

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

Edgaras Pralgauskis
GYVENAMŲJŲ NAMŲ PASTATYTŲ IKI 1990
METŲ ELEKTROS APKROVŲ TYRIMAS
Magistro darbas

ŠIAULIAI
2011

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas
lekt. Gediminas Valiulis

2011 05

Edgaras Pralgauskis

GYVENAMŲJŲ NAMŲ PASTATYTŲ IKI 1990
METŲ ELEKTROS APKROVŲ TYRIMAS

Magistro darbas

Recenzentas

doc. dr. T. Šimkevičius

2011 05

Vadovas

doc. dr. L. Buivis

2011 05

Atliko

EM-9 gr.stud.

E.Pralgauskis

2011 05 31

ŠIAULIAI
2011

Santrauka

E.Pralgauskis. Gyvenamųjų namų pastatytų iki 1990 metų elektros apkrovų tyrimas. Magistro darbas.

Vadovas doc. L. Buivis. ŠU. Šiauliai, 2011 m.

Šiame darbe nagrinėjamos gyvenamųjų namų elektros apkrovos, elektros energijos suvartojimas. Pateikiami elektros apkrovų grafikai. Nagrinėjama kaip projektinė skaičiuojamoji galia keičiasi 47 metų laikotarpyje. Siūlomi būdai kaip nustatyti buto, namo skaičiuojamąsias apkrovas. Tiriama kiek realios namo skaičiuojamosios apkrovos skiriasi nuo projektinių.

Summary

E.Pralgauskis. The electrical load study of residential buildings built before 1990. Master thesis of Energetics engineer/research. Advisor doc. L. Buivis. Šiauliai University, Technological Faculty, Electrical Engineering Department. ŠU. Šiauliai, 2011 m.

This thesis addresses the residential electric load power consumption. Schedule of electrical loads. The present computational power of design changes 47-year period. Suggest ways to identify flat house computational loads. Investigated as far as the actual building computational load is different from the design.

TURINYS

Lentelių sąrašas	7
Paveikslų sąrašas	8
1. Įvadas	9
2. Elektros įrangos gyvenamuosiuose namuose projektavimas	10
2.1. Elektros tiekimo daugiabučiams gyvenamiesiems namams schemų sudarymo principai	10
2.2. Apkrovų augimo tendencijos.....	11
2.3. Elektros energijos suvartojimo rodikliai namų ūkiuose.....	14
2.4. Buto skaičiuojamosios galios nustatymas	14
2.5. Maksimalios apkrovos pasirodymo tikimybė.....	19
2.6. Elektros imtuvų darbas pagal binominį skirstinį	21
2.6.1 Apsaugos aparatai butuose.....	22
2.7. Namų butų skaičiuojamosios galios nustatymas	24
2.7.1 Pagal šiuo metu galiojančias patvirtintas metodikas	24
2.7.2 Pagal metodiką, buvusią namo statymo metu	26
3. Elektros apkrovų tyrimas pasirinktuose objektuose nuo.....	27
2005 iki 2010 metų.....	27
3.1. Elektros apkrovų gyvenamuosiuose namuose tyrimo metodo apžvalga ...	27
3.2. Tiriamųjų objektų parinkimas	29
3.2.1 Tilžės g. 26 namo tyrimas	29
3.2.2 Tilžės g. 26 namo elektros energijos suvartojimas.....	30
3.2.3 Apklausos duomenų analizė.....	33
3.2.4 Namų ūkių pajamų įtaka elektros energijos suvartojimui	36
3.2.5 Namų elektros tinklo parametrų matavimas	37

3.2.6	Apkrovos nesimetrija.....	37
3.2.7	Įtampos asimetrija	38
3.2.8	Fazių srovės asimetrija.....	38
3.2.9	Tilžės g. 26 namo elektros apkrovų grafikai.....	39
3.2.10	Elektros apkrovų koeficientų nustatymas	44
3.3.	Cvirkos g. 20 namo tyrimas	47
3.4.	Elektros energijos suvartojimas ir maksimali galia	49
4.	Išvados.....	51
5.	Lieratūros sąrašas.....	53
	PRIEDAI.....	54

Lentelių sąrašas

1. Pastatų pastatymo laikotarpis	10
2. Koreliacijos koeficiento reikšmių skalė	14
3. Elektros energijos suvartojimo rodikliai namų ūkiuose	14
4. Buitinių elektros prietaisų augimas miestų namų ūkiuose procentais	15
5. Buitinių elektris imtuvų darbo paramterų matavimas	16
6. Buityje naudojamų elektros imtuvų charakteristikos	17
7. Skaičiuojamoji galia pagal butų skaičių	21
8. Gyvenamųjų pastatų nevienalaikiškumo koeficientai K_{Σ}	21
9. Buitinių elektros imtuvų veikimo kartu tikimybė	22
10. Buitinių elektros imtuvų veikimo kartu tikimybė (2)	24
11. Rekomenduojamos automatinių išjungėjų vardinės srovės	24
12. Esami ir projektuojami namo elektros tinklo duomenys	30
13. Elektros energijos kiekis kvadratiniam metrui, kWh/m ²	33
14. Apklaustos lentelė	35
15. Suvartojamos elektros energijos priklausomybė nuo gyventojų skaičiaus ir namų ūkio pajamų dydžio	38
16. Įtampių nuokrypių reikšmių skaičius	39
17. Elektros apkrovų, apkrovų grafikų ir apkrovų koeficientų reikšmės	47
18. Cvirkos g. 20 namo elektros apkrovų, apkrovų grafikų ir apkrovų koeficientų reikšmės	49
19. Maksimali skaičiuojamoji aktyvioji galia pagal Velanderio formulę	50

Paveikslų sąrašas

1. Galutinis elektros energijos sunaudojimas namų ūkiuose	11
2. BVP, tenkantis vienam gyventojui, kitimas litais to meto kainomis 1990-2009 metais	12
3. Gyventojų skaičius 1990-2009 metais	12
4. Elektros energijos kiekis suvartotas namų ūkiuose tenkantis vienam gyventojui	13
5. Normalusis Gauso skirstinys	19
6. Elektros apkrovų pavyzdžiai (vienos savaitės, skirtingų tipų vartotojų)	27
7. Tilžės g. 26 namo metinis elektros energijos suvartojimas	31
8. Butų elektros energijos suvartojimas per metus	31
9. Elektros energijos suvartojimas pagal metų laikus	32
10. Elektros energijos suvartojimas ir namų ūkio pajamų santykis	37
11. Srovės asimetrijos koeficientų dažnis	39
12. Apkrovos grafikas 02 19-25 parą 40	
13. Didžiausia skaičiuojamoji pilnoji galia per parą 40	
14. Vasario 21 d. paros apkrovos grafikas a) L1 fazės b) L2 fazės c) L3 fazės 43	
15. Trifazė namo galia 02 21d dienos parą	44
16. Buitinių elektros imtuvų suvartojamos elektros energijos pasiskirstymas 45	
17. Cvirkos g. 20 namo 2010 sausio 24 dienos apkrovos grafikas 48	
18. Cvirkos g. 20 namo 2010 sausio 24 dienos apkrovos grafikas a) L1 fazės b) L2 fazės c) L3 fazės	49

1. Įvadas

Elektros apkrovos elektros skirstymo tinkle skiriasi laiku ir vieta, todėl energijos gamybos ir paskirstymo sistemos turi reaguoti į vartotojų elektros apkrovas bet kuriuo metu.

Projektuojant elektros energijos tiekimo ir paskirstymo sistemą, labai svarbu teisingai ir tiksliai nusistatyti elektros apkrovas. Nuo to, kaip tiksliai jos bus nustatytos, priklauso visų sistemos elementų parinkimas bei techniniai-ekonominiai rodikliai: sistemos įrengimo kaina, spalvotųjų metalų (vario, aliuminio) kiekis, elektros energijos nuostoliai, eksploatacinės išlaidos.

Apkrovų nustatymas vienas iš atsakingiausių elektros tinklų ir sistemų projektavimo etapų. Nustačius per dideles skaičiuojamąsias apkrovas išauga investicijos į projekto įgyvendinimą, o nustačius per mažas – perkrovas elektros tinklo elementus sukuriama sąlygos avarinės situacijos susidarymui. Teisingai nustatytos elektros apkrovos leidžia sukurti racionalias elektros tiekimo sistemas ir tinkamai jas eksploatuoti. Nustatant elektros apkrovas reikalingos ne tik visų, prijungiamų prie elektros tinklo, imtuvų galios, bet ir jų kitimas laiko bėgyje, kuris dažnai yra atsitiktinis.

2. Elektros įrangos gyvenamuosiuose namuose projektavimas

Dauguma gyvenamųjų namų yra statyti iki 1990 metų (1 lentelė 2009 metų duomenys). Jų skaičiuojamosios apkrovos buvo nustatytos pagal to meto metodikas. Po Lietuvos nepriklausomybės atkūrimo dauguma buitinių elektros prietaisų pasikeitė, pasikeitė ir jų vardinės galios, naudojimo procesai bei pačių prietaisų skaičius. Elektros tinklo sistemė yra TN-C, laidų bei kabelių izoliacija yra susidėvėjusi, dažni įtampos dingimai butuose.

1 lentelė

Pastatų pastatymo laikotarpis*

	Vieno būsto pastatai, %	Dviejų būstų pastatai,%	Trijų ar daugiau būstų pastatai, %
Iki 1947	17,6	35,8	4,4
1947-1973	43	45,6	35,5
1974-1980	15,7	7,8	25,5
1981-1990	15,1	7,5	27,6
Viso (<1947-1990 metai)	91,4	96,7	93
1991-2000	5,7	2,7	5,6
2001-2009	2,9	0,6	1,4
Viso (<1991-20090 metai)	8,6	3,3	7,0
VISO (<1947-2009 METAI)	100	100	100

* lentelė sudaryta remiantis Lietuvos statistikos departamento duomenimis <http://db1.stat.gov.lt/statbank/default.asp?w=1280>

2.1. Elektros tiekimo daugiabučiams gyvenamiesiems namams schemų sudarymo principai

Gyvenamieji namai maitinami iš 230/400 V žemosios įtampos kintamosios srovės skirstomojo tinko. Skirstomąjį tinklą su namo įrenginiais jungia trumpiausia linijos atkarpa, vadinamasis įvadas, ir dėžė su saugikliais, vadinamoji įvadinė spinta.

Trifazis įvadas turi tris fazinius laidus (L1, L2, L3), nulinį laidą N ir apsauginį laidą PE; tik maži, ne didesni kaip dviejų butų, gyvenamieji namai gali turėti vienfazius įvadus: fazinį, nulinį ir apsauginį laidus. Atvado rūšis priklauso nuo skirstomojo tinklo rūšies: mieste dažesni kabeliniai atvadai, kaime — oriniai.

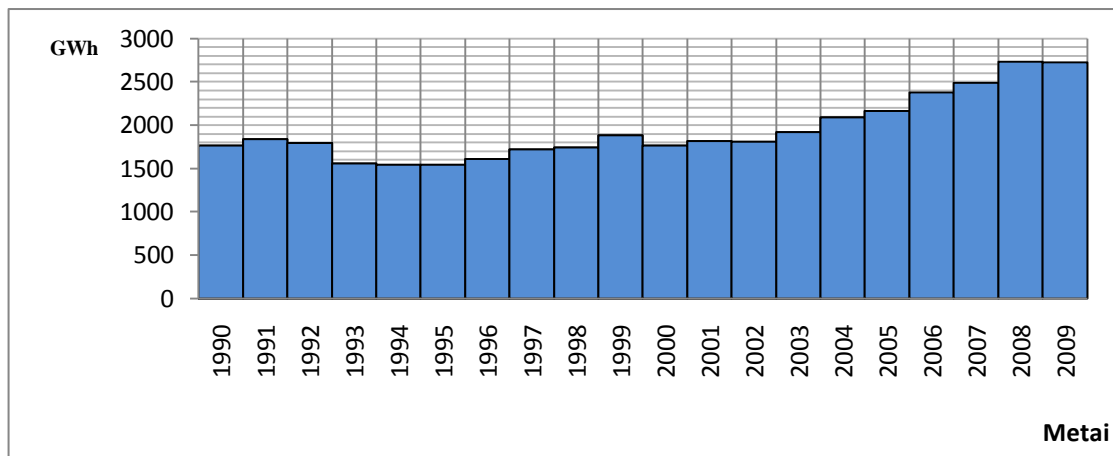
Nuosavybės riba tarp skirstomojo tinklo operatoriaus ir vartotojo nustatoma ant atvado prijungimo gnybtų namo įvadinėje elektros skirstomojoje (elektros apskaitos skirstomojoje) spintoje (skydelyje), jeigu sutartyje nenurodyta kitaip [2].

2.2. Apkrovų augimo tendencijos

Pagrindinis rodiklis projektuojant elektros įrenginius yra numatoma tinklo apkrova iš vartotojo pusės. Elektros apkrovos kinta periodiškai ne tik paros, savaitės, metų laikotarpiu, bet ir nuolat kintantis nuo tam tikrų valstybinio masto veiksnių – gyventojų skaičiaus, gyventojų disponuojamomis pajamomis, bendrojo vidaus produkto (BVP) augimo.

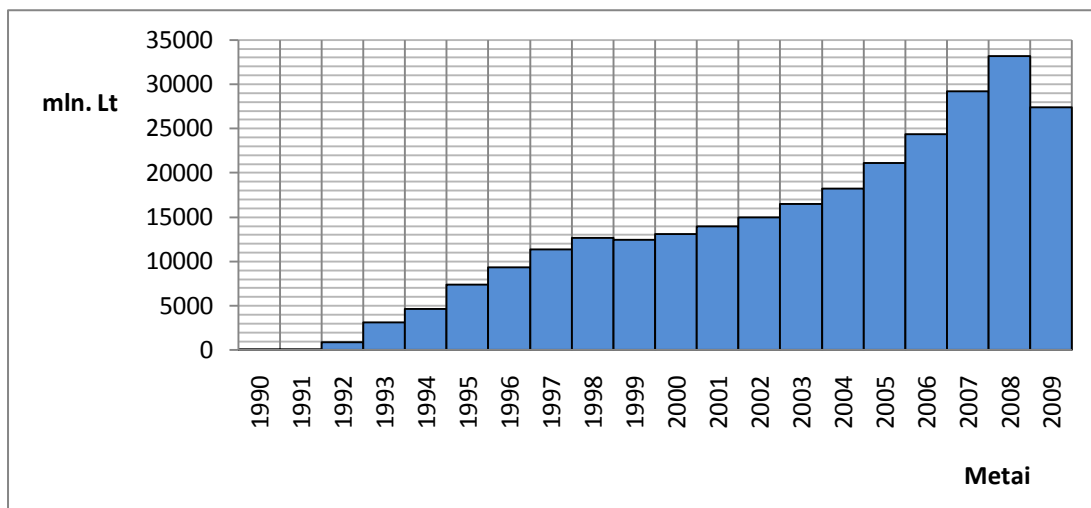
Elektros energijos suvartojimas Lietuvoje 1990-2009 metais, remiantis Lietuvos statistikos departamento duomenimis pateiktas 1 pav.

Elektros energijos sunaudojimas namų ūkiuose nuo 1990 iki 2008 metų nuolat didėjo ir tik 2009 metais jis sumažėjo 4,2 GWh. Ryškus elektros energijos suvartojimo augimas pastebimas 2002-2008 metais.



1 pav. Galutinis elektros energijos sunaudojimas namų ūkiuose

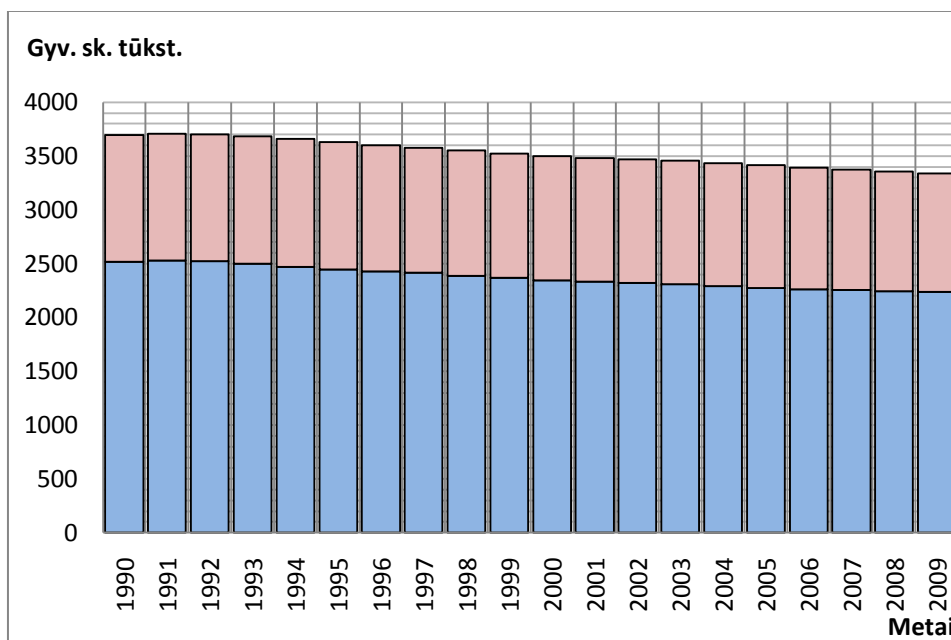
Bendrasis vidaus produktas (BVP) - yra vienas iš pagrindinių rodiklių, rodančių šalies ekonomikos išsivystymo lygį. Bendrasis vidaus produktas yra apibrėžiamas kaip galutinė prekių ir paslaugų sukurtų šalyje rinkos vertė per tam tikrą laiko tarpą. BVP padidėjimas sąlygoja ir elektros energijos suvartojimą (paprastai 1 proc. BVP prieaugis sąlygoja 0,5 proc. elektros energijos suvartojimo padidėjimą), tačiau tai bendras energijos suvartojimas visiems sektoriams, neišskiriant namų ūkių. BVP mln. Lt tenkantis vienam gyventojui pavaizduotas (2pav.).



2 pav. BVP tenkantis vienam gyventojui kitimas litais to meto kainomis 1990-2009 metais

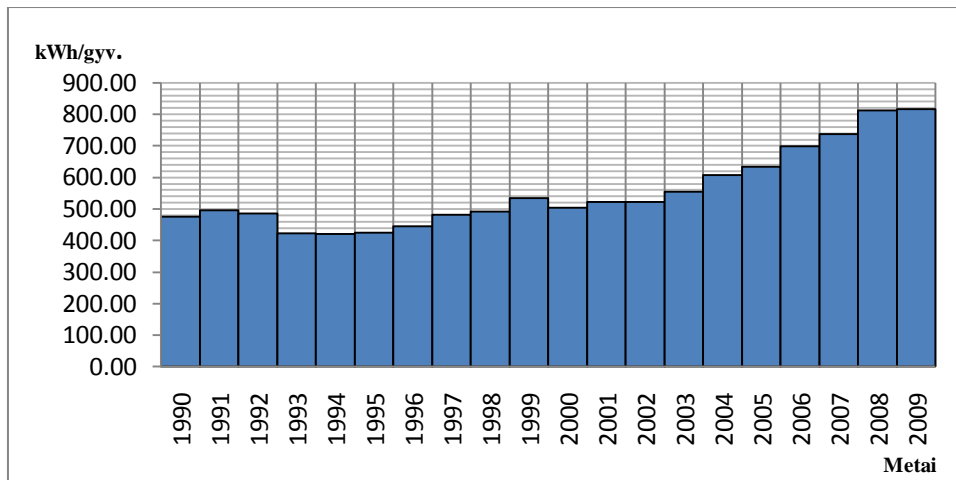
Iš grafiko matyti, kad BVP augimas buvo sparčiausias 1999-2008 metais ir 2009 metais krito dėl pasaulinės ekonomikos krizės.

Kitas svarbus veiksnys namų ūkio sektoriaus suvartojamai elektros energijai yra gyventojų skaičius. Gyventojų skaičiaus kitimas 1990-2005 metais pateikiamas 3 pav.



3 pav. Gyventojų skaičius 1990-2009 metais

Nuo 1992 metų šis skaičius nuolat mažėjo, nors visų namų ūkių elektros energijos suvartojimas didėjo. Galima surasti elektros energijos kiekį tenkanti vienam gyventojui (4 pav.).



4 pav. Elektros energijos kiekis suvartotas namų ūkiuose tenkantis vienam gyventojui

Pagal surinktus statistinius duomenis bus nustatoma elektros energijos suvartojimo priklausomybė nuo BVP ir gyventojų skaičiaus, panaudojant koreliacijos koeficientą.

Koreliacija (arba **koreliacijos koeficientas**) - tikimybių teorijoje ir statistikoje yra statistinis ryšio tarp kintamųjų nustatymo koeficientas. Bendroji koreliacijos formulė:

$$r_{E-BVP} = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})(BVP_i - \bar{BVP})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2 \sum_{i=1}^n (BVP_i - \bar{BVP})^2}}$$

Skaičiuojant koreliaciją tarp elektros energijos suvartojimo ir BVP:

$$r_{E-gyv.sk.} = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})(sk_{i,gyv.} - \bar{sk}_{gyv.})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2 \sum_{i=1}^n (sk_{i,gyv.} - \bar{sk}_{gyv.})^2}}$$

Skaičiuojant koreliaciją tarp elektros energijos suvartojimo ir gyventojų skaičiaus:

$$r_{E-BVP} = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})(BVP_i - \bar{BVP})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2 \sum_{i=1}^n (BVP_i - \bar{BVP})^2}}$$

Čia \bar{E} - elektros energijos sąnaudų vidurkis; \bar{BVP} - BVP vidurkis; $\bar{sk}_{gyv.}$ - gyventojų skaičiaus vidurkis; σ_E - elektros energijos sąnaudų dispersija; σ_{BVP} - BVP dispersija; $\sigma_{sk_{gyv.}}$ - gyventojų skaičiaus dispersija.

Dispersija - atspindinti labiausiai tikėtiną eilinio matavimo vertės nukrypimą nuo aritmetinio vidurkio.

Atlikus skaičiavimus gauta $r_{E-BVP}=0,08$, $r_{E-gyv.sk.}=-19,3$. Pagal koreliacijos koeficientų reikšmių lentelę (2 lentelė) elektros energijos suvartojimo ir BVP ryšys labai silpnas, o ryšys tarp elektros energijos suvartojimo ir gyventojų skaičiaus yra labai stiprus. Logine prasme, mažėjantis gyventojų skaičius šalyje turėtų mažinti elektros suvartojimą namų ūkiuose, tačiau vyksta atvirkštinis procesas – mažėjant gyventojų skaičiui elektros suvartojimas didėja. Koreliacija apibūdina tik dviejų kintamųjų tarpusavio ryšį, bet ne tiesioginį priežastingumą.

Didėjantis suvartotos elektros energijos kiekis gali būti grindžiamas padidėjusiu buitinių elektros imtuvų skaičiumi namų ūkyje, tenkančiu vienam asmeniui, bei jų vartojimo intensyvumo didėjimu.

2 lentelė

Koreliacijos koeficiento reikšmių skalė

Labai stipri	Stipri	Vidutinė	Silpna	Labai silpna	Nėra ryšio	Labai silpna	Silpna	Vidutinė	Stipri	Labai stipri
-1	Nuo -1 iki -0,7	Nuo -0,7 iki -0,5	Nuo -0,5 iki -0,2	Nuo -0,2 iki 0	0	Nuo 0,2 iki 0	Nuo 0,5 iki 0,2	Nuo 0,7 iki 0,5	Nuo 1 iki 0,7	1

2.3. Elektros energijos suvartojimo rodikliai namų ūkiuose

Nustačius ryšį tarp elektros energijos suvartojimo ir gyventojų skaičiaus Lietuvos respublikoje, galima išvesti tam tikrus elektros energijos suvartojimo namų ūkiuose rodiklius.

2009 metais gyvenamajame pastate namų ūkyje vidutiniškai gyveno 2,5 asmenys (individualiame name – 2,8 asmenys, daugiabutyje – 2,2). Duomenys pateikti 3 lentelėje.

3 lentelė

Elektros energijos suvartojimo rodikliai namų ūkiuose

	Individualus namas	Daugiabutis namas
Vidutinis gyventojų skaičius namų ūkyje	2,8	2,2
Elektros energijos kiekis suvartojamas per metus viename namų ūkyje, kWh	2285	1796
Elektros energijos kiekis suvartojamas per mėnesį viename namų ūkyje, kWh/namų ūkiui/mėn	190	150
Elektros energijos kiekis tenkantis vienam gyventojui per mėnesį, kWh/gyventojui/mėn	67,85	68,18

Šie duomenys yra statistiniai ir atspindi tik vidutinius elektros suvartojimo rodiklius. Nustatant skaičiuojamasias apkrovas butams, šie rodikliai gali būti tik orientacinio pobūdžio.

2.4. Buto skaičiuojamosios galios nustatymas

Šiame skyrelyje pagrindinis dydis bus skaičiuojamoji aktyvioji galia P_{sk} . Aktyvioji galia pasirinkta dėl to, kad daugumai buitinių elektros imtuvų charakteristikose duodama tik aktyvioji galia, o galios koeficientas $\cos\varphi$ nustatomas bendrai visam butui. Nustatant elektros

apkrovas reikalingos ne tik visų, prijungiamų prie elektros tinklo, imtuvų galios, bet ir jų kitimas laiko bėgyje, kuris dažnai yra atsitiktinis.

Skaičiuojamoji aktyvioji galia P_{sk} - maksimali aktyvioji galia, kuri trunka laiką lygų 3τ . τ – laidininkų išilimo laiko pastovioji, kuri žinynuose duodama 10 minučių. Taigi skaičiuojamoji aktyvioji galia yra maksimalios galios vidurkis per 30 minučių laikotarpį, kuomet yra didžiausia apkrova. Šiai apkrovai nustatyti naudojamos dvi metodų grupės:

1. Pirmajai metodų grupei priskiriami metodai, kurių pagalba nustatinėjama elektros tinklo taško apkrova kai žinomas elektros imtuvų, jungiamų prie šio taško, kiekis bei jų charakteristikos. Šiuo atveju elektros apkrova priimama kaip atsitiktinis dydis, su tam tikra tikimybe įgyjantis vienokią ar kitokią reikšmę.

2. Antrajai grupei priskiriami metodai, kurie suteikia galimybę nustatyti skaičiuojamąją apkrovą nepriklausomai nuo prijungtų prie reikiamo elektros tinklo taško elektros imtuvų skaičiaus. Skaičiuojamoji apkrova šiuo atveju nustatoma pagal santykinę elektros galią, tenkančią pramoninės ar gyvenamosios paskirties ploto vienetui arba pagal santykinę elektros energijos sąnaudas produkcijos vienetui pagaminti. Šie metodai naudojami kai trūksta reikiamos informacijos apie vartotojų kiekį, galią bei darbo režimus.

Nustatomas buto skaičiuojamoji galia, nustatant buitiniu elektros imtuvų naudojimo charakteristikas. Šis metodas bus priskiriamas pirmajai metodų grupei.

Buitinių elektros imtuvų paplitimas namų ūkiuose nėra vienodas. Tai rodo 4 lentelė. Gerėjant gyvenimo kokybei buitinių prietaisų kiekis butyje smarkiai padidėjo. Nespalvotus televizorius keičia nauji, spalvoti televizoriai, mechanines skalbimo mašinas – automatinės skalbimo mašinos. Tačiau didelės vardinės galios prietaisų, tokių kaip šaldyklė, automatinė skalbimo mašina, dulkių siurblys, mikrobangų krosnelė, kiekis nesieka 100% ribos.

4 lentelė

Buitinių elektros prietaisų augimas miestų namų ūkiuose procentais

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Spalvotas televizorius	89	92	93	94	96	96	98	97	97
Nespalvotas televizorius	25	18	17	16	12	8	7	5	2
Vaizdo magnetofonas	23	26	26	32	32	32	35	38	43
Muzikos centras	15	21	26	32	35	36	41	46	43
Šaldytuvas	96	96	96	97	97	93	97	96	97
Šaldyklė	7	6	7	10	10	10	12	10	10
Automatinė skalbimo	36	44	49	58	62	61	71	76	80

mašina									
Mechaninė skalbimo mašina	42	35	31	26	21	19	15	11	9
Dulkių siurblys	75	76	76	77	78	77	83	85	85
Mikrobangų krosnelė	16	20	22	30	37	39	51	56	64

Buitinių prietaisų gamyboje pritaikius aukštas technologijas, kai kurių buityje naudojamų elektros prietaisų vardinės galios sumažėjo (televizorių, šaldytuvų, apšvietimo įrenginių ir t.t.). Tačiau žmonių patogumui pradėti gaminti prietaisai (arbatinukai, skalbimo mašinos, plaukų džiovintuvai, mikrobangų krosnelės), kurių vardinės galios, lyginant su jų pirmtakų galiomis, ženkliai išaugo. Nustatinėjant skaičiuojamąsias elektros apkrovas butuose būtina atsižvelgti ir į naujos kartos buitinių prietaisų – indų plovimo mašinų, virtuvinių kombainų, kompiuterių, organizacinės technikos (spausdintuvų, kopijuoklių) vardines galias.

Tokie buitiniai elektros imtuvai kaip skalbimo mašina, indaplovė, mikrobangų krosnelė, elektrinis virdulys, dirba cikliniu režimu. Norint tiksliau nustatyti buitiniu elektros imtuvų darbo ciklo trukmė buvo atliktas tyrimas su elektros energijos matuokliu PM 300. Detali prietaiso PM 300 charakteristika pateikta priede Nr.2. Buvo matuojama elektros prietaisų galia ir lyginama su pateikta vardine galia jų techniniuose dokumentuose, elektros energijos suvartojimas (kWh) per darbo ciklą, pasiekta maksimali galia (kW) per darbo ciklą bei darbo ciklo trukmė t_c . Bandyto rezultatai pateikti 5 lentelėje.

5 lentelė

Buitinių elektris imtuvų darbo paramterų matavimas

Nr.	Prietaiso pavadinimas	Vardinė prietaiso galia, W	$P_{\text{budėjimo}}$, W	P_{max} , W	t_c - matavimo laikas, min	Energija, kWh	U, V	$I_{\text{budėjimo}}$, A	I_{max} , A	P_{vid} , W	Kn
1.	Šaldytuvas BEKO	600	75	590	63	0,090	235	0,33	2,86	85,71	0,143
2.	Televizorius TAURAS	100	9	74	60	0,074	232	0,29	0,34	74,00	0,740
3.	Monitorius SMASUNG	90	1	64	62	0,062	230	0,04	0,35	60,00	0,667
4.	Kolonėlės CREATIVE 5.1	47	12	25	52	0,010	230	0,05	0,15	11,54	0,245
5.	Magnetola NOVA	25	3	17	115	0,010	238	0,013	0,08	5,22	0,209
6.	Muzikinis centras PHILIPS C220	70	14	24	78	0,02	233	0,080	0,13	15,38	0,220
7.	Mikrobangų krosnelė	800	0	1275	2	0,030	229	0,00	5,56	900,00	1,125

8.	Elektrinė orkaitė	2500	0	2466	63	1,260	232	0,00	10,63	1200,00	0,480
9.	Plaukų džiovintuvas PHILIPS IONIC 2000 W	2000	0	1796	5	0,150	230	0,00	7.81	1796,00	0,898

Rezultatų pateikimo lentelėje atsiranda vienas svarbus, dažnai literatūroje neminimas, dydis – budėjimo galia $P_{\text{budėjimo}}$ (įrenginio tuščioji veika). Ši galia yra naudojama kada elektros imtuvas yra įjungtas į elektros tinklą, tačiau nėra įjungtas darbui. Pvz.: televizoriaus kištukinis jungtukas įjungtas į lizdą ir paliktas budėjimo režime; garso kolonelės nėra naudojamos, tačiau įjungtos į tinklą. $P_{\text{budėjimo}}$ nėra didelė atskiriems buitiniams imtuvams, tačiau per ilgą laiko tarpą (savaite, mėnesį), sunaudojamas nemažas elektros energijos kiekis net nenaudojant buitinių imtuvų. Racionaliai bei rūpestingai naudojant šiuos prietaisus galima sutaupyti ne tik elektros energijos, tačiau ir išvengti tokių nelaimių kaip gaisras, įvykus trumpajam jungimui imtuve, palikus jį įjungta į elektros tinklą.

Nustatyti buto P_{sk} panaudojami butinių elektros imtuvų naudojimo charakteristikos bei paramterai (6 lentelė), kurie nustatyti naudojantis apibendrinus literatūrą bei atlikto tyrimo duomenimis elektros energijos matuoliu PM 300. Priimama, kad bute bus maksimalus imtuvų skaičius, kurių vardinė galia bus didžiausia.

6 lentelė

Buityje naudojamų elektros imtuvų charakteristikos

Nr.	Elektros prietaisas	T_{maks} , val	P_n , kW	k_n	P_{vid}	W_a , kWh
1.	Šaldytuvas (kompresorinis)	12	0,8	0,20	0,104	1,248
2.	Skalbimo mašina	2	2,5	0,13	0,325	0,65
3.	Televizorius	6	0,4	0,38	0,152	0,912
4.	Organizacinė technika (kompiuteris, spausdinimo aparatas, kt.)	6	0,5	0,38	0,190	1,14
5.	Laidynė	1	1	0,06	0,060	0,06
6.	Dulkių siurblys	1	1,45	0,06	0,087	0,087
7.	Radijas, magnetofonas	6	0,2	0,38	0,076	0,456
8.	Muzikinis centras	6	0,4	0,38	0,152	0,912
9.	Elektrinis virduklis	1	2,2	0,06	0,132	0,132
10.	Mikrobanginė krosnelė	2	0,8	0,13	0,104	0,208
11.	Sulčiaspaudė universali	2	0,4	0,06	0,024	0,048
12.	Mikseris (maišytuvė)	1	0,3	0,06	0,018	0,018
13.	Plaukų džiovintuvas	1	1,4	0,06	0,084	0,084
14.	Virtuvinis kombainas	2	0,95	0,13	0,124	0,247
15.	Kiti imtuvai	1	1	0,06	0,060	0,06
16.	Apšvietimas (žiemos laiku)	11	0,5	0,69	0,690	7,59

p_n – nominali elektros imtuvo galia, kW;

P_{vid} – vidutinė galia per ciklo laiką, kW:

—

Čia W_a - Energijos suvartojimas per parą, kWh;

k_n – naudojimo koeficientas. Tai santykis tarp vidutinės galios perlabiausiai apkrautą pamainos laiką ir imtuvo nominalios galios santykis:

— — — —

Čia T_p - ciklo trukmė, h. Skaičiavimuose ciklo laikas T_p prilyginamas 18 h (nuo 6:00 iki 24:00), šaldytuvo – 24 h.;

t_c - imtuvo darbo valandų skaičius per ciklą T_p , h;

Efektyvių imtuvų, formuojančių maksimalią apkrovą bute, skaičius n_{ef} :

—

P_{max} – galingiausio imtuvo vardinė galia, kW.

Bendra visų bute esančių buitinių elektros prietaisų instaliuotų galių suma $P_i=14,8$ kW

—

Energijos suvartojimas per parą - 10,06 kWh

Vidutinis naudojimo koeficientas $K_n=0,197$, maksimumo koeficientas $K_m=1,32$ (literatūros sarasas). Skaičiuojamoji buto galia:

— —

Jei prie visų elektros prietaisų pridėtume elektrinę viryklę ($p_n=7$ kW, $k_n=0,25$, $t_{max}=4$ h), atitinkamai apskaičiavę gautume $n_{ef} \approx 6$, $K_m=1,62$, $K_n=0,2$, $P_i=21,8$ kW, $P_{sk}=7,06$ kW, $S_{sk}=7,67$ kVA, .

6 lentelėje pateikti *maksimalūs* buitinių prietaisų naudojimo parametrai, kuriems esant buto elektros energijos suvartojimas per mėnesį (30 dienų) sudarytų: buto su elektrine virykle 2062,5 kWh, buto su dujine virykle 1222,5 kWh.

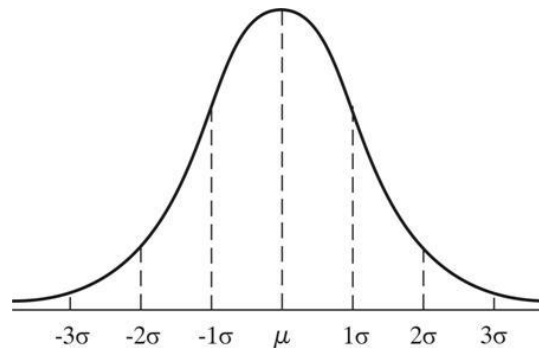
Vidutinė buto galia per pamainą(para) su elektrine virykle:

— ———

Atitinkamai buto su dujine stacionaria virykle vidutinė galia per pamainą 2,26 kW.

2.5. Maksimalios apkrovos pasirodymo tikimybė

Buitinių elektros prietaisų pareikalaujamą iš tinklo galią galima apibūdinti normaliuoju skirstiniu. Pagal normalųjį skirstinį dažniausiai barstosi dydžiai, kuriems turi įtakos labai daug nepriklausomų veiksnių, kurių kiekvienas prideda arba atima tam tikrą vertės pokytį. Skirstinys aprašomas varpo formos kreivė, vadinama normaliąja kreive (arba gausoide). Kreivė išsidėsčiusi virš x ašies. X ašis yra šios funkcijos grafiko asimptotė. Kreivė simetriška per vidurkį einančios statmenos tiesės atžvilgiu.



5 pav. Normalusis Gauso skirstinys

- atsitiktinio normaliai pasiskirsčiusio dydžio patekimo į intervalą $[\mu - \sigma; \mu + \sigma]$ tikimybė yra 0,68;
- patekimo į intervalą $[\mu - 2\sigma; \mu + 2\sigma]$ tikimybė yra 0,95;
- patekimo į intervalą $[\mu - 3\sigma; \mu + 3\sigma]$ tikimybė yra 0,995.

Labai svarbiu momentu tampa maksimalios apkrovos tikimybės pasirodymo reikšmės parinkimas. Daugelio šios srities specialistų teigimu reikėtų imti tikimybę, lygią 0,05 (intervalas $[\mu - 2\sigma; \mu + 2\sigma]$). Tai reiškia, kad iš šimto užfiksuotų reikšmių ji bus didžiausia penkis kartus. Jeigu atkreipsim dėmesį į tai, kad fiksuojamos valandinės elektros apkrovos (EA), tai skaičiuojamoji apkrova teoriškai turėtų per parą pasikartoti tik vieną kartą.

Pagal rekomendacijas, siūloma elektros apkrovų grafikus nagrinėti pagal normalinį dėsnį, kuris nustatomas pagal formulę:

Čia - apkrovos pasiskirstymo ribos;

n - imtuvų skaičius;

K_n – naudojimo koeficientas.

Priimant vidutinę buto su elektrine virykle aktyviają galią 3,9kW, su dujine virykle - 2,3kW, imtuvų skaičius=16 n_g (n_g - butų skaičius, prijungtų prie vienos linijos), $K_n=0,2$ gauname rezultatus pateiktus 7 lentelėje.

7 lentelė

Skaičiuojamoji galia pagal butų skaičių

n_g	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P_{\max} el viryklė, kW	7,80	6,66	6,15	5,85	5,64	5,49	5,37	5,28	5,20	5,13	5,08	5,03
P_{\max} duj. viryklė, kW	4,60	3,93	3,63	3,45	3,33	3,24	3,17	3,11	3,07	3,03	2,99	2,96
n_g	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_{\max} el viryklė, kW	4,98	4,94	4,91	4,88	4,85	4,82	4,79	4,77	4,75	4,73	4,71	4,70
P_{\max} duj. viryklė, kW	2,94	2,91	2,89	2,88	2,86	2,84	2,83	2,81	2,80	2,79	2,78	2,77
n_g	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
P_{\max} el viryklė, kW	4,68	4,66	4,65	4,64	4,62	4,61	4,60	4,59	4,58	4,57	4,56	4,55
P_{\max} duj. viryklė, kW	2,76	2,75	2,74	2,73	2,73	2,72	2,71	2,71	2,70	2,69	2,69	2,68
n_g	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
P_{\max} el viryklė, kW	4,54	4,53	4,52	4,52	4,51	4,50	4,49	4,49	4,48	4,48	4,47	4,46
P_{\max} duj. viryklė, kW	2,68	2,67	2,67	2,66	2,66	2,65	2,65	2,65	2,64	2,64	2,64	2,63

Iš duomenų pateiktų 7 lentelėje galima pastebėti, kad skaičiuojamoji galia butui mažėja didėjant butų skaičiui gyvenamajame name. tai paaiškinama tuom, kad buitinių elektros imtuvų įjungimo ir darbo laikas nesutampa ir atsiranda darbo nevienalaikiškumas.

Maksimumo nevienalaikiškumo koeficientas. Tai elektros teikimo sistemos mazgo skaičiuojamosios apkrovos santykis su vienodų imtuvų grupių, priklausančių tam pačiam mazgui, skaičiuojamų apkrovų suma:

Gyvenamųjų daugiabučių namų nevienalaikiškumo koeficientai pateikti 8 lentelėje.

8 lentelė

Gyvenamųjų pastatų nevienalaikiškumo koeficientai K_{Σ}

Eil. Nr.	Gyvenamųjų pastatų, butų ir sodybų grupių apibūdinimas	K_{Σ} priklausomai nuo n_G (vnt.)									
		n_G (vnt.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Butai su įrengtomis stacionariomis dujinėmis viryklėmis	1.10	0.94	0.87	0.83	0.80	0.78	0.76	0.75	0.74	0.73
2	Butai su įrengtomis stacionariomis elektrinėmis viryklėmis	1.20	1.02	0.94	0.90	0.87	0.84	0.82	0.81	0.80	0.79
	n_G (vnt.)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	Butai su įrengtomis stacionariomis dujinėmis viryklėmis	0.68	0.65	0.64	0.63	0.62	0.62	0.61	0.61	0.61	0.61
2	Butai su įrengtomis stacionariomis elektrinėmis viryklėmis	0.73	0.71	0.69	0.68	0.68	0.67	0.66	0.66	0.66	0.66

Apskaičiuoti nevienalaikiškumo koeficientai yra didesni už pateiktus skaičiuojamųjų apkrovų nustatymo metodiką [1]. Tačiau visi skaičiavimai atlikti taikant pačias didžiausias buitinių elektros imtuvų vardines galias ir naudojimo koeficientus. Elektros imtuvų darbo laikas daugumoje namų ūkių yra daug mažesnis kas iššaukia meženi elektros energijos suvartojimą. Skaičiuojamųjų apkrovų nustatymas taikant maksimalias galimas apkrovas užtikrina patikimą ir komfortišką elektros energijos tiekimą (tinkamas kabelių skerspjūvis, apsaugos aparatų parinkimas).

Vidutinis elektros energijos suvartojimas tipiniame daugiabučio namo namų ūkyje per mėnesį pagal Lietuvos statistikos departamentą yra 150 kWh (3 lentelė).

Metinės elektros energijos sąnaudas naujoms gyvenamosioms teritorijoms, pagal skaičiuojamųjų apkrovų nustatymo metodiką, yra 1200 kWh butui su stacionare dujine virykle ir 2000 kWh butui su elektrine virykle arba turi būti taikomi metiniai elektros energijos suvartojimo rodikliai pagal skirstomųjų tinklų operatoriaus statistinius duomenis.

2.6. Elektros imtuvų darbas pagal binominį skirstinį

Pirmai metodų grupei galima priskirti ir kitą skaičiuojamosios galios nustatymo metodą – imtuvų skaičiaus, kurie dirba vienu metu, nustatymas.

Žinant elektros prietaisų skaičių n bute, bute su stacionare dujine virykle $n=16$, galime nustatyti tikimybę, kad iš visų elektros prietaisų n vienu metu bus įjungti prietaisų skaičius m . Binominio pasiskirstymo formulė:

Čia n – bandymų kiekis; p – bandymo tikimybė; k – pasikartojimų skaičius.

Binominis skirstinys taikomas nepriklausomiems vienas nuo kito įvykiams. Tokiems įvykiams bus prilyginami tarkime televizoriaus, elektrinio virdulio ir t.t. veikimas. Įvykio pasirodymo tikimybę p prilyginsime K_n , o $k=m$. Čia naudojimo koeficientas tampa veikimo tikimybė, kad tam tikru laiko momentu elektros imtuvas veiks. Bandymų skaičių n prilyginimas imtuvų skaičiui n_i , nes kiekvienas imtuvas yra lyg atskiras nepriklausomas įvykis turintis savo pasirodymo tikimybę k_n .

Čia n – elektros imtuvų skaičius; m – vienu metu veikiančių imtuvų skaičius; K_n – vidutinis visų elektros imtuvų naudojimo koeficientas.

Prenkant skirtingą m reikšmę gauti skaičiavimo duomenys pateikti 9.1 lentelėje.

9.1 lentelė

Buitinių elektros imtuvų veikimo kartu tikimybė

m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	0.03	0.12	0.22	0.25	0.20	0.12	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.03	0.15	0.36	0.61	0.81	0.92	0.98	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

- sukaupstasis dažnis.

Iš gautų rezultatų matome, jog tikimybė, kad prietaisų skaičius, kurie yra įjungti vienu metu, neviršys 6 vnt. bus lygi $1-0,98=0,02$, t.y. ne daugiau per parą. Užtikrinti vartotojui komfortišką elektros energijos vartojimą, turi būti garantuota, kad šie 6 prietaisai, veikdami kartu, nesukels elektros energijos vartojimo trikdžių – apsaugos aparatų šiluminiai atkabikliai, įtampos kritimas bus leistinose normose.

2.6.1 Apsaugos aparatai butuose

Gyvenamuosiuose namuose dažniausiai naudojami apsaugos aparatai yra skirti skrituminės srovės apsaugai, perkrovos ir trumpojo jungimo apsaugos aparatai. Rečiau naudojami skirtuminiai transformatoriai bei viršįtampių ribotuvai.

2.6.1.1 Skirtuminės srovės apsaugos aparatai

Senos statybos pastatuose elektros sistema dažnai būna TN-C posistemė (1 paveikslas), kuomet butui elektros energija tiekama viena faze dviem laidais – faziniu ir PEN laidais. Tokiame tinkle nepatartina naudoti *skirtuminės srovės apsaugos* (SSA). [11]

Tokiame tinkle įvykus elektros imtuvų izoliacijos pažeidimai, jeigu jo korpusas neįžemintas (neįnulintas), SSA įtaisas neveiks, nes nesusidaro grandinė nuotėkio srovei tekėti. Imtuvo korpusė atsiras pavojingas potencialas žemės atžvilgiu. Žmogui prisilietus prie tokio imtuvo korpuso ir tekant per jo kūną nuotėkio srovei, viršijančiai SSA įtaiso nuostato srovę $I_{\Delta n}$, SSA įtaisas suveiks ir išjungs pažeistą tinklo elementą. Galimas atvejis, kad žmogaus kūnu tekės 6–10 mA stiprio srovė (skirtuminės srovės dydis priklauso nuo trumpojo jungimo kilpos varžos, didesniąją dalį kurios sudaro žmogaus kūno varža) ir jam sunku bus atplėšti ranką nuo korpuso, tačiau ir SSA įtaisas su 30 mA nuostato srove neveiks, SSA įtaisai, kurių vardinė suveikties srovė 30 mA, paprastai suveikia tekant 22–26 mA stiprio nuotėkio srovei, todėl žmogus iki tol, kol suveiks 30 mA SSA įtaisas, patirs gana stiprų srovės smūgį. Tačiau mirtinai sužaloja ne pati srovė, bet energija, išsiskirianti žmogaus kūne, tekant elektros srovei, t.y., pasekmės priklauso ir nuo srovės poveikio laiko. Tam, kad būtų garantuotas žmogaus saugumas, SSA įtaiso suveikties laikas turi būti ne ilgesnis nei 0,3 s (paprastai jis yra trumpesnis nei 0,1 s). Antra vertus, TN – C posistemėje galimas klaidingas SSA įtaisų suveikimas, jeigu elektros imtuvų korpusai įnulinti PEN laidininkais ir yra geras korpusų natūralus kontaktas su žeme arba kartotinis PEN laidininko įžeminimas.

2.6.1.2 Automatiniai išjungėjai

Automatiniai išjungėjai turi šiluminio ir elektromagnetinio atkabiklių apsaugą. Jie parenkami pagal suveikimo charakteristiką, vardinę srovę, trumpojo jungimo srovės atjungimo gebą. Automatiniai išjungėjai parenkami pagal nustatytos apkrovos srovę. Butuose įvairiose patalpose, dažniausiai naudojami skirtingo galingumo prietaisai.

Didžiausio elektros energijos vartojimo patalpa. Patalpa bute, kur vyksta didžiausias elektros energijos suvartojimas, būna virtuvė. Maisto ruošimui naudojami buitiniai elektros imtuvai pasižymi didele vardine galia. Virtuvėje naudojami prietaisai: šaldytuvas, skalbimo mašina, televizorius, laidynė, elektrinis virduklis, mikrobanginė krosnelė, sulčiaspaudė, mikseris (maišytuvė), virtuvinis kombainas, kiti imtuvai. Šių imtuvų grupės parametrai būtų

$n_{ef} \approx 8$, $K_m = 1,32$, $K_n = 0,14$, $P_i = 10,55 \text{ kW}$, $P_{sk} = 2,00 \text{ kW}$. Tuomet pagal 3.6 skyrelyje aprašytą metodą apskaičiavus virtuvėje naudojamų elektros imtuvų veikimo kartu tikimybę, rezultatai pateikti 9.2 lentelėje:

9.2 lentelė

Buitinių elektros imtuvų veikimo kartu tikimybė (2)

m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.19	0.34	0.28	0.14	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.190	0.531	0.809	0.944	0.998	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tikimybė, kad prietaisų skaičius, kurie yra įjungti vienu metu, neviršys 4 vnt. bus lygi 0,99 arba 99,8%. Vadinasi virtuvės apkrovą galima modeliuoti skaičiuojant 4 galingiausių prietaisų veikimą vienu metu veikiant pilna vardine galia. Tuomet $P_{sk} = 0,83 \text{ kW}$. Akivaizdu, kad parenkant 4A vardinės srovės automatinį išjungėją nebus užtikrintas galingiausio elektros imtuvo – skalbimo mašinos veikimas. Pati skalbimo mašina visą veikimo laiką nenaudoja savo vardinės galios. Per viena skalbimo ciklą (90min) ji sunaudoja apie 1,5 kWh energijos. Vidutinė galia bus 1kW. Skalbimo mašinos variklio darbo laikas daug kartų mažesnis už $3T_0$, kur T_0 laidininkų šiluminė laiko pastovioji, apytikriai lygi 10 minučių. Skaičiuojamoji galia $P_{sk} = P_{vid} = 1 \text{ kW}$.

Rekomenduojamos automatinių išjungėjų vardinės srovės pateiktos 10 lentelėje.

10 lentelė

Rekomenduojamos automatinių išjungėjų vardinės srovės

Linija	Vardinė srovė, A
Buto, su dujine virykle, įvadas	25
Buto, su elektrine virykle, įvadas	40
Elektrinė viryklė (7kW)	32
Virtuvė	6
Apšvietimo	6

2.7. Namų butų skaičiuojamosios galios nustatymas

2.7.1 Pagal šiuo metu galiojančias patvirtintas metodikas

Projektuojant gyvenamuosius namus, gyvenamųjų namų butus taikomos skaičiuojamosios elektros apkrovos, ne mažesnės kaip nurodyta Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2007 m. gruodžio 27 d. įsakymu Nr. 4-542. Skaičiuojamosios elektros apkrovos

pateiktos taikant prielaidą, kad butai yra iki 70 m² bendro ploto ir juose įrengti buitinių vartotojų dažniausia vartojami elektros energijos imtuvai. Skaičiuojamąją elektros apkrovą kiekvienam padidintam bendro ploto vienetui gyvenamiesiems pastatams su dujinėmis viryklėmis reikia padidinti 1 proc., su elektrinėmis viryklėmis ir (ar) momentiniais vandens šildytuvais – 0,5 proc. Galimas 25 proc, didžiausias leistinas skaičiuojamųjų elektros apkrovų nuokrypis. Projektuotojas turi įvertinti visus patalpose ar pastatuose projektuojamus elektros energijos imtuvus ir apskaičiuoti pastato elektros apkrovą.

Namo butų skaičiuojamoji galia bus skaičiuojama Tilžės gatvės 26 namo (kuriame atliktas tyrimas) butams pagal galiojančią skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymo metodiką.

Projektuojant numatomą 10 metų apkrovų didėjimo tikimybė. Parenkama, kad 50% gyventojų turės stacionarias elektrines virykles. Likusioji dalis vis dar turės stacionarias dujines virykles.

Pagal metodiką butams stacionare dujine virykle minimali skaičiuojamoji apkrova $P_{sk}=5kW$, o butams su elektrine virykle minimali skaičiuojamoji apkrova $P_{sk}=8kW$.

Tiriamąjį namą Tilžės g. 26 skaičiuojamoji apkrova nustatoma pagal skaičiuojamųjų apkrovų skaičiavimo metodiką. Name yra 48 butai taikant prielaidą, kad 50% (24butai turi elektrines virykles.

Butai su stacionare elektrine virykle (24vnt.):

$$S_{sk} = K_{\Sigma} \cdot \sum P_{sk} / \cos \varphi_{sk}$$

K_{Σ} -nevienalaikiškumo koeficientas, Butams su elektrine virykle $K_{\Sigma} =0,308$.

P_{sk} -gyvenamųjų pastatų, butų ar sodybų skaičiuojamųjų elektros apkrovų suma (kW), butams su stacionare elektrine virykle minimali skaičiuojamoji apkrova $P_{sk}=8kW$.

$\cos \varphi_{sk}$ -gyvenamųjų pastatų, butų ar sodybų grupės skaičiuojamasis galios koeficientas, butams su stacionare elektrine virykle minimali skaičiuojamasis galios koeficientas $\cos \varphi_{sk}=0,92$.

Butai su stacionare dujine virykle (24vnt.):

$$S_{sk} = K_{\Sigma} \cdot \sum P_{sk} / \cos \varphi_{sk} \tag{2.13}$$

Butams su elektrine virykle $K_{\Sigma} =0,4$;

butams su stacionare elektrine virykle minimali skaičiuojamoji apkrova $P_{sk} = 5 \text{ kW}$;

butams su stacionare elektrine virykle minimalios skaičiuojamasis galios koeficientas $\cos \varphi_{sk} = 0,90$.

$$S_{sk} = 0,4 \cdot 24 \cdot 5 / 0,90 = 53,33 \text{ (kVA)}$$

Bendra butų apkrova:

$$\sum S_{\Sigma sk} = 64,28 + 53,33 = 117,61 \text{ (kVA)}$$

2.7.2 Pagal metodiką, buvusią namo statymo metu

Tiriamąjį namą Tilžės g, 26 skaičiuojamoji apkrova nustatoma pagal skaičiuojamųjų apkrovų skaičiavimo metodiką. Name yra 48 butai taikant prielaidą, kad 50% (24 butai turi elektrines virykles.

Buto apkrova nustatoma pagal tai kiek butų yra name ir ar jis su dujine ar elektrine virykle. Šiuo atveju buto su dujine virykle skaičiuojamoji apkrova – 1,15 kW, su elektrine virykle – 1,8 kW.

Butai su stacionare elektrine virykle (24vnt.):

$$S_{sk} = K_{\Sigma} \cdot \sum P_{sk} / \cos \varphi_{sk}$$

$$K_{\Sigma} = 0,4$$

$$S_{sk} = 0,38 \cdot 24 \cdot 1,8 / 0,98 = 16,75 \text{ (kVA)}$$

Butai su stacionare dujine virykle (24vnt.):

$$S_{sk} = K_{\Sigma} \cdot \sum P_{sk} / \cos \varphi_{sk}$$

$$K_{\Sigma} = 0,4$$

butams su stacionare elektrine virykle minimalios skaičiuojamasis galios koeficientas $\cos \varphi_{sk} = 0,96$

$$S_{sk} = 0,38 \cdot 24 \cdot 1,15 / 0,96 = 10,93 \text{ (kVA)}$$

Bendra butų apkrova:

$$\sum S_{\Sigma sk} = 16,75 + 10,93 = 27,68 \text{ (kVA)}$$

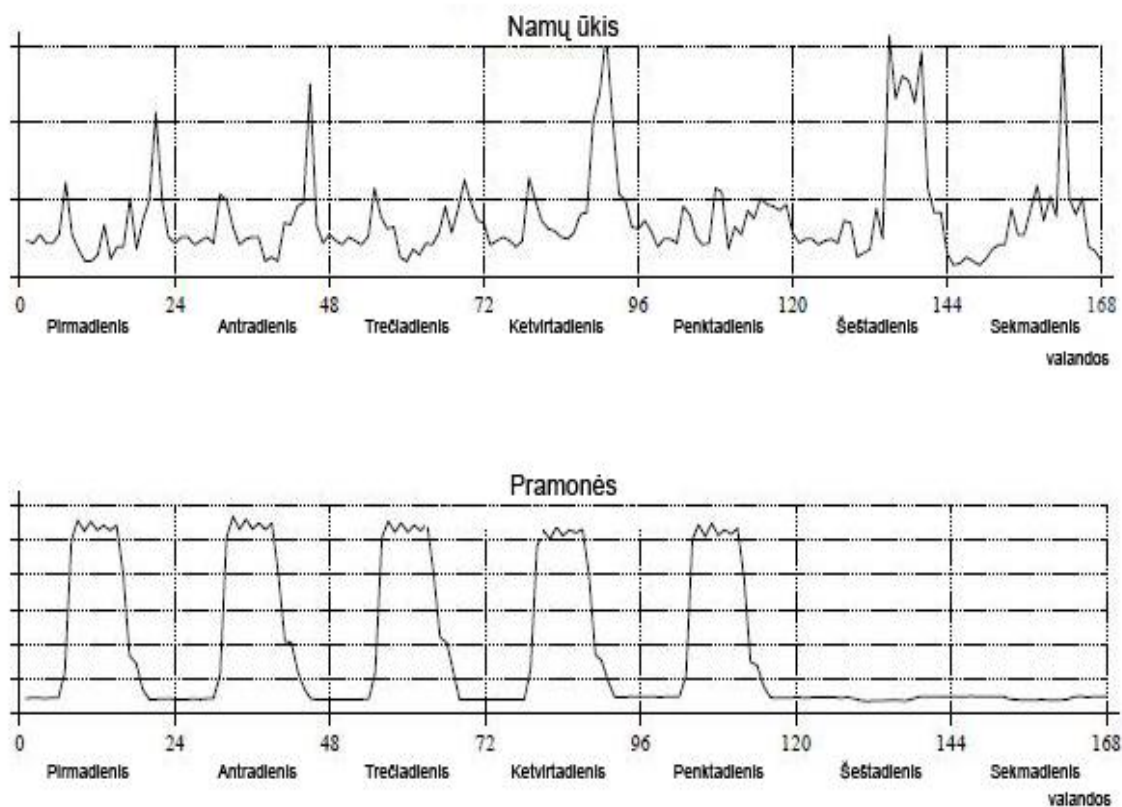
3. Elektros apkrovų tyrimas pasirinktuose objektuose nuo 2005 iki 2010 metų

3.1. Elektros apkrovų gyvenamuosiuose namuose tyrimo metodo apžvalga

Elektros apkrovų duomenys gali būti suformuoti priklausomai nuo to, kokio tipo duomenų reikia. Svarbiausios elektros apkrovų duomenų surinkimo ypatybės yra:

- Elektros tinklo vieta: vartotojo įvadas, žemos įtampos tinklas, transformatorius ir t.t.
- Vartotojo tipas: pramonės, aptarnavimo, namų ūkis;
- Laikas: paros laikas, savaitės diena, metų laikas;
- Fiksuojamas fizikinis dydis: srovė (A), įtampa (U), galia (kVA), $\cos\varphi$;
- Laiko tarpas per kurį fiksuojama *vidutinė apkrova (average load)*: 1 min, 5 min, 10 min, 60 min.

Tipiški namų ūkių ūkių ir pramonės savaitės apkrovų grafikai pavaizduoti 6 paveiksle.



6 pav. Elektros apkrovų pavyzdžiai (vienos savaitės,

skirtingų tipų vartotojų)

Paprastai visa reikalinga informacija elektros apkrovų nustatymui nėra laisvai prieinama, todėl ją tenka rasti iš turimos informacijos įvertinus tam tikrus veiksnius.

Veiksniai, turintys įtakos elektros apkrovoms:

- Kliento tipas: elektros energijos suvartojimas ir vartojimo ypročiai, buto (namo) dydis jo šildymo tipas, elektros imtuvų skaičius bei jų suvartojamas energijos kiekis per tam tikrą laiko vienetą (minutę, valandą, pamainą, parą).
- Laiko veiksnys: paros laikas, savaitės diena, metų laikas. Skirtingais paros savaitės ar metų laikais elektros energijos suvartojimas skiriasi. Norint užfiksuoti maksimalias namo apkrovas reikėtų tyrimą atlikti žiemos laiku;
- Klimatas: temperatūra, drėgmė. Esant šaltajam sezonui elektros energijos suvartojimas išauga. Žmonės daugiau laiko praleidžia savo namuose, dažniau naudoja buitinius prietaisus;
- Kitų elektros prietaisų koreliavimas su tiriamaisiais elektros prietaisais. Tarkime namų ūkyje naudojami buitiniai elektros imtuvai tamsiuoju paros metu, todėl elektros energijos suvartojimas bus ne tik konkrečių imtuvų naudojama galia bet ir apšvietimui sunaudojama galia;
- Prieš tai buvusios elektros apkrovų reikšmės ir apkrovos tipo modelis. Pasinaudojant prieš tai buvusių apkrovų koeficientais bei reikšmėmis galima palyginti gautus duomenis bei įvertinti galimą matavimo paklaidą.

Paprastai galimi duomenys apie vartotojo elektros apkrovas yra vartotojų deklaruotas elektros energijos suvartojimas. Šie duomenys gali suteikti informacijos apie metinį elektros energijos suvartojimą. Vidutinė galia (P_{vid}) pertam tikrą laiką T gali būti prilyginama vidutiniai galiai per valandą ($P_{vid \text{ per } h}$) ir tokiu būdu pagal šį faktorių tos pačios klasės vartotojai gali būti palyginami įvertinant anksčiau minėtus veiksnius.

Šiuo metu elektros tinklo operatoriai jau montuoja naujus elektros energijos prietaisus, kurie gali užfiksuoti kas valandą suvartojamos galios dydį, bet kol kas daugumoje gyvenamųjų namų elektros energija fiksuojama indukciniais elektros energijos matavimo prietaisais, kurių matavimo rezultatai gali būti užfiksuojami tik užfiksavus jų rodmenis vartotojui ar operatoriaus paskirtam atstovui.

3.2. Tiriamųjų objektų parinkimas

Tyrimui atlikti buvo pasirinkti du gyvenamieji daugiabučiai namai. Individualūs gyvenamieji namai tyrime nebuvo nagrinėjami, kadangi tokių namų kvartalas, elektros apkrovų požiūriu, gali būti laikomi kaip daugiabutis namas, kur kiekvienas individualus namas prilyginamas butui. Detalus elektros apkrovų tyrimas buvo atliekamas surenkant duomenis apie Tilžės g. 26 namą. Tyrimui palyginti buvo surenkami duomenis apie elektros apkrovas iš vieno magistralinio stovo Cvirkos g. 20 name.

3.2.1 Tilžės g. 26 namo tyrimas

Tilžės g. 26 namas yra statytas 1967 metais, 12 aukštų, 48 butų gyvenamasis namas. Esama elektros tinklo schema pateikta priede Nr.3. Namo elektros tiklas nebuvo rekonstruojamas, namo elektros įrenginiai nekeisti (išskyrus dviejų butų įvadinius automatinius atjungėjus).

Namo skaičiuojamoji galia $P_{sk}=51,7$ kW, $I_{sk}=78,5$ A, 4x25 Al kabelis, įvadas atvedamas dvejomis linijomis 4x25 Al kabeliais. Butams tiekiamos energijos ir bendrųjų patalpų apšvietimui magistralių instaliuotoji galia 70,4 kW, k_p (išnaudojimo koeficientas) 0,5 skaičiuojamoji galia $P_{sk}=35,2$ kW, srovė 53,5 A. Butai elektros energiją gauna iš dviejų vienodų magistralinių linijų. Vienos magistralės instaliuotoji galia 27,6 kW, k_p (išnaudojimo koeficientas) 0,5, skaičiuojamoji galia P_{sk} 13,8 kW, srovė 21 A, kabelis aliuminis 4x10mm², vamzdis 1 ¼ colio (32mm). Šynoje laisva vieta trečiai magistralei. Apšvietimo magistralės $P_{sk}=7,5$ kW, $k_p=0,7$, $I_{sk}=11,4$ A, kabelis 4x6 1 colio vamzdyje. Magistralių apsaugai naudojami saugikliai 100/30. Butų instaliacijoje naudojami 2x2,5 mm² aliuminiai laidai. Name įrengti du po 5 kW galios liftai. Liftų ir pagalbinių siurblių tiekimo linijos $P_i=23,5$ kW, $k_p=0,7$ $P_{sk}=16,5$ kW, $I=25$ A, apsauga 100/40 saugikliais. Trijų butų aukšte skaičiuojamoji apkrova 1,2 kW, vieno buto aukšte skaičiuojamoji apkrova 1,0 kW.

Iš schemos aprašymo galima pastebėti akivaizdų faktą - butų skaičiuojamoji galia ir 3-5 kartus mažesnė už skelbiamą skaičiuojamąją galią metodikoje. Namo liftų galia nepasikeitė. Elektros tinklo posistemė TN-C tipo, todėl panaudoti skirtuminės srovės apsaugos neįmanoma.

Kabelių srovės pralaidumui palyginti bus sudaroma 11 lentelė bei palyginami namo elektros tinklo duomenys su skyrelio 4.7.1 apskaičiuotą namo butų galią.

Esami ir projektuojami namo elektros tinklo duomenys

Linija	Kabelio tipas	Kabelio leistinoji ilgalaikė srovė pagal EIT, A	Pateikiama linijos I_{sk} , A	Apskaičiuota linijos srovė, A	Rekomenduojamas kabelio tipas
Buto įvadas (su dujine virykle)	2x2,5 Al	16	5	21	2,5 Cu
Butų magistralinė linija	4x10 Al	38	21	133	4x25 Cu
Namo įvadas	4x35 Al	75	220	220	4x95 Cu

Aiškliai galima matyti, kad magistralinių ir įvadinųjų kabelių skerspjūvis yra daug mažesnis už tuos kabelių skerspjūvius, kurie būtų parinkti rekonstruojant namo elektros tinklą. Namo elektros tinklo schema, projektuota dar iki namo pastatymo (1964m.) nebeatitinka šių dienų keliamų reikalavimų, tinklas nuolat perkraunamas, dėvėsi kabelių izoliacija.

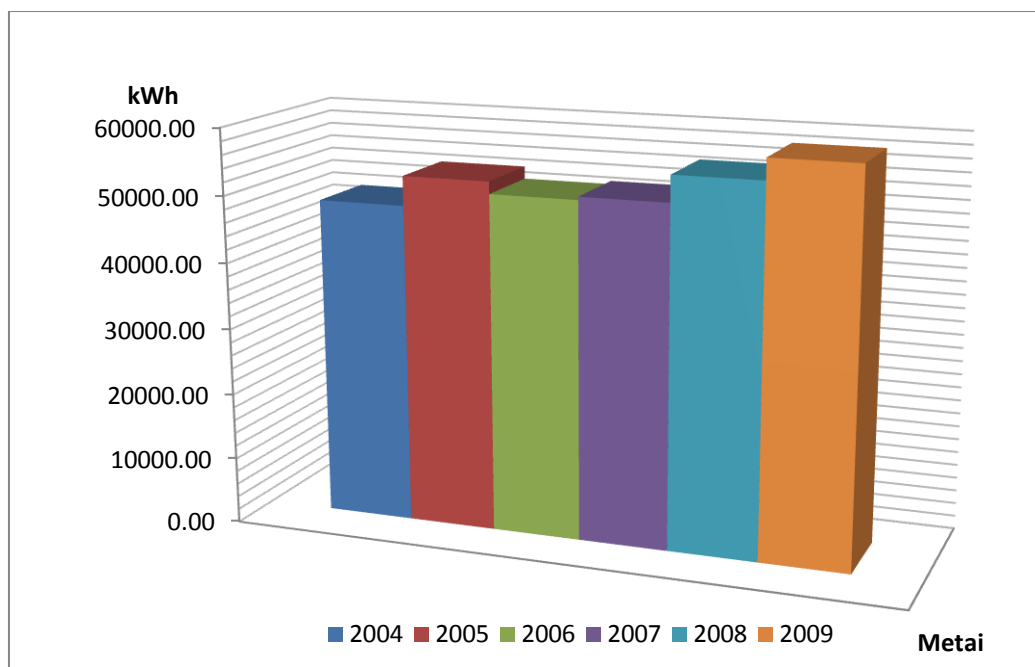
Projektuojant namo elektros tinklą privaloma remtis anksčiau minėta metodika, tačiau joje pateikiama tik maksimalūs elektros apkrovų koeficientai. Norint nustatyti esamas namo elektros apkrovas reikalingas tyrimas, kurio pagalba būtų galima sudaryti apkrovų grafikus.

3.2.2 Tilžės g. 26 namo elektros energijos suvartojimas

Vieni iš paprasčiausiai ir lengviausiai gaunamų duomenų apie vartotoją gali būti metinis suvarotots elektros energijos kiekis. Šis kiekis apibūdina vartotojo elektros energijos poreikį per metus (sezoną, mėnesį), imtuvų naudojimo koeficientą.

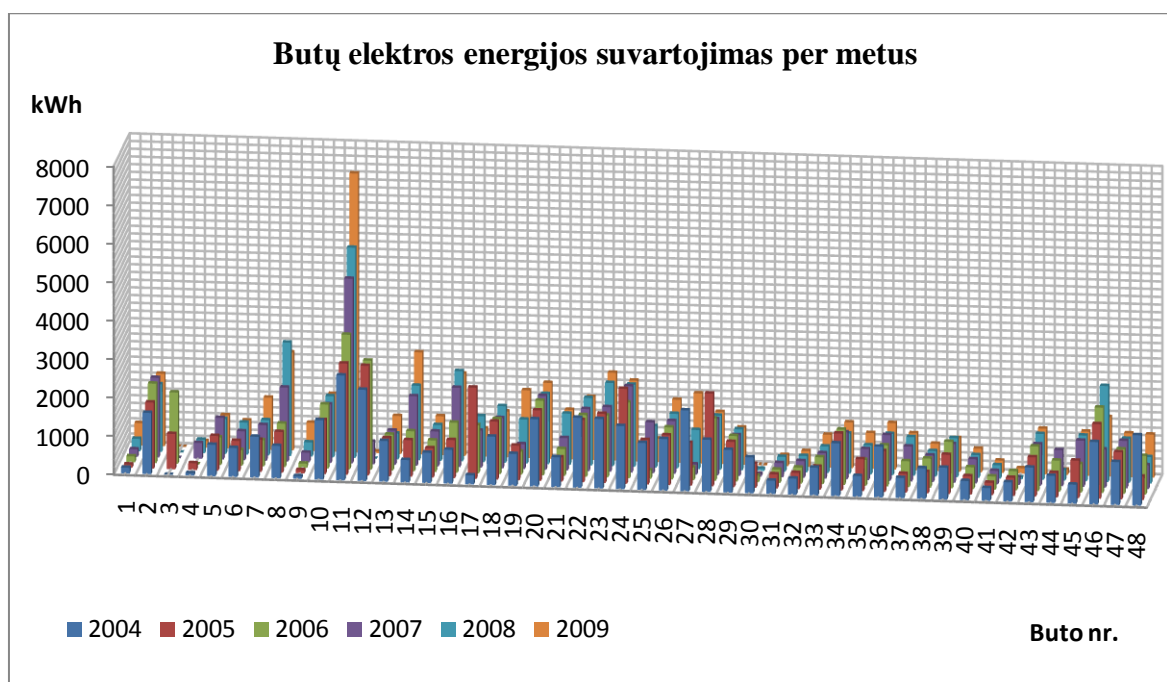
Tilžės g. 26 namo suvartotos elektros energijos kiekis buvo surinktas nuo 2004 metų sausio 1 dienos iki 2009 metų gruodžio 31 dienos.

Pagal gyventojų deklaruotą suvartotos elektros energijos kiekį buvo nustatyta metinis viso tiriamojo namo elektros energijos suvartojimo kiekis pateiktas 6 paveiksle. Per paskutinius keturis metus (2006, 2007, 2008, 2009) matoma aiški suvartojamos elektros energijos didėjimas, vidutiniškai 2534 kWh per metus arba 211 kWh per mėnesį (vidutiniškai 3,1% per metus).



7 pav. Tilžės g. 26 namo Metinis elektros energijos suvartojimas

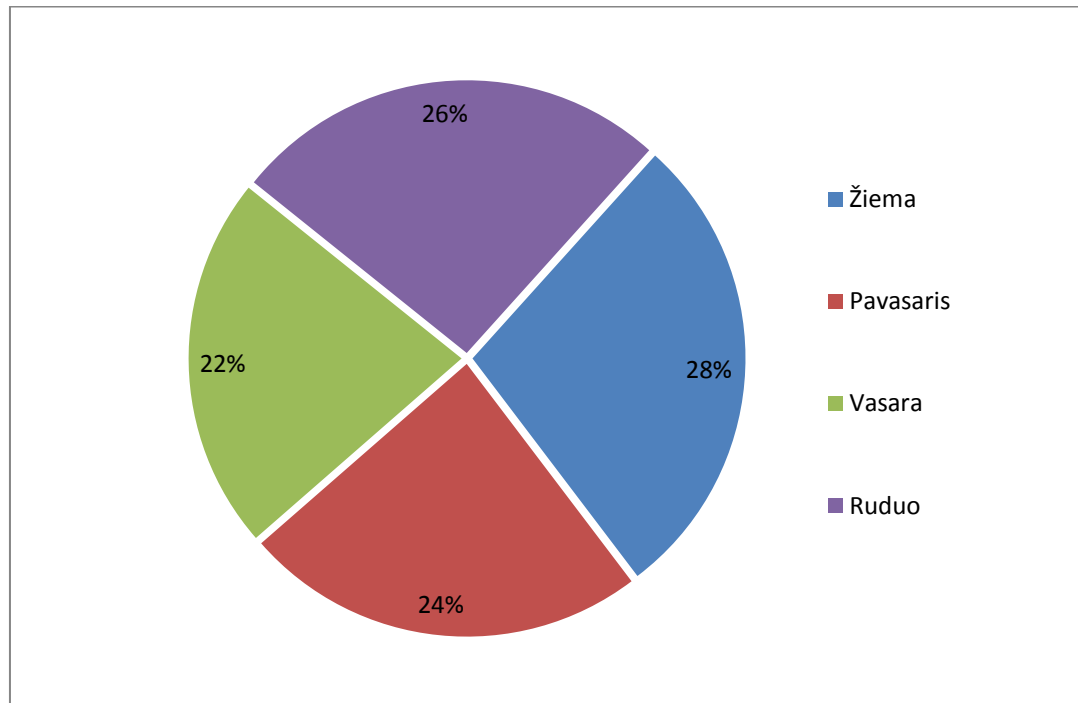
Metinis namo suvartotos elektros energijos kiekis buvo gautas sudėjus 48 butų suvartotos elektros energijos kieki, kuris pateiktas antrame paveiksle, 11 buto suvartojamos energijos kiekis turi didžiausią įtako viso namo suvartojamai elektros energijai. Jei butą nr. 11 teoriškai eliminuosime iš bendros namo elektros sistemos, tai vidutinis namo suvartojamos elektros energijos padidėjimas bus tik 1282 kWh per metus arba 106 kWh per mėnesį. Šio buto elektros energijos suvartojimas artėja prie maksimalaus elektros energijos suvartojimo.



8 pav. Butų elektros energijos suvartojimas per metus

Kadangi imtuvų paimos laikas nedidėjo (darbo dienos, savaitgaliai), išaugusiam elektros energijos suvartojimui įtakos galėjo turėti padidėjusi elektros imtuvų vardinė galia arba (ir) naudojimo koeficientas, t.y. iššaugęs imtuvų naudojimo laikas per pamainą.

Elektros energijos suvartojimo kiekis kinta priklausomai nuo metų laikų (9 pav.). Didžiausias elektros energijos suvartojimas yra žiemą (28%), o vasarą jis yra mažiausias (22%). Žiemą padidėja dirbtinės apšvietos poreikis, žmonės daugiau praleidžia namuose ir dažniau naudoja buitinius elektros imtuvus.



9 pav. Elektros energijos suvartojimas pagal metų laikus

Suvaltos elektros energijos kiekis ploto vienetui. Šis dydis naudojamas vienam iš būdų nustatyti elektros apkrovoms. Tam reikia nustatyti naudingąjį gyvenamąjį namo plotą. Butai kurie suvartoja mažiau kaip 40 kWh (7 pav.) per mėnesį priskiriami negyvenamam plotui. Bendras namo gyvenamasis plotas yra 3180m², iš jų 560m² priskiriami negyvenamam plotui. Kadangi elektros energijos kiekis kinta pagal sezoniškumą, ieškomas dydis kis taip pat pagal sezoniškumą. Kadangi skaičiuojamosios apkrovos yra nustatomos pagal galimą maksimalią pareikalaujamą galią tuomet ir elektros energijos kiekis ploto vienetui bus nustatomas iš paskutiniųjų 3 metų (2007, 2008, 2009) žiemos sezono reikšmes ir bus lygus 2,09 kWh/m² (12 lentelė).

Elektros energijos kiekis kvadratiniam metrui, kWh/m²

	Žiema	Pavasaris	Vasara	Ruduo
2004	1.82	1.58	1.53	1.60
2005	1.75	1.76	1.65	1.63
2006	1.66	1.64	1.66	1.75
2007	1.83	1.63	1.67	1.81
2008	2.10	1.90	1.73	2.42
2009	2.34	1.87	1.77	2.00
Vidurkis	1.97	1.73	1.67	1.87

3.2.3 Apklausos duomenų analizė

Pagal surinktus metinius elektros energijos duomenis paaiškėjo, kad beveik visų butų deklaruotas elektros energijos suvartojimas daug kartų mažesnis už apskaičiuotas maksimalias reikšmes. Norint išanalizuoti esamą padėtį daugiabučiame name buvo sudaryta vartotojo anketa ir apklausus tiriamojo namo gyventojus, išsiaiškinti realius elektros energijos vartojimo įpročius, dažniausiai naudojamus elektrinius prietaisus bei jų orientacines vardines galias. Atliekant apklausą taip pat buvo bandoma išsiaiškinti orientacines namų ūkio pajamas per mėnesį bei gyventojų skaičių namų ūkyje.

13 lentelėje pateikta naudojimo laiko ir orientacinės galios vidutinės reikšmės, o naudojimo laiko skiltyje – apklausos dažniai.

Iš apklausos anketos matyti, kad buitinių imtuvų darbo laikas smarkiai skiriasi nuo pateiktų litaretūroje ir yra daug kartų mažesni. Tai parodo, kad gyventojai savo elektrinius buitinius prietaisus naudoja ne maksimaliu režimu. Daugiausiai elektros energijos per mėnesį sunaudoja tie butai, kuriuose yra jaunos šeimos su mažais vaikais ir viena iš tėvų yra tėvystės atostogose.

Atliekant apklausą paaiškėjo vienas keli faktai. Beveik visi gyventojai, kurie dalyvavo apklausoje buitinių elektros imtuvų, kurie dirba ciklais (skalbimo mašina, indų plovimo mašina, elektrinis virdulys), darbo laiką matuoja prietaiso įjungimo dažnumu. Antras faktas – ne visi gyventojai turi išvardintus buitinius prietaisus. Indų plovimo mašina yra tik 7/41 namų ūkių, elektrinis virdulys – 32/41 namų ūkių, automatinė skalbimo mašina – 30/41 namų ūkių, mikrobangų krosnelė – 28/41 namų ūkių.

Daugiabučio gyvenamojo namo elektros energijos vartotojo anketa

1. Kiek vidutiniškai per mėnesį sunaudojate elektros energijos kWh?
2. Pažymėkite elektros prietaisus, esančius Jūsų bute, kuriuos naudojate dažniausiai, kiek valandų vidutinškai naudojate per mėnesį, prietaiso orientacinę galią bei kuriuo paros laikotarpiu dažniausiai naudojate (pažymėkite varnele):

13 lentelė

Apklauso lentelė

Nr,	Prietaiso pavadinimas	Naudojimo charakteristikos								
		Naudojimo trukmė per mėnesį, h	Orientacinė galia, kW	Savaitės diena	Valandos					
					5-8	8-10	11-13	13-17	17-23	23-5
1.	Šaldytuvas	*	0,5	Darbo diena	41	41	41	41	41	41
				Savaitgalis	41	41	41	41	41	41
2.	Indų plovimo mašina	8**	2,5	Darbo diena	0	1	2	4	5	0
				Savaitgalis	0	0	5	1	12	0
3.	Skalbimo mašina	12**	1,5	Darbo diena	0	0	0	14	12	0
				Savaitgalis	0	0	0	24	18	0
4.	Televizorius	120	0,1	Darbo diena	0	2	5	7	27	2
				Savaitgalis	0	4	5	21	42	0
5.	Organizacinė technika (kompiuteris, spausdtuvas, kt.)	150	0,3	Darbo diena	2	2	8	11	39	3
				Savaitgalis	1	9	25	28	39	10
6.	Laidynė	5	1,8	Darbo diena	0	5	0	0	4	0
				Savaitgalis	0	17	12	25	34	0
7.	Dulkių siurblys	10	2,2	Darbo diena	0	0	3	7	13	0
				Savaitgalis	0	3	8	34	27	0
8.	Radijas, magnetofonas	180	0,08	Darbo diena	1	2	3	5	8	0
				Savaitgalis	1	6	8	12	15	0

9.	Elektrinė viryklė	30	5,5	Darbo diena	3	14	13	15	23	0
				Savaitgalis	2	10	13	15	18	0
10.	Elektrinis virdulys	100**	2,2	Darbo diena	4	34	12	10	18	5
				Savaitgalis	1	27	14	24	31	8
11.	Mikrobanginė krosnelė	7,5	1	Darbo diena	0	12	2	5	27	0
				Savaitgalis	0	4	28	5	23	3
12.	Mikseris (maišytuvė)	2,5	1,2	Darbo diena	0	1	0	0	3	0
				Savaitgalis	0	2	4	2	5	0
13.	Garų surinktuvas	12,5	0,35	Darbo diena	0	2	6	7	16	0
				Savaitgalis	0	9	15	16	27	0
14.	Plaukų džiovintuvas	7	1,8	Darbo diena	0	3	1	2	18	0
				Savaitgalis	0	7	16	12	27	0
15.	Apšvietimas (žiemos laikų)	165	0,3	Darbo diena	3	39	1	0	41	12
				Savaitgalis	4	37	0	38	40	35

*- imtuvas veikia visą parą;

** - nurodyta imtuvo naudojimas kartais.

3. Jūsų pastabos apie elektros kokybę (įtampos pastovumą) :

.....

4. Kokias lemputes, skirtas apšvietimui, naudojate?

.....

5. Ar Jūsų bute naudojamas elektrinis šildymas?

.....

3.2.4 Namų ūkių pajamų įtaka elektros energijos suvartojimui

Kadangi elektros energijos suvartojimui didžiausią įtaką turi namų ūkio pajamos bei gyventojų skaičius bute, remiantis surinktais duomenimis bei atliktais skaičiavimais, empiriškai galima išreikšti elektros energijos suvartojimo priklausomybę nuo gyventojų skaičiaus ir gaunamomis namų ūkio pajamomis (duomenys apie namų ūkio pajamas šiame darbe butams nepriskiriami):

čia p - namų ūkio pajamas per mėnesį, kWh;

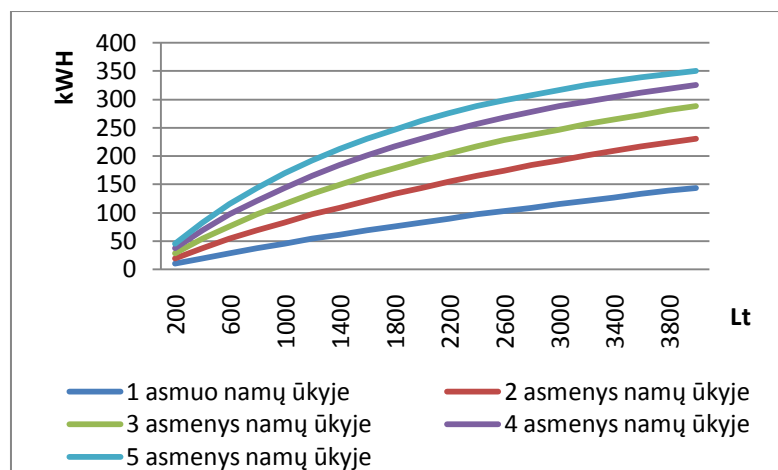
N – gyventojų skaičius namų ūkyje, vnt.

Koeficientai -0,0001 ir 0,92 parinkti empiriškai, pagal gautų rezultatų atitikmenį su anketos duomenimis.

14 lentelė

Suvartojamos elektros energijos priklausomybė nuo gyventojų skaičiaus ir namų ūkio pajamų dydžio

Namų ūkio pajamas per mėnesį, Lt	Gyventojų skaičius namų ūkyje				
	1	2	3	4	5
200	11	20	29	38	46
400	20	38	54	69	83
600	29	54	76	97	115
800	38	69	97	121	144
1000	46	83	115	144	170
1200	54	97	133	165	192
1400	61	109	149	184	213
1600	69	121	165	201	231
1800	76	133	179	217	247
2000	83	144	192	231	262
2200	90	155	205	244	276
2400	97	165	217	257	288
2600	103	174	228	268	298
2800	109	184	238	278	308
3000	115	192	247	288	317
3200	121	201	257	296	325
3400	127	209	265	304	332
3600	133	217	273	312	339
3800	139	224	281	319	345
4000	144	231	288	325	350



10 pav. Elektros energijos suvartojimas ir namų ūkio pajamų santykis

3.2.5 Namų elektros tinklo parametrų matavimas

Tyrimas buvo atliekamas 2010 metų vasario mėnesio 19-25 dienomis (nuo pirmadienio iki sekmadienio). Daugiabučio gyvenamojo namo srovės ir įtampos reikšmės buvo matuojamos elektros tinklo analizatoriumi *CIR-e3*. Tinklo analizatorius buvo naudojamas vartotojo pusėje prijungiant matavimo reples ir gnybtus prie butų magistralinių linijų fazinių (L1, L2, L3 matuojant srovės reikšmes), ir nulinio laidininkų (papildomai nulinis laidininkas N matuojant fazinės įtampos reikšmes). Buvo stebimos įtampos ir srovės kitimo reikšmės 10 minučių intervale t_{10} . Elektros tinklo analizatorius laiko periode t_{10} užfiksavo minimalią (I_{\min} , U_{\min}), vidutinę (I_{vid} , U_{vid}) ir maksimalią (I_{maks} , U_{maks}) reikšmes. Paveiklė nr.3 parodyta 2010 vasario 20 d. paros vidutinės aktyvios galios P_{vid} ir vidutinės srovės I_{vid} grafikas. Vardinė elektros tinklo įtampa $U_n=230$ V. Tiriamuoju laikotarpiu fazinės įtampos reikšmės neviršijo leistinų įtampos reikšmių $230\pm 10\%$ ribose. Prilyginus $U_{\text{vid}}=\text{const}$ ir 230 V.

3.2.6 Apkrovos nesimetrija

Daugiabučiuose gyvenamuose namuose vyrauja trifazis elektros tinklas (TN-C, TN-S arba TN-C-S) kuriame kiekvieno buto elektros tinklas yra prijungtas prie vienos iš trijų fazių L1, L2 arba L3. Butų elektros energijos vartojimas laiko bėgyje sukelia fazių srovės ir fazių įtampų nesimetriją.

3.2.7 Įtampos asimetrija

Tiekiamos įtampos asimetrija – tai trifazės sistemos būseną, kai fazių įtampų vidutinės vertės arba fazių tarpusavio kampai nelygūs. Kai kuriose vietose, kur vartotojo įrenginiai yra iš dalies vienfaziai arba dvifaziai, trifazė įtampos asimetrija elektros tinklo nuosavybės ar eksploataavimo atsakomybės ribos taškuose gali pasiekti apie 3%.

Įtampos svyravimai. Tiekiamos (gaminamos) elektros įtampa nuo 2002 metų (nors elektros tinklo vardinė įtampa nedidinama iki 230V) įvedamos naujos leistinos tinklo įtampos ribos: nuo -10% iki +6% (laikant vardinę įtampa 230 V), t.y. nuo 207,0V iki 243,8 V. Po 2009 metų elektros tinklo įtampa didinama iki vardinės 230 V reikšmės ir nustatomos leistinos nuo -10% iki +10% darbo įtampos ribos, tai yra nuo 207,0 V iki 253,0 V. [12]

Fazių jungimo būdas daugiabučiuose gyvenamuose namuose yra žvaigždės tipo, tad palaikyti pastovią tinklo vardinę fazinę įtampa $230 \pm 10\%$ V būtinas nulinis laidininkas N, kuris negali būti atjungtas ar nutrauktas. Įtampos svyravimai:

čia U_{vid} - vidutinė fazės įtampa 10 minučių fiksuojamame laikotarpyje, V;
 U_n – vardinė tinklo įtampa.

Užfiksuotų reikšmių skaičius (7 paras fiksuojant reikšmes kas 10 minučius) 1008. Fazinės įtampos reikšmės viršijančios leistiną įtampos nuokrypį parodytos 15 lentelėje.

15 lentelė

Įtampių nuokrypių reikšmių skaičius

	Fazė		
	L1	L2	L3
Reikšmių skaičius viršijantis $\pm 10\%$ ribą	2	1	4
Užfiksuotas reikšmių skaičius tyrimo laikotarpiu	1008	1008	1008
Santykis	0.00198	0.00099	0.00397

Tiriamuoju laikotarpiu fazinės įtampos reikšmės viršijo leistiną įtampos reikšmių $230 \pm 10\%$ ribose tik 2 kartus L1 fazėje, 1 kartą L2 fazėje ir 4 kartus L3 fazėje. Vardinė tinkle įtampa bus prilyginamas $U_n = U_{vid} = \text{const} = 230\text{V}$.

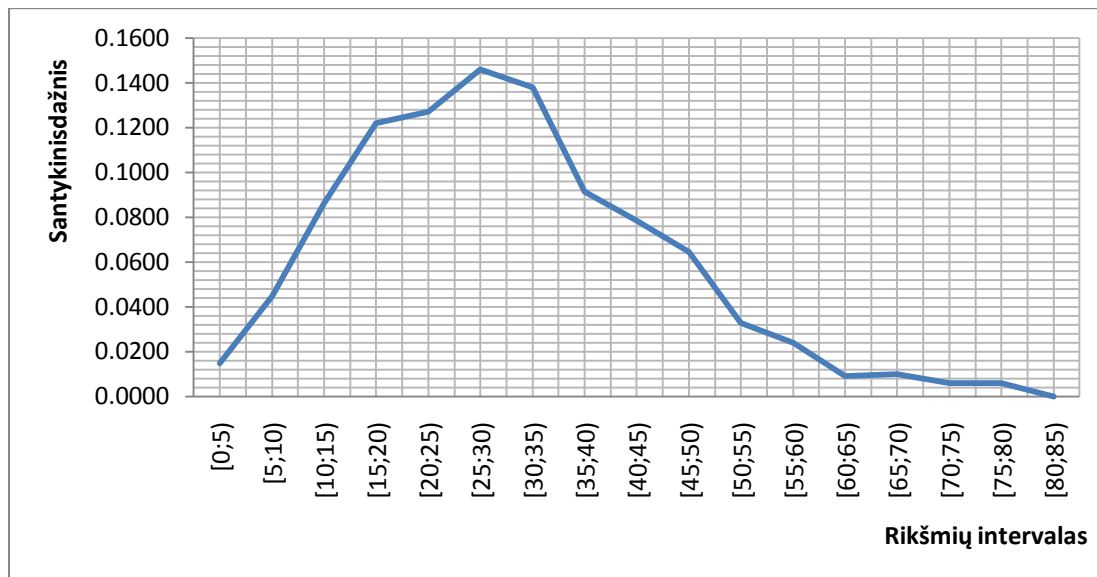
3.2.8 Fazių srovės asimetrija

Fazių srovių asimetrijos koeficientas procentais:

čia I_{\max} – labiausiai apkrautos fazės reikšmė, A;

I_{3fvid} – vidutinė aritmetinė visų trijų fazių reikšmė, A, $I_{3fvid}=(I_{L1}+I_{L2}+I_{L3})/3$.

Srovės asimetrijos koeficientų dažnių grafikas pavaizduota 10 paveikslėlyje.

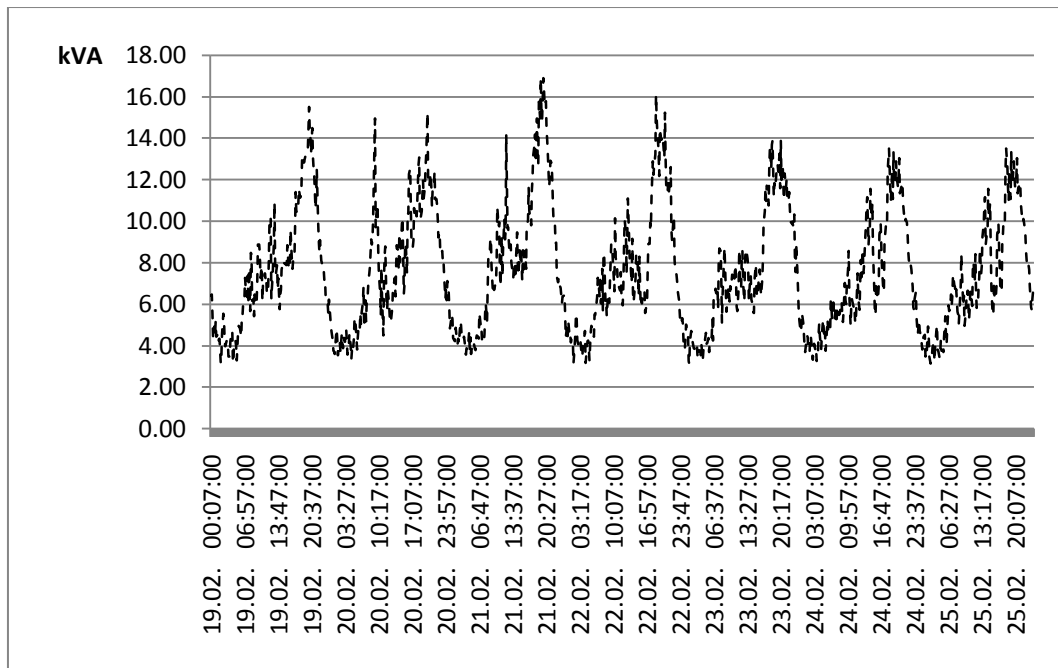


11 pav. Srovės asimetrijos koeficientų dažnis

Didžiausia srovės asimetrija yra 25-35% intervale, tačiau nedaug, bet asimetrija kartais gali būti iki 85%. Tai reiškia, kad namo įvadinio nulinio laido skerspjūvis negali būti mažesnis už fazinių laidų skerspjūvį. Tai lengvai išpildoma montuojant elektros instaliaciją elektros kabeliais, kurių laidų skerspjūvis yra vienodas.

3.2.9 Tilžės g. 26 namo elektros apkrovų grafikai

Iš surinktų duomenų buvo sudaromi daugiabučio gyvenamojo namo paros apkrovos grafikai, pavaizduoti 10 paveikslėlyje.

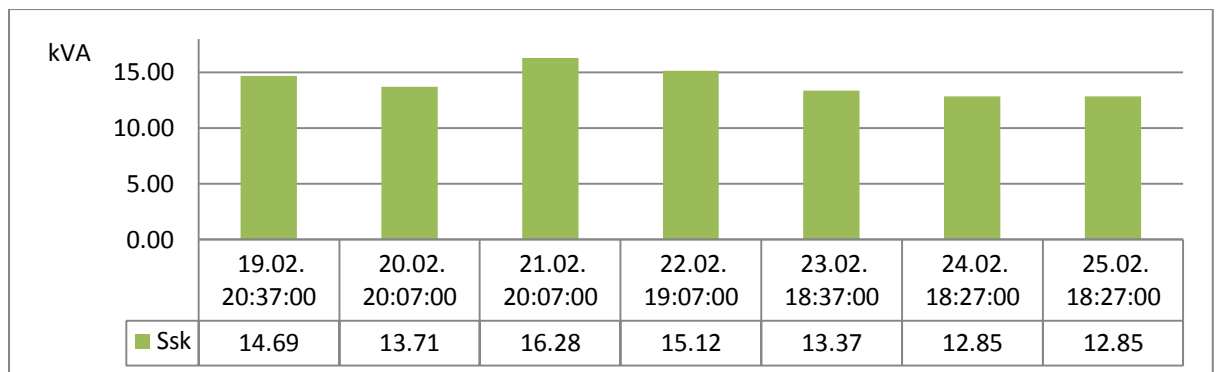


12 pav. Apkrovos grafikas 02 19-25 parą

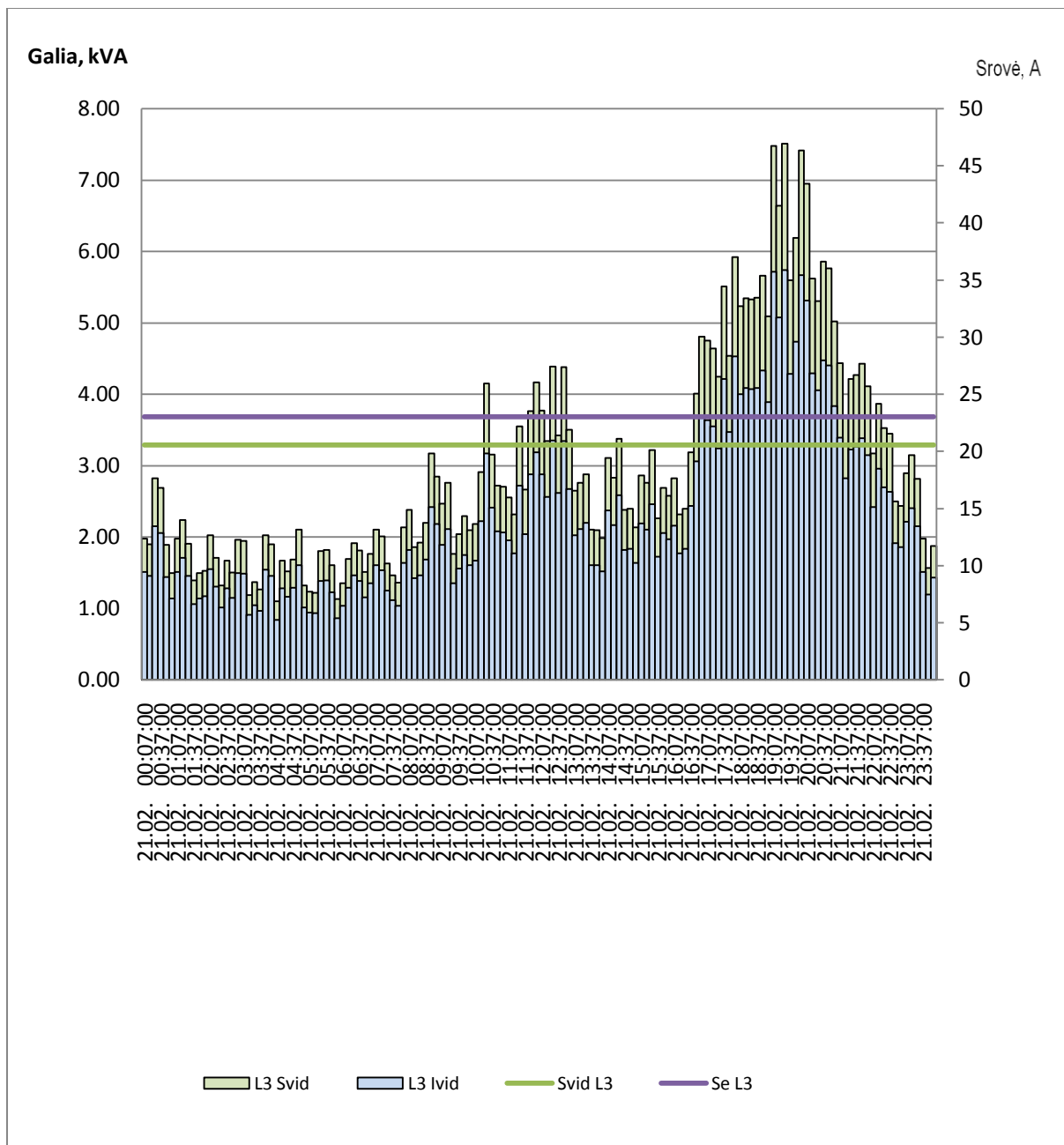
Daugiausiai buitiniu elektros imtuvų buvo naudojama vasario 21 dienos (sekmadieni) vakare, tačiau neviršijo 18 kVA ribos. Per visą savaitę užfiksuota maksimali galia buvo 6 kartus mažesnė už projektuojamą S_{sk} .

Plačiau išanalizuoti sekmadienio apkrovos grafiką, pateikiami visų trijų fazių L1, L2 ir L3 apkrovų grafikai.

Skaičiuojamoji maksimali apkrova. Tai didžiausia apkrova, kuri tęsiasi pusę valandos, Vasario 21d. maksimali apkrova kuri truko 30 min, buvo $S_{sk}=16,28$ kVA (11pav.). Tai pagrindinis dydis, kuriuo remiantis nustatomas generatoriaus, transformatoriaus nominali galia, įvertinus įtampos kritimus parenkamas laidininkų skepsjūvis. Pagal tyrimo duomenis skaičiuojamoji pilnoji nustatyta pagal trijų greta einančių laiko tarpų, per kuriuos buvo matuojama vidutinė srovė, didžiausias vidurkis. Jos trukmė nuo 19:57 iki 20:17.



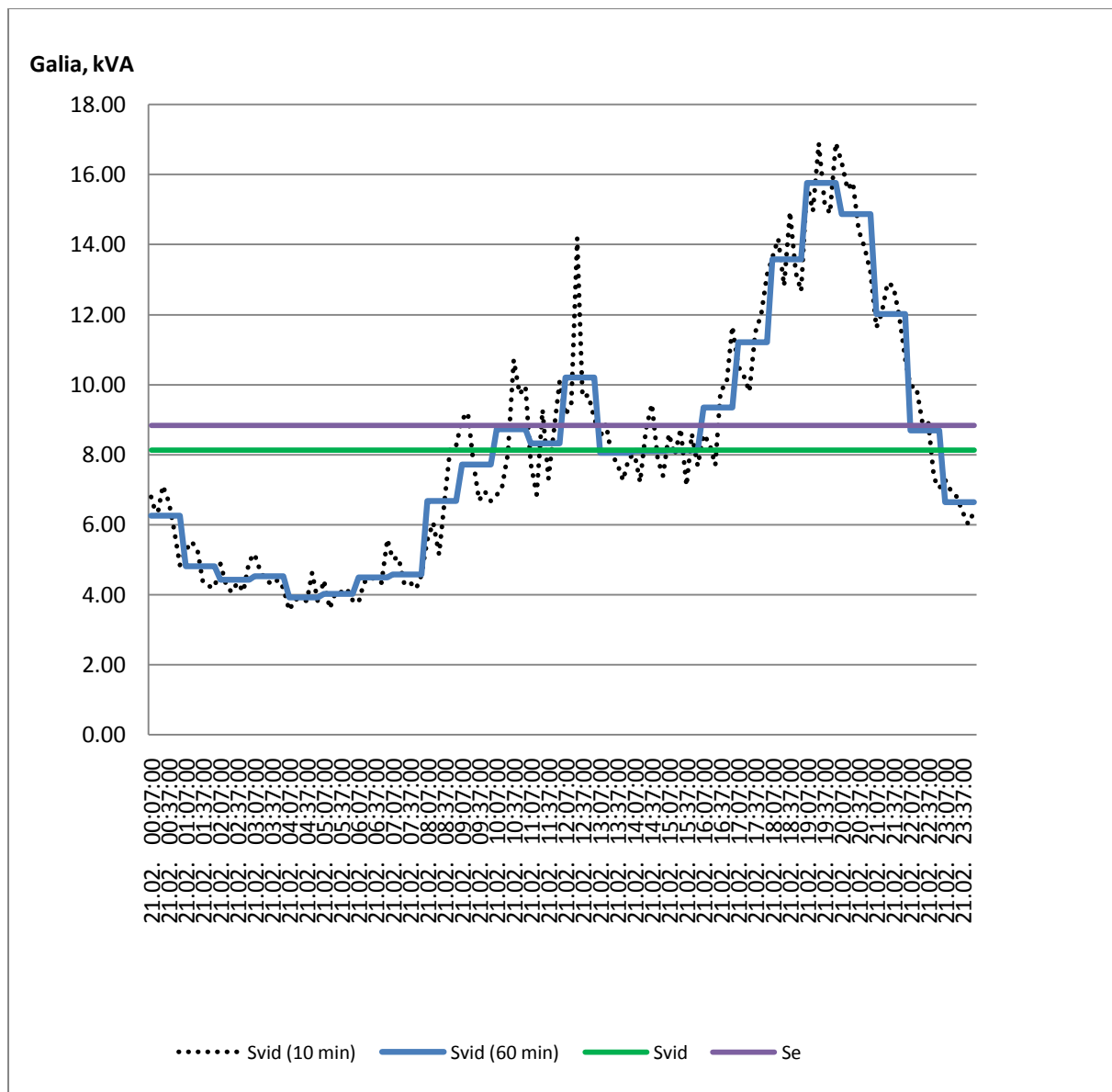
13 pav. Didžiausia skaičiuojamoji pilnoji galia per parą



c)

14 pav. Vasario 21 d. paros apkrovos grafikas a) L1 fazės b) L2 fazės c) L3 fazės

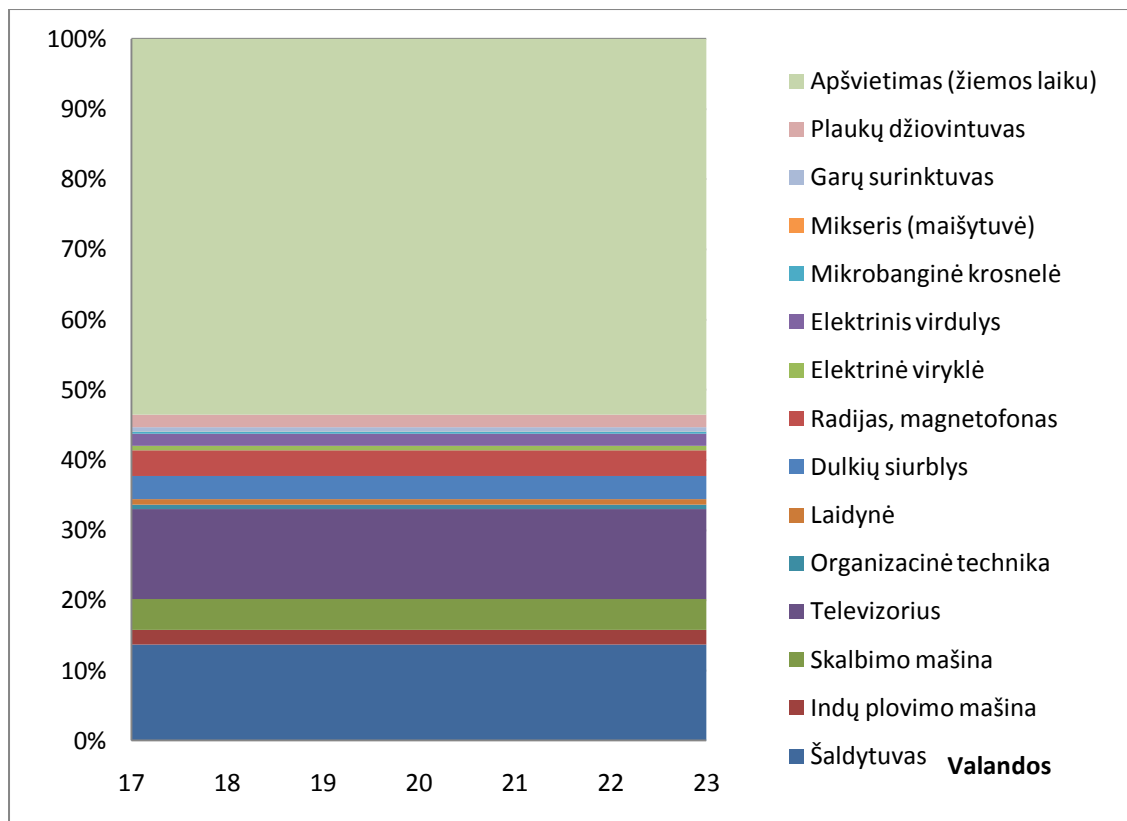
Visos trys fazės yra skirtingai apkrautos, nes butai yra vienfaziai “imtuvai”, prijungti prie skirtingų fazių. Labiausiai apkrauta yra L3 fazė ir didžiausias apkrovos pikas yra apie 19:00 valandą ir siekia 7,5 kVA. Gyvenamojo namo butų ir ir bendro naudojimo trifazė pilnoji galia vasrios 21d. paroje pavaizduota penktame paveiksle.



15 pav. Trifazė namo galia 02 21d dienos parą

Iki pat vakarinio piko namo apkrova tik kai kuriais trumpais momentais nedaug viršijo vidutinę galią. Nuo 17 valandos prasidėjo ryškus vakarinis pikas, kuris buvo akivaizdžiai didesnis už paros vidutinę galią.

Pasinaudojus anketos apklausos rezultatais, kada dažniausiai paroje yra naudojami buitiniai elektros prietaisai, galima išanalizuoti kokią elektros energijos dalį sunaudoja tam tikri buitiniai elektros imtuvai. 21 dieną nuo 17:00 iki 23:00 h buvo sunaudota 60 kWh. Elektros energijos sunaudojimo pasiskirstymas tarp buitinių elektros prietaisų pavaizduotas 16 paveiksle.



16 pav. Buitinių elektros imtuvų suvartojamos elektros energijos pasiskirstymas

Didžiąją dalį elektros energijos suvartojimo sudaro apšvietimas. Optimaliai naudojant apšvietimą (tauposios lemputės, apšvietimo įjungimas tose vietose ir patalpose kur reikia) galima sutaupyti elektros energijos. Taip pat 14% ir 13% suvartotos elektros energijos atitinkamai priklauso šaldytuvams bei televizoriams.

3.2.10 Elektros apkrovų koeficientų nustatymas

Naudojantis vasario 21 dienos duomenimis, pateikiamas elektros apkrovų koeficientų nustatymo pavyzdys.

Vidutinė galia S_{vid} :

čia ΔT – laiko tarpas, per kurį matuojama srovė, šiuo atveju tai bus 1/6 h arba 10 minučių;

n – matavimų skaičius. Per parą matuojant kas 10 minučių $n=144$.

Vidutinė aktyvioji galia:

Čia $U = 230 \text{ V}$;

$\cos\varphi = 0,91$;

Ekvivalenti pilnoji galia S_e – galia, kuri sukuria tokius pat nuostolius, kaip ir reali, kintančio dydžio galia per nagrinėjama laiko tarpą:

=8,84 kVA

=8,04 kVA

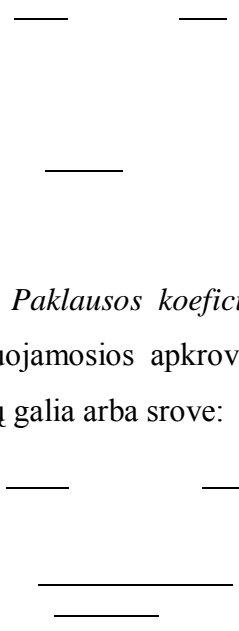
Apkrovos grafiko formos koeficientas. Šis koeficientas yra santykis tarp vidutinės kvadratinės (ekvivalentinės) srovės arba galios santykis su vidutine srove arba galia per tą patį laiko tarpą. Grafiko formos koeficientas charakterizuoja apkrovos grafiko netolygumą, grafiko formos koeficienta sbus minimalus, t.y. $K_{fa}=1$, kai apkrova bus pastovi, nes tuo atveju $P_e=P_{vid}$.

Naudojimo koeficientas. Tai pagrindinis koeficientas, kuriuo naudojamas skaičiuojant apkrovas. Imtuvo arba grupės imtuvų pilnosios galios naudojimo koeficientas k_{ns} arba K_{ns} vadinamas atskiro imtuvo arba imtuvų grupės vidutinės aktyviosios galios santykis su vardine aktyviaja galia:

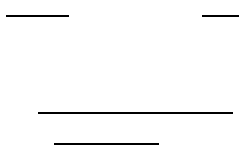
Viso namo vasario 23 d. laikant, kad butai yra atskiri elektros imtuvai, naudojimo koeficientas buvo:

Maksimumo koeficientas. Maksimumo koeficientas vadinamas skaičiuojamosios apkrovos (galios arba srovės) santykis su vidutine apkrova (galia arba srove) per tiriamąjį

laiko tarpą – per labiausiai apkrautą pamainą. Maksimumo koeficientas dažniausiai nustatomas grupiniams grafikams.



Paklausos koeficientas. Tai grupiniu apkrovos grafikų koeficientas išreikštas kaip skaičiuojamosios apkrovos (galios arba srovės) santykis su vardine (instaliuotąja) grupės imtuvų galia arba srove:



Visos savaitės dienų apkrovos koeficientai pateikti 16 lentelėje.

16 lentelė

Tilžės g. 26 namo elektros apkrovų, apkrovų grafikų ir apkrovų koeficientų reikšmės

Diena	Fazė	S_{vid} , kVA	S_e , kVA	S_{inst} , kVA	S_{sk} , kVA	K_{fa}	K_{na}	K_{ma}	K_{pa}
19	L1 fazės	2.58	2.78	321.12	5.39	1.077	0.008	2.088	0.017
	L2 fazės	1.91	2.11	321.12	4.10	1.105	0.006	2.141	0.013
	L3 fazės	2.85	3.06	321.12	5.61	1.075	0.009	1.971	0.017
	<i>Trifazės galios</i>	<i>7.62</i>	<i>8.15</i>	<i>963.36</i>	<i>14.69</i>	<i>1.070</i>	<i>0.008</i>	<i>1.928</i>	<i>0.015</i>
20	L1 fazės	2.72	2.99	321.12	6.14	1.098	0.008	2.252	0.019
	L2 fazės	2.18	2.46	321.12	4.26	1.126	0.007	1.948	0.013
	L3 fazės	2.80	3.01	321.12	4.93	1.076	0.009	1.759	0.015
	<i>Trifazės galios</i>	<i>7.71</i>	<i>8.25</i>	<i>963.36</i>	<i>13.71</i>	<i>1.070</i>	<i>0.008</i>	<i>1.777</i>	<i>0.014</i>
21	L1 fazės	2.69	2.91	321.12	5.09	1.083	0.008	1.897	0.016
	L2 fazės	2.15	2.39	321.12	5.12	1.112	0.007	2.384	0.016
	L3 fazės	3.29	3.68	321.12	7.92	1.119	0.010	2.406	0.025
	<i>Trifazės galios</i>	<i>8.13</i>	<i>8.84</i>	<i>963.36</i>	<i>16.28</i>	<i>1.088</i>	<i>0.008</i>	<i>2.003</i>	<i>0.017</i>
22	L1 fazės	2.62	2.89	321.12	5.63	1.101	0.008	2.148	0.018
	L2 fazės	1.89	2.07	321.12	3.92	1.094	0.006	2.070	0.012
	L3 fazės	3.06	3.33	321.12	5.65	1.089	0.010	1.844	0.018
	<i>Trifazės galios</i>	<i>7.58</i>	<i>8.17</i>	<i>963.36</i>	<i>15.12</i>	<i>1.078</i>	<i>0.008</i>	<i>1.996</i>	<i>0.016</i>
23	L1 fazės	2.53	2.69	321.12	4.24	1.067	0.008	1.678	0.013
	L2 fazės	1.78	1.95	321.12	3.25	1.094	0.006	1.823	0.010
	L3 fazės	3.18	3.55	321.12	6.84	1.115	0.010	2.147	0.021
	<i>Trifazės galios</i>	<i>7.49</i>	<i>8.05</i>	<i>963.36</i>	<i>13.37</i>	<i>1.074</i>	<i>0.008</i>	<i>1.784</i>	<i>0.014</i>

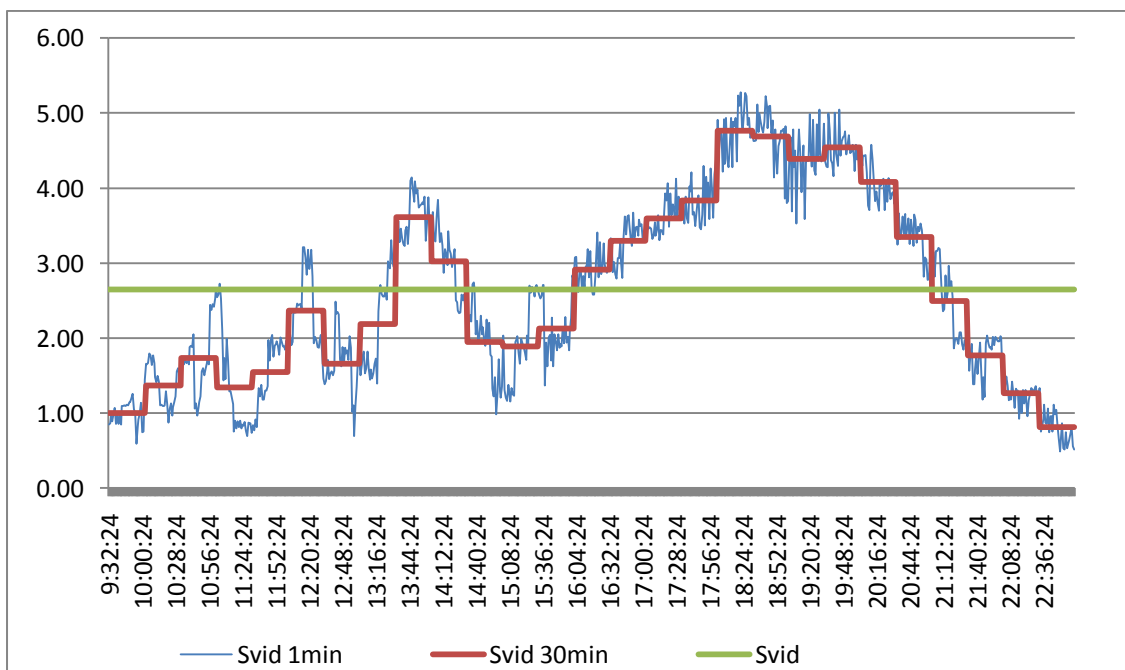
24	L1 fazės	2.36	2.52	321.12	4.61	1.069	0.007	1.957	0.014
	L2 fazės	1.80	1.98	321.12	3.52	1.097	0.006	1.955	0.011
	L3 fazės	3.05	3.35	321.12	5.59	1.097	0.009	1.834	0.017
	<i>Trifazės galios</i>	<i>7.21</i>	<i>7.70</i>	<i>963.36</i>	<i>12.85</i>	<i>1.069</i>	<i>0.007</i>	<i>1.783</i>	<i>0.013</i>
25	L1 fazės	2.35	2.52	321.12	4.61	1.072	0.007	1.964	0.014
	L2 fazės	1.82	2.01	321.12	3.52	1.101	0.006	1.934	0.011
	L3 fazės	3.06	3.36	321.12	5.59	1.098	0.010	1.826	0.017
	<i>Trifazės galios</i>	<i>7.23</i>	<i>7.74</i>	<i>963.36</i>	<i>12.85</i>	<i>1.070</i>	<i>0.008</i>	<i>1.777</i>	<i>0.013</i>

Viso namo trifazio tinklo vidutiniai apkrovos koeficientai: $K_{fa}=1,074$, $K_{na}=0,008$, $K_{ma}=1,864$, $K_{pa}=0,015$.

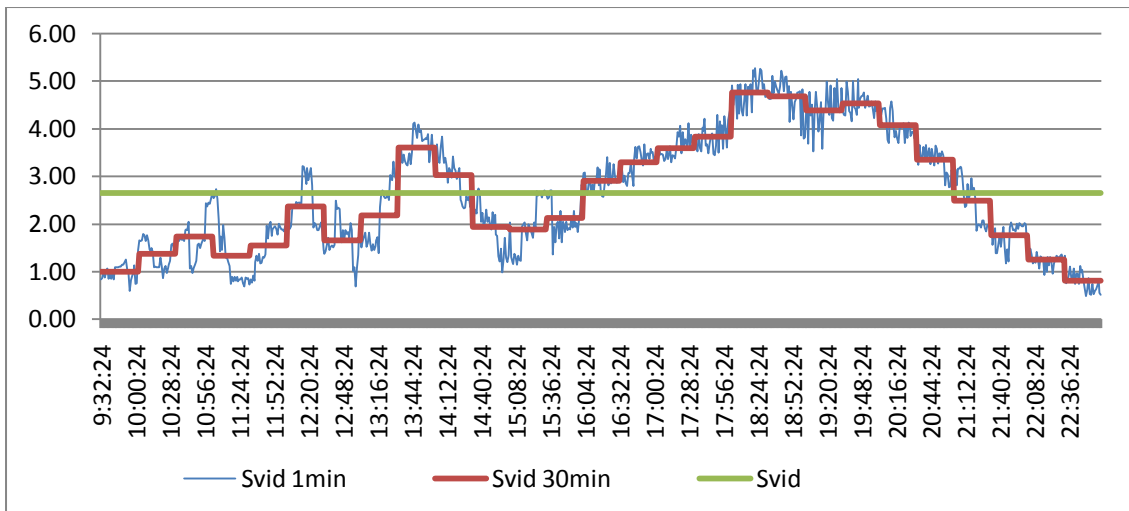
3.3. Cvirkos g. 20 namo tyrimas

Namas statytas 1985 metais. Elektros tinklo renovacija neatlikta. Namas yra 60 butų, penkių laiptinių, po 15 butų kiekviename. Šiuo tyrimu siekta išsiaiškinti kaip mažas butų skaičius įtakoja vienos fazės apkrovą. Prie vieno trifazio magistralinio stovo yra prijungta 15 butų, po 5 butus prie kiekvienos iš trijų L1, L2 ir L3 fazių. Tyrimas atliktas 2010 metų sausio 24 dieną, sekmadienį. Sekmadienis pasirinktas todėl, kad Tilžės g. 26 namo didžiausios apkrovos buvo sekmadienio vakare.

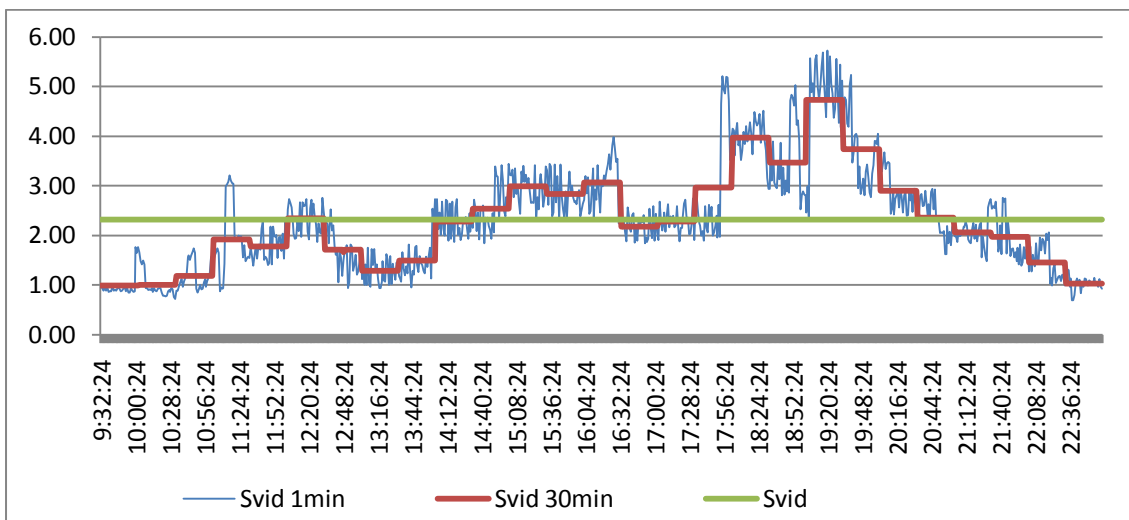
Elektros apkrovų duomenys buvo surinkti elektros tinklo analizatoriumi, nustačius, kad vidutinė srovė ir įtampa ($I_{average}$, $U_{average}$), bus matuojama kas 1 minutę.



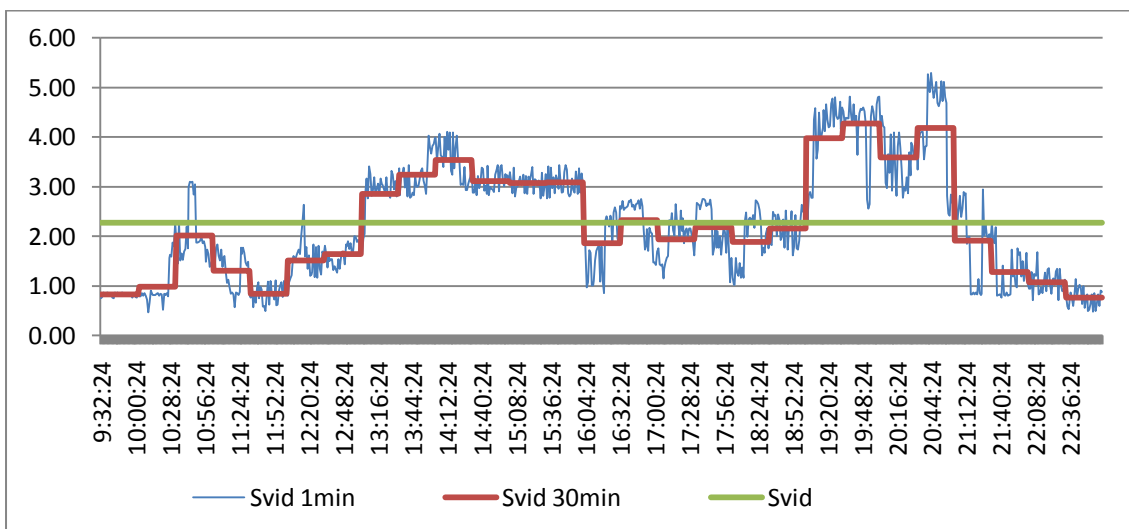
17 pav. Cvirkos g. 20 namo 2010 sausio 24 dienos apkrovos grafikas



a)



b)



c)

18 pav. Cvirkos g. 20 namo 2010 sausio 24 dienos apkrovos grafikas a) L1 fazės b) L2 fazės c) L3 fazės

Pasinaudojant 3.7, 3.8 ir 3.10 formulėmis nustatomi elektros apkrovų koeficientai ir pateikiami 17 lentelėje.

17 lentelė

Cvirkos g. 20 namo elektros apkrovų, apkrovų grafikų ir apkrovų koeficientų reikšmės

Fazė	S_{vid} , kVA	S_{inst} , kVA	S_{sk} , kVA	K_{na}	K_{ma}	K_{pa}
L1 fazės	2,65	69,75	4,77	0,04	1,80	0,07
L2 fazės	2,32	69,75	4,73	0,03	2,04	0,07
L3 fazės	2,28	69,75	4,28	0,03	1,88	0,06
<i>Trifazės galios</i>	<i>7,24</i>	<i>209,25</i>	<i>13,11</i>	<i>0,03</i>	<i>1,81</i>	<i>0,06</i>

Cvirkos g. 20 namo apkrovos koeficientų reikšmės panašios i Tilžės g. 26 namo apkrovos koeficientų reikšmes. Tai galima paaiškinti tuom, kad Tilžės g. 26 name apie 1/3 butų yra retai gyvenami ir suvartoja mažai elektros energijos taip pat ir atitinkamai šių butų skaičiuojamosios galios dedamoji ir maža. Cvirkos g. 20 name 15 butų, prijungtų prie tirtos magsitralinio stovo, yra aktyvūs elektros energijos vartotojai.

Kiekviename daugiabučiame name yra butų, kurie suvartoja santykinai mažai elektros energijos ir gali būti negyvenami. Jų skaičius yra atsitiktinis dydis ir laikui begant jis nuolat kinta. Projektinė skaičiuojamoji namo galia turi būti nustatoma tariant, kad visi namo butai yra aktyvūs elektros energijos vartotojai.

Norint nustatyti realią namo skaičiuojamąją galią galima priimti, kad dalis butų suvartos mažą kiekį elektros energijos ir remiantis Tilžės g. 26 namo pavydžiu nustatyti esamas skaičiuojamąsias apkrovas.

3.4. Elektros energijos suvartojimas ir maksimali galia

Skaičiuojamoji galia gali būti nustatoma pagal metini elektros energijos suvartojimą naudojantis *Velandario* formulę. Tradiciškai ši formulė naudojama Šiaurės šalyse (Danija, Islandija, Norvegija, Suomija bei Švedija).

čia W_a – metinis elektros nergijos suvartojiams, kWh;

k_1 ir k_1 - empiriškai nustatomi koeficientai.

Vidutinę galią apibūdina formulės dėmuo \bar{P} , o dėmuo P_{\max} apibūdina galios padidėjimą iki maksimalios reikšmės dėl prietaisų vartojimo ypatumų.

Ši formulė geriausiai veikia tada, kai visi vartotojai yra tos pačios kategorijos (su deujine virykle, su elektrin virykle, suelektriniu šildymu ir t.t.). Linijai, kuri maitina skirtingo tipo vartotojus, gali būti naudojama ši formulė:

—

Atlikto tyrimo metu metu didžiausia užfiksuota galia $P_{\max}=16,81$ kW, $P_{\text{vid}}=7,4$ kW. 2009m metinis elektros energijos kiekis suvartotas name yra 58509 kWh. Tuomet $k_1=0,000127$, $k_2=0,0306$.

Lentelėje nr.18 pateikti duomenys parodo kokia maksimali skaičiuojamoji aktyvioji galia gali būti pasiekama atitinkamai suvartojus tam tikra elektros energijos kiekį.

18 lentelė

Maksimali skaičiuojamoji aktyvioji galia pagal Velanderio formulę

W_a , MWh	58,5	60,0	70,0	80,0	90,0	10,00	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0
P_{\max} , kW	14,83	14,93	15,53	16,09	16,61	17,11	17,58	18,03	18,46	18,88	19,28

4. Išvados

1. Nustatant skaičiuojamąsias namo galias pagal šiuo metu patvirtintą metodiką, namo butų skaičiuojamoji galia dėl pakitusių koeficientų, apkrovų dydžių ir prietaisų skaičiaus skiriasi 2,5 karto.
2. Būtina renovuoti gyvenamųjų namų elektros tinklus, nes kabelių ilgalaikė leistinoji srovė daug kartų mažesnė už galimą maksimalią namo apkrovą, dėl elektros tinko susidėvėjimo dažni įtampos trūkiai namų ūkiuose.
3. Dėl didelio daugiabučių gyvenamųjų namų, statytų iki 1990 metų, kiekio, kruis siekia net 93%, būtina renovuojant pastatus renovuoti ir elektros tinklą.
4. Nustatant skaičiuojamąsias gyvenamojo namo apkrovas laikoma, kad apkrovos bus maksimalaus dydžio. Tačiau realiai namų ūkiai suvartoja vidutiniškai iki 6 kartų mažiau elektros energijos.
5. Didžiausią įtaką namų ūkio elektros suvartojimui turi gyventojų skaičius ir gaunamos pajamos. Gaunamos pajamos turi du veiksnius: mažos namų ūkio pajamos verčia taupyti elektros energiją, didesnės – suteikia galimybę vartotojui įsigyti daugiau buitinių elektros prietaisų.
6. Dėl mažo elektros energijos suvartojimo namų ūkiuose, daugiabučių gyvenamųjų namų elektros tinklai atlaiko esamas apkrovas.
7. Dėl didelės srovės asimetrijos reikšmės namo trifaziame elektros tinkle, būtina naudoti tokio pat skeprspjūvio nulinį laidininką kaip ir fazinį laidą.
8. Pagal binominį pasiskirstymą, didžiausia tikimybė, kad namų ūkyje veiks ne daugiau kaip 6 buitiniai elektros imtuvai. Todėl butų elektros įvadas turi būti projektuojamas $P_{sk}=5$ kW (su dujine virykle) ir $P_{sk}=8$ kW su elektrine virykle. Šiuo metu metodika leidžia 25% procentais sumažinti nurodytą galią.
9. Nuosavų gyvenamųjų namų kvartalas elektros apkrovų požiūriu gali būti traktuojamas kaip daugiabutis namas
10. Atlikus tyrimą gyvenamojo namo didžiausia skaičiuojamoji galia per 7 tiriamąsias dienas buvo išaugusi tik iki 14,8kVA. Tai lėmė žemi naudojimo, maksimumo, paklausos bei maksimumo nevienalaikiškumo koeficientai.
11. Patogiausias ir greičiausiai nustatomas elektros energijos vartojimo rodiklis – metinis elektros energijos suvartojimas. Orientacinis preliminarus maksimalios skaičiuojamosios

galios nustatymas daugiabučiui namui gali būti atliekamas pasinaudojant *Velanderio* formule ir nustatytais koeficientais.

12. Projektuojant gyvenamuosius namus butina laikytis nustatytų skaičiuojamųjų galių bei koeficientų reikšmių. Tačiau populiarėjant atsinaujinantiems elektros energijos šaltiniams (saulės, vėjo), optimalios galios vėjo ar saulės elektrinę galima parinkti remiantis realiomis skaičiuojamosiomis ir vidutinėmis namo apkrovomis.
13. Elektros apkrovos namų ūkiuose yra nuolat besikeičiantis dydis ne tik paros savaitės laikotarpyje, bet ir einant metams maksimalios skaičiuojamosios apkrovos kinta. Todėl apkrovų nustatymo koeficientai turi būti nuolat tikslinami, kad būtų užtikrintas komfortiškas elektros energijos vartojimas.

5. Literatūros sąrašas

1. „SKAIČIUOJAMŲJŲ ELEKTROS APKROVŲ NUSTATYMO METODIKA“, patvirtinta Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2007 m. gruodžio 27 d. įsakymu Nr. 4-542.
2. „ELEKTROS ENERGIJOS TIEKIMO IR NAUDOJIMO TAISYKLĖS“ patvirtinta Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2010 m. vasario 11 d. įsakymu Nr. 1-38.
3. „ENERGY SIMULATION IN BUILDING DESIGN“, Joe A. Clarke, Oxford, 2001.
4. <http://www.google.com/books?hl=lt&lr=&id=c379OAsByIEC&oi=fnd&pg=PR9&dq=A+method+of+formulating+energy+load+profiles+for+domestic+buildings+in+the+UK,+Energy+and+Buildings&ots=Pp0HTxsEKZ&sig=1FrLJ8PDO2oethBeE9nqfxehz6I#v=onepage&q=&f=false>.
5. „Įmonių elektros įrenginiai ir tinklai (teorija, projektavimas, pavyzdžiai)“, Jonas Šatas, Klaipėda, 2003.
6. „Elektrotechnikos pagrindai ir elektriniai matavimai“, O.Leonova, V.Safanovas, Vilnius, 1977.
7. „Energos poreikių prognozavimas“, Vaclovas Miškinis, Algimantas Navickas, Kaunas, 2004.
8. „Statistikos praktikos darbai“, L.Griuvienė, Vilnius, 2003
9. „Analysing Load Demand in Households“, Juozas Abaravicius, Jurek Pyrko, Kerstin Sernhed, Lund University, Department of Energy Sciences.
10. „Energetinės sistemos plėtros analizei skirtų modelių apžvalga“, Dalius Tarvydas, 2005.
11. Elektros erdvės 17 Nr. Srovės skirtuminės apsaugos įtaisų naudojimo praktika
12. „NORMINIAIS TEISĖS AKTAIS NUSTATYTŲ ENERGIJOS KOKYBĖS REIKALAVIMŲ LAIKYMOŠI KONTROLĖS METODINIAI NURODYMAI“, Valstybinės energetikos inspekcijos prie Ūkio ministerijos viršininko 2003-01-08 įsakymu Nr. 02
13. „The Alsaka village electric load calculator“, M. Devine, E.I. Baring-Gould, National Renewable Energy Laboratory, 2004.

PRIEDAI

2009 metų vasario 21 dienos paros Tilžės g. 26 namo elektros apkrovų duomenys

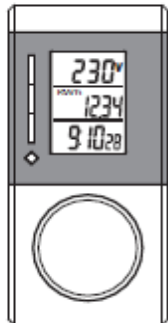
Laikas	$I_{\min} L_1, A$	$I_{\text{vid}} L_1, A$	$I_{\text{maks}} L_1, A$	$I_{\min} L_2, A$	$I_{\text{vid}} L_2, A$	$I_{\text{maks}} L_2, A$	$I_{\min} L_3, A$	$I_{\text{vid}} L_3, A$	$I_{\text{maks}} L_3, A$
21.02. 00:07:00	9.72	12.56	17.98	6.74	7.53	14.9	8.05	9.45	18.07
21.02. 00:17:00	10.3	11.89	21.98	4.66	6	12.8	7.28	9.08	15.82
21.02. 00:27:00	9.91	11.37	19.72	4.79	6.07	17.65	11.86	13.47	23.16
21.02. 00:37:00	8.9	10.12	18.5	5.24	6.03	11.19	10.12	12.83	21
21.02. 00:47:00	10.42	11.58	23.04	3.51	4.94	14.14	7.74	9.02	17.56
21.02. 00:57:00	7.53	8.84	18.44	4.18	5.09	12.95	5.76	7.13	14.63
21.02. 01:07:00	6.1	7.92	15.24	4.45	5.52	12.4	6.37	9.45	19.69
21.02. 01:17:00	6.98	7.59	17.8	4.75	5.7	15.79	9.36	10.7	17.74
21.02. 01:27:00	6.31	8.23	17.65	4.63	5.52	6.49	5.91	9.11	18.44
21.02. 01:37:00	6.25	7.28	15.33	4.15	5.09	14.02	5.82	6.64	15.39
21.02. 01:47:00	5.82	7.22	16.79	3.32	4.08	8.99	5.82	7.13	14.96
21.02. 01:57:00	5.85	7.16	16.55	3.08	3.84	15.06	5.3	7.31	17.19
21.02. 02:07:00	6.1	7.04	16.49	3.35	4.48	12.13	8.78	9.69	18.99
21.02. 02:17:00	5.21	5.85	13.9	3.78	4.48	13.01	4.85	8.17	17.1
21.02. 02:27:00	5.21	7.01	16.85	3.05	4.42	12.98	4.24	6.31	16.52
21.02. 02:37:00	5.49	6.07	13.47	3.23	4.79	12.83	6.71	7.99	17.28
21.02. 02:47:00	4.45	6.07	15.64	3.63	4.51	14.29	5.52	7.19	16.28
21.02. 02:57:00	5.76	7.56	16.7	3.54	4.66	12.89	7.71	9.36	18.01
21.02. 03:07:00	6	6.98	16.73	5.24	6.19	14.72	7.62	9.3	18.07
21.02. 03:17:00	7.95	8.84	16.31	4.69	5.76	14.48	4.45	5.67	14.05
21.02. 03:27:00	5.39	6.46	8.26	4.66	6.13	16.95	3.57	6.55	13.35
21.02. 03:37:00	5.55	7.5	17.46	3.78	5.12	9.97	3.84	6.03	15.82
21.02. 03:47:00	4.91	5.94	13.14	2.99	3.63	11.7	8.14	9.66	17.74
21.02. 03:57:00	4.88	5.7	14.39	2.96	3.44	10.45	6.25	9.08	17.95
21.02. 04:07:00	5.46	6.64	17.62	3.02	3.57	12.95	4.54	5.24	13.2
21.02. 04:17:00	4.54	5.64	13.93	2.86	3.17	13.04	4.54	7.99	16.98
21.02. 04:27:00	4.45	5.39	13.32	3.26	4.11	11.89	4.69	7.25	15.73
21.02. 04:37:00	4.33	5.43	13.65	2.5	3.11	11.83	7.13	8.05	17.1
21.02. 04:47:00	5.03	6.19	16.95	3.29	3.9	10.97	9.05	10.06	18.41
21.02. 04:57:00	4.66	5.52	13.17	3.78	4.57	15.64	4.66	6.31	15.64
21.02. 05:07:00	4.79	6.43	16.25	5.06	6.86	18.26	4.6	5.91	13.65
21.02. 05:17:00	4.85	6.25	16.67	2.1	3.57	7.99	4.6	5.82	14.51
21.02. 05:27:00	5.52	7.22	16.46	1.43	1.83	2.44	7.22	8.63	16.95
21.02. 05:37:00	5.33	6.43	15	1.25	2.59	10.15	7.59	8.69	16.73
21.02. 05:47:00	5.88	6.74	17.65	2.74	3.72	13.04	4.24	7.68	18.2
21.02. 05:57:00	5.58	6.4	13.35	4.15	4.91	15.67	4.05	5.39	14.51
21.02. 06:07:00	5.18	5.94	15.09	3.14	4.02	11.67	4.82	6.46	15.97
21.02. 06:17:00	5.55	7.56	32.67	2.8	3.2	10.73	5.73	8.08	12.68
21.02. 06:27:00	4.42	6.34	15.7	2.35	4.05	15.12	7.62	9.14	18.01
21.02. 06:37:00	4.72	6.22	26	3.2	4.45	15.94	6.4	8.66	16.89
21.02. 06:47:00	4.6	6	15.54	4.3	5.64	11.28	5.61	7.22	16.67
21.02. 06:57:00	5.64	8.38	20.24	3.87	7.47	18.77	7.07	8.44	18.84
21.02. 07:07:00	5.24	6.31	14.75	4.91	5.39	13.44	7.01	10.06	18.23
21.02. 07:17:00	5.49	8.29	23.38	2.13	4.15	8.78	8.23	9.6	17.43
21.02. 07:27:00	5.73	7.86	17.8	2.04	3.02	13.23	5.18	7.8	15.7
21.02. 07:37:00	5.3	7.19	14.96	3.87	4.72	13.9	5.27	6.98	15.48
21.02. 07:47:00	5.55	7.56	16.67	3.05	4.08	9.78	5.09	6.49	17.62

21.02. 07:57:00	4.42	5.79	14.75	2.59	3.81	13.78	6.67	10.21	18.99
21.02. 08:07:00	5.67	9.27	16.28	2.74	3.54	10.88	8.78	11.37	20.76
21.02. 08:17:00	5.88	12.86	21.03	3.29	4.54	12.44	6.16	8.9	19.54
21.02. 08:27:00	5.67	8.75	18.44	3.2	4.48	13.41	4.97	9.17	23.96
21.02. 08:37:00	5.15	6.86	14.36	3.6	12.13	27.7	5.88	10.52	23.71
21.02. 08:47:00	5.88	8.99	19.75	5.09	11.55	21.85	7.19	15.15	33.25
21.02. 08:57:00	6.37	10.52	19.45	5.58	11.76	23.32	10.52	13.62	27.37
21.02. 09:07:00	5.61	12.19	24.38	13.5	15.18	25.78	7.47	11.8	17.74
21.02. 09:17:00	6.98	11.12	19.6	8.99	15.64	23.5	5.82	13.2	26.18
21.02. 09:27:00	6.83	12.62	25.42	7.68	12.95	24.08	5.88	8.44	18.01
21.02. 09:37:00	5.06	6.31	14.87	7.16	13.01	19.51	6.22	9.75	17.89
21.02. 09:47:00	6.28	7.19	15.79	7.01	12.1	21.09	9.81	10.94	19.84
21.02. 09:57:00	6.95	8.17	18.13	5.58	10.85	17.65	7.1	10.03	17.83
21.02. 10:07:00	6.83	10.94	20.36	5.15	8.38	16.18	7.68	10.42	25.33
21.02. 10:17:00	6.22	9.3	16.18	5.24	7.53	20.79	8.59	13.9	26.85
21.02. 10:27:00	6.58	8.05	17.1	5.79	7.01	14.57	14.63	19.84	28.31
21.02. 10:37:00	7.28	18.1	31.73	7.95	13.38	24.11	11.03	15.06	23.71
21.02. 10:47:00	9.17	12.92	25.27	8.66	16.4	24.14	10.42	13.01	24.99
21.02. 10:57:00	8.66	11.64	19.35	8.23	18.71	30.2	8.87	12.92	20.33
21.02. 11:07:00	8.69	11.25	18.1	6.98	10.18	18.35	7.83	12.19	21.21
21.02. 11:17:00	8.84	10.55	21	6.67	8.23	15.42	8.96	11.06	18.59
21.02. 11:27:00	8.05	13.72	22.86	6.25	9.66	17.74	12.34	16.98	29.35
21.02. 11:37:00	7.62	10.91	22.46	6.19	8.17	16.31	10.94	12.74	20.36
21.02. 11:47:00	7.68	10.82	20.05	6.95	8.72	19.87	8.87	17.98	27.98
21.02. 11:57:00	8.35	9.2	18.04	8.08	14.75	24.87	8.78	19.9	36.51
21.02. 12:07:00	8.11	8.96	17.28	8.02	12.71	23.77	16.34	18.01	26.76
21.02. 12:17:00	9.11	11.12	21.43	8.02	14.11	27.8	8.44	16	33.5
21.02. 12:27:00	11.52	19.96	26.15	14.93	20.76	31.64	12.28	20.97	35.11
21.02. 12:37:00	7.53	11.03	18.56	6.92	14.54	30.84	10.27	16.37	26.85
21.02. 12:47:00	7.44	9.6	18.13	6.95	11.67	20.51	13.78	20.91	33.04
21.02. 12:57:00	7.68	9.54	19.81	6.49	13.08	28.89	15.12	16.73	23.53
21.02. 13:07:00	7.71	11.55	21.09	6.13	12.8	33.28	7.56	12.65	24.47
21.02. 13:17:00	7.92	10.33	21.21	6.43	15.09	30.91	10.67	13.2	20.79
21.02. 13:27:00	8.35	12.44	22.62	5	8.69	16.06	11.37	13.75	27.67
21.02. 13:37:00	11.34	14.75	23.47	6.92	8.9	15.85	7.62	10.06	17.89
21.02. 13:47:00	9.3	11.92	31.15	7.59	9.63	22.49	8.9	10.03	19.72
21.02. 13:57:00	11.7	16.61	27.83	6.43	8.35	17.22	8.47	9.48	17.34
21.02. 14:07:00	9.45	11.22	18.26	6.28	8.69	15.48	8.81	14.84	22.62
21.02. 14:17:00	7.68	9.54	20.42	5.64	8.32	15.67	12.56	13.53	21.06
21.02. 14:27:00	8.05	13.47	23.22	7.16	8.29	18.53	13.75	16.15	25.27
21.02. 14:37:00	10.06	20.21	34.99	8.38	9.51	16.21	9.54	11.37	19.96
21.02. 14:47:00	8.96	13.68	24.29	7.59	9.05	20.88	8.38	11.46	19.63
21.02. 14:57:00	8.69	11.34	26.39	9.33	10.64	17.31	8.41	10.21	18.96
21.02. 15:07:00	9.02	11.92	19.69	9.02	11.76	21.4	11.37	13.68	21.46
21.02. 15:17:00	8.47	9.66	11.58	8.93	11.89	25.36	12.34	13.17	21.58
21.02. 15:27:00	9.33	12.62	23.1	8.96	10	14.57	10.36	15.36	33.16
21.02. 15:37:00	10.12	11	20.12	8.17	9.14	14.2	9.17	10.79	18.56
21.02. 15:47:00	9.66	11.09	20.3	8.99	13.41	25.88	10.18	12.86	22.07
21.02. 15:57:00	8.93	11.12	22.25	9.14	9.97	17.04	10.52	12.31	19.48
21.02. 16:07:00	9.3	12.59	38.52	8.78	11.22	25.51	11.67	13.5	24.23
21.02. 16:17:00	12.01	14.57	22.98	9.11	10.52	18.62	9.57	11.06	20.05
21.02. 16:27:00	11.12	12.37	18.9	8.29	9.66	17.28	9.72	11.46	19.87

21.02.	16:37:00	10.91	18.59	28.16	7.22	9.02	16.98	9.69	15.21	24.05
21.02.	16:47:00	10.64	16.18	23.16	6.67	8.2	16.21	14.05	19.14	31
21.02.	16:57:00	10.15	17.22	26.79	7.13	10.48	19.38	21.67	22.98	31.33
21.02.	17:07:00	8.56	12.28	25.08	8.96	10.73	19.69	17.37	22.71	35.75
21.02.	17:17:00	9.84	13.93	28.95	7.13	8.53	16.7	15.3	22.19	36.54
21.02.	17:27:00	9.36	14.9	32.25	6.43	7.47	11.86	16.61	20.27	28.04
21.02.	17:37:00	9.23	13.72	24.08	6.25	9.97	24.9	20.18	26.33	36.91
21.02.	17:47:00	11.67	19.02	37.09	8.96	11.43	19.87	17.68	21.7	32.92
21.02.	17:57:00	11.61	16.28	27.8	8.53	12.53	19.57	22.52	28.31	35.87
21.02.	18:07:00	12.86	20.12	34.93	10.85	14.17	20.69	21.52	24.99	32.61
21.02.	18:17:00	13.08	21.94	37.15	12.4	14.14	22.13	22.1	25.54	34.17
21.02.	18:27:00	12.89	17.71	32.15	11.7	12.62	21.73	21.76	25.45	38.4
21.02.	18:37:00	14.84	26.76	40.66	11.46	12.62	21.46	22.13	25.57	38.28
21.02.	18:47:00	12.92	16.92	28.44	12.16	13.41	20.3	22.58	27.06	37.52
21.02.	18:57:00	15.42	17.92	29.53	10.91	12.86	18.62	21.94	24.32	34.41
21.02.	19:07:00	15	17.49	25.3	10.94	15.24	28.68	23.71	35.75	49.83
21.02.	19:17:00	14.63	18.93	26.79	12.77	14.36	26.18	23.83	31.73	45.81
21.02.	19:27:00	15.88	24.41	34.14	11.34	13.17	21.94	25.11	35.87	47.42
21.02.	19:37:00	21.58	26	34.62	10.48	13.2	26.09	20.82	26.76	39.5
21.02.	19:47:00	14.08	19.81	38.86	9.88	15.33	29.96	19.99	29.59	39.8
21.02.	19:57:00	15.3	18.38	28.1	10.06	19.69	28.62	24.78	35.42	50.17
21.02.	20:07:00	15.24	17.43	25.54	18.87	20.45	28.92	24.05	33.22	46.45
21.02.	20:17:00	15.33	18.62	27.03	19.96	22.28	29.53	20.54	26.85	43.89
21.02.	20:27:00	14.78	19.14	27	14.84	24.08	32.12	20.76	25.36	35.17
21.02.	20:37:00	14.11	16.46	25.48	13.72	18.2	29.56	21.79	27.98	35.45
21.02.	20:47:00	13.38	15.88	24.29	13.04	17.07	30.08	22.92	27.52	37.03
21.02.	20:57:00	14.2	19.6	28.83	11.73	13.87	22.31	22.01	23.99	32.67
21.02.	21:07:00	14.42	15.67	25.78	11.92	13.72	23.5	17.13	21.21	31.18
21.02.	21:17:00	15.3	20.91	32.03	12.04	13.78	24.44	16	17.65	26.88
21.02.	21:27:00	15.97	22.95	34.87	11.16	13.04	23.01	17.22	20.15	26.49
21.02.	21:37:00	16.92	22.58	33.07	11	12.68	19.99	17.4	20.39	29.08
21.02.	21:47:00	13.26	16.79	25.39	12.04	13.99	20.27	18.71	21.15	31.67
21.02.	21:57:00	13.04	14.72	23.83	9.72	12.31	18.87	15.6	19.66	30.17
21.02.	22:07:00	13.5	17.07	24.14	9.84	11.06	20.97	13.99	15.15	23.35
21.02.	22:17:00	11.37	12.74	20.54	10.45	11.98	19.41	14.48	18.47	27.74
21.02.	22:27:00	10.85	12.1	23.65	8.56	9.91	19.14	15.45	16.85	24.99
21.02.	22:37:00	11	12.83	22.86	8.59	9.75	17.74	15	16.46	25.3
21.02.	22:47:00	9.75	10.85	19.23	8.2	9.05	15.88	10	11.95	23.26
21.02.	22:57:00	10.06	10.58	17.71	7.25	8.44	16.92	10.15	11.64	20.57
21.02.	23:07:00	9.84	10.76	20.42	6.46	7.07	13.99	10	13.84	23.86
21.02.	23:17:00	7.86	9.14	17.25	5.46	6.13	12.59	14.11	15.03	23.47
21.02.	23:27:00	7.68	9.14	15.09	5.73	6.95	14.42	11.46	13.44	21.82
21.02.	23:37:00	8.35	10	20.88	6.83	8.35	19.05	6.89	9.45	17.01
21.02.	23:47:00	9.23	10.06	19.17	7.77	8.66	18.38	6.49	7.47	14.2
21.02.	23:57:00	8.5	9.63	18.44	7.99	9.08	19.63	6.55	8.96	19.48

GB
UPM
OWNERS MANUAL

PM300
ENERGY METER

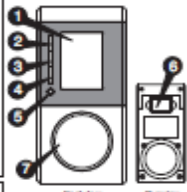


Congratulations on your purchase of an energy meter. Please take the time to read and understand this manual so you can begin to enjoy the energy saving benefits this product has to offer.

FEATURES

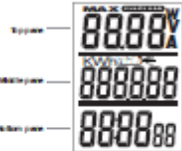
- Overload warning
- Energy monitor and energy consumption tracking
- Maximum current and voltage warning
- Energy cost calculation
- Energy usage time

SUMMARY OF KEY FUNCTIONS



- 1 LCD display
- 2 UP: selects display mode of top pane (volt, amp, watt, max. amp, max. watt, overload setting).
- 3 DOWN: selects display mode of middle pane (kWh, Total cost, price)
- 4 OVERLOAD: allows setting of overload parameters.
- 5 PRICE: allows setting of energy price setting.
- 6 Battery compartment
- 7 Socket for appliance

SUMMARY OF LCD DISPLAY



Top Pane: The top pane is used to display the Voltage, Current, Max Current, Voltage, Max Watt, and the setting of Overload (Watt/Current).

Middle Pane: The middle pane is used to display the energy used, total cost and the setting of energy price.


Bottom Pane: The bottom pane is used to display the total on time of the accumulated energy used by the appliance plugged into this unit, a cumulative on time, kWh, total price.

INSTALL BATTERIES

Before operating, two 1.5 V type LR44 or AG-13 or equivalent button cell batteries should be installed into the unit. This can be done by opening the battery compartment at the back of the unit, and then place the two batteries into the compartment while observing the correct polarity as shown on the battery compartment. The cover must be completely inserted before bringing into operation.

The purpose of the batteries is to store the metered amount and programmes.

Note: If you plan to leave the unit unplugged for a long period of time (more than 1 month), the batteries should be removed in order to conserve battery consumption. Before replacing new batteries, unplug the unit from the outlet first before opening the battery compartment.



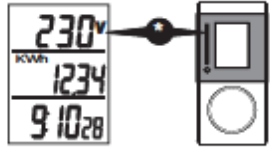
SUMMARY OF ELECTRICITY METER MODES

TOP PANE
 To call top LCD display of the following modes, press the UP key. The summary represents examples of the status of each individual mode and its function.

DISPLAY SEQUENCE

TOP Pane

- Line Voltage Mode (V)
- Current Mode (A)
- Maximum Current Mode (MAX. A)
- Voltage Mode (W)
- Maximum Voltage Mode (MAX. W)
- Overload Setting (W)



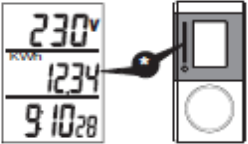
SUMMARY OF ELECTRICITY METER MODES

MIDDLE PANE
 To call up MIDDLE displays of the following modes, press the DOWN key. The summary represents examples of the status of each individual mode and its function.

DISPLAY SEQUENCE

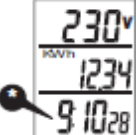
MIDDLE Pane

- Total Energy Mode (kWh)
- Total Cost Mode (TOTAL €)
- Price per kWh Mode (PRICE kWh)



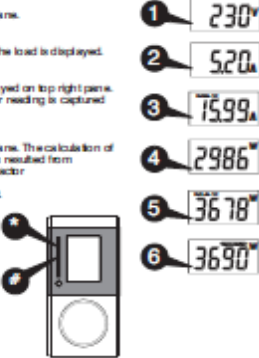
BOTTOM PANE
 This mode displays the total on time of the appliance plugged into unit, in Hour/Minute/Second or Hour/Minute format from the start of measurement.

- When the accumulated time reaches 99:59:59, the format will switch to Hour/Minute.
- Maximum is 9999:59 (10,000 hours).
- Resolution is 1 second when the total time is less than 100 hours. Otherwise the resolution is 1 minute.
- The appliance must be turned on and drawing power for time to be counted.
- If the appliance draws too little current (0.00A displayed in Amperes Mode), the time will not be counted.



ENERGY MONITOR

- 1 Press UP key to view the line voltage, line current, max. current, voltage and max. voltage and overload setting readings; displayed in the top portion of the LCD.
- 2 **Line Volt Display (V)**
 Line voltage (in V) is displayed on the top pane.
- 3 **Line Current Display**
 In this mode, present current (A) drawn by the load is displayed.
- 4 **MAX. Current Display**
 In this mode, the maximum current is displayed on top right pane. The reading will be held until another higher reading is captured and save as the new Max. current.
- 5 **Line Voltage Display**
 In this mode, Power (Watt) display on top pane. The calculation of the power consumed by the load, in Watt, is resulted from multiplying the voltage, current and power factor (power = voltage x current x power factor). The resolution of power consumed is 1 watt.
- 6 **MAX. Voltage Display**
 In this mode, the maximum voltage is on top pane. This reading will be held until another higher reading is captured and save as the new Max. Voltage.
- 7 **To Clear Max. Load Record**
 Press and hold UP and OVERLOAD for 3 seconds, an audible tone is emitted, and it will clear max current and max voltage readings.



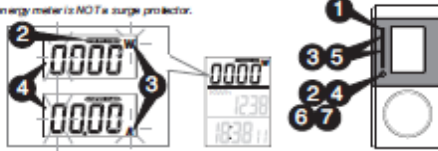
OVERLOAD INDICATION

The overload warning function allows you to be warned against exceeding a preset load capacity. The OVERLOAD symbol will flash and a warning tone is heard to warn you in the case of an overload.

Setting the Overload Parameter

- 1 Select overload warning mode using UP key
- 2 OVERLOAD symbol appears. Press OVERLOAD key.
- 3 Press UP key or DOWN key to toggle between "W" and "A".
 The symbol "W" flash means overload voltage is selected.
 Flash "A" means overload current is selected.
- 4 Press OVERLOAD key a gain, 4-digits appear and the first digit "0" flashes.
- 5 Use UP key or DOWN key to set the desired value of the first digit.
- 6 Press OVERLOAD key to select next digit, and so on.
- 7 After complete all digit setting, press OVERLOAD key a gain to terminate the setting.
- 8 If no key is pressed for about 1 minute, the setting mode will terminate.

Note:
 - This energy meter is NOT a surge protector.



ENERGY CONSUMPTION AND COST

① Press **DOWN** key to view the total energy, total cost and price per energy, displayed in the middle portion of the LCD.

Total Energy Consumed (kWh) Display

This mode displays the total accumulated energy used by the appliance (in kWh) from the start of measurement. The resolution is 0.001 kWh and the maximum is 9999.99 kWh.

Total Time Consumed Display

The total time that the meter is turned on and display in the bottom portion of the LCD, in Hour/Minute/Second or Hour/Minute format from the start of measurement. When the time reaches 99:59:59, the format will switch to Hour/Minute. Maximum is 9999:59. Resolution is 1 second for total time less than 100 hours. Otherwise the resolution is 1 minute. Both power meter and the appliance both has to be turned on for time to be counted. If the appliance draws too little current (0.00A displayed in Ampere Mode), the time will not be counted.

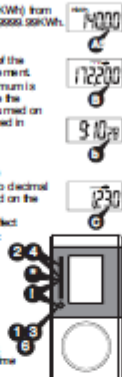
Price / kWh mode

This mode displays the total on time of the accumulated energy used by the appliance plugged into unit. When the cost is over 9999.999, there will be no decimal place, so the total cost can be shown up to 99999.99. The total cost is based on the price set in Price/kWh mode.

In this mode the price per kWh is displayed and set. The rate set here will affect "cost of the energy used". To set the price of energy, use the following steps:

- 1 Press the **PRICE** key and the first digit will begin to flash.
- 2 Press the **UP** or **DOWN** key to set the first digit " " of the price.
- 3 Press the **PRICE** key and the second digit will begin to flash.
- 4 Press the **UP** or **DOWN** key to set the second digit of the price.
- 5 Repeat step 3 and 4 to set the third, fourth, fifth and sixth digit of the price.
- 6 Press **PRICE** key to complete the price setting mode.
- 7 The permitted range is from 0.001/kWh to 9999999/kWh.

② Press and hold the **DOWN** key and **PRICE** together for about 3 seconds; an audible tone emitted, and the kWh reading, total cost and the total ON time will be cleared to zero.



P07

REMARKS

The power meter shall be used only in installation category II (CAT II) according to IEC 604, i.e. in which transient voltages do not exceed 2500V. The mains supply for residential and commercial areas generally belongs to this category.

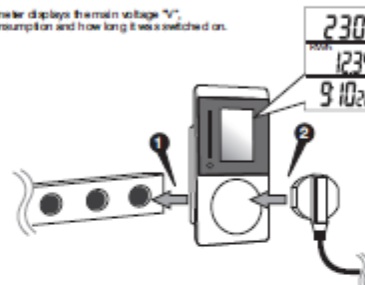
P10

ABNORMAL DISPLAY

If the display on the meter is abnormal or non-existent, recharging the batteries described above, otherwise the meter may not function normally.

CONNECTING APPLIANCES

- 1 Plug the energy meter into an electrical socket.
- 2 Plug the power plug of an appliance such as a refrigerator into the socket on the front of the energy meter.
- 3 The energy meter displays the main voltage "V", electricity consumption and how long it was switched on.



P08

SAFETY & MAINTENANCE INSTRUCTIONS

- Use indoors only.
- Keep children and pets away.
- Keep away from water.
- Inspect periodically.
- The unauthorized rebuilding and/or modifying of the device is not permitted.
- If you are not sure about the operation, safety or the connection of the device, contact an expert.
- Repair work must only be carried out by a trained person who is familiar with the relevant regulations.
- The guarantee becomes invalid in the event of damage resulting from non-observance or improper use of the operation manual.
- To avoid any hazard or misuse, please use this product only as described in user manual.

P11

TECHNICAL SPECIFICATION

Operating voltage : 230 V – 50 Hz
 Operating current : max. 16 A, 3000 W
 Lowest measurable current : 0.02 A
 Voltage display range (V) : 190 V – 276 V
 Current display range (A) : 0.00 A – 16.00 A
 Weight display range (W) : 0 W – 4416 W
 kWh display range (in kWh) : 0.00 – 99999.99 kWh
 Power resolution : 1 W

Accuracy

Voltage: +0.3 % of measured value
 Current: +0.3 % of measured value +/- 0.04 A
 Weight: +0.6 % of measured value +/- 1.0 W
 kWh: +0.5 % of measured value +/- 0.1 kWh

Accuracy class based on

- Line frequency of 45 – 65 Hz
- Unit at normal room temperature
- Harmonic distortion of voltage / current < 15%

Note: Accuracy of the power meter may be reduced when there is significant electric noise present in the AC line. However, the accuracy will return to normal after the noise is removed.

Range of environmental conditions

- Temperature 5 °C to 40 °C
- Maximum relative humidity: 90 %
- For indoor use only
- Altitude: up to 2000m

P09

CLEANSING INSTRUCTIONS

- Please unplug the device before you clean it.
- Use dry soft cloth to clean the device surface.
- Never spill liquids on the device when cleansing.
- Never open the covers when cleansing.

P12

