

Mokslinio tiriamojo darbo

**„Miestų, gyvenviečių ir kaimo vietovių esamų apkrovų analizė,
rekomendacijų elektros apkrovų augimo perspektyvoms
įvertinant Europos Sąjungos šalių patirtį bei skaičiuojamųjų
elektros apkrovų, skirtų elektros tinklų plėtrai, normoms
parengimas“**

Baigiamoji ataskaita

2006 m. gruodžio 12 d.

Mokslinio tiriamojo darbo
„Miestų, gyvenviečių ir kaimo vietovių esamų apkrovų analizė,
rekomendacijų elektros apkrovų augimo perspektyvoms
įvertinant Europos Sąjungos šalių patirtį bei skaičiuojamųjų
elektros apkrovų, skirtų elektros tinklų plėtrai, normoms
parengimas“

Baigiamoji ataskaita

2006 m. gruodžio 12 d.

Paruošė: Edvinas Mališka, Energetikos mokslo magistras
Marius Bružas, Energetikos mokslo magistras, IĮ „Ekostrategija“
inžinierius
Jozas Abaravičius, Energetikos mokslų katedra, Lundo universitetas,
Švedija, Doktorantas

Tikrino: Inga Valuntienė, Energetikos mokslo magistras, IĮ „Ekostrategija“
Teritorijų planavimo ir teisės aktų ruošimo skyriaus vadovė

Redaktorė: Veronika Lileikytė, bakalauras

Turinys

1. ĮVADAS.....	2
2. PAGRINDINĖS SĄVOKOS IR SANTRUMPOS	3
3. REKOMENDUOJAMOS SKAIČIUOJAMOSIOS ELEKTROS APKROVOS EUROPOS SĄJUNGOS ŠALYSE	5
4. PAGRINDINĖS MIESTŲ, GYVENVIEČIŲ IR KAIMO VIETOVŲ ELEKTROS APKROVŲ GRAFIKŲ PRIKLAUSOMYBĖS IR SAVYBĖS	10
4.1 INDIVIDUALŪS ELEKTROS IMTUVŲ APKROVŲ GRAFIKAI.....	10
4.2 SUMINIAI ELEKTROS APKROVŲ GRAFIKAI	13
5. ELEKTRINIŲ APKROVŲ SKAIČIAVIMO METODAI.....	17
6. MIESTŲ IR GYVENVIEČIŲ SKAIČIUOJAMŲJŲ APKROVŲ NUSTATYMAS.....	23
6.1 SKAIČIUOJAMŲJŲ APKROVŲ NUSTATYMAS GYVENAMIESIEMS PASTATAMS	23
6.2 SKAIČIUOJAMŲJŲ APKROVŲ NUSTATYMAS GYVENAMŲJŲ PASTATŲ ELEKTRINIAM ŠILDYMOI	32
6.3 SKAIČIUOJAMŲJŲ APKROVŲ NUSTATYMAS STAMBIEMS VISUOMENINĖS PASKIRTIES, VERSLO, TRANSPORTO, RYŠIŲ, GYDYMO ĮSTAIGŲ PASTATAMS.....	35
6.4 SKAIČIUOJAMŲJŲ APKROVŲ NUSTATYMAS GYVENAMŲJŲ IR VISUOMENINĖS PASKIRTIES PASTATŲ TERITORIJOMS	42
6.5 SKAIČIUOJAMŲJŲ APKROVŲ NUSTATYMAS ELEKTROS ENERGIJOS POREIKIŲ ĮVERTINIMUI, NUSTATOMAS ATSKIROMS MIESTŲ IR GYVENVIEČIŲ GRUPĖMS, TENKANČIAS 1 GYV./METUS ARBA 1 KV. METRUI GYVENAMOJO PLOTO, MIESTŲ BEI GYVENVIEČIŲ VARTOTOJŲ MAKSIMALIOS ELEKTROS APKROVOS METINĖS TRUKMĖS LAIKUS	44
6.6 SKAIČIUOJAMŲJŲ APKROVŲ NUSTATYMAS ŪKININKŲ SODYBOMS, KAIMO TURIZMO VERSLO OBJEKTAMS, VIENKIEMIAMS	44
7. APIBENDRINIMAS	45
8. LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	46
PRIEDAI	47

1. Įvadas

Darbas „Miestų, gyvenviečių ir kaimo vietovių esamų apkrovų analizė, rekomendacijų elektros apkrovų augimo perspektyvoms įvertinant Europos Sąjungos šalių patirtį bei skaičiuojamųjų elektros apkrovų, skirtų elektros tinklų plėtrai, normoms parengimas“ atliekamas pagal Lietuvos Respublikos ūkio ministerijos ir M. Nagevičiaus įmonės Ekostrategija 2006 m. rugpjūčio 23 d. sutartį Nr. 8-495.

Dažniausia elektros tinklo išplėtimo projektavimo darbų priežastis yra padidėjusi elektros vartojamoji galia arba naujų elektrifikuojamų teritorijų poreikis. Esamos ir prognozuojamos elektros energijos apkrovos įtakoja ne tik elektros linijų skaičių bei jų atitinkamus parametrus, bet taip pat turi įtakos elektros tinklo konfigūracijai apskritai ir transformatorinių tankumui. Pagrindinis ir pats jautriausias parametras projektuojant elektros tinklą yra prognoziniai elektros tinklų apkrovos poreikiai. Todėl yra svarbu nustatyti teisingą elektros energijos vartojimo dinamiką ir tai įvertinti planavimo fazėje.

Daugelis ateities poreikio prognozių remiasi prielaida, kad elektros apkrovų struktūra keisis nežymiai. Nagrinėjant ekonominiu aspektu, bet kuri sistema turi būti suprojektuota taip, kad daugeliui metų pakaktų esamos suprojektuotos sistemos. Todėl aktualu numatyti apkrovų augimą ir modeliuojant sistemą įvertinti trumpalaikes elektros tinklo perkrovos galimybes bei nustatyti pagrindines tinklo išplėtimo kryptis.

Elektros tinklo funkcionalumas ir nuostolių kiekis jame išryškėja kai yra pikinių apkrovų periodas – kai pilnai dirba elektros tinklo sistemos įrenginiai. Tuo metu patiriami didžiausi energijos nuostoliai tinkle, o be to elektros energija perkama už didžiausią kainą (liberalizuotoje elektros rinkoje), todėl tuo metu patiriamos didžiausios išlaidos. Todėl turi būti atsižvelgta į visus įtampos tinkle kritimus ir išanalizuotas sistemos nuo elektros šaltinio (gali būti transformatorinė) iki tolimiausio apkrovos taško veikimas [2].

Suminė elektros tinklo apkrova yra nustatoma sudedant kiekvieno elektros vartotojo vartojamąsias galias ir įvertinant elektros tinkle nuostoliais prarandamą elektros energiją. Dėl pernelyg didelio vartotojų kiekio ir jo elektros energijos vartojimo pobūdžio, neįmanoma tiksliai nustatyti jo poreikio, todėl dažniausiai sistemos apkrovos yra apskaičiuojamos panaudojant statistinius metodus, atsižvelgiant į esamas apkrovas ir prognozes dydžius.

2. Pagrindinės sąvokos ir santrumpos

Gyvenamasis pastatas (gyvenamasis namas) – gyventi pritaikytas pastatas, kuriame daugiau kaip pusė naudingojo ploto yra gyvenamosios patalpos;

Butas – gyvenamojo pastato (namo) dalis iš vieno ar kelių gyvenamųjų kambarių, virtuvės bei kitų patalpų, atitvarų konstrukcijomis atskirta nuo bendrojo naudojimo patalpų, kitų butų ar negyvenamųjų patalpų;

Blokuotas namas – namas, susidedantis iš greta prišlietų butų – blokų, turinčių atskirus įėjimus iš lauko ir atskirus priebutinius sklypus;

Būstas (gyvenamosios patalpos) – vienbutis gyvenamasis namas, jo dalis, butas ar kitos gyvenamosios patalpos, tinkamos asmeniui arba šeimai gyventi;

Būsto naudingasis plotas – gyvenamųjų kambarių ir kitų būsto patalpų (virtuvių, sanitarinių mazgų, koridorių, įstatytų spintų, šildomų lodžijų ir kitų šildomų pagalbinių patalpų) bendrasis grindų plotas. Į naudingąjį būsto plotą neįeina balkonų, terasų, rūšių, nešildomų lodžijų grindų plotas;

Daugiabutis namas – trijų ir daugiau butų gyvenamasis namas. Daugiabučiame name gali būti ir negyvenamųjų patalpų – prekybos, administracinės, viešojo maitinimo ir kitos.

Patalpos – butai ir negyvenamosios patalpos, esančios daugiabučiame name ir nustatyta tvarka įregistruotos Nekilnojamojo turto registre.

Elektros apskaitos prietaisas – skaičiuojamasis prietaisas (skaitiklis, tarifikatorius, elektroninė bei informacinė sistema ir pan.) naudojamas pagamintos, perduodamos (tiekiamos) ar vartojamos aktyviosios arba reaktyviosios elektros energijos kiekiui apskaičiuoti.

Elektros energijos vartotojas (toliau-vartotojas) – įmonė, organizacija, įstaiga ar privačios valdos savininkas ar jo įgaliotas asmuo, kurių elektros įrenginiai prijungti prie elektros tinklo vartoja elektros energiją ir turintys sudarytą su tiekėju elektros energijos tiekimo-vartojimo sutartį ir nustatytą elektros tinklo nuosavybės ribą.

Elektros energijos tiekėjas (toliau-tiekėjas) – fizinis arba juridinis asmuo, tiekiantis elektros energiją vartotojui pagal sudarytą elektros energijos tiekimo-vartojimo sutartį.

Elektros energetikos sistema – elektros įrenginių, skirtų elektrai gaminti, perduoti ir skirstyti visuma.

Elektros imtuvas – aparatas, mechanizmas arba prietaisas, kuriame elektra keičiama į kitos rūšies energiją.

Elektros tinklas – tarpusavyje sujungtų oro ir kabelių elektros linijų, pastočių, transformatorių ir skirstyklių, skirtų elektrą perduoti ir skirstyti visuma.

Elektros linija – kabelių, laidų izoliatorių ir laikančiųjų konstrukcijų įranga elektros energijai perduoti.

Leistinoji naudoti galia – maksimali vidutinė pusvalandžio trukmės galia, kurią vartotojas gali imti iš tiekėjo bet kuriuo metu ir kuri nurodoma tiekėjo vartotojams išduotose techninėse sąlygose.

Matavimas – fizikinio dydžio vertės radimas matavimo priemonėmis, išlaikančiomis fizikinio dydžio vienetą.

Transformatorinė – pastotė, kurios aukštoji įtampa yra 6-10 kV.

Nominali (įrengtoji) elektros imtuvo galia – galia, nurodyta elektros imtuvo lentelėje arba gamintojo pateiktame imtuvo pase.

Skaičiuojamoji elektros apkrova – aktyvioji ir reaktyvioji (pilnoji) galia, atitinkanti tokį nekintantį srovės stiprį, kuris ekvivalentus faktiniam laike kintančiam stipriui, neviršijančiam didžiausio leistinojo šiluminio poveikio elektros tinklo elementui.

Tekste naudojamos šios santrumpos:

EA – elektros apkrova

EI – elektros imtuvas

3. Rekomenduojamos skaičiuojamosios elektros apkrovos Europos Sąjungos šalyse

Išnagrinėjus vakarų šalių literatūrą [2] pastebėta, kad galia reikalinga vienam butui mažai kinta, priklausomai nuo gyvenamojo ploto, nustatyta šeimos vidutinių energetinių sąnaudų regresijos kreivė. Akcentuota, kad esant imtuvų skaičiui $n < 50$, EA pasiskirsto pagal binormalinį dėsnį, o esant $n > 50$ – pagal normalinį dėsnį. Šio teiginio analogija pastebima ir kituose literatūros šaltiniuose [3,5].

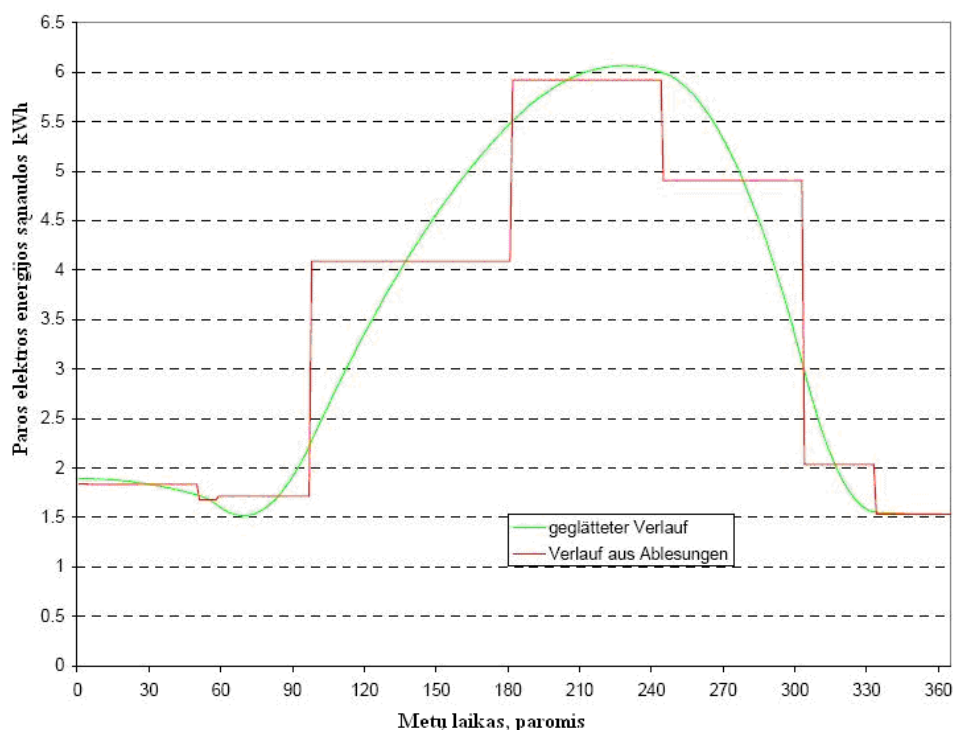
Dar naujesniuose darbuose siūloma EI sistemą nagrinėti kaip atsitiktinį įvykių srautą su intensyviais savybių pokyčiais. Šios būsenos interpretacijai naudojama matematinė, masinio aptarnavimo sistemos teorija.

Kai kurios vakarų įmonės EA skaičiuotei naudojo apkrautumo koeficiento metodą, paremtą statistiniais duomenimis:

$$K_a = P_{vid} / P_{max} \quad (3.1)$$

Elektros apkrovų tyrinėjimai JAV minimi kai kuriuose mokslo leidiniuose bei publikacijose. Čia EA nustatymui naudojami savotiški skaičiavimai, pavyzdžiui: trijų ar mažiau elektros imtuvų bendra suminė apkrova gaunama 100% susumavus visų EI galias; sumuojant didesnę imtuvų skaičių – atitinkamai bendra galia mažinama pagal tam tikrus koeficientus. Pramonės srityje apkrova skaičiuojama sumuojant pirmus 10 kW, kaip 100% instaliuotos galios. Ž.ū. įmonėms imama pagrindinė 60A apkrova ir pridedamas EA 50% skirtumas, tarp 60A ir bendros apkrovos reikšmės.

Austrijos mokslininkai [6] tyrinėdami gyvenamųjų ir verslo, įstaigų pastatų elektros sąnaudas pastebėjo, kad daugiausia elektros energijos suvartojama žiemos mėnesių bėgyje (analogija Lietuvai). 2000 m. ištyrę keletą skirtinguose Austrijos regionuose esančių buitinių vartotojų elektros energijos sąnaudas šildymui ir vėdinimui, sudarė vidutinę metinę sąnaudų kreivę (3.1pav.).

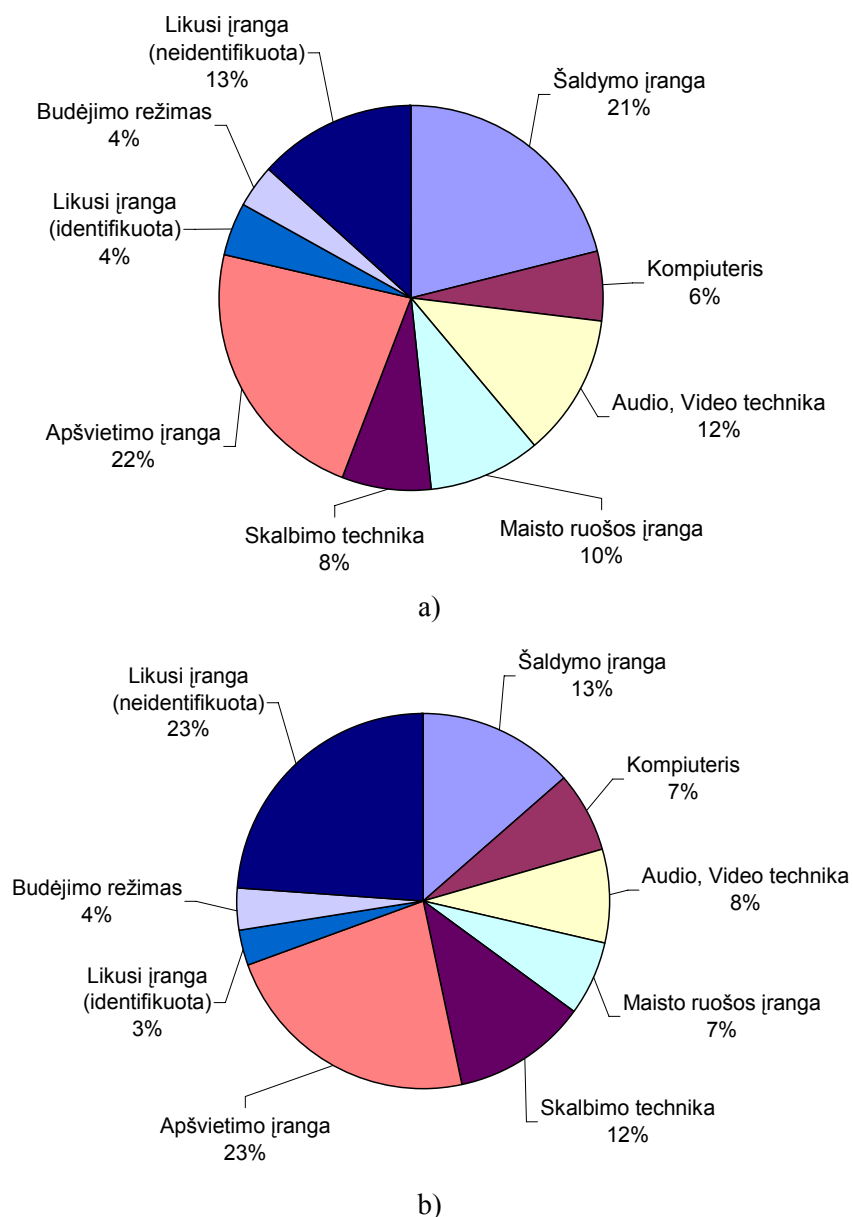


3.1 pav. Šildymui ir vėdinimui sunaudotos elektros galios kreivė vienam butui metų bėgyje nuo birželio 1 iki gegužės 31 d. [6]

Kadangi šildymui ir vėdinimui sunaudojamos energijos kiekis stipriai įtakoja suminį buto ar įmonės apkrovos grafiką, be to apšvietimui reikalingos elektros energijos sąnaudos pačios didžiausios žiemos mėnesiais, galima teigti, kad elektros apkrovos maksimumas gyvenamuosiuose pastatuose Lietuvoje taip pat pasiekiamas žiemos laikotarpiu.

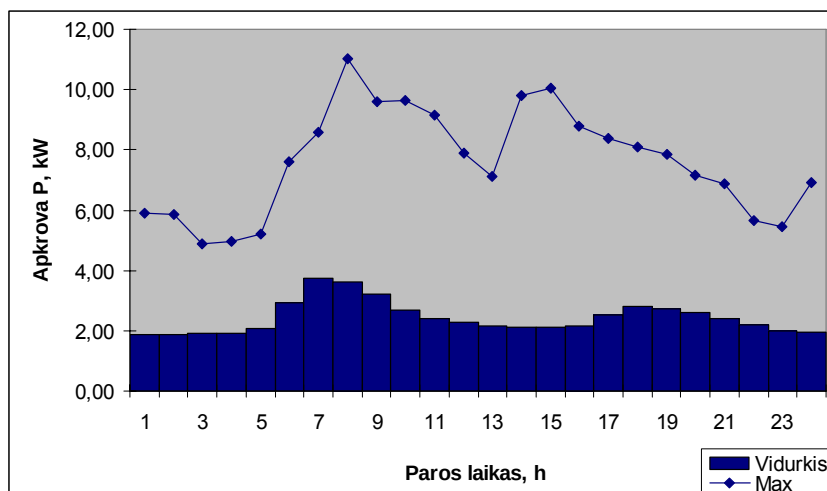
Elektros energijos sąnaudų tyrinėjimai atlikti ir Skandinavijos šalyse. Švedijos statistikos departamento „Statistic Sweden“ duomenimis per paskutinius 30 metų elektros energijos suvartojimas išaugo nuo 9,2 TWh (1970) iki 20,1 (2003), o didžiausias elektros apkrovų augimas pastebėtas 1970-1980 m. Šis elektros energijos poreikio augimas buvo aiškinamas vartotojų skaičiaus padidėjimu ir jų vartojimo augimu, tačiau nėra aiškus šio energijos vartojimo pokytis. Pavyzdžiui, atliekant 1990 metų viduryje bandymus tarp 66 vienbučių namų buvo pastebėta, kad metinės elektros energijos sąnaudos yra 5300 kWh/namui, iš kurių 31 proc. sudaro šaldymo įrenginių elektros energijos sąnaudos ir apie 18 proc. valgiui ruošti bei indaplovėms. Tuo metu Europos Sąjungoje įsibėgėjo buitinių prietaisų ženklinimo sistema ir buvo kuriami vis naujesni buitiniai ir kiti prietaisai, kurie sunaudoja vis mažiau elektros energijos. Buvo masiškai keičiama buitinė technika naujesne ir tikintis, kad tai sumažins elektros energijos poreikius. Taip pat buvo keičiamos lemputės į mažiau energijos naudojančias lemputes. Tačiau kaip bebūtų keista, elektros energijos poreikis pagal statistikos duomenis padidėjo (6100 kWh/namui per metus – 2003 metai).

2005 m. buvo atlikti 400 gyvenamųjų butų elektros energijos suvartojamo tyrimai. Šiame tyrime akcentuojama, kad tipiniuose namuose gali būti per 60 elektros energijos imtuvų, todėl išmatuoti kiekvieno imtuvo vartojamąją elektros energiją yra sudėtingas uždavinys ir reikalauja tiesioginių ir netiesioginių elektros energijos matavimo prietaisų. Elektros apskaitos bei saugiklių skydelyje naudojant vatmetrus galima išmatuoti tik kelių prietaisų naudojamą elektros energiją (bendrą elektros energijos sunaudojamą name, kaitlentės bei orkaitės, šaldymo prietaisų ir kitų kurie tiesiogiai sujungti su įvadine apskaitos spinta). 1.2 pav. pateikti 10 namų ir 17 butų 2005 metų rudenį atliktų matavimų rezultatai.



3.2 pav. Elektros energijos sąnaudų palyginimas
a) namai; b) butai

Bendrai atlikus tyrimą minėtuose namuose ir butuose nustatyta, kad namuose vidutinės sąnaudos per metus siekė apie 5034 kWh, o butuose – 3040 kWh. Švedų mokslininkai taip pat nustatinėjo ir valandines apkrovas gyvenamuosiuose namuose ir butuose, tačiau šiame darbe nebus remiamasi šiais duomenimis, nes Švedijoje apkrovos vienam butui ar namui daug aukštesnės, kadangi jie plačiai naudoja elektros energiją patalpų šildymui.



3.3 pav. Individualus gyvenamojo namo (plotas 150m²) pietų Švedijoje apkrovos grafikas šildymo sezono metu

Apkrovų prognozė

Praktikoje yra naudojami trys statistiniai elektros apkrovų nustatymo metodai (*ekstrapoliavimo, simuliacinio ir ekonometrinio*) bei bet kurių šių metodų kombinacija. Žemiau pateikiamas kiekvieno metodo trumpas aprašymas.

Ekstrapoliavimo metodo esmė yra išanalizuoti jau buvusių elektros apkrovų kitimo tendenciją ir taip nustatyti vienokį ar kitokį dėsnį, kuris turėtų laiko priklausomybės funkciją. Šis metodas dažniausiai naudojamas prognozuoti elektros apkrovas pakankamai trumpiems periodams – nuo vienerių iki trijų metų. Šiuo metodu negalima nustatyti kokią įtaką prognozėms turi ekonominiai veiksniai ar tiesiog kiekvieno vartotojo elektros energijos vartojimo ypatumai. Todėl prognozuojant elektros apkrovas ilgesniems periodams galimos didelės klaidos.

Simuliacinio metodo esmė yra išanalizuoti ir nustatyti kiekvieno individualaus elektros energijos vartotojo elektros apkrovų dinamikos dėsnį bei nustatyti tam tikras vartotojų grupes. Žinant šių vartotojų grupių skaičių galima nustatyti apkrovų prognozę. Vartotojų skaičius gali būti paimtas iš nacionalinių strategijų ar iš atskiros savivaldybės strategijos, kuriose būtų aiškiai apibrėžtos gyvenamųjų ar visuomeninių

objektų dinamika metų bėgyje. Šis metodas dažniausiai naudojamas ten kur numatomi dideli tam tikrų teritorijų pokyčiai (didelis urbanizavimas) arba kai prognozavimo periodas ne trumpesnis nei 5 metai.

Ekonometrinio metodo esmė yra išnagrinėti koreliaciją tarp elektros apkrovų ir įvairių ekonominių parametrų, tokių kaip: bendro vidaus produkto, industrijos indekso bei infliacijos pokyčių. Elektros kaina taip pat turi įtakos. Stambūs ekonometriniai modeliai nenaudojami prognozuoti elektros apkrovų mažose teritorijose, jie daugiau pritaikyti prognozuoti bendras šalies elektros apkrovas.

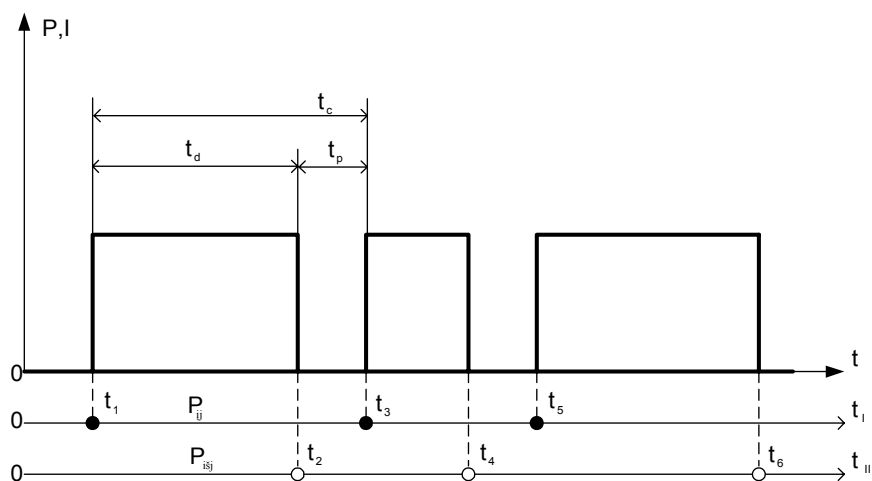
Apkrovų prognozės kiekvienoje iš *aukštos/vidutinės* įtampos transformatorių pastočių remiasi daugiausiai pirmojo ir antrojo metodo taikymu. Esamos ir prognozuojamos populiacijos dydis tam tikroje teritorijoje bei tam tikro pobūdžio objektų skaičius tiek esamas, tiek būsimas, gali būti randamas bendradarbiaujant su savivaldybės ir energetikos įmonėmis.

Apkrovų prognozės kiekvienoje iš *vidutinės/žemos* įtampos transformatorių pastočių gali remtis tomis pačiomis prielaidomis kaip ir *vidutinės* įtampos tinklų apkrovos prognozavimo metodui, tačiau turi būti detaliau išnagrinėtas prie tam tikrų transformatorių pastočių prijungtų vartotojų kiekis ir jų tipas. Gali būti taip, kad tam tikrų mažesnių teritorijų urbanizavimo ir industrializavimo lygis bus gana didelis, todėl tai gali smarkiai įtakoti elektros apkrovas tam tikrose mažose teritorijose, tuo tarpu miesto ar miestelio lygiu nebus jaučiamas didelis apkrovų pokytis. Teritorijos, kuriose labai mažas elektros energijos suvartojimas patalpų šildymui ar kondicionavimui, turi labai didelį potencialą apkrovų augimui.

4. Pagrindinės miestų, gyvenviečių ir kaimo vietovių elektros apkrovų grafikų priklausomybės ir savybės

4.1 Individualūs elektros imtuvų apkrovų grafikai

Bet kokio objekto suminių elektros apkrovos grafiką sudaro atskirų imtuvų elementarių elektros apkrovų grafikų suma, nes jų dažniausiai būna ne vienas. Tyrinėjant tam tikros paskirties objektų elektros sąnaudų grafikus, galima pastebėti daug bendro tarp elektros imtuvų (EI) darbo charakteristikų, nepriklausomai nuo pastato tipo ar dydžio. Bet kokių EI elektros energijos vartojimo procesas gali būti pavaizduotas paprasčiausiu grafiku – tai vienas paskui kitą sekantys stačiakampiai, išsidėstę abscisių ašyje (4.1 pav.).



4.1 pav. Idealizuotas EI darbo grafikas

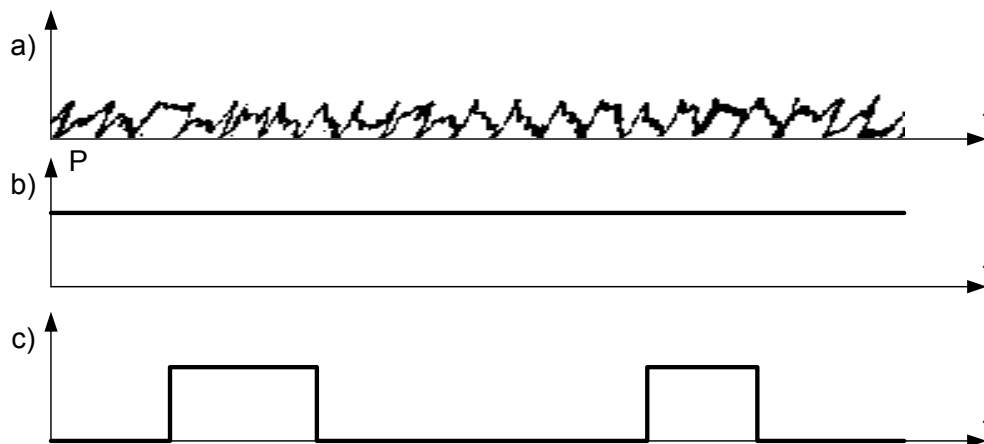
t_d – darbo laiko tarpas, t_c – ciklo laiko tarpas, t_p – pauzės laiko tarpas,

P_{ij}, P_{isj} – EI įsijungimo ir išsijungimo sratai

Remiantis ekvivalentinės srovės ar galios formulėmis, bet kokios EI formos grafiką galima paversti stačiakampio formos grafiku. 4.1 pav. individualus EI imtuvo grafikas išdėstytas t ašyje. Darbo t_d ir pauzės t_p laiko tarpai yra charakteringi elementaraus grafiko elementai. Jo dėka galima nustatyti t_1, t_3, t_5 įsijungimo ir t_2, t_4, t_6 išsijungimo momentus, o tai pat EI darbo laiko tarpus $t_2 - t_1, t_4 - t_3, t_6 - t_5$. Keletas EI įsijungimo ir išsijungimo momentų, vykstančių vienas paskui kitą, suformuoja elementarų įsijungimų ir išsijungimų sratą. EI įsijungimo momentai pavaizduoti t_I ašyje, o išsijungimo – t_{II} ašyje.

Charakteringas elementarių elektrinių apkrovų grafikų bruožas – darbinio periodo ir pauzės eiliškumas, t.y. šie grafikai yra nepertraukiamo – diskretaus charakterio. Atskirų imtuvų periodo ir pauzės

laiko pradžia, o taip pat darbo laikas gali būti skirtingi priklausomai nuo to, kuriai technologinei linijai priklauso EI ir t.t. Elementarūs EA grafikai gali būti įvairių formų (4.2 pav.).



4.2 pav. Individualūs apkrovų grafikai

EA grafikų konfigūracija priklauso nuo EI tipo ir nuo dirbančio mechanizmo apkrovos pasipriešinimo charakterio. Pagal elementaraus elektros apkrovos grafiko stabilumo formą galime visus grafikus išskirti į du tipus.

Pirmajam tipui reikėtų priskirti tuos grafikus, kurių darbo periodo grafikas yra stačiakampio arba artimos stačiakampiui formos. Šio tipo elektros imtuvų srovė arba galia išlieka beveik nepakitusi viso darbo ciklo metu. Tokių elektros imtuvų naudojamą galią tam tikru metu yra nesunkiai nuspėti. Į tokių elektros imtuvų skaičių įeina šildymo ir apšvietimo prietaisai bei dalis jėgos imtuvų, turinčių pastovią apkrovą.

Antrajam elektros apkrovų elementarių grafikų tipui priklauso grafikai, gauti dirbant elektros imtuvams, kurių dėka perdirbami nevienodos kilmės produktai ir kuriems būdinga daugiarežiminė darbo eiga. Elektros srovės ir galios grafikas per visą darbinį periodą išsiskiria savitu netolygumu, t.y. srovės arba galios dydį galima laikyti atsitiktiniu dydžiu, siejant su tikimybių teorija, kur atsitiktiniu dydžiu vadinamas dydis, tyrinėjamų rezultate įgyjantis vieną ar kitą dydį, iš anksto nežinant koki.

Visus elektros imtuvus pagal paskirtį ir charakteringus bruožus galima klasifikuoti:

Bendros pramoninės paskirties galios elektros įrenginiai. Šią imtuvų grupę sudaro siurbiai, ventiliatoriai, kompresoriai, kondicionieriai. Visų minėtų įrenginių varikliai dirba testiniu (ilgu) režimu ir jų elektros apkrovos laiko bėgyje kinta mažai. Tokio pobūdžio apkrovos elektros tinkle tolygiai apkrauna visas fazes. Apkrovų pokyčiai juntami tik paleidžiant minėtų įrenginių elektros variklius. Galios koeficientas esant tokio pobūdžio apkrovoms svyruoja 0,8-0,88.

Šiai imtuvų grupei taip pat galima priskirti keliamuosius-transportavimo įrenginius. Keliamųjų-transportavimo įrenginių elektros varikliai dirba kartotiniu-trumpalaikiu režimu, charakteringu dažnais įsijungimais ir išsijungimais. Minėtų imtuvų apkrova laiko bėgyje gali svyruoti nuo tuščiosios eigos iki maksimalios apkrovos, tad ir galios koeficiento reikšmė kinta nuo 0,3 iki 0,85. Kaip ir kitų šios grupės imtuvų keliamųjų-transportavimo įrenginių apkrova fazių atžvilgiu yra simetriška. Šios grupės elektros imtuvai įtampos dažniausiai būna 230-400 V.

Elektrinio apšvietimo įrenginiai. Šviestuvuose naudojamos lempos (kaitrinės, liuminescencinės, gyvsidabrinės, halogeninės ir t.t.) yra vienfaziai elektros imtuvai. Trifaziam tinkle apšvietimo apkrovų simetriškumas pasiekiamas tolygiai išskirstant šviestuvus atskiroms fazėms. Paprastai vieno šviesos šaltinio galia būna nedidelė. Apšvietimo apkrova neturi staigių šuolių, tačiau jos dydis gali ryškiai kisti, priklausomai nuo paros ar metų laiko. Kaitrinių lempų galios koeficientas yra artimas vienetui, o dujų išlydžio lempų – 0,6. Dujų išlydžio lempų galios koeficientui padidinimui kiekviename šviestuve, kuriame sumontuotos minėtos lempos, numatomi kompensavimo įrenginiai, padidinantys galios koeficientą iki 0,9. Apšvietimo įrenginiai dažniausiai pritaikyti 230 V įtampai, išskyrus tuos atvejus, kai jie naudojami pavojingose patalpose (tuomet naudojama pažeminta įtampa).

Buitiniai elektros prietaisai. Vienas iš aukšto gyvenimo lygio rodiklių yra buities elektrifikavimas. Pastaruoju metu didėjant buitinių prietaisų įvairovei elektros sunaudojimas butyje taip pat išaugo. Dažniausiai butyje naudojamų prietaisų charakteristikos pateiktos 6.1 lentelėje.

Visi buitiniai prietaisai – 230 V vienfaziai elektros imtuvai, todėl svarbiu uždaviniu tampa tolygus butų elektros apkrovų paskirstymas atskiroms fazėms. Miestuose, 0,4 kV trifaziam tinkle fazių asimetrija siekia 30-40%.

Keitikliniai įrenginiai. Šiai grupei priskiriami keitikliniai imtuvai, tiekiantys nuolatinę srovę elektrifikuotam transportui. Kintamoji srovė į nuolatinę keičiama puslaidininkinių lygintuvų pagalba. Keitiklinės pastotės ir jų įrenginiai dažniausiai pritaikyti 6-10 kV įtampai. Tokio pobūdžio elektros imtuvų galios koeficientas svyruoja 0,7-0,8. Šio tipo elektros imtuvų apkrova fazių atžvilgiu dažniausiai būna simetriška, tačiau išaugus transporto elektros variklių srovei stipriai svyruoja.

Keitikliniai įrenginiai taip pat naudojami ir galvanizacijos procese – t.y. metalinių gaminių paviršiaus padengimui plonu nikelio ar chromo sluoksniu.

Pramoniniai (Galios) įrenginiai. Šiai elektros imtuvų grupei priskiriami elektros varikliai, priverčiantys veikti technologines linijas, buitinio aptarnavimo ir bendrojo maitinimo įrenginius. Labiausiai paplitę asinchroniniai 400/230 V, trumpai jungtu rotorium elektros varikliai, kurių vidutinė galia 2-10 kW. Šio tipo elektros imtuvai trifazį elektros tinklą apkrauna simetriškai.

Elektroterminiai įrenginiai. Tai elektros imtuvai elektros energiją paverčiantys į šiluminę energiją. Aukštesniuose nei 9 aukštų gyvenamuosiuose namuose ir bendrabučiuose dažnai naudojamo elektrinės viryklės, kurių instaliuota galia siekia iki 7 kW. Šiai imtuvų grupei taip pat priklauso viešose maitinimo įstaigose naudojami terminiai įrenginiai. Šios imtuvų grupės įrenginiai būna vienfaziai arba trifaziai, atitinkamai pritaikyti 230-400 V įtampai. Elektroterminių įrenginių galios koeficientas artimas 1.

4.2 *Suminiai elektros apkrovų grafikai*

Suminis elektros apkrovų grafikas gaunamas susumavus kelių individualių (elementarių) apkrovų grafikus, kurie išdėstyti laiko ašyje, ir turi skirtingus darbo periodų grafikus. Suminių apkrovos grafikų forma niekada nepasikartoja. Sudėjus elementarius trūkius grafikus, pastato įvade gaunamas nepertraukiamas elektros apkrovos grafikas su skirtingais žingsniais pagal dydį ir tęstinumą. Elektros srovės įvade kitimo charakteris tampa tikimybe, t.y. $P = f(t)$ funkcija yra atsitiktinė funkcija.

Tyrinėjant įvairios paskirties objektų suminius elektros apkrovų grafikus matyti, kad apkrovos diagrama ne visada būna stačiakampio formos. Tokiu atveju bet kokios formos apkrovos diagramą galima performuoti į stačiakampę diagramą:

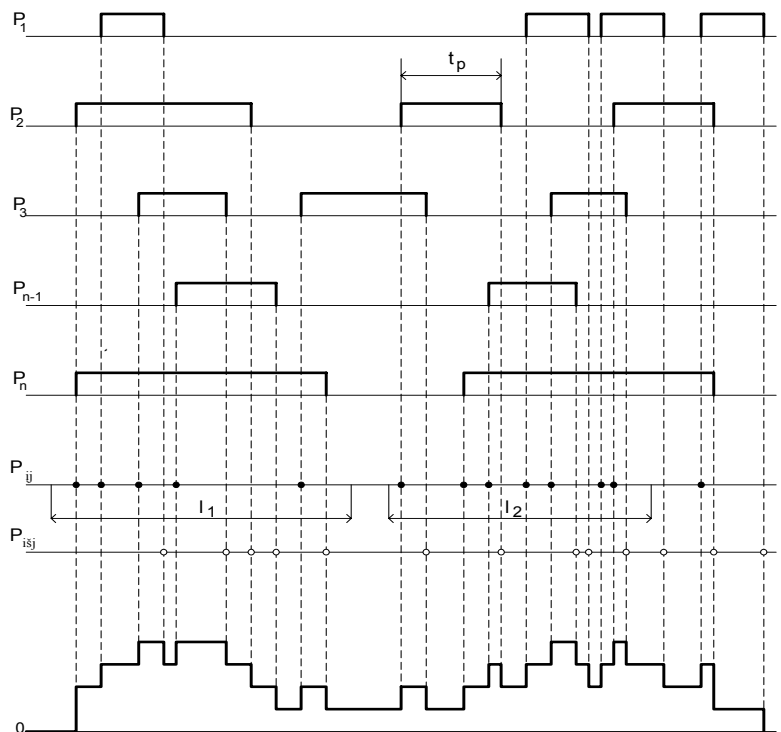
$$P_e = \frac{\sqrt{P_1^2 \cdot t_1 + P_2^2 \cdot t_2 + \dots + P_n^2 \cdot t_n}}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \quad (4.1)$$

Jeigu paimtume tam tikro laiko tarpo EI įsijungimo ir išsijungimo momentus, tai atitinkamai gautume du elementariusius minėtų EI įsijungimo ir išsijungimo srautus. Atitinkamų imtuvų elementarūs įsijungimo ir išsijungimo srautai skiriasi vienas nuo kito priklausomai nuo reguliarumo lygio. Daugeliu atvejų kai kuriuos elementariusius įsijungimo ir išsijungimo srautus patogu laikyti reguliariais, t.y. tokiais, kuriuose EI persijungimai vyksta griežtai nustatytais laiko tarpais. EI darbo reguliarumas nustatomas technologinių procesų reguliarumu t.y., kurie vyksta pagal iš anksto nustatytą dienotvarkę. Tačiau EI, aptarnaujančių minėtus procesus, darbas veikiamas įvairių veiksnių, dėl kurių sutrinka proceso reguliarumas. Šiuos sutrikimus įtakoja technologiniame procese atsitinkantys nenumatyti veiksniai (kaip pavyzdžiui gamybos įmonėse nepastovus arba nekokybiškos žaliavos kiekis ir t.t.). Didelę sutrikimų dalį sudaro supančios aplinkos parametrai (temperatūra, drėgmė, debesingumas ir t.t.), kurie kinta priklausomai nuo sezoniškumo.

Šalia pakankamai nereguliarių EI persijungimų srautų egzistuoja dar daugiau srautų, turinčių nereguliarių atsitiktinį charakterį. Tokių įsijungimų srautų pavyzdžiu gali būti automatinis vandentiekis, vandens šildytuvai, ventiliatoriai ir t.t. Tarkim, automatizuoto vandentiekio elektros variklis, sukantis vandens siurblių, įsijungia gavęs signalą, kad bokšte sumažėjo vandens kiekis. Vandens sunaudojimas priklauso nuo daugelio priežasčių (metų laiko, paros temperatūros t.t.), todėl šis procesas tampa nereguliarus ir tiesiogiai veikia EI darbą.

Analizuojant įvairios paskirties objektuose EI persijungimus pastebėta, kad visi egzistuojantys elementarūs srautai išsidėsto tarp dviejų ribinių srautų: reguliarių ir atsitiktinių. Vis dėlto, didžioji EI įsijungimų srautų dalis yra nereguliaraus pobūdžio, kurių formavimosi charakteris dažniausiai nenuspėjamas ir priklauso nuo sezoniškumo, oro sąlygų, paros laiko, technologinių sąlygų ir t.t.

Sudėję atskirų EI įsijungimų elementariusius srautus, gauname suminį elektros apkrovų (EA) srautą (4.3 pav.).



4.3 pav. elektros apkrovų grafikų formavimosi schema

P_1, P_2, P_3 – Skirtingų technologinių linijų EI darbo procesai,

P_{ij} ir P_{isj} – EI įsijungimo ir išsijungimo srautai.

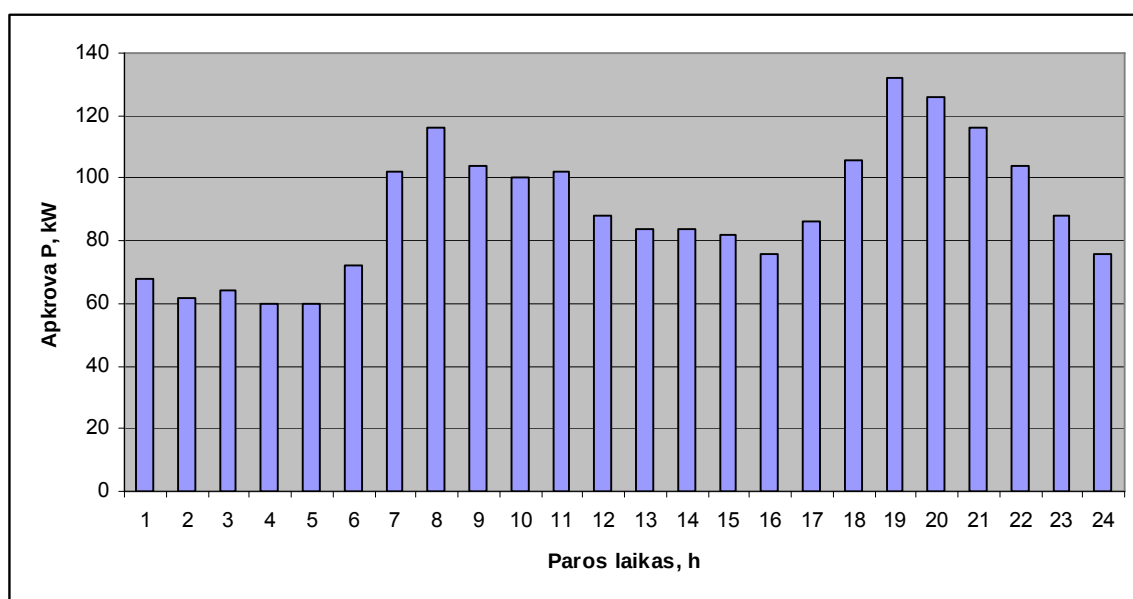
Nustačius tam tikrą pradinį laiko tarpą $t=0$, bus sunku nuspėti kito EI įsijungimo momentą ir jo tipą, o taip pat ir kitų EI įsijungimo momentus. Visa tai pasitvirtina, išnagrinėjus EMH Elgama galios analizatoriumi užfiksuotus elektros apkrovų grafikus.

Suminį EI įsijungimo srautą galima laikyti atsitiktiniu procesu. Šis procesas gali būti aprašytas $x(t)$ funkcija, nustatančia EI įsijungimo skaičių laiko tarpe $0-t$.

Akivaizdu, kad suminė elektros apkrova kinta tiek paros bėgyje tiek metų bėgyje. Suminė visų energetinės sistemos elektros pastochių galia bet kuriuo laiko momentu turi būti mažesnė už suminę visų

prijungtų imtuvų galią. Projektuojant elektros tinklą būtina žinoti įmonės, miesto, regiono elektros energijos vartojimo charakteristiką nustatytame laiko periode. Tokia charakteristika ir yra *elektrinės apkrovos grafikas*, kuris charakterizuoja elektros energijos sąnaudų kitimą laiko bėgyje, išreikštą galios vienetais arba procentais nuo maksimalios galios [3,4].

Išskiriami paros, sezono ir metiniai apkrovos grafikai. Paros grafikai sudaromi aktyviosios ir reaktyviosios energijos apskaitos ar kt. prietaisais fiksuojant valandines ar pusvalandines objektų apkrovas. Kaip jau minėta, priklausomai nuo gamybos ypatumų, elektros imtuvų tipo, bei jų darbo režimų kiekviena skirtingos paskirties imtuvų grupė turi savitą (individualų) apkrovos grafiką 4.4 pav. .



4.4 pav. Buitinių vartotojų grupę maitinančios transformatorinės paros elektros apkrovos grafikas

Komunalinių-buitinių vartotojų apkrovos grafikų išskirtinė savybė – jų netolygumas paros bėgyje. Gyvenamuosiuose namuose elektrinė apkrova maksimumą pasiekia nuo 19 iki 21 valandos. Rytinis apkrovos maksimumas paprastai būna žemesnis už vakarinį maksimumą ir sudaro 40-65 % maksimalios apkrovos priklausomai nuo naudojamų bute elektros imtuvų. Visuomeninės paskirties įstaigų apkrovos maksimumas pasiekiamas skirtingu laiku: maitinimo įstaigų – 11-12 val.; buitinio aptarnavimo įmonėse darbo dienos bėgyje apkrova kinta mažai. Ištisą parą dirbančių vartotojų (vandentiekio, kanalizacijos, šilto vandens tiekimo įmonių) apkrovos grafikas netolygus. Didelėse parduotuvėse apkrovos maksimumas pasiekiamas pirmomis darbo valandomis, nes darbo pradžioje dažniausiai transportuojamos prekės, suintensyvėja parduotuvėse įrengtų šaldytuvų darbas.

Nemažą įtaką miesto elektros apkrovos grafikui sudaro išorinis apšvietimas, kuriam esant maksimali apkrova pasiekama vakare.

Elektros apkrovų grafikai sudaromi įvairaus lygio elektros energijos vartotojams: atskiram pastatui arba cechui, vartotojo transformatorinei pastotei, visai įmonei, miestui ar regionui. Remiantis darbo ir išėiginių parų grafikais bei įvertinus metų laikus galima sudarinėti metinius grafikus. Kuo tolygesnis apkrovos grafikas, tuo geriau išnaudojami elektros tinklai ir prietaisai, ir tuo paprasčiau valdyti energetinę sistemą.

5. Elektrinių apkrovų skaičiavimo metodai

Apkrovų nustatymas vienas iš atsakingiausių elektros tinklų ir sistemų projektavimo etapų. Nustačius per dideles skaičiuojamasias apkrovas išauga investicijos į projekto įgyvendinimą, o nustačius per mažas – perkrovas elektros tinklo elementus sukuriama sąlyga 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.

Bendrai visus metodus galima išskirti į dvi grupes:

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.

Priklausomai nuo projektavimo stadijos ir turimos informacijos apie būsimus elektros energijos vartotojus yra nustatinėjamos tokios elektros apkrovos [1,2]:

1. Skaičiuojamoji maksimali apkrova – didžiausia apkrova, kuri tęsiasi pusę valandos. Skaičiuojamoji galia yra lygi vidutinei galiai per šį laiką. Skaičiuojamoji galia gali būti pilnutinė (S_m), aktyvioji (P_m) ir reaktyvioji (Q_m). Ši apkrova naudojama laidų ir kabelių skerspjūviams parinkti, įtampos ir galios nuostoliams linijose nustatyti, transformatorių galiai parinkti, apsaugos įrenginiams skaičiuoti.
2. Vidutinė apkrova – aktyvioji P_{vid} ir/ar reaktyvioji Q_{vid} galia per labiausiai apkrautą pamainą, kuri naudojama maksimaliai skaičiuojamajai galiai nustatyti.
3. Pikinė maksimalioji apkrova – tai trumpalaikė apkrova P_{max} atsirandanti periodiškai paleidžiant elektros variklius, dirbant suvirinimo agregatams, lankinėms krosnims. Ši apkrova reikalinga skaičiuojant įtampos svyravimus, apsaugos įrenginius ir pan.

Pirmuoju metodu skaičiuojant elektros apkrovas naudojami tokie pradiniai duomenys: elektros imtuvų nominalioji (įrengtoji) galia ir apkrovos kitimo pobūdis, kuris priklauso nuo technologinio proceso ir atspindi apkrovos grafike. Pasinaudojus tipinių objektų elektros energijos sąnaudų grafikais nustatomi koeficientai, susiejantys apkrovimo grafikus ir skaičiuotiną apkrovą. Skaičiuojant elektros apkrovas naudojami tokie dydžiai ir koeficientai [1,3]:

1. Nominalioji imtuvo galia P_i (kW) nustatoma pagal imtuvo vardinę (nominaliąją) galią P_n . Ilgalaikio apkrovos režimo imtuvams ši galia lygi:

$$P_i = P_N \quad (5.1)$$

Grupės imtuvų įrengtoji galia:

$$P_i = \sum_i^n P_{N,k} \quad (5.2)$$

Imtuvų, veikiančių kartotinės trumpalaikės apkrovos režimu, įrengtoji galia nustatoma taip:

$$P_i = P_N \sqrt{\varepsilon} \quad (5.3)$$

čia: ε – vardinė įjungimo trukmė, išreikšta santykiniais dydžiais.

2. Vidutinė elektros imtuvų grupės galia P_{vid} (kW), kurią galima rasti iš eksperimentiniu būdu nustatyto tipinio, tam tikros paskirties imtuvų grupės pusvalandinio (valandinio) apkrovos grafiko:

$$P_{vid} = A_p / (48)24 \quad (5.4)$$

čia: A_p – pagal paros apkrovos grafiką apskaičiuotas elektros energijos suvartojimas kilovatvalandėmis.

3. Vartotojo aktyviosios galios naudojimo koeficientas (K_n) – tai imtuvo (ar jų grupės) vidutinės aktyviosios galios santykis su nominaliąja (įrengtąja) aktyviaja galia:

$$K_n = P_{vid} / P_i \quad (5.5)$$

Imtuvų grupės:

$$K_n = \sum_i^n P_{vid} / \sum_i^n P_i \quad (5.6)$$

4. Aktyviosios galios maksimumo koeficientas (K_m) – tai maksimalus skaičiuojamosios galios (P_m) santykis su vidutine galia (P_{vid}) per nagrinėjamąjį laikotarpį (pamainą, mėnesį, metus):

$$K_m = P_m / P_{vid} \quad (5.7)$$

Maksimumo koeficientas nustatomas iš 5.1 lentelės ir priklauso nuo grupės naudojimo koeficiento ir imtuvų skaičiaus.

5.1 Lentelė. K_m koeficiento reikšmės iki 1000 V įtampos elektros tinklų skaičiavimams [8].

n_{ef}	Elektros imtuvų naudojimo koeficientas, K_n								
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
1	8,00	5,33	4,00	2,67	2,00	1,60	1,33	1,14	1,0
2	6,22	4,33	3,39	2,45	1,98	1,60	1,33	1,14	1,0
3	4,05	2,89	2,31	1,74	1,45	1,34	1,22	1,14	1,0
4	3,24	2,35	1,91	1,47	1,25	1,21	1,12	1,06	1,0
5	2,84	2,09	1,72	1,35	1,16	1,16	1,08	1,03	1,0
6	2,64	1,96	1,62	1,28	1,11	1,13	1,06	1,01	1,0
7	2,49	1,86	1,54	1,23	1,12	1,10	1,04	1,0	1,0
8	2,37	1,78	1,48	1,19	1,10	1,08	1,02	1,0	1,0
9	2,27	1,71	1,43	1,16	1,09	1,07	1,01	1,0	1,0
10	2,18	1,65	1,39	1,13	1,07	1,05	1,0	1,0	1,0
11	2,11	1,61	1,35	1,1	1,06	1,04	1,0	1,0	1,0
12	2,04	1,56	1,32	1,08	1,05	1,03	1,0	1,0	1,0
13	1,99	1,52	1,29	1,06	1,04	1,01	1,0	1,0	1,0
14	1,94	1,49	1,27	1,05	1,02	1,0	1,0	1,0	1,0
15	1,89	1,46	1,25	1,03	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
16	1,85	1,43	1,23	1,02	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
17	1,81	1,41	1,21	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
18	1,78	1,39	1,19	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

n_{ef}	Elektros imtuvų naudojimo koeficientas, K_n								
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
19	1,75	1,36	1,17	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20	1,72	1,35	1,16	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
21	1,69	1,33	1,15	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
22	1,67	1,31	1,13	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
23	1,64	1,30	1,12	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
24	1,62	1,28	1,11	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
25-29	1,6	1,27	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
30-34	1,51	1,21	1,05	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
35-39	1,44	1,16	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
40-44	1,4	1,13	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
45-49	1,35	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
50-59	1,3	1,07	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
60-69	1,25	1,03	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
70-79	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
80-89	1,16	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
90-99	1,13	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
100≤	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

5. Paklausos koeficientas (K_p) – tai maksimalios skaičiuojamosios galios (P_m) santykis su įrengtąja galia (P_i):

$$K_p = P_m / P_i \text{ arba} \quad (5.8)$$

$$K_p = K_n K_m \quad (5.9)$$

Paklausos koeficientas visuomet yra didesnis už naudojimo koeficientą, o abu yra mažesni už vienetą.

6. Nevienalaikiškumo koeficientas:

$$K_{\Sigma} = P_{m\Sigma} / \sum_i^n P_{m,i} \quad (5.10)$$

čia: $P_{m\Sigma}$ – suminė vartotojo (namo, cecho, gamyklos) skaičiuojamoji galia, kW;

ΣP_m – vartotojo vienodų imtuvų grupių skaičiuojamųjų galių suma, kW.

7. Imtuvo apkrautumo koeficientas (K_a) – tai vidutinės faktinės vartojamosios galios per apibrėžtą laiko intervalą santykis su imtuvo nominaliąja galia:

$$K_a = P_{vid} / P_N \text{ arba} \quad (5.11)$$

$$K_a = K_i / K_j \quad (5.12)$$

čia: K_i – įjungimo trukmės koeficientas;

Skaičiuojant elektros apkrovas naudojami ir statistiniai metodai, kurie paremti tikimybių teorija. Norint apskaičiuoti darbo režimą ir pasirinkto įvado EA reikšmes, būtina turėti atitinkamos apkrovos tikimybių reikšmes [2,4]. Jeigu parinksime labai mažas tikimybes, visa tai atitiks labai dideles EA reikšmes, kurios elektros pastotėje realiai nepasieks tokio dydžio. Dėl to bus nepakankamai apkrauta elektros linija bei transformatorius. Pasirinkus didelės tikimybės reikšmes gali būti atvirkščiai – elektros perdavimo linijos ir transformatorius perkraunami.

Labai svarbiu momentu tampa maksimalios apkrovos tikimybės pasirodymo reikšmės parinkimas. Daugelio šios srities specialistų teigimu reikėtų imti tikimybę, lygią 0,05 [8]. Tai reiškia, kad iš šimto užfiksuotų EA reikšmių ji bus didžiausia penkis kartus. Jeigu atkreipsim dėmesį į tai, kad fiksuojamos valandinės EA, tai skaičiuojamoji apkrova teoriškai turėtų per parą pasikartoti tik vieną kartą.

Pagal [2,4] rekomendacijas, siūloma EA grafikus nagrinėti pagal normalinį dėsnį, kuris nustatomas pagal formulę:

$$P_{sk} = P_{vid} + \zeta \delta, \quad (5.13)$$

čia: P_{sk} – skaičiuojamoji EA reikšmė;

P_{vid} – vidutinė EA reikšmė;

δ – EA vidutinis kvadratinis nuokrypis;

ζ – apkrovos pasiskirstymo ribos.

ζ atitinka nustatytą apkrovų pasirodymo tikimybės reikšmę. Remiantis matematinės statistikos taisyklėmis, galima teigti, kad priimant 97,7-99,87 maksimalios apkrovos pasirodymo tikimybę, reikšmė ζ kinta diapazono 2...3 ribose [4]. Priimant minėtą skaičiuojamosios EA pasirodymo tikimybę ir atitinkamas diapazono δ reikšmes, gauname:

$$P_{sk} = P_{vid} + (2 \div 3)\delta \quad (5.14)$$

Išanalizavus elektros apkrovų skaičiavimo metodus, galima pateikti šias išvadas:

- Tiksliam skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymui dažniausiai naudojami išnaudojimo, paklausos ir nevienalaikiškumo koeficientai.
- Orientacinėmis elektros apkrovoms nustatyti naudojama santykinė elektros galia, tenkanti pramoninės ar gyvenamosios paskirties ploto vienetui, pagaminamos produkcijos kiekiui ar darbo vietai nustatyti.

6. Miestų ir gyvenviečių skaičiuojamųjų apkrovų nustatymas

6.1 Skaičiuojamųjų apkrovų nustatymas gyvenamiesiems pastatams

Gerėjant gyvenimo kokybei buitinių prietaisų įvairovė butyje smarkiai padidėjo. Buitinių prietaisų gamyboje pritaikius aukštas technologijas, kai kurių butyje naudojamų elektros prietaisų varinės galios sumažėjo (televizorių, šaldytuvų, apšvietimo įrenginių ir t.t.). Tačiau žmonių patogumui pradėti gaminti prietaisai (arbatinukai, skalbimo mašinos), kurių varinės galios, lyginant su jų pirmtakų galiomis, ženkliai išaugo. Nustatinėjant skaičiuojamąsias elektros apkrovas butuose būtina atsižvelgti ir į naujos kartos buitinių prietaisų – mikrobanginių krosnelių, indų plovimo mašinų, kompiuterių, organizacinės technikos varinės galias. Pagrindinių, butyje naudojamų elektros prietaisų sąrašas ir jų charakteristikos pateiktos 6.1 lentelėje.

6.1 lentelė. Butyje naudojamų elektros imtuvų charakteristikos

Elektros energijos vartotojas (elektrinis prietaisas)	Maksimalus imtuvų darbo laikas per parą, val.	Vardinė galia, kW
Bendrai butyje naudojami elektros energijos imtuvai		
Šaldytuvas (kompresorinis)	12	0,8
Indų plovimo mašina	2	2,2
Karšto vandens šildytuvas (akumuliacinis)	4	1,7
Karšto vandens šildytuvas (akumuliacinis)	1	5
Skalbimo mašina	2	2,5
Televizorius	6	0,4
Organizacinė technika (kompiuteris, spausdinimo aparatas, kt.)	6	0,5
Laidynė	1	1
Dulkių siurblys	1	1,45
Radijas, magnetofonas	6	0,2
Muzikinis centras	6	0,4
Elektrinė viryklė	4	7
Elektrinis virdulys	1	2,2
Mikrobanginė krosnelė	2	0,8
Sulčiaspaudė universali	2	0,4
Mikseris (maišytuvė)	1	0,3
Plaukų džiovintuvas	1	1,4
Virtuvinis kombainas	2	0,95
Skrudintuvas/gruzdintuvė	1	0,8
Elektrinis akumuliacinis šildytuvas	4	1,7
Elektrinis momentinis šildytuvas	1,5	5
Kiti imtuvai	1	1
Apšvietimas (žiemos laiku)	11	1
Ūkininko sodyboje, individualiame name papildomai gali būti naudojami elektros energijos imtuvai:		

Elektros energijos vartotojas (elektrinis prietaisas)	Maksimalus imtuvų darbo laikas per parą, val.	Vardinė galia, kW
Malūnas	3	7,5
Vandens siurblys	3	0,5
Betono maišyklė	1	1,5
Kompresorius	2	1,5
Įrenginys statybos apdailai	3	3
Pjūklas	3	4
Mėšlo šalinimo transporteris	2	2,5
Melžimo aparatas	1,5	1,5
Suvirinimo aparatas	1	3

Išanalizavus butyje naudojamų elektros imtuvų panaudojimo dažnį, bei įvertinus jų vardines galias, galima išskirti keletą buitinių prietaisų, kurių naudojimas stipriai įtakoja buto elektros apkrovą. Šie prietaisai tai bute karšto vandens ar maisto ruošai naudojami elektros įrenginiai. Įvertinant gyvenamųjų namų butuose naudojamų elektros imtuvų vardinę galią ir jų panaudojimą laiko bėgyje galima teoriškai paskaičiuoti visos imtuvų grupės t.y. buto, namo, ūkininko sodybos skaičiuojamąją apkrovą.

Atsižvelgdami į 6.1 lentelę paskaičiuokime buto, kuriame įrengta 7 kW elektrinė viryklė skaičiuojamąją galią:

Pirmiausiai nustatysime efektyvių imtuvų, formuojančių maksimalią apkrovą bute, skaičių n_{ef} [8]:

$$n_{ef} = 2 \cdot \sum P_{i(sum)} / P_{i max} = 2 \cdot 25,3 / 7 = 7,23 \quad (6.1)$$

čia: $\sum P_{i sum}$ – suminė, vartotojo imtuvų grupės (namo, cecho, pastato) įrengtoji galia, kW;

$P_{i max}$ – įrengtoji, galingiausio elektros imtuvo grupėje, galia, kW.

Pagal 5 skyriuje minėtą formulę (5.5) nustatysime bute naudojamų elektros prietaisų, pvz.: šaldytuvo naudojimo koeficientą K_n :

$$k_n = p_{vid} / p_i \quad (6.2)$$

čia: p_{vid} – vidutinė, labiausiai apkrautos pamainos metu T , imtuvo galia, kW.

p_i – nominalioji (įrengtoji) elektros imtuvo, galia, kW.

Atsižvelgiant į tai, kad vieno imtuvo vidutinė galia tam tikrame laiko tarpe, gauname:

$$p_{vid} = W_a / T = p_i \cdot t / T \quad (6.3)$$

čia: w_a – imtuvo aktyviosios elektros energijos sąnaudos (labiausiai apkrautos pamainos metu T), kWh;

T – labiausiai apkrautos pamainos laikas (ilgiausias laikotarpis paros bėgyje, kurio metu didžiausia tikimybė, kad bus įjungtas elektros imtuvas), h ;

t – imtuvo, labiausiai apkrautos pamainos metu T , darbo laikas, h .

Į (5.5) įrašę išraišką (6.3) gauname, kad vieno imtuvo naudojimo koeficientą k_n :

$$k_n = p_{vid} / p_i = p_i \cdot t / T \cdot p_i = t / T \quad (6.4)$$

Labiausiai apkrautos pamainos laikas T bute naudojamiems imtuvams – nevienodas. Pvz.: Šaldytuvas gali įsijungti, t.y. naudoti p_i bet kuriuo paros momentu todėl ir $T = 24$ h, o virdulys ar mikrobangų krosnelė dažniausiai naudojami 7-22 val., vadinasi jiems $T = 16$ h.

Pasinaudodami (6.4) išraiška nustatykime bute naudojamo elektros imtuvo pvz.: šaldytuvo naudojimo koeficientą k_n :

$$k_n = t / T = 12 / 24 = 0,5 \quad (6.5)$$

Analogiškai paskaičiuojame kiekvieno dažniausiai bute naudojamo imtuvo k_n ir surašome į 6.2 lentelę.

6.2 lentelė. Buityje naudojamų elektros imtuvų charakteristikos

Elektros energijos vartotojas (elektrinis prietaisas)	Maksimalus imtuvų darbo laikas per parą, val.	Pamainos laikas	Vardinė galia p , kW	k_n
Šaldytuvas (kompresorinis)	12	24	0,8	0,50
Indų plovimo mašina	2	16	2,2	0,13
Skalbimo mašina	2	16	2,5	0,13
Televizorius	6	16	0,4	0,38
Organizacinė technika (kompiuteris, spausdinimo aparatas, kt.)	6	16	0,5	0,38
Laidynė	1	16	1	0,06
Dulkių siurblys	1	16	1,45	0,06
Radijas, magnetofonas	6	16	0,2	0,38
Muzikinis centras	6	16	0,4	0,38
Elektrinė viryklė	4	16	7	0,25
Elektrinis virdulys	1	16	2,2	0,06
Mikrobanginė krosnelė	2	16	0,8	0,13

Elektros energijos vartotojas (elektrinis prietaisas)	Maksimalus imtuvų darbo laikas per parą, val.	Pamainos laikas	Vardinė galia p , kW	k_n
Sulčiaspaudė universali	2	16	0,4	0,13
Mikseris (maišytuvas)	1	16	0,3	0,06
Plaukų džiovintuvas	1	16	1,4	0,06
Virtuvinis kombainas	2	16	0,95	0,13
Skrudintuvas/gruzdintuvė	1	16	0,8	0,06
Kiti imtuvai	1	16	1	0,06
Apšvietimas (žiemos laiku)	11	16	1	0,69

$$P_i = 25,3 \quad K_n \approx 0,2$$

Vidutinį (bendrą) buto elektros imtuvų naudojimo koeficientą K_n nustatysime [8] naudodamiesi išraiška:

$$K_n = \sum_1^n (k_n \cdot p_i) / P_i = 4,77 / 25,3 = 0,19 \quad (6.6)$$

čia: P_i – įrengtoji suminė $\sum_1^n p_i$ visų bute esančių elektros imtuvų galia, kW

Žinodami bute naudojamų elektros imtuvų bendrą naudojimo koeficientą $K_n \approx 0,2$, bei efektyvių imtuvų, formuojančių maksimalią apkrovą bute, skaičių n_{ef} , iš 6.2 lentelės galime nustatyti aktyviosios galios maksimumo koeficientą K_m , šiuo atveju $K_m = 1,54$.

Taigi naudodamiesi 5 skyriuje pateikta formule galime nustatyti imtuvų grupės, cecho ar buto maksimalią skaičiuojamąją galią:

$$P_{\max} = P_{sk} = K_m \cdot P_{vid} \quad (6.7)$$

Vietoj P_{vid} įstatę išraišką (5.7) gauname :

$$P_{\max} = P_{sk} = K_m \cdot P_{vid} = K_m \cdot K_n \cdot P_i = 1,54 \cdot 0,19 \cdot 25,3 \approx 7,4 \text{ kW} \quad (6.8)$$

Šiuo metodu galima nustatyti ir kito tipo butų (be elektros viryklių) ar individualių namų skaičiuojamąsias galias, kurios pateiktos 6.3 lentelėje

6.3 lentelė. Gyvenamiesiems pastatams rekomenduojamos skaičiuojamosios apkrovos.

Pastato, objekto kategorija	Skaičiuojamoji apkrova, kW
$\geq 60 \text{ m}^2$ butas su įrengta dujine virykle (daugiaaukščiuose namuose)	3,6
$\geq 60 \text{ m}^2$ butas su įrengta iki 7 kW galios elektrine virykle (daugiaaukščiame name)	7,5
$\geq 60 \text{ m}^2$ butas su įrengta iki 7 kW galios elektrine virykle ir akumuliaciniu elektriniu vandens šildytuvu (daugiaaukščiame name)	8
$\geq 60 \text{ m}^2$ butai su įrengta iki 7 kW elektrine virykle ir momentiniu elektriniu vandens šildytuvu (daugiaaukščiame name)	10
$\geq 100 \text{ m}^2$ butas su įrengta dujine virykle (mažaaaukščiame name)	4
$\geq 100 \text{ m}^2$ butas su įrengta iki 7 kW galios elektrine virykle (mažaaaukščiame name)	7,5
$\geq 100 \text{ m}^2$ butas su įrengta iki 7 kW galios elektrine virykle ir akumuliaciniu elektriniu vandens šildytuvu (mažaaaukščiame name)	8
$\geq 100 \text{ m}^2$ butai su įrengta iki 7 kW elektrine virykle ir momentiniu elektriniu vandens šildytuvu (mažaaaukščiame name)	10
$\geq 150 \text{ m}^2$ Individualus gyvenamasis namas su įrengta dujine virykle	4,5
$\geq 150 \text{ m}^2$ Individualus gyvenamasis namas su įrengta iki 7 kW galios elektrine virykle.	8
$\geq 150 \text{ m}^2$ Individualus gyvenamasis namas su įrengta iki 7 kW galios elektrine virykle ir akumuliaciniu elektriniu vandens šildytuvu	8,5
$\geq 150 \text{ m}^2$ Individualus gyvenamasis namas su įrengta iki 7 kW galios elektrine virykle ir momentiniu vandens šildytuvu.	10
Ūkininko sodyba (namas, ūkiniai pastatai) su įrengtu el. malūnu, el. vandens siurbliu, el. statybos apdailos įrenginiu, el. pjūklų ir kitais el. imtuvais	15
Ūkininko sodyba (namas, ūkiniai pastatai) su įrengtu el. malūnu, el. vandens siurbliu, el. statybos apdailos įrenginiu, el. pjūklų, momentiniu el. vandens šildytuvu ir kitais el. imtuvais	17
Sodininkų bendrijos namelis (be el. viryklių ir vandens šildytuvų)	3

Išanalizavę [1,3,4] pateiktas santykinų skaičiuojamųjų apkrovų lentelės nustatysime rekomenduojamus gyvenamųjų pastatų nevienalaikiškumo koeficientus K_v , priklausomai nuo buitinio vartotojo pastate naudojamų elektros imtuvų įvairovės, kuriuos pateiksime 6.4 lentelėje:

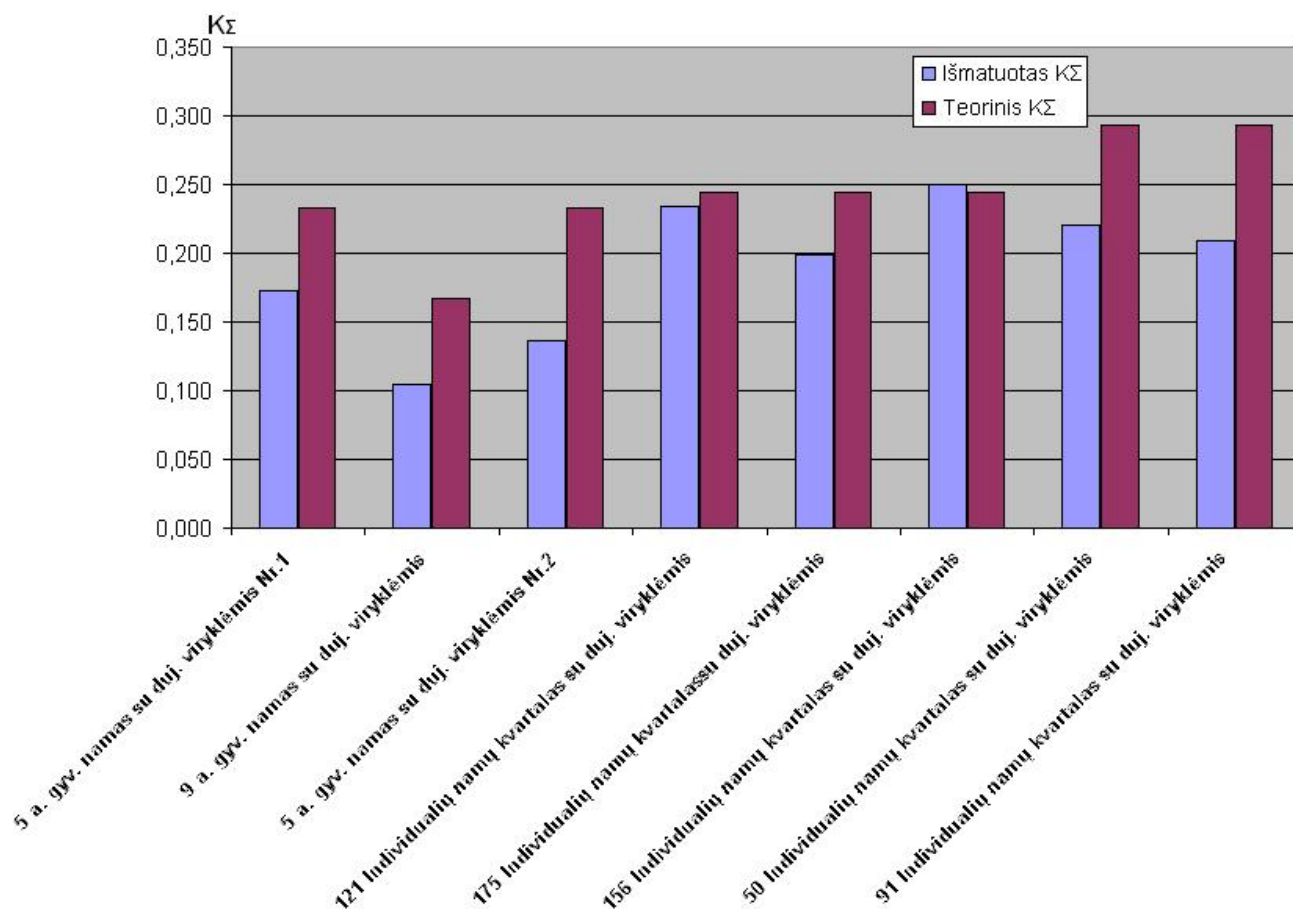
6.4 lentelė. Gyvenamųjų pastatų rekomenduojami apkrovų nevienalaikiškumo koeficientai K_E :

Eil. Nr.	Gyvenamojo pastato tipas ir trumpas pagrindinių imtuvų aprašymas	Nevienalaikiškumo koeficiento K_E reikšmė, priklausomai nuo butų, namų, ūkininkų sodybų skaičiaus													
		1-3	4-6	7-9	10-12	12-15	16-18	19-24	25-40	41-60	61-100	101-200	201-400	401-600	601-1000
1	Butai su įrengtomis dujinėmis viryklėmis daugiaaukščiuose ir mažaukščiuose (sublokuotuose) namuose	1	0,767	0,583	0,483	0,433	0,383	0,333	0,267	0,233	0,2	0,167	0,15	0,143	0,133
2	Butai su įrengtomis su įrengtomis 7 kW elektrinėmis viryklėmis daugiaaukščiuose ir mažaukščiuose (sublokuotuose) namuose	1	0,571	0,429	0,357	0,307	0,286	0,257	0,214	0,186	0,164	0,143	0,129	0,121	0,114
3	Butai su įrengtomis 7 kW elektrinėmis viryklėmis ir akumuliaciniais/momentiniais elektriniais vandens šildytuvais daugiaaukščiuose ir mažaukščiuose (sublokuotuose) namuose.	1	0,609	0,483	0,416	0,358	0,333	0,3	0,25	0,217	0,192	0,167	0,15	0,142	0,133
4	Individualūs gyvenamieji namai su įrengtomis dujinėmis viryklėmis	1	0,845	0,650	0,537	0,488	0,439	0,374	0,325	0,293	0,260	0,244	0,210	0,179	0,138
5	Individualūs gyvenamieji namai su įrengtomis 7 kW elektrinėmis viryklėmis	1	0,650	0,520	0,446	0,399	0,372	0,334	0,278	0,242	0,213	0,186	0,155	0,133	0,125
6	Individualūs gyvenamieji namai su įrengtomis 7 kW elektrinėmis viryklėmis ir akumuliaciniais/momentiniais elektriniais vandens šildytuvais	1	0,693	0,585	0,520	0,465	0,433	0,390	0,325	0,282	0,250	0,217	0,180	0,156	0,146
7	Ūkininkų sodybos	1	0,563	0,38	0,328	0,307	0,29	0,263	0,22	-	-	-	-	-	-
8	Sodo nameliai	1	0,577	0,423	0,346	0,288	0,269	0,231	0,192	0,173	0,154	0,146	0,135	0,127	0,115
9	Buitiniai kondicionieriai	1	1	0,95	0,9	0,83	0,8	0,7	0,58	0,45	0,3	0,25	0,1	-	-

Taigi remdamiesi atliktais teoriniais skaičiavimais bei išanalizavę statistinius gyvenamųjų pastatų apkrovų duomenis 1 priedas galime patikrinti teorinių (rekomenduojamų) vienalaikiškumo koeficientų K_{Σ} atitikimą realioms pamatuotiems. Išnagrinėjus 5 aukštų 45 butų gyvenamojo namo (įrengtos dujinės viryklės) apkrovos grafiką, matome, kad maksimali skaičiuojamoji apkrova šio namo įvade $P_{sk} \approx 28$ (įvertinus sezoniškumo koeficientą [4] 1,25, nes matavimai atlikti pavasarį). Atsižvelgiant į tai kad namo bute leistinoji naudoti galia $p_{leist} \approx 3$ kW ir jame nėra lifto nustatysime K_{Σ} :

$$K_{\Sigma} = P_{m\Sigma} / \sum_i^n P_{m,i} = 28,0 / 54 \cdot 3,0 = 0,17 \quad (6.9)$$

Nustatę konkretaus gyvenamojo pastato elektrinės apkrovos nevienalaikiškumo koeficientą K_{Σ} galime sulyginti su rekomenduojamu teoriniu. Iš 6.3 lentelės matome, kad esant name 41-60 butų, teorinis $K_{\Sigma} = 0,233$. Analogiškai patikrinsime ir kitų, remiantis 1 priede pateiktais apkrovų grafikais, gyvenamųjų pastatų nevienalaikiškumo koeficiento K_{Σ} atitikimą su teoriniu. Skaičiavimo rezultatai pateikti 6.1 paveiksle:



6.1 pav. Gyvenamųjų pastatų teorinių ir analitinių K_{Σ} koeficiento palyginimas

Sulyginę gyvenamųjų pastatų nevienalaikiškumo koeficiento K_{Σ} reikšmes (nustatytas remiantis realių pastatų elektrinių apkrovų grafikais) su atitikimais teoriniais matome, kad beveik visiems pastatams ar pastatų grupei teorinis K_{Σ} didesnis už išmatuotą, bei atsižvelgiant į apkrovų augimo tendenciją galima teigti kad 6.4 lentelėje pateikti koeficientai yra pakankamai geri.

Suminės gyvenamųjų daugiaaukščių pastatų skaičiuojamosios apkrovos gaunamos susumavus butų apkrovų ir bendros paskirties namo elektros imtuvų (liftų, siurblių, ventiliatorių ir t.t.) apkrovas. Skaičiuojant grupės butų ar namų apkrovas pirmiausiai susumuojamos kiekvieno buto skaičiuojamosios apkrovos ir kondicionierių skaičiuojamosios apkrovos įvertinant nevienalaikiškumo koeficientus

$$P_{but.gr.} = K_{but \Sigma} \cdot \sum_{i=1}^n P_{but. i} + K_{kond \Sigma} \cdot \sum_{i=1}^n P_{kond. i} \quad (6.10)$$

čia: $P_{but.}$ – santykinė skaičiuojamoji buto galia (kW/butui) priklausanti nuo bute naudojamos karšto vandens ar maisto ruošai energijos rūšies,

$P_{kond.}$ – santykinė skaičiuojamoji buitinių kondicionierių apkrova, kW;

$K_{but \Sigma}$ – nevienalaikiškumo koeficientas priklausantis nuo bute naudojamos karšto vandens ar maisto ruošai energijos rūšies, butų prijungiamų prie elektros linijos ar transformatorinės, skaičius.

$K_{kond \Sigma}$ – nevienalaikiškumo koeficientas priklausantis nuo kondicionierių skaičius.

Nustatant daugiaaukščio namo skaičiuojamąją apkrovą būtina įvertinti ir liftų skaičiuojamąją galią, kurią rekomenduojama skaičiuoti naudojant paklausos koeficientą :

$$P_{lift} = K_p \sum_{i=1}^n P_i \quad (6.11)$$

čia: K_p – paklausos koeficientas, parenkamas priklausomai nuo liftų, prijungiamų prie elektros linijos, kiekio bei pastato aukštingumo (6.5 lentelė);

n – liftų kiekis;

P_i – įrengtoji i -ojo lifto elektros variklio galia, kW.

Paklausos koeficiento K_p tarpinės reikšmės nustatytos remiantis [1,3] pateiktomis lentelėmis interpoliacijos būdu.

6.5 lentelė. Rekomenduojamos paklausos koeficientų gyvenamuose pastatuose reikšmės nuo jų aukštingumo ir liftų skaičiaus.

Liftų skaičius gyvenamajame name	Paklausos koeficientas K_p namams, kurie yra					
	Iki 7 aukštų	8-9 aukštų	10-12 aukštų	13-16 aukštų	Virš 16 aukštų	Visuomeninės paskirties pastatai
1	1	1	1	-	-	1
2-3	0,8	0,85	0,9	1	1	0,9
4-5	0,7	0,75	0,8	0,9	1	0,8
6-7	0,65	0,7	0,75	0,85	0,9	0,7
8-10	0,5	0,55	0,6	0,75	0,85	-
11-20	0,4	0,45	0,5	0,65	0,75	-
20 ir daugiau	0,35	0,38	0,4	0,55	0,65	-

Skaičiuojamoji elektros linijos, kuria tiekama elektros energija karšto ir šalto vandens cirkuliacinių siurblių, ventiliatorių ir kitų gyvenamojo namo bendros ūkinės paskirties imtuvų elektros varikliams, apkrova nustatoma susumavus visų imtuvų įrengtąsias galias įvertinus paklausos koeficientą 0,7, kuris rekomenduojamas literatūroje [1,3].

Gyvenamajame name esančių įvairios paskirties rezervinių elektros imtuvų (priešgaisrinių siurblių) galios, nustatinėjant pastato skaičiuojamąją apkrovą, neįvertinamos. Į minėtos paskirties imtuvų galią atsižvelgiama nustatinėjant vidaus instaliacijos laidų skerspjūvį.

Pilnoji gyvenamojo namo skaičiuojamoji galia $S_{sk.g.n.}$ nustatoma susumavus butų, liftų ir bendrų namo galios imtuvų apkrovas įvertinant galios koeficientą:

$$S_{sk.g.n.} = P_{but} / \cos \varphi_{but} + 0,9 \cdot P_{lift} / \cos \varphi_{lift} + P_{sk.g.i.} / \cos \varphi_{g.i.} \quad (6.12)$$

čia: $\cos \varphi_{but}$, $\cos \varphi_{lift}$, $\cos \varphi_{g.i.}$ – galios koeficientai nustatomi iš 6.6 lentelės

$P_{g.i.}$ – bendrųjų namo galios imtuvų skaičiuojamoji galia, kW.

6.6 lentelė. Rekomenduojami skaičiuojamieji galios koeficientai

Elektros energijos naudotojo tipas	Galios koeficientas, $\cos\phi$
Butas, namas su dujine virykle	0,9
Butas, namas su elektrine virykle	0,92
Butas, namas su elektrine virykle ir vandens šildytuvu	0,93
Butas, namas su buitiniu kondicionieriumi	0,88
Ūkininko sodyba	0,85
Vandens siurbliai, ventiliatoriai	0,85
Laiptinės, koridorių apšvietimas	0,95
Liftai (be reaktyviosios galios kompensavimo įrenginių)	0,6

Rekomenduojami galios skaičiuojamieji koeficientai nustatyti remiantis [1,3,4] bei skirstomųjų tinklų operatorių duomenimis.

6.2 Skaičiuojamųjų apkrovų nustatymas gyvenamųjų pastatų elektriniam šildymui

Skaičiuojamosios elektros apkrovos gyvenamųjų pastatų elektriniam šildymui gali būti nustatomos žinant sąlyginius šiluminės energijos poreikius vienam kvadratiniam metrui pastato apšildyti bei pasirinktą technologiją. Gyvenamųjų pastatų šildymo poreikis susideda iš šilumos poreikio reikalingo patalpų šildymui ir karšto vandens ruošimui. Vidiniai šilumos nuostoliai pastate taip pat įskaičiuojami į patalpų šildymą. Vadovaujantis 2000 metais atliktais įvairių gyvenamųjų pastatų šilumos poreikių analizės rezultatais, buvo nustatytas sąlyginis šildymo prietaisų išskiriamos šilumos poreikis vienam kvadratiniam metrui apšildyti. Visa informacija buvo apibendrinta ir pateikta 2001 metų *Nacionalinėje energijos vartojimo efektyvumo didinimo programoje (NEVEDP)*¹. 6.7 lentelėje pateikti 2000 metų įvairaus aukštingumo gyvenamųjų pastatuose šildymo prietaisų išskiriamos šilumos poreikiai vienam kvadratiniam metrui gyvenamųjų patalpų apšildyti.

¹ 2001 spalio 26 d. LR Ūkio ministro įsakymu Nr. 319 patvirtinta programa

6.7 lentelė. 2000 metais nustatyti įvairaus aukštingumo gyvenamųjų pastatų šilumos prietaisų išskirta šiluma, kWh/m².

Pastato aukštų skaičius	1	2-3	4-5	6-9	10-12	12 ir daugiau
Iki 2000 metų pastatyti pastatai	319	287	194	176	162	154

Anot 2001 metų NEVEDP, tokį papildomą šilumos energijos poreikį (naudojant šildymo prietaisus) sunaudoja daugelis tipinių iki 2000 metų pastatytų gyvenamųjų namų, tačiau vadovaujantis Lietuvos statybos techniniuose reglamentuose, visų pirma STR 2.05.01:1999 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“ reikalavimais (nuo 2005 metų įsigaliojo naujas STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“, kuriame pateikiami griežtesni atitvarų šiltinimo reikalavimai), reikalaujama statyti pastatus, kurių šilumos poreikis šildymui yra apie 63% mažesnis nei 2000 metų buvęs. Vadovaujantis 2001 metų NEVEDP, buvo nustatyta, kad iki 2010 metų (jeigu bus veiksmi pastatų atnaujinimo ir kreditavimo sistema) turi būti pasiektas iki 35 proc. šilumos energijos sutaupymas esamuose gyvenamuose pastatuose. Taigi, sąlyginiai papildomi šilumos suvartojimo poreikiai esamuose ir naujai statomuose gyvenamuose pastatuose pateikti 6.8 lentelėje.

6.8 lentelė. Sąlyginiai papildomi šiluminės energijos poreikiai gyvenamuose pastatuose, kWh/m²

Pastato aukštų skaičius	1	2-3	4-5	6-9	10-12	12 ir daugiau
Iki 2000 metų pastatytuose renovuotuose pastatuose	208	186	126	114	105	100
Naujai pastatytuose pastatuose	182	164	111	100	92	88

Norint iš 6.8 lentelės nustatyti šildymo prietaisų reikalingą galią vienam kvadratiniam metrui gyvenamųjų patalpų apšildyti, reikia žinoti sekančius parametrus:

- Aplinkos oro temperatūrų pokyčius per šildymo sezoną. Priimama prielaida, kad šildymo sezonas yra *nuo spalio 15 d. iki balandžio 15 d.* Skaičiuojamųjų apkrovų nustatymui buvo naudojamas faktinės Vilniaus mieste 2002 metais buvusios temperatūros. Žemiausia vidutinė paros lauko temperatūra -24,2 °C;
- Norminę patalpų temperatūrą. Vadovaujantis 2002 metais patvirtintu STR 2.09.04:2002 „PASTATO ŠILDYMO SISTEMOS GALIA. ENERGIJOS ŠAŖAUDOS ŠILDYMU“, *norminė gyvenamųjų patalpų temperatūra yra lygi 20°C*;

- Atsargos daugiklis lygus 1,1. Šis dydis parinktas, vadovaujantis 2002 metais patvirtintu STR 2.09.04:2002 „PASTATO ŠILDYMO SISTEMOS GALIA. ENERGIJOS SĄNAUDOS ŠILDYMU“.
- Šilumos prietaiso efektyvumas, kuris nurodomas gamintojo techninėse įrenginio specifikacijose. Neesant minėtų specifikacijų, priimamos tokios šilumos prietaiso efektyvumo reikšmės: esant automatiniam reguliavimui jis lygus 100 proc., rankiniam – 90 proc.;
- Šildymo prietaisų užprogramuoti darbo parametrai, priklausomai nuo paros laiko ir norimo užtikrinti šilumos taupymo potencialo. Kadangi taupymo potencialas labiausiai priklauso nuo kiekvieno vartotojo poreikių (darbo grafiko, poilsio valandų ir kt.), tai yra pakankamai sudėtinga nustatyti optimalų šildymo prietaisų veikimą paros bėgyje. Daroma prielaida, kad norint užtikrinti priimtą nuo tam tikro laiko paros bėgyje temperatūrą patalpoje, reikia bent vieną valandą leisti šildymo prietaisams veikti tokiu režimu kaip jie veiktų palaikant pastovią gyvenamųjų patalpų temperatūrą ištisą parą. Daroma prielaida, kad prietaisų veikimas paros bėgyje pasiskirsto pagal žemiau pateiktoje lentelėje funkciją. Pateikta funkcija yra darbo dienoms, tačiau panašią galima sukurti ir poilsio dienomis, kai šilumos poreikis yra reikalingas visą dieną.

Valanda	Šildymo prietaisų apkrova, proc.
06:00	100
08:00	80
16:00	100
22:00	80

Aukščiau paminėtos prielaidos buvo pagrindinės, kuriomis vadovaujantis buvo nustatytas elektros prietaisų skaičiuojamųjų apkrovų grafikas 1 m² ploto gyvenamųjų patalpų plotui apšildyti. Iš šio grafiko buvo nustatytos maksimalios elektrinių šilumos prietaisų apkrovos. Skaičiavimai buvo atlikti naudojant EnergyPRO programinę įrangą. 6.9 lentelėje pateikiami skaičiavimo rezultatai.

6.9 lentelė. Skaičiuotinos elektrinių šildymo prietaisų elektros apkrovos gyvenamuose pastatuose, W/m²

Pastato aukštų skaičius		1	2-3	4-5	6-9	10-12	12 ir daugiau
Senuose renovuotuose pastatuose	Rankinis valdymas	136,9	122,2	81,9	74,6	68,4	66,0
Naujai pastatytuose pastatuose		118,6	107,6	72,1	66,0	59,9	57,4
Senuose renovuotuose pastatuose	Automatinis valdymas	123,2	110	73,7	67,1	61,6	59,4
Naujai pastatytuose pastatuose		106,7	96,8	64,9	59,4	53,9	51,7

Gyvenamųjų pastatų elektriniam šildymui reikalingą apkrovą $S_{šild.}$ nustatoma pagal formulę:

$$S_{šild.} = s \cdot S_{sant.} \quad (6.13)$$

čia: s – suminis gyvenamojo pastato gyvenamųjų patalpų plotas, m²;

$S_{sant.}$ – santykinė suminė 1 m² gyvenamo pastato ploto apkrova, priklausomai nuo pastato aukštingumo, amžiaus ir šildymo prietaisų valdymo, kVA (6.9 lentelė).

6.3 Skaičiuojamųjų apkrovų nustatymas stambioms visuomeninės paskirties, verslo, transporto, ryšių, gydymo įstaigų pastatams

Skaičiuojamosios apkrovos stambioms visuomeninės paskirties, verslo, transporto, ryšių, gydymo įstaigų pastatams gali būti nustatinėjamos dviem metodais.

Pirmuoju metodu skaičiuojamoji apkrova nustatoma, kada žinomas imtuvų skaičius ir jų įrengtosios galios. Visuomeninės paskirties objektų skaičiuojamąją apkrovą įvairioje literatūroje rekomenduojama skaičiuoti sumuojant trijų pagrindinių imtuvų grupių (apšvietimo imtuvų, galios imtuvų, šaldymo įrenginių) sumines galias įvertinant maksimumų nesutapimo K ir galios $\cos\phi$ koeficientus. Kadangi norint nustatyti bendrą pastato elektrinę apkrovą būtina žinoti atskirų imtuvų grupių galias. Panagrinėsime kiekvienos iš imtuvų grupių skaičiuojamųjų galių nustatymo būdus:

Skaičiuojant vidaus ar išorės apšvietimo elektros tinklus dažniausiai rekomenduojama naudoti paklausos koeficientą K_p . Kadangi apšvietimo grupės imtuvai turi specifinį darbo režimą, paklausos koeficientas nustatomas pagal darbinių apšvietimo įrenginių suminę įrengtąją galią $P_{i.a.}$:

$$P_{sk.a.} = \sum P_{i.a.} \cdot K_p \quad (6.14)$$

6.10 lentelė. Paklausos koeficiento reikšmės įvairiuose pastatuose priklausomybė nuo apšvietimo įrenginių galios

Eil. Nr.	Įmonė, įstaigos tipas	K_p , priklausomai nuo suminės įrengtosios apšvietimo įrenginių galios kW						
		Iki 5	6-10	10-15	15-25	25-50	50-100	100≤
1	Viešbutis, sanatorija, pensionas, poilsio kompleksas, administraciniai pastatai	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,35
2	Bendrojo maitinimo įstaigos, restoranai, kavinės	1	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65
3	Vaikų lopšeliai darželiai, mokymo-gamybinės įstaigos	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7
4	Bankai, draudimo įmonės, mokymo įstaigos, buitinio aptarnavimo įmonės, prekybos įmonės	1	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75
5	Sporto salės, konferencijų salės, aktų salės.	1	1	1	1	1	1	1
6	Laisvalaikio centrai, klubai, kinoteatrai	1	0,9	0,8	0,75	0,7	0,65	0,5

Skaiciuojant avariniam (evakuaciniam) apšvietimui reikalingą galią paklausos koeficientas lygus 1.

Nustatant galios tinklų skaičiuojamąją galią naudojamas analogiškas metodas, kaip ir buto elektros apkrovos nustatymui:

$$P_{sk.gr.} = K_m \cdot P_{vid} = K_m \cdot K_n \cdot P_i \quad (6.15)$$

čia: P_{sk} – grupės imtuvų skaičiuojamoji galia kW.

P_i – įrengtoji elektros imtuvų grupės galia, kW.

K_m – aktyviosios galios maksimumo koeficientas, kuris nustatomas iš 5.1 lentelės priklausomai nuo efektyvių dirbančiųjų maksimume imtuvų grupėje skaičiaus n_{ef} ir K_n ;

K_n – aktyviosios galios naudojimo koeficientas

Kištukinių lizdų skaičiuojamoji apkrova $P_{sk.k.l.}$ nustatoma remiantis paklausos koeficientu priklausomai nuo jų kiekio:

$$P_{sk.k.l.} = K_p \cdot \sum_{i=1}^n P_{k.l.i} \quad (6.16)$$

6.11 lentelė. Kištukinių lizdų paklausos koeficiento reikšmės

	Kištukinių lizdų kiekis							
Paklausos Koeficientas K_p	≤ 10	11-20	21-50	51-100	101-200	201-400	401-600	601 $\geq$
	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,35

Bendra galios įrenginių kištukinių lizdų skaičiuojamoji apkrova prisumuojama prie galios įrenginių grupių apkrovų.

$$P_{sk.g.} = \sum_{i=1}^n P_{sk.gr.} + P_{sk.k.l.} \quad (6.17)$$

Nustatant pastato šaldymo įrenginių skaičiuojamąją galią $P_{sk.š.}$ naudojamas šios imtuvų grupės paklausos koeficientas K_p , priklausantis nuo šaldymo įrenginių įrengtosios galios santykio % su pastato galios tinklų skaičiuojamąja galia:

$$P_{sk.š.} = K_p \cdot n \cdot \sum_{i=1}^n P_i \quad (6.18)$$

6.12 lentelė. Paklausos koeficiento reikšmės nuo šaldymo įrenginių skaičiaus priklausomai šaldymo įrenginių kiekio ir jų galios santykio % su pastato galios tinklų skaičiuojamąja galia

Eil. Nr.	šaldymo įrenginių įrengtosios galios santykis % su pastato galios tinklų skaičiuojamąja galia	K_p , priklausomai nuo šaldymo įrenginių kiekio									
		Iki 3	4-5	6-8	9-10	11-15	16-20	21-30	31-50	51-100	101 $\leq$
1	15-24	0,8	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,5	0,45	0,45	0,4
2	25-49	0,8	0,65	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,5	0,45	0,45
3	50-74	0,8	0,7	0,65	0,65	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,45
4	75-84	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6	0,6	0,6	0,55	0,55	0,5
5	85-100	1	0,9	0,8	0,75	0,7	0,65	0,65	0,6	0,55	0,5

Nustačius visų imtuvų grupių skaičiuojamąsias apkrovas galime apskaičiuoti konkrečios įmonės ar įstaigos skaičiuojamąją apkrovą:

$$S_{sk.im.} = K_{\Sigma} \cdot (P_{sk.a.} + P_{sk.g.} + P_{sk.š.}) / \cos \varphi \quad (6.19)$$

čia: $\cos \varphi$ – įmonės galios koeficientai nustatomi iš 5.11 lentelės

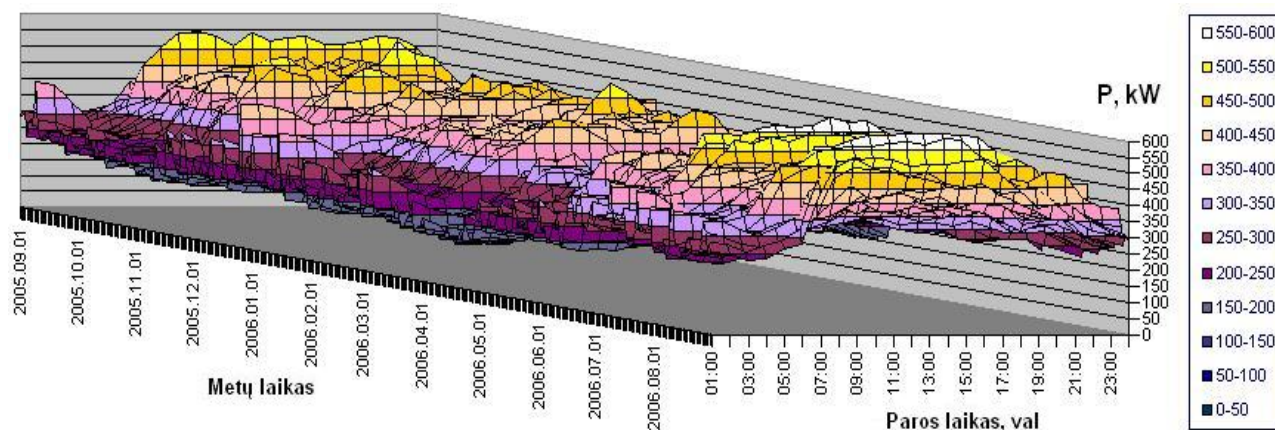
K_{Σ} – maksimumų nesutapimo koeficientas (apšvietimo imtuvų grupės su galios ir šaldymo imtuvų skaičiuojamąja galia) pateiktas 6.13 lentelėje.

6.13 lentelė. Apšvietimo imtuvų grupės su galios ir šaldymo imtuvų skaičiuojamąja galia nesutapimo koeficientai

Eil. Nr.	Įmonės ar įstaigos tipas	<i>K</i> , maksimumų nesutapimo koeficientas, priklausomai nuo apšvietimo imtuvų grupės skaičiuojamosios galios santykio su galios imtuvų skaičiuojamąja galia, %		
		Nuo 20 iki 75	Nuo 75 iki 140	Nuo 140 iki 250
1	Prekybos ir maitinimo įstaigos	0,9	0,85	0,9
2	Bendrojo lavinimo mokyklos ir kitos švietimo	0,95	0,9	0,95
3	Vaikų darželiai	0,85	0,8	0,85
4	Buitinio aptarnavimo ir kitos smulkio įmonės	0,85	0,75	0,85
5	Įvairios paskirties administraciniai pastatai	0,95	0,9	0,95

Pastaba: Lentelėje nepaminėtos kategorijos pastatams *K* priimamas lygus 1.

Antruoju metodu galima nustatyti orientacines skaičiuojamųjų apkrovų normas, kurios kaip jau minėjome 4 skyriuje, nustatomos nepriklausomai nuo prijungtų prie reikiamo elektros tinklo taško elektros imtuvų skaičiaus. Skaičiuojamosios apkrovos norma šiuo atveju nustatinėjamos pagal santykinę elektros galią, tenkančią pramoninės ar visuomeninės paskirties pastatų ploto vienetui arba pagal santykinę elektros energijos sąnaudas produkcijos vienetui pagaminti. Santykinės skaičiuojamosios apkrovos (6.14 lentelė) bus nustatomos remiantis literatūroje rekomenduojamomis normomis [3,4] bei istoriniais, skirstomųjų tinklų operatorių pateiktais duomenimis t.y. metiniais apkrovų grafikais juos apdorojus statistiškai. Išanalizuosime konkrečios paskirties pastato Viešbučio, esančio Vilniaus raj. elektrinės apkrovas. Remiantis EMH Elgama skaitiklio istoriniais duomenimis galime sudaryti elektrinių apkrovų lentelę (2 priedo 1 lentelė.), iš kurios galime gauti metinį apkrovos grafiką 6.2 pav.



6.2 pav. Metinis viešbučio elektrinių apkrovų grafikas

Turint konkretaus objekto apkrovos grafiką, galima nustatyti visus dydžius, reikalingus projektuojant elektros sistemą. Skaičiuojamosios apkrovos nustatymui analizuojama grafiko vieta kur pusvalandžio/valandos bėgyje apkrova būna maksimali. Šio objekto maksimali apkrova paprastai pasiekama vasaros laikotarpiu t.y. birželio-rugpjūčio mėnesiais. Remdamiesi ... priede pateiktais duomenimis galime nustatyti šio objekto vidutinę galią:

$$P_{vid} = \bar{P} = \sum_{i=1}^n P_i / n = 2705407,5 / 365 \cdot 24 = 308,8 \text{ kW}, \quad (6.20)$$

čia: P_i – i-tuoju matavimu nustatyta galios reikšmė pastato įvade, kW;
 n – matavimų skaičius;

Turėdami apkrovų reikšmes metų bėgyje nustatysime šių reikšmių vidutinį kvadratinį nuokrypį, kuris:

$$\delta(P) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (P_i - P_{vid})^2 / (n - 1)} = \sqrt{736106,36 / (8760 - 1)} = 84, \quad (6.21)$$

Toliau pasinaudoję 5 skyriuje pateiktu skaičiuojamųjų apkrovų nustatymo statistiniu metodu, galime nustatyti P_{sk} :

$$P_{sk} = P_{vid} + 3 \cdot \delta = 308,8 + 3 \cdot 84,04 = 560,9 \text{ kW}, \quad (6.22)$$

Vadovaudamiesi skaičiavimo rezultatais galima priimti, kad skaičiuojamoji šio objekto galia $P_{sk}=561$ kW. Įvertinus šio objekto (viešbučio) bendrąjį plotą galima nustatyti santykinę skaičiuojamąją šio objekto galią $P_{sk(1\text{ m})}$, kW/m²:

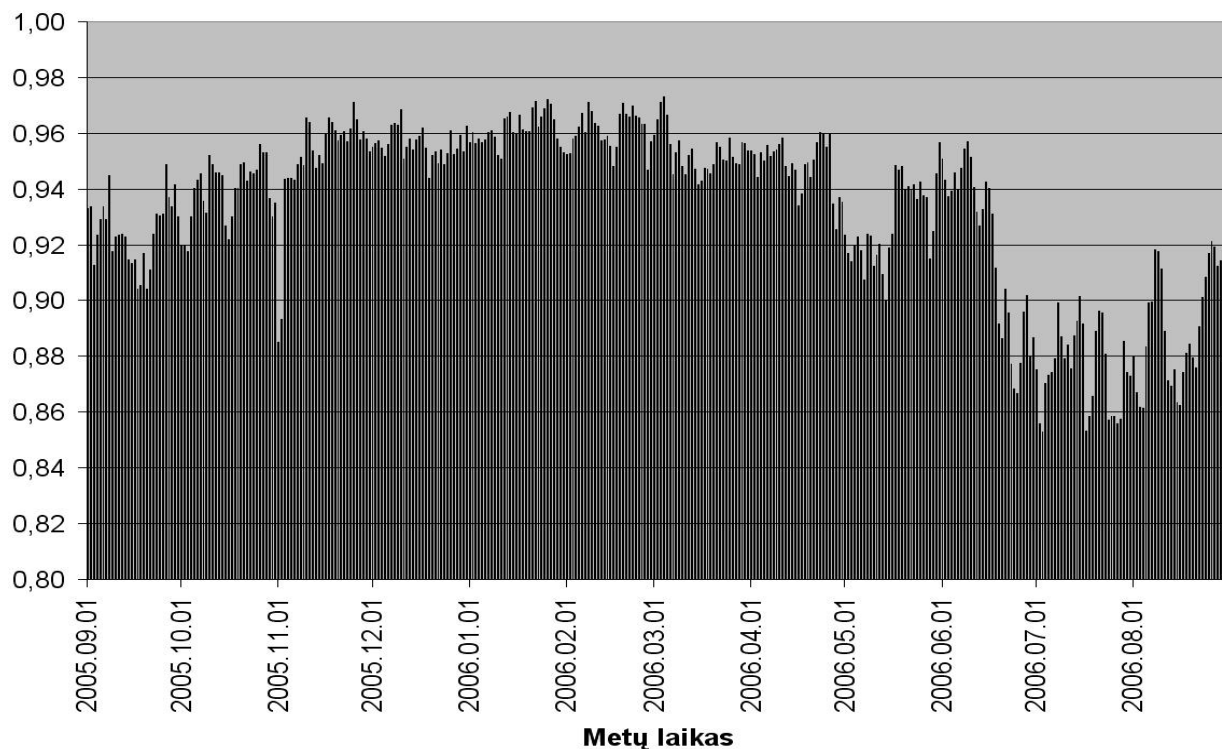
$$P_{sk(1\text{ m}^2)} = P_{sk} / s = 561 / 28400 \approx 0,02 \text{ kW} / \text{m}^2 \quad (6.23)$$

čia: s – pastato bendrasis patalpų plotas, m²

Žinant viso objekto per metus suvartojamos energijos kiekį W_{met} galima suskaičiuoti maksimalios elektros apkrovos metinės trukmės laikus T :

$$T = W_{met} / P_{max} = 2705407,5 / 600 \approx 4500 \text{ val} \quad (6.24)$$

Nustatinėjant pilnąją skaičiuojamąją galią S reikalinga žinoti galios koeficientą $\cos\varphi$, todėl išnagrinėsime koeficiento kitimą metų bėgyje 6.3 pav.



6.3 pav. Metinis Viešbučio galios koeficiento $\cos\varphi$ kitimo grafikas

Iš grafiko matome kad Viešbučio įvade galios koeficientas svyruoja 0,85-0,97. Ir jis žemiausias didžiausios apkrovos, vasaros laiku. Taigi skaičiuojamąją galios koeficiento reikšmę galime priimti $\cos\varphi=0,88$. Analogiškai nustatytą (3 priedas) kitos paskirties pastatų skaičiuojamųjų apkrovų bei galios koeficientų reikšmės pateiktos 6.14 lentelėje.

6.14 lentelė. Santykinės skaičiuojamosios elektros apkrovos visuomeninės paskirties objektuose

Eil. Nr.	Įmonės ar įstaigos tipas	Santykinis dydis	Santykinė apkrovos norma	Maksimalių apkrovų naudojimo laikas, val.
1	Įvairių prekių (maisto produktų, rūbų) stambūs, $\geq 5000 \text{ m}^2$ bendro ploto, prekybos centrai	kW/ m^2 (bendro ploto)	0,045	4000
2	Pramoninių, statybos prekių stambūs, $\geq 5000 \text{ m}^2$ bendro ploto, prekybos centrai	kW/ m^2 (bendro ploto)	0,035	5000
3	Smulkūs iki 5000 m^2 maisto produktų ir kitų prekių prekybos centrai	kW/ m^2 (bendro ploto)	0,075	2000
4	Stambių įmonių administraciniai pastatai Su kondicionavimo sistemomis Be kondicionavimo sistemų	kW/ m^2 (bendro ploto)	0,16 0,1	3500

Eil. Nr.	Įmonės ar įstaigos tipas	Santykinis dydis	Santykinė apkrovos norma	Maksimalių apkrovų naudojimo laikas, val.
5	Smulkios įmonių, ofisų patalpos	kW/ m ² (bendro ploto)	0,2	4000
6	Ryšių įstaigų administraciniai pastatai	kW/ m ² (bendro ploto)	0,05	4000
7	Transporto (oro) įmonės	kW/ 100 m ² (užstatyto ploto)	0,08	4000
8	Pramogų, laisvalaikio paskirties pastatai	kW/ m ² (bendro ploto)	0,08	1000
9	Maitinimo įstaigos Maisto ruošai naudojamos dujinės viryklės Maisto ruošai naudojamos el. viryklės	kW/ vienam klientui	0,7 0,9	1500
10	Bendrojo lavinimo mokyklos, kolegijos ir kitos švietimo įstaigos Su valgyklomis Be valgyklos	kW/1 mokiniui	0,22 0,15	1500
11	Vaikų darželiai	kW/ 1 darželinukui	0,4	1200
12	Buitinio aptarnavimo įmonės	kW/ 1 darbo vietai	1,3	2000
13	Viešbučiai, sanatorijos, poilsio namai	kW/ m ² (bendr.ploto)	0,03	3500
14	Poliklinikos	kW/ vienam ligoniui	0,2	2000
15	Ligoninės	kW/ vienam ligoniui	0,75	3500

6.15 lentelė. Rekomenduojami skaičiuojamieji galios koeficientai

Įmonės ar įstaigos tipas	Galios koeficientas, $\cos\phi$
Įvairių prekių prekybos centrai, prekybos pastatai	0,85
Stambių įmonių administraciniai pastatai, smulkios įmonių, ofisų patalpos	0,85
Pramogų, laisvalaikio paskirties pastatai	0,9
Maitinimo įstaigos	0,9
Bendrojo lavinimo mokyklos, kolegijos ir kitos švietimo įstaigos	0,9
Vaikų darželiai	0,92
Buitinio aptarnavimo įmonės	0,8
Viešbučiai, sanatorijos, poilsio namai	0,85
Poliklinikos, ligoninės	0,9

6.4 Skaičiuojamųjų apkrovų nustatymas gyvenamųjų ir visuomeninės paskirties pastatų teritorijoms

Šiame skyriuje bus pateiktas bendras skaičiuojamųjų apkrovų nustatymo principas naujai planuojamoms teritorijoms. Pateikta rekomendacija leis teritorijų planuotojams nustatyti kokia bus reikalinga skaičiuojamoji elektros apkrova, t.y. kokios galios transformatorius bus reikalingas užtikrinti elektros energijos tiekimą, įvairaus pobūdžio vartotojams.

Skaičiuojamoji transformatorinių pastatų apkrova susideda iš prie jos prijungtų vartotojų galios poreikio arba tai galima išreikšti pagal tokią formulę:

$$S = S_{\max} + \sum_{i=1}^n S_i \cdot K_{\max} \quad (6.25)$$

čia:

$S_{\max}$ – didžiausia vieno iš visų prie elektros linijos ar transformatorinės prijungtų vartotojų skaičiuojamoji pilnoji galia, kVA;

S_i – visų pastatų, išskyrus pastatą turintį didžiausią pilnąją galią, pilnosios galios, kVA;

$K_{\max}$ – maksimumų nesutapimo koeficientas gyvenamiesiems ar buitiniams vartotojams, (žr. 6.16 lentelę).

Norint nustatyti skaičiuojamąją transformatorių pastotės apkrovą, reikia gerai nustatyti skaičiuojamąją kiekvieno vartotojo galią, kuri gali būti nustatyta pagal anksčiau paminėtus metodus. Nustačius kiekvieno vartotojo skaičiuojamąją apkrovą, jam pagal 6.16 lentelę pritaikome maksimumo nesutapimo koeficientą. Skaičiuojamoji transformatorių pastotės galia susidės iš aktyviosios prie jos prijungtų vartotojų galios, įvertinus kiekvieno vartotojo galios koeficientą, kuris pateikiamas 6.16 lentelėje.

Miestų elektros energijos tiekimo sistemą daugiausiai sudaro daugelis vartotojų, kurių prietaisai naudoja vienos fazės elektros energiją. Jei prie vienos fazės prijungtų vartotojų ilgalaikė vartojamoji apkrova neviršija 15 proc. prijungtų trifazių elektros energijos prietaisų galios, vadinasi visa apkrova skaitoma, kad prie transformatorių pastotės prijungtų vartotojų imtuvai yra trijų fazių, nepriklausomai nuo to kaip laikui bėgant tarp fazių pasiskirsto vienfazių imtuvų apkrova.

Paprastai trifazių tinklų simetriškumas tarp fazių užtikrinamas dar projektuojant elektros tinklus su vienfaziais elektros imtuvais bei tinkamai juos eksploatuojant. Taip pat simetriškumą tarp fazių galima užtikrinti ir naudojant kitas technines priemones jei jau nėra galimybės prijungti vienfazius elektros energijos vartotojus taip, kad būtų sudarytas simetriškumas tarp fazių.

6.16 lentelė Maksimumų nesutapimo koeficientai K_{Max} .

	Gyvenamieji namai		Maitinimo įstaigos		Bibliotekos	Mokymo įstaigos	Parduotuvės, prekybos centrai	Viešbučiai	Kirpyklos	Vaikų darželiai	Buitinio aptarnavimo ir kt. įmonės	Pramogų paskirties įmonės
	Gyvenamieji namai su elektrinėmis viryklėmis	Gyvenamieji namai su ne elektrinėmis viryklėmis	Valgyklos	Kavinės, restoranai								
Gyvenamieji namai su elektrinėmis viryklėmis	-	0,9	0,6	0,7	0,6	0,4	0,8	0,7	0,8	0,4	0,6	0,9
Gyvenamieji namai su dujinėmis viryklėmis	0,9	0,4	0,6	0,7	0,5	0,3	0,8	0,7	0,7	0,4	0,5	0,9
Maitinimo įstaigos (valgyklos, kavinės, restoranai)	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,5
Mokymo įstaigos ir bibliotekos	0,5	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8
Parduotuvės	0,5	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8
Viešbučiai	0,8	0,8	0,6	0,8	0,4	0,3	0,8	0,8	0,8	0,4	0,5	0,9
Poliklinikos	0,5	0,4	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8
Buitinio aptarnavimo ir kt. įmonės	0,5	0,4	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8
Pramogų paskirties įmonės	0,9	0,9	0,4	0,6	0,3	0,2	0,8	0,7	0,8	0,2	0,4	-

6.5 Skaičiuojamųjų apkrovų nustatymas elektros energijos poreikių įvertinimui, nustatomas atskiroms miestų ir gyvenviečių grupėms, tenkančias 1 gyv./metus arba 1 kv. metrui gyvenamojo ploto, miestų bei gyvenviečių vartotojų maksimalios elektros apkrovos metinės trukmės laikus

Remiantis Europos mokslininkų tyrinėjimais [6,7] nustatyta, kad elektros energijos sąnaudas 1 kv. metrui gyvenamojo ploto arba 1 gyv./metus skaičiuoti yra nelogiška, nes elektros energijos sąnaudos gyvenamosios paskirties namuose priklauso nuo butų skaičiaus ir praktiškai labai mažai priklauso nuo buto naudingojo ploto. Bendrai buitinių vartotojų maksimalių apkrovų laikas metų bėgyje svyruoja nuo 300-2600 val. Lietuvoje (2005 skirstomųjų tinklų operatorių duomenys) metinės vieno buitinio vartotojo (buto, namo) elektros energijos sąnaudos Lietuvoje sudaro vidutiniškai apie 1600 kWh.

Planuojant orientacines metines elektros energijos sąnaudas naujoms gyvenamojo pobūdžio miesto teritorijoms priimti 1200 kWh vienam butui, kai planuojama maisto gamybai butuose/namuose naudoti dujines viryklės ir 2000 kWh vienam butui/namui, kai planuojama maisto gamybai juose naudoti elektrines viryklės.

Orientacines metines elektros energijos sąnaudas konkrečios paskirties įmonėms ir organizacijoms skaičiuoti pagal formulę:

$$E_{met} = P_{Sk} \cdot T_{max} \quad (6.26)$$

kur:

- | | | |
|-----------|---|---|
| P_{Sk} | – | skaičiuojamoji maksimali visuomeninės paskirties pastato apkrova nustatyta remiantis realiais duomenimis arba 6.16 lentelėje pateiktais orientaciniais, kW; |
| T_{max} | – | Metinis maksimalių elektros apkrovų trukmės laikas, val. (6.16 lentelė). |

6.6 Skaičiuojamųjų apkrovų nustatymas ūkininkų sodyboms, kaimo turizmo verslo objektams, vienkiemiams.

Skaičiuojamosios apkrovos ūkininkų sodyboms nustatytos 6.1 skyriuje. Kaimo turizmo verslo objektams kaip objekto vienetui skaičiuojamąją apkrovą nustatyti neįmanoma, nes ji labai priklauso nuo tiekiamų paslaugų įvairovės ir jų, bei bendro objekto elektrifikavimo lygio. Vienkiemiams skaičiuojamosios apkrovos turėtų būti prilyginamos 6.1 skyriuje nustatytoms individualių namų apkrovoms.

7. Apibendrinimas

Išnagrinėję dažniausiai naudojamus elektros apkrovų skaičiavimo metodus bei rekomendacijas pateikėme miestų ir gyvenviečių (gyvenamiesiems pastatams, stambioms visuomeninės paskirties, verslo, transporto, ryšių, gydymo įstaigų pastatams rekomenduojamus skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymo principus. Naudojantis šiais principais nustatytos apkrovos palygintos su surinktais faktiniais duomenimis. Atliktos analizės rezultate parengtas teisės akto projektas leidžiantis nustatyti skaičiuojamąsias apkrovas planuojant pastatus ar atskiras teritorijas.

8. Literatūros sąrašas

1. J.Šliogeris, V.Kvedaras. Elektros tinklai. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2001.100 p.
2. E.Lakervi, E.J. Holmes. Electricity distribution network design. 2nd edition/ISBN 0 86341 309 9// Short run press, Ltd., 2004
3. Кузнецов В.С. Электроснабжение и электроосвещение городов. Минск: Вышэйшая школа, 1989. 136 с.
4. Будзко И.А, Зуль. И.М. Электроснабжение сельского хозяйства. Москва: Агропромиздат, 1990. 496 с.
5. Based C. V. Method for Distribution Load Forecasting.// IEEE. 1989. N8, pp 2677-2684
6. DI Dr. Karin Stieldorf, DI Helga Juri. Energieverbrauch in Wohn- u. Bürogebäuden. Institut für Energiewirtschaft. Technische Universität Wien:2000. 197 l.
7. P.Bennich, A. Persson. Methodology and first result end-use metering in 400 Swedish households. The Swedish energy agency. 2005
8. Б. Д. Жохов, Б. Годгельф. Указание по расчету электрических нагрузок РТМ 36.18.32.4-92. ВНИПИ Тяжпромэлектропроект: № 359-92

PRIEDAI
