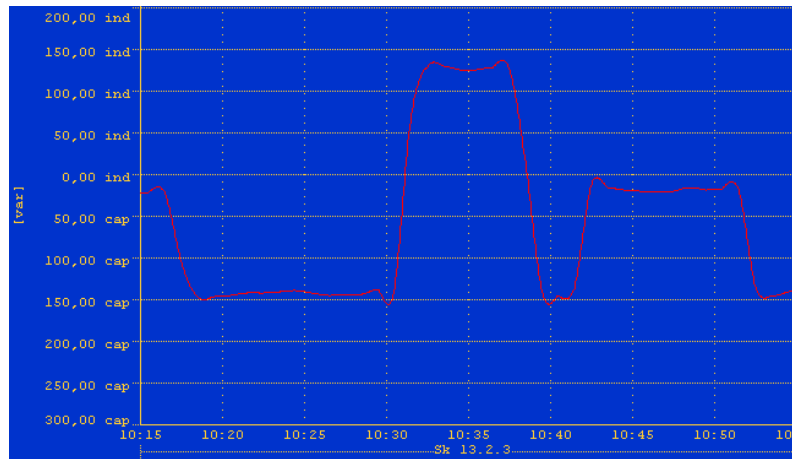
55. pav. L3 užfiksuota minimali srovė



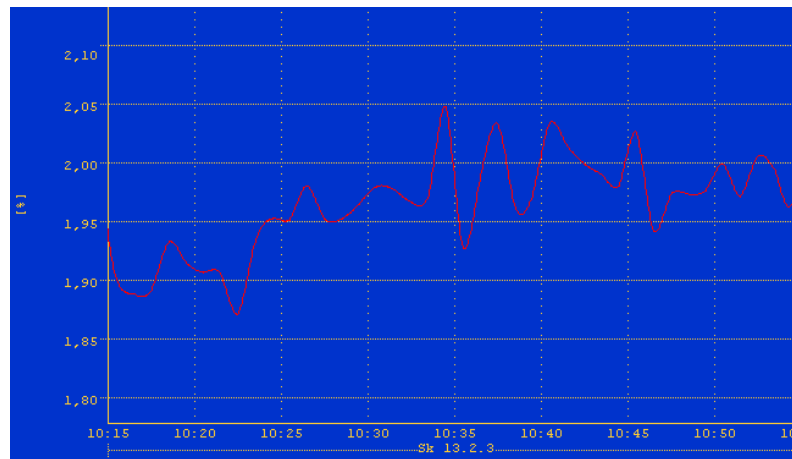
56. pav. L3 aktyvioji galia



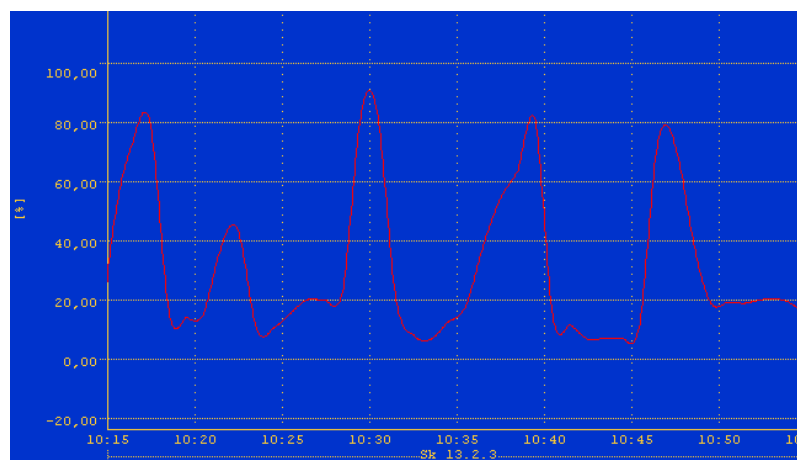
57. pav. L3 įtampa



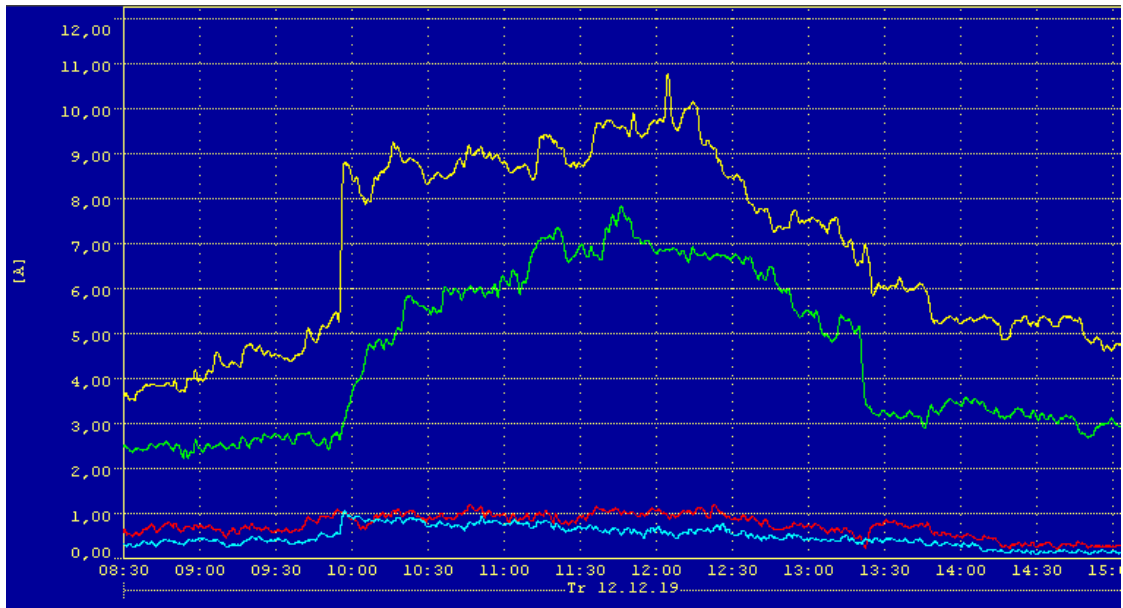
58. pav. L3 reaktyvioji galia



59. pav. L3 THD U

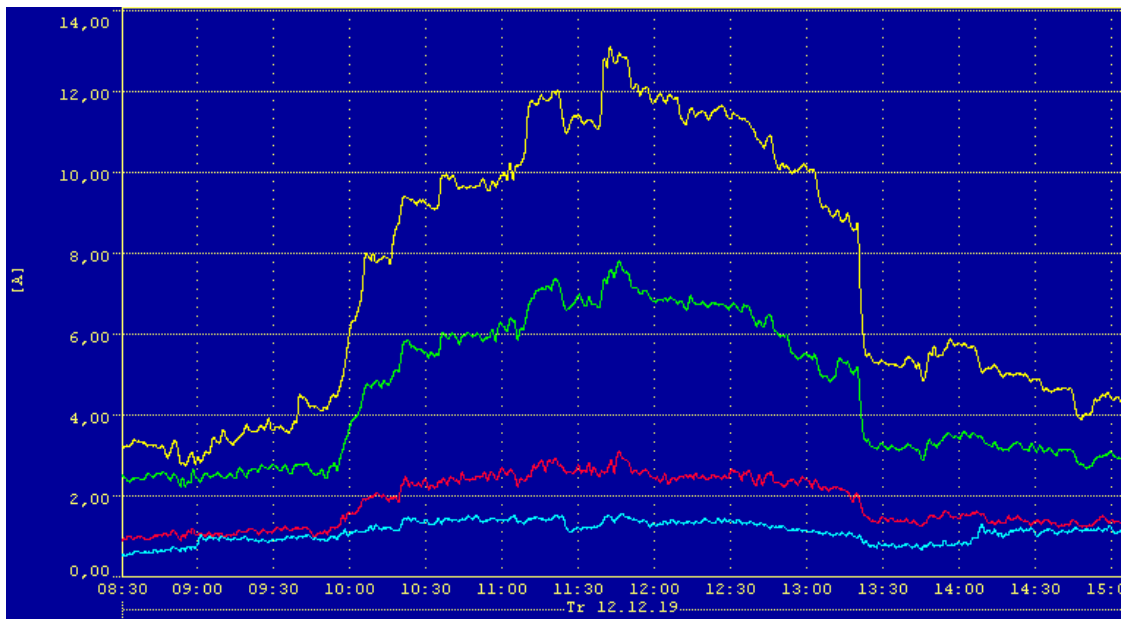


60. pav. L3 THD I



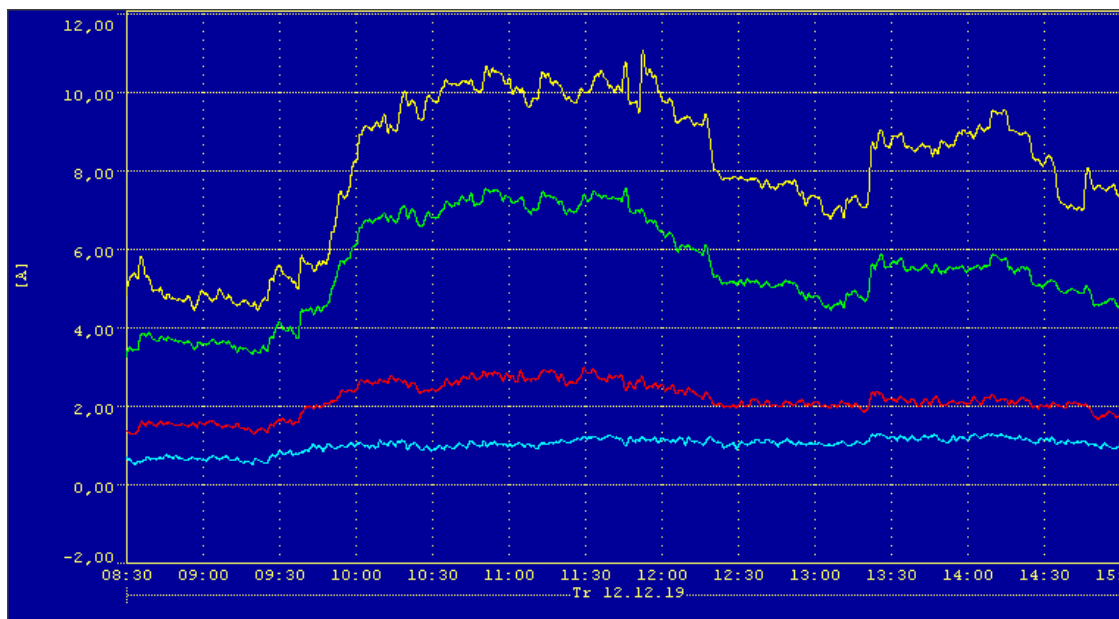
--- 3-oji srovės harmonika; --- 5-oji srovės harmonika;
--- 7-oji srovės harmonika; --- 9-oji srovės harmonika.

61. pav. Jėgos-avarinio apšvietimo skyde užfiksuotos L1 fazėje srovės harmonikos



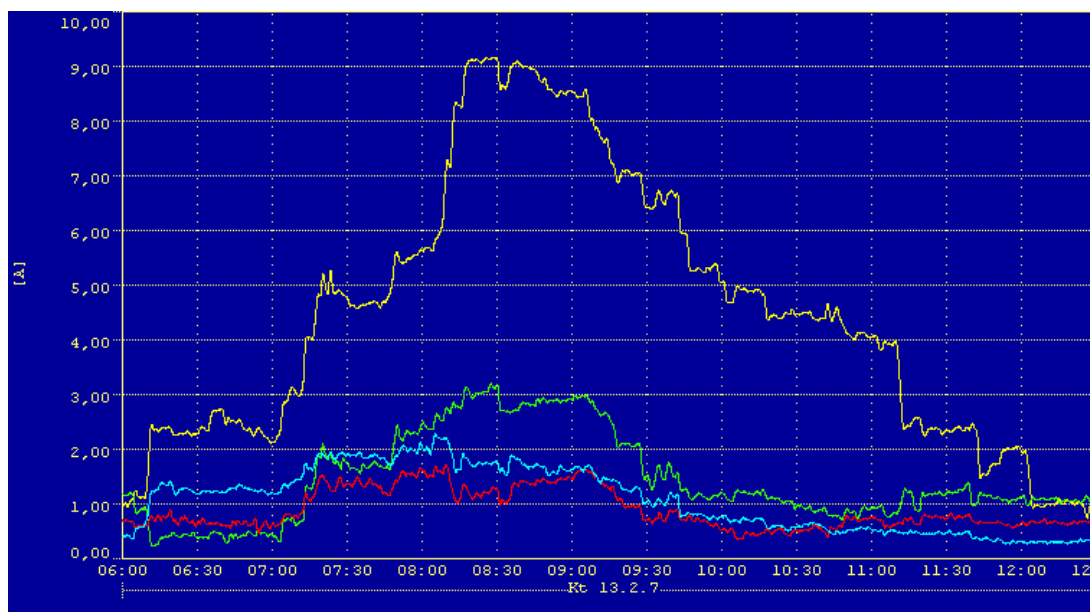
--- 3-oji srovės harmonika; --- 5-oji srovės harmonika;
--- 7-oji srovės harmonika; --- 9-oji srovės harmonika.

62. pav. Jėgos-avarinio apšvietimo skyde užfiksuotos L2 fazėje srovės harmonikos



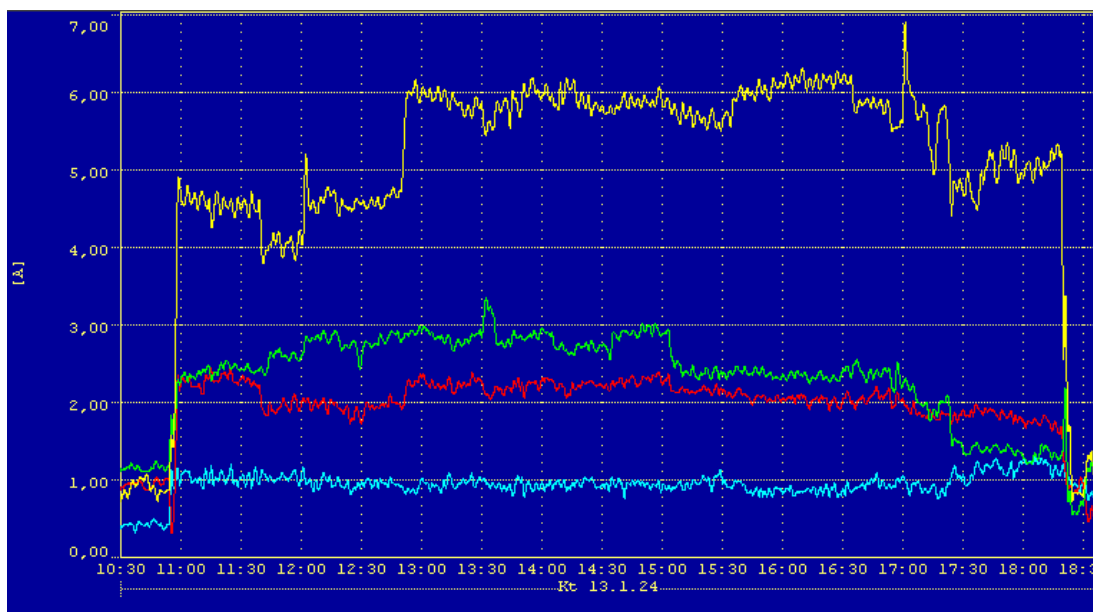
3-oji srovės harmonika;
 5-oji srovės harmonika;
 7-oji srovės harmonika;
 9-oji srovės harmonika.

63. pav. Jėgos-avarinio apšvietimo skyde užfiksuotos L3 fazėje srovės harmonikos



3-oji srovės harmonika;
 5-oji srovės harmonika;
 7-oji srovės harmonika;
 9-oji srovės harmonika.

64. pav. Apšvietimo skyde užfiksuotos L1 fazėje srovės harmonikos



3-oji srovės harmonika;
 5-oji srovės harmonika;
 7-oji srovės harmonika;
 9-oji srovės harmonika.

65. pav. Apšvietimo skyde užfiksuotos L2 fazėje srovės harmonikos



3-oji srovės harmonika;
 5-oji srovės harmonika;
 7-oji srovės harmonika;
 9-oji srovės harmonika.

66. pav. Apšvietimo skyde užfiksuotos L3 fazėje srovės harmonikos