

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

Alvydas Baliutavičius

**STATINIŲ PROJEKTŲ ELEKTROTECHNINĖS DALIES
PROJEKTAVIMO PRAKTIKOS TYRIMAS**

Magistro darbas

Vadovas

doc. dr. L. Buivis

ŠIAULIAI, 2008

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU:

Katedros vedėjas

doc. dr. T. Šimkevičius

2008 06

**STATINIŲ PROJEKTŲ ELEKTROTECHNINĖS DALIES
PROJEKTAVIMO PRAKTIKOS TYRIMAS**

Magistro darbas

Vadovas

doc. dr. L. Buivis

2008 06

Atliko

EM-6 gr. stud. A. Baliutavičius

2008 06

Recenzentas

doc. dr. T. Šimkevičius

2008 06

ŠIAULIAI, 2008

Summary

Such modern-day questions of technical projects as structure, the quality of work accomplishment, the speed of work, the establishment of new technologies, analysis of mistakes are being analysed in this work.

Considerable changes within economy structures of Lithuania have been taking place during late 15 years. First of all, all the institutions, which had pursued and administrated the methods and order of the old planning style, collapsed, later the new ones have been undertaken. The basis of legislation was launched. Since Lithuania entered the European Union the mentioned process has been taking place and nowadays, and the legislation is being adapted to the common activities of European Union. Moreover, despite the changes in legislation, the new wave of technical innovations has sprung. After consolidation of Europe and when the common commodity market was opened the new commodity suppliers (unfortunately, not always having decisions of better quality) superseded the old technologies and the old manufacturers.

Lithuania has been losing its old designers, executives, the other proficient workers together with its old facilities. Some specialists have retrained, the other simply have lost their qualification. Consequently, since the economy and construction have visibly revived in Lithuania, the young specialists, often with lack of experience, have made a big proportion of the personnel.

The present situation in Lithuania, related with its technical projects and documents according the regulation of this activity and situation of innovations are examined in this work. This exemplary work would help young specialists to manage the straight way towards the mature, more professional projects.

TURINYS:

Įvadas.....	5
1. Teorinė dalis.....	6
1.1. Nuo idėjos iki produkto.....	6
1.2. Atskirų projekto dalių suderinamumas	9
1.3. Vėlyvųjų sprendimų prevencija.....	9
1.4. Projekto įgyvendinimo kontrolė.....	10
1.5. Statinio elektrotechninės dalies projekto techninė dokumentacija ir jos kokybė	11
1.6. Statinio elektrotechninės dalies techninio projekto sudėtis	12
1.7. Skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymo problemos.....	14
1.8. Skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymo metodikos.....	14
2. Realizuotų projektų tyrimas.....	15
2.1. Statinio elektrotechninės dalies techninių projektų sudėtis ir išpildymas	13
2.2. Laidininkų skerspjūvių parinkimas, laidininkų izoliacija, ilgalaikė srovė	15
2.3. Laidininkų apsauga nuo perkrovos, maksimali srovė, šiluminė apsauga ir selektyvumas...17	
2.4. Apsauga nuo izoliacijos pažeidimų, trumpas jungimas.....	17
2.5. Papildoma apsauga, nuotėkių relės, viršytampių ribotuvai.....	18
2.6. Žaibosauga	19
2.7. Įžeminimai ir potencialų suvienodinimai.....	19
2.8. Automatizacijos aktualijos, procesų valdymas.....	20
3. Specializuotų projektavimo programų tyrimas.....	21
4. Projektuotojų apklausa	26
4.1. Tiriamojo darbo apklausos paskirtis.....	26
4.2. Praktinės analizės metu siunčiamos elektroninės žinutės pavyzdys.....	26
4.3. Aktyvioji anketa.....	27
4.5. Apklauso tyrimo pristatymas.....	28
5. Išvados.....	31
6. Literatūros sąrašas.....	30
7. Priedai.....	33
7.1 Skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymas gyvenamiesiems pastatams.....	33
7.2 Laukiamų galios apkrovų skaičiavimas (suderintų diagramų metodas).....	47
7.3 Įrenginių skaičiuojamosios apkrovos.....	48

Ivadas

Darbe nagrinėjamos šių dienų techninių projektų aktualijos tokios, kaip struktūra, darbų atlikimo kokybė, sparta, naujų technologijų įvedimas, klaidų analizė.

Pastaruosius penkiolika metų įvyko dideli pasikeitimai Lietuvos ūkio struktūrose. Pirmiausia sugriuvo senoji projektavimo tvarka vykdančios ir kontroliuojančios institucijos, po to vėl iš naujo buvo pradėtos kurti naujos. Pradėta kurti įstatymų bazė. Lietuvai įstojus į Europos sąjungą, šie procesai vyksta ir šiandien, įstatymai pritaikomi bendrai Europos sąjungos veiklai. Be įstatymų pasikeitimų į Lietuvą plūstelėjo techninių naujovių banga. Susivienijus Europai ir atsivėrus bendrai prekių rinkai, senąsias technologijas ir senuosius gamintojus išstūmė, deja ne visada geresniais, kokybiniais sprendimais pasižymintys nauji prekių tiekėjai.

Lietuva, kartu su senąja infrastruktūra, prarado ir senuosius projektuotojus, darbų vadovus, kitus specialistus. Vieni persikvalifikavo, kiti tiesiog prarado kvalifikaciją. Taigi, pastebimai atgijus ekonomikai, statybai Lietuvoje, didelę kadro dalį sudaro jauni, neretai su patirties trūkumu, specialistai.

Šiame darbe ištirta Lietuvoje esama techninių projektų ir šia veiklą reglamentuojančių dokumentų bei naujovių situacija. Šis darbas skirtas pradedančiam jaunam specialistui padėti, rasti tiesesnį kelią brandesnių, profesionalesnių projektų link.

1. Teorinė dalis.

1.2. Nuo idėjos iki produkto.

Kiekvienas, valstybė ar privatus investuotojas, nori kuo greičiau pamatyti rezultatą ir pradėti skaičiuoti iš įgyvendinto projekto grįžtančius pinigus. Kad suprasti darbų ir sprendimų spartą panagrinėkime kelią, kurį reikia nueiti nuo idėjos iki projekto įgyvendinimo.

Rinkos ekonomikos sąlygomis visiems projektų dalyviams keliami griežti reikalavimai dėl išlaidų, kokybės ir statybos trukmės. Vykdamas šiuos reikalavimus kaskart sunkiau, nes projektavimo ir statybos procesai vis sudėtingesni, kompleksiškesni ir kartu didėja šių veiklų specializacija.

Statybos projektas (investicinis projektas) įgyvendinamas etapais. Etapų skaičius ir jų turinys išdėstytas pav. 1.1 ir priklauso nuo projekto įgyvendinimo modelio ir dalyvių skaičiaus. Galima išskirti penkis statinio statybos įgyvendinimo etapus:

1. *Statinio projekto įgyvendinimo prielaidų nustatymas.* Šiame etape formuojami projekto tikslai, uždaviniai, apribojimai ir galimi įgyvendinimo variantai, statybos sklypų variantai, atliekama teisinė statybos vietos analizė, įvertinamos inžinerinės ir transporto sistemos.
2. *Priešprojektinis etapas.* Šiame etape turi būti priimami statinio projekto principiniai techniniai sprendimai, atrenkami optimalūs projekto variantai, pateikiama jo sąmata pagal sustambintus rodiklius ir nustatoma statybos trukmė.
3. *Projektavimas.* Šiame etape statinys projektuojamas, sudaroma statinio projektinė dokumentacija ir sąmata, gaunami leidimai statybai, taip pat organizuojamas konkursas statybai vykdyti. Atliekama rangovų atranka ir sudaromos sutartys.
4. *Statybos darbų vykdymas.* Šiame etape rangovai turi parengti statybos inžinerinį aprūpinimą, sudaro darbų vykdymo projektą ir vykdo statybos ir inžinerinių sistemų montavimo darbus. Statybos inžinerinio parengimo metu turi būti nagrinėjamos ir įvertinamos statybos procesų vykdymo alternatyvos, nustatomi ir įgyvendinami optimalūs sprendimai. Vykdoma autorinė projekto ir techninė priežiūra.
5. *Statinio atidavimas naudoti.* Tai paskutinis statybos projekto įgyvendinimo etapas. Statinys priimamas naudoti tada, kai pašalinami visi pastebėti bendrastatybiniai ir inžinerinių sistemų montavimo trūkumai.

Kiekvieno etapo įgyvendinimo sėkmė priklauso nuo suderinto ir produktyvaus visų etapų dalyvių darbo. Kiekviename etape privalo dalyvauti:

1. Statybos projekto pagrindimo ir rengimo etape:
 - 1.1. užsakovai;
 - 1.2. statybos projektų vadovai;

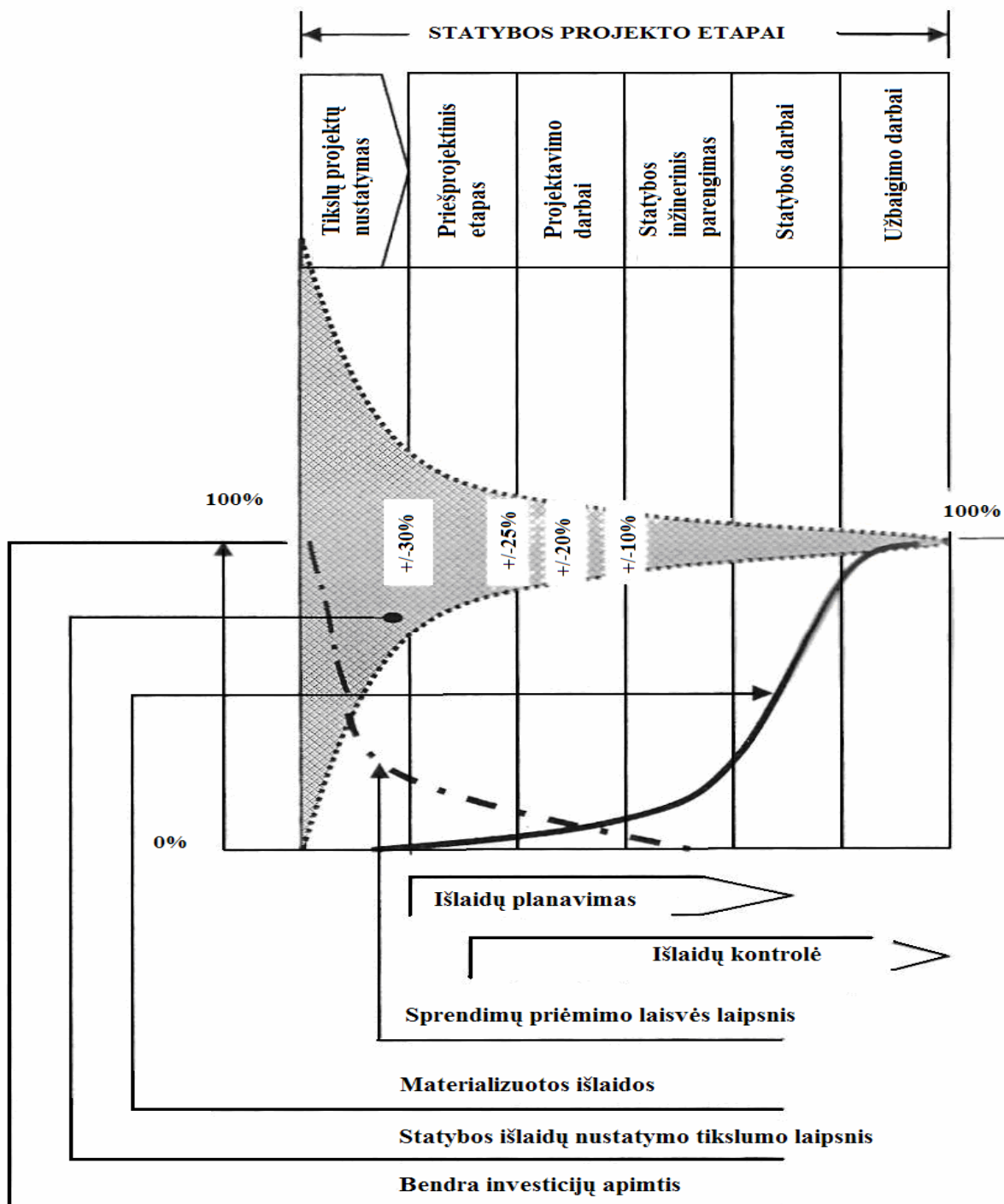
- 1.3. Architektai ir inžinieriai;
 - 1.4. Konsultantai;
 - 1.5. Finansavimo ir kredito įstaigos;
 - 1.6. Statybos kontrolės įstaigos;
 - 1.7. Savivaldybės atstovai;
 - 1.8. Žemės sklypų pardavėjai.
2. Statybos vykdymo etape:
- 2.1. Statybos ir transporto įmonės;
 - 2.2. Tiekėjai;
 - 2.3. Statybos kontrolės įstaigos;
 - 2.4. Kitos įstaigos (draudimas, teisininkai).
3. Eksploatavime:
- 3.1. Pramonės ir kitos įmonės;
 - 3.2. Namų bendrijos;
 - 3.3. Statinių techninės priežiūros ir kontrolės įstaigos;
 - 3.4. Specialiosios įmonės.

Visose statybos projekto valdymo etapuose svarbų vaidmenį vaidina projekto išlaidų skaičiavimas ir jų kontrolė.

Be projektavimo darbų turi būti įgyvendintas projektavimo pirkimo konkursas. Šie, viešųjų pirkimų įstatime griežtai reglamentuoti darbai, užtrunka nuo vieno iki kelių mėnesių. Laikotarpyje iki paskelbiami laimėtojai, darbai nevykdomi. Paskelbus laimėtoją ruošiami techniniai projektai - tai sprendimai su orientaciniais kiekių žiniaraščiais, darbų pirkimo konkursui organizuoti ir statybos leidimui gauti. Įvertinus laiką, skirtą techninio projekto ruošimui, matome, kad darbo projekto sprendimai tampa labai svarbūs. Pagrindiniai projektavimo darbai vyksta darbo projekto stadijoje. Be darbo projekto vykdyti statybos darbus griežtai draudžiama. Neretai darbo projektai ruošiami statybos, inžinerinių sistemų montavimo darbų etape arba be darbo projekto. Pereinant į darbo projekto stadiją, keičiamas ir projektuotojų sąstatas. Pasinaudojus statybos reglamentu STR 1.05.06:2005 statinio projektavimas ir viešųjų pirkimų įstatymu, darbo projekto vykdymui galima pakeisti projektuotoją.

Didžiosios Britanijos, Šveicarijos ir kitų šalių mokslininkų tyrimai rodo, kad įgyvendinus racionalius statybos procesų projektinius sprendimus, statybos išlaidos sumažėja apie 30%, o statybos trukmė apie 50 %. Lietuvoje atlikti tyrimai rodo dideles potencines galimybes mažinti statybos ir inžinerinių sistemų montavimo išlaidas ir jų trukmę. Lietuvoje tyrimai buvo atlikti 1987, 1989, 1997, 1998, 2002 metais. Tyrimus vykdė Juodys, Viliūnas, Statulevičiūtė, Nenorta ir kiti.

Tyrimais nustatyta, kad tiksliai laikantis projekto galima greičiau ir mažiau rizikingai vykdyti visus darbus. Tada efektyviai panaudojamos investicijos, sutaupoma 3-5% visos investicijų sumos.



1.1 pav. statybos projekto etapai ir išlaidų tikslumo kitimas

1.3. Atskirų projekto dalių suderinamumas.

Techninio projekto stadijoje, vykstant skubotiems projektavimo darbams, atskiros visų inžinerinių sistemų projekto dalys tarpusavyje turi būti derintos. Šioje projektavimo stadijoje svarbus projekto vadovo vaidmuo ir atsakomybė. Labai svarbu laikytis darbų grafiko, turi būti vykdomi pasitarimai. Net visai nežymūs projekto pakeitimai vienoje dalyje, virsta dideliais pasikeitimais kitoje inžinerinių sistemų projekto dalyje. Gerinant projektavimo darbų kokybę tuo pačiu mažinamos tiesioginės išlaidos. Tai pasiekama visiems dalyviams sprendžiant projektavimo metu iškylančius probleminius klausimus ir rengiant racionalius sprendimus. Sistemingai valdant projektavimo darbus galima sumažinti bendrąsias investicijas iki 4-6 %.

Praktikoje išskiriami keturi pagrindiniai derinimo etapai:

1. Prieš projektinis etapas. Nustatoma pagrindinė strategija. Svarbu, kad visų projekto dalių projektuotojai susipažintų su projektavimo užduotimi, sąlygomis.

2. Inžinerinių sistemų techninių projektų rengimo metu suderinami procesai, kuriems reikalingas energijos tiekimas, automatizacija, sistemų reguliavimo ir valdymo parametrai, energijos kiekis.

3. Derinimas po ekspertų išvadų. Labai svarbu suderinti įvykusius pasikeitimus. Dažnai vienos inžinerinių sistemų projektų dalys būna be pastabų ir jos paliekamos be pasikeitimų, kuriuos reikėtų įvesti pakeitus sprendimus kitose dalyse.

4. Darbo projekto etapas. Šiame etape vyksta ypač daug technologinių pasikeitimų, pasikeičia projektuotojų darbo grupė, tikslinamos įrangos montavimo vietos. Iš pav. Nr. 1.1 matome, kad projektinių sprendimų tikslumas numatytų išlaidų atžvilgiu šiame etape sudaro apie 5%, todėl didesni techniniai pakeitimai šiame etape ribojami.

1.4. Vėlyvųjų sprendimų prevencija.

Vėlyvieji projekto pakeitimai, tai projekto sprendimų pakeitimai statybos ir užbaigiamajame etape. Pažvelgus į pav. Nr. 1 matome, kad šiuose etapuose statybos laisvės laipsnis artėja į nulį. Tai reiškia, kad esminiams pakeitimams lėšų nebėra. Pasirašius darbų rangos sutartį, neatsiejama sutarties dalis, iš projekto kiekių žiniaraščių, sudaryta sąmata - darbų ir medžiagų kiekių žiniaraštis. Su ten numatytais resursais turi būti įgyvendintas projektas. Numatomas užsakovo rezervo fondas.

Darbo projekte projektuotojo įrašas „kiekių žiniaraštis tikslinamas statybos eigoje“ šioje vietoje netoleruojamas. Atsiskaitant už atliktus darbus laikomasi pinigų mokėjimo grafiku, kuris

sudarytas iš projektinių kiekių žiniaraščio. Svarbiausia kaina - darbų ir medžiagų kiekis. Visi šie skaičiai deklaruojami aktuose, statybos žurnaluose, visų komisijų patikros objektas. Todėl norint atlikti nedidelį pakeitimą projekte tenka:

1. Sudaryti komisiją projekto detektavimui, dalyvauja:
 - 1.1 Užsakovas.
 - 1.2 Projekto vadovas.
 - 1.3 Techninė priežiūra.
 - 1.4 Statytojo atstovas.

Pagrindžiama, kodėl vykdomi pakeitimai, jei visos pusės sutaria, surašomas defektinis aktas.

2. Atlikti pakeitimus projekte.
3. Sudaryti projektinius pirkimo ir neatliekamų darbų kiekių žiniaraščius.
4. Pakeitimus įforminti statybos žurnale.
5. Organizuoti viešąjį pirkimą arba neskelbiamas derybas (priklauso nuo darbų kiekio, išreikšto pinigine išraiška), plačiau „viešųjų pirkimų įstatymas“.

Patvirtinus naujas sąmatas galimas numatytas pakeitimas. Vykdamas statybas glaustais terminais, statybininkams tenka savo finansine rizika vykdyti pakeitimus tikint, kad sprendimai, leidžiantys vykdyti pakeitimus, bus priimti ir sąmatos patvirtintos. Praktikoje, gerai atliktuose projektuose tokių papildomų pirkimų būna bent vienas, tačiau kartais keitimams neužtenka ir viso užsakovo rezervo fondo.

1.5. Projekto įgyvendinimo kontrolė.

Projekto įgyvendinimo kontrolė, priklausomai nuo sudėtingumo ir apimties (projektą vertinant pinigine išraiška), vykdoma keliais etapais. Nesudėtingų projektų įvykdymo kontrolę vykdo:

1. Projekto vadovas atlieka autorinę projekto priežiūrą.
2. Techninis prižiūrėtojas.
3. Valstybinės energetikos inspekcija prie ūkio ministerijos. Šios tarnybos inspektorius tiesiogiai objekte įvertina atliktus darbus, projektinę ir išpildomąją dokumentaciją ir, pašalinus trūkumus, duodamas leidimas eksploatuoti.

Didesnės apimties kontrolės procesai vykdomi sudėtingų projektų įgyvendinime. Suprojektavus statinio projektinę dalį, kontrolė turi būti vykdoma:

1. Kontrolę atlieka projekto ir projekto dalies vadovas (autorinė priežiūra).

2. Techninio projekto ekspertizė, kur atestuoti ekspertai įvertina projektą, surašo pastabas, duoda leidimą tolesniam projekto įgyvendinimui.
3. Gavus statybos leidimą ir pradėjus statybos ir inžinerinių sistemų montavimo darbus, projekto priežiūrą perima techninis priežiūrėtojas. Projekte, kad nebūtų vykdoma nesankcionuotų pakeitimų, atžymimi spaudu „statyti taip“.
4. Statybos laikotarpyje autorinę projekto priežiūrą vykdo projekto vadovas, pastabas įrašydamas statybos žurnale.
5. Valstybinė energetikos inspekcija įvertina atliktus darbus, projektinę ir išpildomąją dokumentaciją ir, pašalinus trūkumus, surašomas leidimas eksploatuoti.
6. Valstybinė komisija- statinio pripažinimui tinkamu naudoti.

Projektuotojas privalo žinoti visus projekto įgyvendinimo ir kontrolės etapus ir dalyvauti juose.

1.6. Statinio elektrotechninės dalies projekto techninė dokumentacija ir jos kokybė.

Skirtingos projektavimo, projekto priežiūros ir projekto įgyvendinimo kontrolės institucijos vadovaujasi tais pačiais veiklą reglamentuojančiais dokumentais. Vykdamas projektavimo ar statinio statybos veiklą, norint atestuoti įmonę privaloma šiuos dokumentus turėti ir jais vadovautis. Gausa poįstatyminių pakeitimų, paaiškinimų rodo, kad taisyklės ir įstatymai priimami skubotai, neįvertinus visų aplinkybių, ar įtakojančioms suinteresuotoms pusėms. Rašant naujas taisykles ar darant pakeitimus, neatsižvelgiama į kitose taisyklėse aprašytą tą pačią veiklą. Tekstuose paliekama vertimo, redagavimo ir spausdinimo klaidų. Kadangi taisyklių reikia laikytis, jose neturėtų būti dviprasmybių ir galimybės interpretuoti parašytą tekstą.

Prieš atliekant statinių elektrotechninės dalies projektavimo praktikos tyrimą, buvo išanalizuoti ir susisteminti šią veiklą reglamentuojantis dokumentai. Literatūros sąrašas.

Kaip pavyzdį pateikime keletą pastabų ir pavyzdžių:

1. Taisyklėse pateikiamos ne visos santrumpos ir sąvokos pvz.: galiojančiuose 2004 EİIT (atskiras leidinys). Tačiau tekste nurodytos sąvokos paaiškinimas, nurodytas kitame leidinyje. Pateikta nuoroda į bendrąsias EİIT galiojančias nuo 2007m.(atskiras leidinys) ir atvirkščiai.

2. Nuorodos į kitus norminius aktus, kuriose randame dar vieną nuorodą į dar kitą norminį aktą.

3. EİIT II skyrius, 57 punktą galima interpretuoti dvejopai, priklauso, kaip taisyklingai perkaitysi.

4. Skirtingose taisyklėse, tos pačios paskirties patalpų įrengimas, aprašomas skirtingai. Nurodomi skirtingi reikalavimai pvz.: kištukinių lizdų išdėstymas mokyklinėse ir iki mokyklinėse

įstaigose. Vienuose - montuojame instaliacinėse zonose, kitose taisyklėse 1,8m, trečiuose - nurodomos apsaugos priemonės.

5. Standartuose nurodytos rekomendacijos neatitinka taisyklių reikalavimų, pvz.: žaibosauga, statinio kategorijos nustatymas.

6. Klaidos matavimo demencijose.

Tokių klaidų gana daug. Patyrusiems projektuotojams tai nesukelia didelių problemų, praktika padeda pastebėti klaidas. Sudėtinga darbus pradėti jauniems projektuotojams. Dokumentų reglamentuojančių veiklą daug, nuorodos perkelia tekstą į kitus dokumentus, taip atsiranda netyčinės klaidos, ne visi reglamentiniai nurodymai įvykdomi.

Daugelis techninio projekto klaidų pataisomi darbo projekto stadijoje. Deja, dėl techninės dokumentacijos gausos ir dviprasmiškumo įvyksta ginčytinų situacijų. Valstybinei energetikos inspekcijai tikrinant įgyvendintus projektus tenka keisti ir taisyti projektuotojo anksčiau priimtus sprendimus. Todėl neužtenka projektuotojui projekte nurodyti bendrųjų EIT ir kitų veiklą reglamentuojančių dokumentų sąrašą, bet reikia pagrįsti sprendimą taisyklių skyriumi, kuriuo vadovaujantis sprendimas priimtas.

1.7. Statinio elektrotechninės dalies techninio projekto sudėtis.

Kadangi tiriamasis darbas apima tik techninį statinio elektrotechninės dalies projektą, tyrimas ir nagrinėjimas vykdomas tik šios dalies. Statinio darbo ir techninis-darbo projektas darbe paliečiamas tiek, kiek reikia atliekant techninio projekto tyrimą.

STR 1.05.06:2005 statinio projektavimas nurodo, kad elektrotechninės dalies techninis projektas susideda iš toliau išvardintų dalių, kuriose turi būti nurodyta:

1. Statinio projektavimo sąlygų sąvadas – savivaldybės administracijos direktoriaus (jo įgalioto savivaldybės administracijos valstybės tarnautojo) patvirtintas, konkrečiam statiniui, nustatytų projektavimo sąlygų bendrasis dokumentas.

2. Skirstomųjų elektros tinklų išduotos sąlygos prisijungti prie skirstomųjų tinklų. Dokumente nurodytos energijos tiekimo sąlygos, leistina vartoti galia, darbų vykdymo ribos ir komercinės apskaitos tipas ir atsiskaitimo už suvartotą energiją būdas.

3. Užduotis projektavimui. Užsakovo paruošta užduotis projektavimui. Užduoties ruošime gali dalyvauti ir projektuotojas.

4. Projekto dalies aiškinamasis raštas - tai dokumentas kuriame aprašoma ir paaiškinama projekto dalies sprendinių esmė. Pateikiami skaičiavimai ir išeiniai duomenys, kuriais remiantis jie buvo atlikti.

5. Techninės specifikacijos – projekto dokumentai, kuriuose pateikiamos būtinos projekto sprendinių įgyvendinimo sąlygos, pateikiami statinio (ar jo dalies), inžinerinės sistemos, konstrukcijos, statybos produktų (gaminių ir medžiagų), inžinerinės įrangos (įrenginių, gaminių), statybos ir montavimo darbų techniniai, kokybės, kiti reikalavimai, charakteristikos bei rodikliai.

Projektuotojų darbui palengvinti patvirtintos rekomendacijos R 16 – 00 2000 m. birželio 26 d. įsakymu Nr. 256 Lietuvos Respublikos aplinkos ministras.

Rekomendacijos taikomos rengiant statinio techninius ir darbo projektus, detalizuojama ir paaiškinama statinio techninio ir darbo projektu sudėtis, nustatyta reglamente STR 1.05.02:1997 "Statinio projekto sudėtis", taip pat statinių, kuriems statyti nereikalingas leidimas, bet būtinas projektas, sudėtis, nustatyta STR 1.07.01:1999.

Rengiant nekilnojamojo kultūros vertybių tvarkymo darbus, taip pat specialiosios paskirties (branduolines energetikos, hidrotechnikos ir kt.) statinių ir susisiekimo tiesinių projektus reikia įvertinti specialiuosius reikalavimus, kuriuos nustato įstatymai bei atitinkamos valstybės valdymo institucijos kartu su Aplinkos ministerija patvirtinti dokumentai, skirtos projektuotojams, užsakovams, rangovams.

Rekomendacijos parengtos įvertinus Statybos įstatymo, Viešojo pirkimo įstatymo, taip pat normatyvinių statybos techniniu dokumentu reikalavimus. Juose taip pat įvertinta Tarptautiniu inžinierių konsultantų federacijos (International Federation of Consulting Engineers FIDIC) statybos rangos sutarčių ir konkursu organizavimo dokumentu nuostatos bei sukaupta bendradarbiavimo su užsienio šalių projektavimo ir statybos firmomis patirtis.

Rekomendacijose nagrinėjama statinio techninio ir darbo projektų sudėtis bendruoju atveju, konkrečiai projektuojamo statinio (statinių grupės atveju) pasirenkami tie rekomenduojami punktai, kurie būdingi tam statiniui.

6. Sąnaudų kiekių žiniaraščiai – elektrotechninės projekto dalies sprendiniuose numatyti statybos produktų, įrenginių ir statybos darbų (statinio, jo elementų baigtinių darbų kiekiai atitinkamais matavimo vienetais) kiekiai. Techninio projekto etape šių darbų kiekiai yra orientaciniai ir rengiami pagal sustambintą darbų nomenklatūrą. Medžiagų kiekiai neturėtų nukrypti daugiau nei nurodyta pav.Nr.1. Projekto įgyvendinimui skiriamas užsakovo rezervo fondas.

7. Statinio elektrotechninės dalies techniniame projekte turi būti parengta ir nubraižyta:

- 7.1 Statinio principinė elektros tiekimo schema.
- 7.2 Apšvietos elementų ir jų valdymo elementų išdėstymo brėžiniai.
- 7.3 Galios tinklų ir galios įrenginių išdėstymo brėžiniai.
- 7.4 Įžeminimo ir potencialų suvienodinimo brėžiniai, pastarieji turi būti išpildyti topografinėje nuotraukoje.
- 7.5 Žaibosaugos elementų išdėstymo schema.

7.6 Visų skydų skaičiuojamosios schemos.

Projekto brėžiniai turi atitikti Lietuvos standartizacijos departamente paruoštus standartus LST EN 61082-1+A1+A2 bendrieji reikalavimai, elektrotechnikoje naudojamų dokumentų rengimas LST EN 61082-2 funkcinės schemos ir elektrotechnikoje naudojamų dokumentų rengimas LST EN 61082-4 išdėstymo ir įrengimo dokumentai.

Standartuose aiškiai su pavyzdžiais parodyta kaip turi būti paruošti brėžiniai. Derėtų paminėti, kad brėžiniai būtų mastelyje ir juose aiškiai matytis įrenginių sujungimai į grupes.

8. Projektuojamų skydų skaičiuojamuosiuose schemose, kaip privalomus rodiklius rekomenduojama nurodyti:

- 8.1 Instaliuota ir skaičiuojamąją galia.
 - 8.2 Apsaugų parametrus.
 - 8.3 Laidininkų nominalius parametrus ir paklojimo būdą.
 - 8.4 Patalpas, kuriuose maitinami įrenginiai, įrengimų grupės numerį.
 - 8.5 Maksimalią naudojamą įrenginių srovę.
9. Projekte turi būti atliekami skaičiavimai:
- 9.1 Apšvietos, tame tarpe avarinio ir evakuacinio apšvietimo.
 - 9.2 Apskaičiuoti įrenginių instaliuotąją galią.
 - 9.3 Apskaičiuoti įrenginių skaičiuojamąją galią.
 - 9.4 Atlikti žaibosaugos skaičiavimus.
 - 9.5 Įžeminimo įrenginių elektrotechninius skaičiavimus.
 - 9.6 Apskaičiuoti trifazio ir vienfazio trumpo jungimo sroves.
 - 9.7 Parinkti apsaugų vardines reikšmes.
 - 9.8 Patikrinti įtampos nuostolius.
 - 9.9 Apskaičiuoti maksimalią reaktyviąją galią.
 - 9.10 Orientacines metines elektros energijos sąnaudas.
 - 9.11 Leistinos vartoti galios pirkimo kainą.

Techniniame projekte skaičiavimai nepateikiami, bet skaičiavimo metodika turėtų būti nurodoma.

1.8. Skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymo problemos.

Tiriant darbus patikrinti ar teisingai suskaičiuota labai sudėtinga nes projektuose metodika ir skaičiavimai nenurodomi, skaičiuojant skirtingais metodais atsakymai nesutampa. Praktikoje pastebėtas ne vienas atvejis, kai matomi klaidingi skaičiavimai. Lietuvoje nėra specializuotų

kompiuterinių programų laukiamų galių skaičiavimui. Kiekvienas projektuotojas šias problemas sprendžia savaip. Plačiau projektuotojų apklausoje.

1.9. Skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymo metodikos.

Metodika patalpų elektros tinklų skaičiuojamosioms elektros apkrovoms apskaičiuoti, Lietuvoje patvirtinta tik 2007 m. gruodžio 27 d. įsakymu Nr. 4-542. ir taikoma, tik gyvenamųjų ir visuomeninės paskirties pastatų ir patalpų elektros tinklų skaičiuojamosioms elektros apkrovoms apskaičiuoti. Projektuojant naujus, rekonstruojant ar kapitališkai remontuojant esamus gyvenamuosius ir visuomeninės paskirties pastatus ar patalpas, bei esamus elektros tinklus, taip pat rengiant teritorijų planavimo dokumentus. Metodikos taikymas turi užtikrinti elektros energijos tiekimo patikimumą ir elektros energijos tiekėjų teikiamų paslaugų kokybės reikalavimus.

Apkrovų skaičiavimo metodikos pateiktos prieduose.

Pramonės objektams, laukiamų galių skaičiavimo patvirtintos metodikos Lietuvoje nėra. Projektuotojai vadovaujasi buvusios TSRS norminiais aktais ir Rusijos mokslininkų sukurtu suderintų diagramų skaičiavimo metodu kuri buvo sukurta 1966m. Taikant pastarąją, reikia kreipti dėmesį į pasikeitusias technologijas ir naujus įrenginius, kurių anksčiau nebuvo, patikslinti naudojamus skaičiavimo koeficientus.

2. Realizuotų projektų tyrimas.

Rengiant magistro tiriamąjį darbą buvo atlikta analizė penkiasdešimt dviejų praktikoje realizuotų projektų, tame tarpe Šiaulių arena, keletas didelių autoservisų, daug įvairių katilinių, rekonstrukcijų mokyklinėse ir ikimokyklinio ugdymo statiniuose, sveikatos priežiūros centruose. Pastabos apžvelgtos šiame skyriuje.

2.2. Statinio elektrotechninės dalies techninių projektų sudėtis ir išpildymas.

Išaugus statybų poreikiams ženkliai pablogėjo techninių projektų paruošimas. Darbai vykdomi skubiai ir beveik be konkurencijos – rezultatas:

1. Aiškinamieji raštai kopijuoti iš kitų projektų, tekstai neatitinka realios situacijos.
2. Netinkamai arba nepilnai paruoštos medžiagų ir darbų specifikacijos.
3. Medžiagų kiekių žiniaraštis neatitinka brėžiniuose nurodytų kiekių.
4. Praleidžiamos projekto sudedamosios dalys, tokios kaip žaibosauga, įžeminimai ir t.t.
5. Nenumeruoti kabeliai, nėra kabelių žurnalo.

6. Skaičiavimai atliekami atmetinai.

Nedidelės apimties projektų tokių, kaip gyvenamo vieno ar kelių butų namo, sandėlių patalpų ar panašiai, turėtų būti paruošiami techniniai-darbo projektai. Tokiems objektams paruošus techninį projektą darbo projektas, kaip taisyklė, neruošiamas. Projektų vykdytojai atsižvelgdami į projekto paprastumą darbus vykdo vadovaujantis tik techniniu projektu. Tam neprieštarauja nei techninė priežiūra nei valstybinė energetikos inspekcija, nors tai yra statybos įstatymo pažeidimas.

2.2. Laidininkų skerspjūvių parinkimas, laidininkų izoliacija, ilgalaikė srovė.

Projektuose parenkant laidininkų skerspjūvį reikia atsižvelgti į tai kad:

1. Bet kurios paskirties laidininkai turi atitikti jų riboto leistino išilimo reikalavimus, veikdami ne tik įprastiniu, bet ir remonto, avariniu ar poavariniu režimu.

2. Laidininkų išilimas turi būti tikrinamas pagal didžiausią vidutinę pusvalandžio trukmės srovę.

3. Esant trumpalaikiam kartotinam ar trumpalaikiam darbo režimui, laidininkų skerspjūvį reikia parinkti pagal ilgalaikio veikimo srovę. Taip pat laidininkų paklojimo būdą ir minimalius laidininkų skerspjūvius reglamentuotus EIT. Statinio vidaus elektros tinkluose, įvykus trumpam jungimui, laidininkų elektromagnetinė sąveika ir mechaninės deformacijos gana neįžymios, jas kompensuoja laidininkų izoliacijos plastiškumas ir mechaninis atsparumas. Trumpo jungimo atvejai praktikoje būna ne dažnai, dėmesį reikėtų atkreipti į galingų elektros įrenginių paleidimo momentus, nes atvirai ir per daug laisvai įtvirtinti (netinkamai įtvirtinti) kabeliai deformuojasi ir laikui bėgant gali būti pažeista izoliacija.

Reikia numatyti ir nurodyti kur galima, o kur negalima naudoti monolitinius ar daugiavielius laidininkus. Parenkant laidininkus judančiuose konstrukcijose, neįvertinti laidininkų maksimalūs lenkimo kampai ir lankstymo dažnis ir dažniausiai visai užmirštama. Ypač lankstūs kabeliai, kataloguose dar vadinami „super lankstūs“, gana brangūs, dėl šios priežasties ne retai, montuotojų pakeičiami paprastais. Todėl vykdant projektinę priežiūrą, reikia atidžiau kreipti dėmesį į atitikties deklaracijas. Projektuose reikia atidžiau parinkti kabelius pagal jų naudojimo paskirtį. Neprojektuoti paslėptai montuojamų daugiavielių kabelių, nebent būtų nurodyta galimybė juos keisti. Būna atvejų, kai priimami sprendimai montuoti monolitinius kabelius PVC vamzdžiuose, montuojant paslėptai tinke. Aiškinamajame rašte nurodoma galimybė pakeisti. Praktika rodo, kad galimybė tik teorinė, tai padaryti neįmanoma. Taupant darbą ir medžiagas reikia kabelius kloti tvirtinant apkabomis ir vėliau užtinkuojant. Šiuo atveju turime geresnį šilumos nuvedimą ir didesnę leistiną kabelio apkrovos srovę.

Kai kabeliai klojami montažiniuose loviuose ar kopėtelėmis, reikėtų projektuojant atkreipti dėmesį į parenkamų montavimo elementų plotį ir kabelių kiekį, kad išvengianti jų persipynimo ir klojimo vienas ant kito.

Pagrindinę laidininkų izoliaciją priešgaisriniu atžvilgiu reikia parinkti kad:

1. nesukeltų gaisro.
2. neskatintų gaisro.
3. Ribotų gaisro plitimą.
4. Kilus gaisrui, būtų galimybė imtis veiksmų ir atlikti gelbėjimo darbus.

Pagrindinės laidininkų izoliacijos gaminamos iš PVC dangos. Didesnio skerspjūvio kabeliuose naudojamas polietilenas, guma su įvairiais degumą mažinančiais priedais ir t.t.. Antrasis papildomas izoliacijos sluoksnis būna labai skirtingas, priklausomai nuo instaliacijos paskirties ir gaminimo technologijos.

Taisyklės nurodo: „palėpių patalpose ant degių paviršiu montuoti kabelius naudojant nedegų paklotą, arba nedegiuose vamzdeliuose, arba nedegiu kabeliu“, pastarųjų dviejų paskirtis, esant gaisrui, užtikrinti energijos tiekimą nustatytą laiką technologiniams ir gaisro gesinimo, gaisro kontrolės įrenginiams nepagrįsti. Praktika rodo, kad tikimybė kilti gaisrui kabelio viduryje yra be galo nedidelė. Izoliacijos defektai dažniausiai pastebimi tinkamai eksploatuojant elektros tinklus. Statistikos duomenimis gaisrai dažniausiai kyla nuo netvarkingų elektros įrenginių prastai eksploatuojamų elektros įrangos sujungimų. Priešgaisriniu atžvilgiu reikėtų pastebėti, kad skirtumo nėra, kada kils gaisras už kelių ar keliolikos minučių. Laidininkų perkaitimo prevencija turi būti vykdoma apsaugų pagalba. Suprojektuotuose elektros tinkluose nedegiais kabeliais, dažniausiai pačios nesaugiausios vietos paliekamos nepalaikančios degimo (sujungimų ir paskirstymų dėžutės).

Projektuose dažniausiai užmirštama nurodyti polietilene izoliacija padengtų kabelių padengimas degimą nepalaikančia danga.

Ekonominiu požiūriu varinius dešimties kvadratinų mm skersmens kabelius rekomendacija keisti didesnio skerspjūvio aliuminio kabeliais, taip sutaupoma apie 50% medžiagoms skirtų lėšų.

2.2. Laidininkų apsauga nuo perkrovos maksimali srovė, šiluminė apsauga, selektyvumas.

Pagrindinė automatinių jungiklių paskirtis apsaugoti parinktą laidininką nuo perkrovos ir galimo perkaitimo, izoliacijos deformacijos ir kaip pasekmė pažeidimo. Šioje apsaugos grupėje galima puikiai išlaikyti selektyvumą. Klaidos įvyksta, kai projektuose bandoma šiluminę apsaugą taikyti įrenginių apsaugai, pvz.: dalyje projekto naudojami tie patys laidininkai, paklojimo būdas toks pats, o apsaugų gama plati. Apsaugos parinktos pagal elektros įrenginių vartojamą galią. Tokius sprendimus pagrįsti techniniu ar ekonominiu požiūriu sunku. Ekonominiu požiūriu derėtų

projektuose parinkti kiek galima mažesnę apsaugų gamą, išskyrus tuos atvejus, kai automatinio jungiklio pagalba ribojama leistina vartoti galia.

Reikėtų pažymėti, kad automatiniai jungikliai naudojami vietoje kirtiklių, paskirstymo skydeliuose, įvadinuose skyduose. Šiais atvejais atsiranda problemos su selektyvumo išlaikymu. Reikia neužmiršti, kad šiluminė apsauga saugo laidininką, esantį už apsaugos. Jei laidininko skerspjūvis nesikeičia arba naudojamos šinos, kurių vardinė galia keliais kartais viršija apsaugos galią, ekonominiu požiūriu reikia taikyti kirtiklius, parenkant pagal maksimalią instaliuotą galią. Vis dažniau iš projektų automatiniai jungikliai išstumia saugiklius. Didelės galios skirstomuosiuose tinkluose ekonominiai svertai ir patikimumas didesnis naudojant saugiklius.

2.3. Apsauga nuo izoliacijos pažeidimų, trumpas jungimas.

Mechaninę izoliacijos apsaugą nuo pažeidimų saugo, (priklausomai nuo patalpų paskirties) atitinkamo mechaninio atsparumo apsaugos. Gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties patalpose laidininkai dažniausiai klojami laidadėžėse arba paslėptai ir dėl to problemų neiškyla. Praktikoje pastebėta atvejų, kai neatsižvelgiant į technologinius procesus, vykstančius gamybinėse patalpose, taikoma nepakankama mechaninė apsauga. Pvz.: mechaninio apdirbimo cechuose, kur staklių prijungimas nuo grindų, aplink metalo aštrios drožlės, o sunkios detalės ar plieno lakštai gali būti atremti į sienas, mechaninė kabelių apsauga PVC vamzdeliais netinka. Reikėtų projektuoti įrenginių pajungimą nuo kopėtelių, o sienų ir grindų izoliaciją apsaugoti metaliniais vamzdžiais. Paslėptoji instaliacija gamybinėse patalpose nepraktiška, nes keičiantis technologiniams procesams keičiasi ir įrangos, darbo vietų išdėstymas. Gamybinėse patalpose, trumpi jungimai, dėl izoliacijos pažeidimų ypač nepageidautini kur instaliuota galia siekia ne vieną šimtą kW. Dėl neprognozuoto energijos tiekimo pertrūkio sugadinamos gaminamos detalės, sugadinama technologinė įranga, nuostoliai siekia tūkstančius litų. Trumpas jungimas arti apsaugos įrenginio rimtas išbandymas apsaugos aparatams. Du – trys tokie jungimai ir apsaugos aparatą kainuojantį kelis šimtus litų reikės pakeisti nauju.

Pagrindinė apsauga nuo trumpų jungimų, izoliacijos pažeidimo atveju – elektromagnetinė apsauga. Ji turi būti parenkama atsižvelgiant į visos fazė-nulis kilpos varžą. Trumpo jungimo atveju selektyvumą išlaikyti sudėtinga. Esant trumpam jungimui, ypač arti apsaugų, paveikiamos kelios pakopos. Projektuose neįvertinama, kad trumpų jungimų įrenginiuose pasitaiko dažniau, nei juos maitinančiuose tinkluose, paprasti saugikliai-mažiau taikoma apsauga. Tai labai paprastas ir patikimas apsaugos būdas, ypač taikomas skirstomuosiuose tinkluose. Projektuose neskaičiuojamos trifazės trumpo jungimo srovės.

2.4. Papildoma apsauga, nuotėkių relės, viršytampiu ribotuvai.

Projektuose papildomai apsaugai dažniausiai naudojamos srovės skirtuminės relės. Elektros įrenginių įrengimo taisyklėse nurodyta, kad gyvenamosios ir viešos paskirties statiniuose, grandinėse maitinančiose grupinius kištukinius lizdus rekomenduojama, o pavojingose patalpose ir lauko apšvietimo tinklams privaloma naudoti skirtumines srovės relės, apsaugas rekomenduojama naudoti ir kituose tinklų vietose. Šios rūšies apsauga nepageidaujama gamybinėse patalpose, kuriose daug programinės įrangos. Atsitiktinis energijos tiekimo perkritis jei nesugadina įrangos, tai prarandama valdymo programa. Staklių paruošimas darbui užima daug laiko. Iškyla nemažai nesusipratimų taikant šias apsaugas, jas eksploatuojant. Dauguma užsakovų, ypač privačiame sektoriuje, tiesiog reikalauja, kad elektros tinkluose papildomo gedimo šaltinio nebūtų. Žmonės įpratę naudoti nešiojamus įrankius, buitines technika, kuri dažnai turi nedidelį, bet pakankamą srovės nuotėkį, paveikiantį apsaugas. Sunku įrodyti, kad įranga, o ne naujai sumontuotas elektros tinklas, kaltas dėl energijos tiekimo pertrūkių. Dažnai pasitaiko neteisingai parinktos, neatsižvelgiant į tinklo izoliacijos varžą ir selektyvumą, srovės nuotėkio kontrolės apsaugos. Nors statiniuose teisingai suprojektuojami ir sumontuojami nuotėkio apsaugos elementai, jie eksploatuojant paliekami likimo valiai. Dauguma apsaugų visai netikrinamos, atjungtos arba neveikiančios. Reikia neužmiršti, kad šios rūšies apsaugos priemonės – elektroninis įrenginys, gana jautrus viršytampiems. Po žaibo iškrovos į lauko elektros tiekimo tinklą elektros apsaugos priemonės sugenda, nepriklausomai nuo to, ar skyde sumontuoti viršytampio ribotuvai. Priežastys gana paprastos. Skyduose montuojami apsaugos ribotuvai b-c, o elektroninių įrenginių sistemoje derėtų taikyti d pakopos viršytampio apsaugos ribotuvus.

Yra tinklo vietų, kur šios rūšies apsaugų negalima taikyti. Projektų aiškinamuose raštuose reikia nurodyti sprendimą, kodėl naudojama, arba negalima naudoti apsaugų. Esant elektrai nelaidžioms sienoms ir grindims, šios apsaugos praranda savo pagrindinę funkciją. Vykstant nepertraukiamiems technologiniams procesams, elektros tinkle iš kurio maitinami įrenginiai, šių apsaugų montuoti negalima. Trumpalaikis maitinimo pertrūkis gali padaryti žalos daugiau nei įvykus avarijai. Apsaugos priemonių naudojimas gaisro gesinimo, vėdinimo dūmų šalinimo ir automatizacijos įrenginių valdyme draudžiamas. Atvejais, kai šios rūšies apsaugų naudoti negalima, nuo elektros nuotėkio derėtų parinkti kitą apsaugos būdą tokį, kaip potencialų suvienodinimą, apsauginį įžeminimą, paklotus ar kitą būdą.

Projektuojant sudėtingus elektros tinklus tokius, kaip sistema „protingas namas“, kai naudojama daug valdymo sistemų, visų rūšių apsaugų, turime sudėtingą, brangų ir prastą eksploatacijoje tinklą, tais atvejais reikia pamatuotai naudoti apsaugos priemones.

2.5. Žaibosauga.

Žaibosauga neatsiejama kiekvieno elektrotechninio projekto dalis, kuri kartais užmirštama arba atidedama kitam etapui. Žaibosaugos sprendimai gan paprasti, tačiau yra daug trūkumų reglamentuojančiuose dokumentuose nustatant statinio žaibosaugos patikimumo kategoriją. Akla skaitant šiuos dokumentus ir projektuojant žaibosaugą - suprojektuojama „parako sandėlio apsauga nuo žaibo“. Projektuotojai apdrausdami savo sprendimus parenka aukštesnę žaibosaugos kategoriją nei derėtų. Tokiais atvejais nesunku pastebėti padarytą broką - statinį, apkarstytą nereikalingais žaibosaugos elementais. Nesunku pastebėti skirtumus, tarp Lietuvoje projektuojamos žaibosaugos ir užsienio valstybėse sumontuotų statinių žaibosaugos elementų.

Daugelis mokslininkų jau pripažįsta, kad plačiai projektuojama aktyvi žaibosauga nesaugo nuo nieko, tačiau statybos reglamentą montavimui turime. Vadinasi galima teigti, kad tokių nepopuliarių sprendimų ir įstatymų gali būti priimtų ir daugiau.

Įrengus žaibosaugą, reikėtų numatyti ir kitas apsaugos priemones, potencialų suvienodinimą tarp statinių ir statiniuose, visų pakopų viršitampių ribotuvus, numatyti pasekmes nutekant žaibo srovei žaibolaidžiais. Reikia atkreipti dėmesį į skaudžias pasekmes, dėl klaidų projektuojant, kurių tikriausiai nebūtų žaibosaugos nesumontavus visai. Statinio žaibosaugos pagrindinės funkcijos apsaugoti statinį nuo fizinio sunaikinimo ir užtikrinti pastate esančių žmonių saugumą. Užtikrinti visos elektros ir elektroninės įrangos saugumą, kai žaibas tiesiogiai pataiko į statinio žaibosaugos įrenginius, praktiškai neįmanoma net sumontavus visų pakopų ribotuvus.

Sprendimas apsaugoti statinių grupę atskirais žaibosaugos statiniais patrauklus, nes sutaupoma daug instaliacinių medžiagų. Projektuojamas atskiras stulpas su savo įžeminimo kontūru ir aktyviuoju elementu, tačiau užmirštas statinių potencialų suvienodinimas.

2.6. Įžeminimai ir potencialų suvienodinimai.

Norint užtikrinti saugų elektros įrenginių ir elektros tinklų darbą, labai svarbus elementas – įžeminimo sistema. Įžeminimo sistema sudaryta iš kelių svarbių elementų, kuriuos derėtų panagrinėti atskirai.

Įžemikliai:

1. Projektuojant įžemiklius turi būti įvertinta, kad sukalamų į žemę giluminių kontūrų reikia nemažiau dviejų vienetų, tai reglamentuoja taisyklės. Dauguma atvejų, taupant vietą ir turint šiuolaikinę montavimo įrangą, tokie sprendimai projektuose priimami. Kintamosios srovės ir trumpalaikių impulsų nutekėjimas, dėl reaktyviosios varžos susidaranti giluminiuose

kontūruose, tampa komplikuoatas. Rekomenduotina kalamų giluminių įžemiklių kiekį padidinti, o jų gylį neviršyti daugiau 9 metrų.

2. Rekomenduojama suprojektuoti revizines dėžutes kiekvienam įžemikliui. Nors įrangos gamintojai ir nurodo, kad varžytinių sujungimų antikorozinė danga tarnauja neribotą laiką, sumontavus revizijas eksploatacijos metu nereikia atkasti šių įrenginių.

3. Projektuose neįvertinamas atstumas tarp statinių. Vieno statinio įžeminimo kontūras gali patekti į kito statinio įžeminimo kontūro „aktyviają žemę“. Tai niekur taisyklėse nereglamentuotas atvejis, tačiau pavojingas, ypač žaibo iškrovos metu.

4. Dažnai elektrotechninė statinio projekto dalis projektuojama, kai statinys jau pastatytas. Potencialų suvienodinimo kontūras retai projektuojamas visam pastatui ir įrengiamas kartu su statinio pamatų montavimu. Statinio dalyje kur daug inžinerinių sistemų, tokioje, kaip katilinė, šilumos mazgas, ventiliacinė kamera, reikėtų įrengti, potencialo suvienodinimo kontūrą, apjuosiant patalpą metalo juosta arba įrengiant ją grindyse. Taip sutaupoma instaliacinių medžiagų.

5. Projektuose neišskiriamas potencialų suvienodinimas nuo įžeminimo kolektoriaus.

2.7. Automatizacijos aktualijos, procesų valdymas.

Daugumą šiuolaikinių statinių sunku įsivaizduoti be sudėtingų vėdinimo, dūmų šalinimo, gaisro gesinimo, vandentiekio įvadinių sklendžių valdymo, apšvietos valdymo, CO kontrolės. Kompleksiniai statiniai su parkingais, pramogų centrais, prekyvietėmis, užimantys ne vieną tūkstantį kvadratinų metrų tampa kasdienybe. Tokių statinių viena iš neatsiejamų projekto dalių yra procesų valdymas. Neretai šie sprendimai numatomi elektrotechninėje projekto dalyje, o neretai ir praleidžiama visiškai. Visas šias dalis (vėdinimo, dūmų šalinimo, gaisro gesinimo, vandentiekio įvadinių sklendžių valdymo, apšvietos valdymo, CO kontrolės) sieja vienas bendras energijos tiekimas. Todėl vertėtų procesų valdymo projektą priskirti, kaip neatskiriama elektrotechninio projekto dalį, taip pat, kaip žaibosaugą ar įžeminimų sistemą. Energijos tiekimas šiems įrenginiams yra gan griežtai reglamentuojamas. Reikėtų plačiau paminėti kelis sprendimus, kuriuos galima laikyti labai svarbiais:

1. Maitinimai privedami dviem kabeliais ir skirtingais keliais, jei yra galimybė, iš skirtingų energijos tiekimo šaltinių, linijų, pastočių.
2. Kabelio izoliacijos nedegumo klasė E90.
3. Įrenginių maitinimo vietoje montuojamas ARI.

Nors automatizacijos procesai nesudėtingi, tačiau elektros tinklai gana dideli ir brangūs. Yra daug atvejų, kai ši projekto dalis būna suprojektuota netinkamai, arba praleista. Šiuolaikinės

vėdinimo ir kondicionavimo sistemos energijos suvartoja daug. Projektuose būna atvejų, kai dėl instaliuotos galios trūkumo tenka keisti paklotus tinklus ar pakeisti juos nedegiais. Gana sunku ir sudėtinga ištaisyti laiku nepastebėtą broką. Projektuojant šias sistemas painiojamas dūmų šalinimo sistemos valdymas su vėdinimo sistema, gaisro gesinimo sistemos valdymas su gaisro signalizacija.

Baigiant skyrių reikėtų paminėti, kad daug sprendimų liko neapartų. Juos derėtų nagrinėti projektavimo etapuose, apginti ginčytinas situacijas ir sprendimus. Labai gaila, kad projektų priežiūroje valstybinė energetikos inspekcija savo vaidmenį atlieka tik projekto baigiamajame etape. Visus projekto trūkumus tenka taisyti darbų vadovams, nes grįžtamojo ryšio pas projektuotoją, po projekto įgyvendinimo, nėra. Jei darbų pridavimo etape dalyvautų techninio projekto autorius su pilna sprendimų atsakomybe, sekančių projektų kokybė žymiai pagerėtų.

3. Specializuotų projektavimo programų tyrimas.

Projektų praktiniame tyrime pastebėta, kad projektai paruošti tik AutoCAD kompiuterine braižymo programa, todėl reikia atlikti tyrimą kokos specializuotos programos gali būti panaudotos ruošiant elektrotechninius projektus. Šiame skyriuje apžvelgta keletas populiarių Lietuvoje specializuotų programų, skirtų elektros įrangos projektavimui ir galimybė jas pritaikyti statinio elektrotechninės dalies projektavimui. Pasaulinėje rinkoje specializuotų programų gana daug. Didžiosios energetinės kompanijos naudoja specializuotas ir pritaikytas jos veiklai programas. Šių programų prekybinėje rinkoje Lietuvoje nėra. Projektuotojams pažįstamos ir parduodamos programos tokios kaip:

3.1. MicroSim - specializuota kompiuterinė programa daugiau skirta elektronikos pramonei, tačiau puikiai tinka elektrinių grandinių skaičiavimui ir analizei. Turi labai didelę elementų biblioteką, kuri lengvai pasiekiami, elementus lengva jungti tarpusavyje.

Programa pateikia kontūrų sroves, įtampų kritimus, osilografo funkcijos pagalba galima nustatyti reaktyvinių srovių kampą. Programoje yra daug funkcijų, kurias patogiau naudoti procesu automatizacijoje. Programa taip pat pasiūlo elementų išdėstymą, žymėjimą ir elektros komponentų išdėstymo variantą.

Programa turi ir trūkumų. Nėra lietuvių kalbos, brėžinį sunku perkelti į kitą CAD programą, nėra populiari, todėl mažai literatūros apie šią programą. Pagrindinis pagalbos šaltinis programos pagalbos puslapis.

3. 2. AutoCAD Electrical - programa skirta įrengimų elektrinio valdymo schemų sudarymui. Programoje įdiegti sprendimai palengvina projektuotojų darbą. Sukurtos įrankių grupės darbui su laidais, schemų elementais, prietaisų valdymo skydais bei elektros spintomis. Iš principinės schemos lengvai galima sudaryti elementų išdėstymo įrengimuose schemą. Programa leidžia brėžinius apjungti į vieną projektą. Į brėžinį iš skirtingų gamintojų ir katalogų galima greitai įkelti reikiamus elementus. Automatiškai numeruojami laidai ir schemų elementai. Programa suranda projektavimo klaidas ir parodo jų buvimo vietą, ruošia įvairias ataskaitas ir specifikacijas. Patys projektuotojai gali sukurti naujus elementus ir duomenų bazines bei atnaujinti jas iš gamintojo puslapių internete. Brėžinius sukurtus šia programa galima koreguoti AutoCAD LT programa bei patalpinti interneto svetainėje. Norint gauti 3D vaizdą duomenis galima eksportuoti į Autodesk Inventor® Professional programą.

Programa turi trūkumų. Produktas sukurtas kaip priedas AutoCAD LT todėl kaip atskira programa neparduodamas. Su šia programa nepavyks atlikti jokių skaičiavimų.

3.3. RevitMEP - programa skirta šildymo ir vėdinimo, vandentiekio ir nuotekų sistemų bei elektros instaliacijos projektavimui. Programoje įdiegti funkcionalūs 3D parametrinio modeliavimo įrankiai. Integruoti skaičiuotuvai padeda greičiau keisti magistralių, atšakų ar net išsyk visos sistemos vamzdžių skersmenis. Visi vamzdyno modelio vaizdai ir brėžiniai automatiškai koordinuojami tarpusavyje, tad bet kuriuo metu visos projekto dalys atitinka esamą padėtį pagal atliktas korekcijas. Keisti vamzdyno formą, montavimo schemą ar konfigūraciją galima interaktyviai, nes programa išsyk parodo atnaujintus statinius slėgio nuostolius ir pasikeitusias srauto savybes. Projektuojant elektros instaliaciją išvengti klaidų galima taikant funkcijas, kurios padeda sekti apkrovas, prijungtų įrenginių kiekį ir grandinės ilgus. Nurodžius laidų tipą, įtampos ribas, paskirstymo sistemas bei kitus reikiamus faktorius programa užtikrina, kad elektros tinklai projekte būtų suderinti tinkamai, nebūtų perkrovų ar įtampų neatitikimo. Projektuojamų sistemų pjūviai bei medžiagų žiniaraščiai generuojami automatiškai ir tiksliai atitinka modelio informaciją.

3.4. MagiCAD Electrical – tai programinis paketas, skirtas elektros bei silpnų srovių instaliacijos inžineriniam projektavimui. Su šia programa lengvai ir greitai projektuojamos elektros instaliacijos, apšvietimo, duomenų perdavimo bei telekomunikacijos tinklai. Dirbant su MagiCAD Electrical vienu metu galima braižyti plano ir izometrinį vaizdą. Laisvai keičiami sluoksnių pavadinimai. Galima kurti savo simbolius. Visus objektus atvaizduoti 1D, 2D ir 3D

vaizde, įkelti savo prietaisus. Susikurti savo darbinę aplinką, kurioje būtų tik tie elementai, kuriuos dažniausiai naudojate. Tai labiausiai tinkanti programa panagrinėkime plačiau:

3.4.1. Darbas su projektu

Projektas įkeliamas kaip išorinė nuoroda arba kaip paprastas brėžinys. Įkeltas brėžinys lengvai priskiriamas projektui vos keliais mygtukų paspaudimais. Galima susikurti savo projekto failą, kuriame išsaugomi visi nustatymai ir pakeitimai, pvz., lietuviškas šriftas, teksto stilius, specialūs simboliai, ataskaitų nustatymai ir kt. Tam pačiam projektui galima priskirti kelis brėžinius, pvz., skirtingus namo aukštus.

3.4.2. Prietaisų išdėstymas

Projektas gali tame pačiame kambaryje išdėstyti skirtingus prietaisus. Viename brėžinyje gali išdėstyti šviestuvus, kištukinius lizdus, paskirstymo skydus, jungiklius, elektrinius šildytuvus, telekomunikacijos prietaisus bei kitas instaliacijai reikalingas dalis.

3.4.3. Kabelių klojimas

Klojant kabelius galime išdėstyti juos skirtinguose aukščiuose, markiruotę, sujungti į grupes ar kabelių paketus. Kabelius prijungiant prie skirtingų sistemų, pagal individualų projekto pasirinkimą keičiasi jų tipai ir sluoksniai, taip pat prijungiant prie paskirstymo skydelių vyksta automatinis jų grupavimas. MagiCAD Electrical turi labai didelę kabelių tipų biblioteką, kuri lengvai papildoma naujais produktais. Galimas kabelių kopėtelių, laidadėžių ir tvirtinimo konstrukcijų tiesimas, jų atvaizdavimas schemiškai ir trimčiame vaizde bei jų ilgių gavimas specifikacijose.

3.4.4. Paskirstymo skydų projektavimas, skydai projektuojami automatiškai pagal individualų projektuotojo priskirtą jungimo schemą kiekvienai prijungiamai grandinei. Patogus paskirstymo skydo schemos redagavimas, papildomų eilučių įterpimas, pernumeravimas, simbolių keitimas vietoje. Brėžinio atnaujinimas pagal paskirstymo skydų schemas. Galima kurti savo grandinių jungimus bei juos išsaugoti ir naudoti kituose projektuose.

3.4.5. Tekstinės nuorodos

Į brėžinį galima įkelti tekstines nuorodas, parodančias tam tikrą informaciją apie elementą (pvz., kabelio tipą, kabelio kanalo instaliacijos aukštį ir kt.). Galime pasirinkti arba susikurti skirtingus šių nuorodų tipus. Įkėlus tekstinę nuorodą, bet kada galime keisti jos išdėstymą brėžinyje, pvz., jei norima vaizduoti brėžinį vaizde, o tekstą atsukti į save, MagiCAD Electrical tai daro automatiškai.

3.4.6. Silpnųjų srovių sistemų projektavimas

MagiCAD Electrical turi silpnųjų srovių instaliacijos projektavimo įrankius, kurių pagalba galima projektuoti domenų perdavimo, pasikalbėjimo, vaizdo ir garso perdavimo, gaisro bei apsaugos sistemas. Net ir jėgos grandines galima papildyti savo naudojamais prietaisais.

3.4.7. Pjūviai

Programoje atliekamas automatinis pjūvių generavimas. Projektuotojui tereikia pasirinkti vietą kurioje pjūvis bus generuojamas ir jo gabaritus, visa kita MagiCAD Electrical atlieka automatiškai. Į pjūvį gali būti įtraukti AutoCAD objektai, išorinės nuorodos, šildymo ir vėdinimo sistemos bei, žinoma, elektros instaliacijos įrenginiai. Pjūvis gali būti atnaujinamas pagal projektuotojo daromus pakeitimus brėžinyje.

3.4.8. Naujų elementų kūrimas

Ypač nesudėtingas ir greitas yra naujų elementų kūrimo procesas: Tiesiog nubraižomas savas elementas ir nurodoma, kuriai sistemai jį reikia priskirti. Galimas 3D vaizdo priskyrimas kiekvienam dvimačiam įrenginiui. Trimatį vaizdą galima braižyti pačiam arba nemokamai parsisiųsti iš duomenų bazės.

3.4.9. Ataskaitos

MagiCAD Electrical kuria įvairių tipų specifikacijas. Į jas galima įtraukti visus įrenginius arba atskirus prietaisų arba kabelių tipus. Ataskaitų formatas lengvai keičiamas, pvz., galima įterpti sau reikalingus duomenis iš brėžinio (instaliacijos aukštį, prietaiso matmenis, brėžinio pavadinimą ir kt.). Specifikacijos gali būti perkeliamos į bet kokią kitą formatą. Jas galima įkelti į brėžinį, kopijuoti į Excel, Word ar kitas programas.

4.4.10. Brėžinių persiuntimas IFC formatu

MagiCAD Electrical brėžiniai gali būti keičiami į IFC formatą (2x2 versija), kuris šiuo metu yra labai populiarus architektūrinio projektavimo srityje. Šiuo formatu išsaugoti brėžiniai išsaugo MagiCAD objektų savybes, sluoksnius bei kitą naudingą informaciją.

4. Projektuotojų apklausa.

4.1 Tiriamojo darbo apklausos paskirtis.

Atlikus darbo praktinį tyrimą, buvo atlikta ir projektuotojų apklausa. Kadangi darbe apklausa neesminė, todėl buvo apsiribota 50-čia apklausos anketų. Dalyviai atsitiktinai atrinkti iš dalyvių sąrašo rengiamų seminarų, skirtų projektuotojams kurie projektuoja statinio elektrotechninę dalį. Tikslas - kokia dalį projektavimo darbuose naudojamos kompiuterinės specializuotos programos, kaip atliekami skaičiavimai, ekspertizės įtaka projektų kokybei.

4.2. Praktinės analizės metu siunčiamos elektroninės žinutės pavyzdys.

Tokios formos elektroninės žinutės siunčiamos į apklausos dalyvių, projektuojančių statinių elektrotechninę dalį, elektroninį paštą.

Šiaulių universitetas elektros inžinerijos katedra ir studijų departamentas prie švietimo ministerijos

Rengiama, projektuojančių statinių elektrotechninę dalį projektuotojų, apklausa tikslu nustatyti: kokia programinė įranga naudojama praktiniame darbe.

Tuo tikslu prašome atsakyti į keletą klausimų anketoje, tai užims vos kelias minutes. Apklausos anketa : pažymėti čia (UAB „Sanda“ serveryje patalpintas anketos aktyvusis puslapis).

Priartinkime studijas prie praktinių poreikių.

Anketa anoniminė.

Rengia:

Šiaulių universiteto Magistrantas

A. Baliutavičius

4.3. Aktyvioji anketa.

Kokią programinę įrangą naudojate brėžinių braižymui projektuose:

1. AutoCAD.
2. AutoCAD electrical.
3. Magi CAD electrical
4. Deli CAD.
5. Kita.....

Ar naudojate programinę įrangą elektrinių parametru skaičiavimams grandinėse:

1. Taip
2. Ne.
3. Kita

Ar naudojate programinę įrangą medžiagų kiekio žiniaraščiui sudaryti:

4. Taip
5. Ne.
6. Kita

Kaip sudarote darbų kiekio žiniaraštį:

1. Darbai įrašomi tekstiniu redaktoriumi.
2. Naudojama programinė įranga pvz. „sistela“
3. Kita.

Kas įtakoja specializuotos programinės įrangos naudojimą (nenaudojimą)

1. Programinės įrangos per didelė kaina
2. Programinė įranga atsiperka
3. Programinę įrangą sudėtinga pritaikyti
4. Informacijos trūkumas
5. Kita

Bendrieji duomenys apie projektuotoją:

Įmonėje projektavimo darbus atlieka:

1. Vienas projektuotojas.
2. Du projektuotojai.
3. Darbo grupė.

Vidutinis paruoštų projektų skaičius per metus:

Projektų ekspertizės praktinė nauda:

1. Pagerina projekto kokybę
2. Biurokratinė kliūtis padidinanti projekto kainą.
3. Kita.

Ačiū už atsakymus.

4.4. Apklausos tyrimo pristatymas.

Projektuotojai anketų atsakymuose nurodo programinę įrangą skirtą el. apkrovų ir kitiems skaičiavimams. Daugiausia naudojamos:

1. Programos skirtos apšvietos skaičiavimui.
2. Programos skirtos aktyviai žaibosaugai projektuoti.
3. Microsoft exel, pritaikant apkrovų ir elektriniams nuostoliams skaičiuoti.
4. Matematinės programos MatCad ir MatLab.

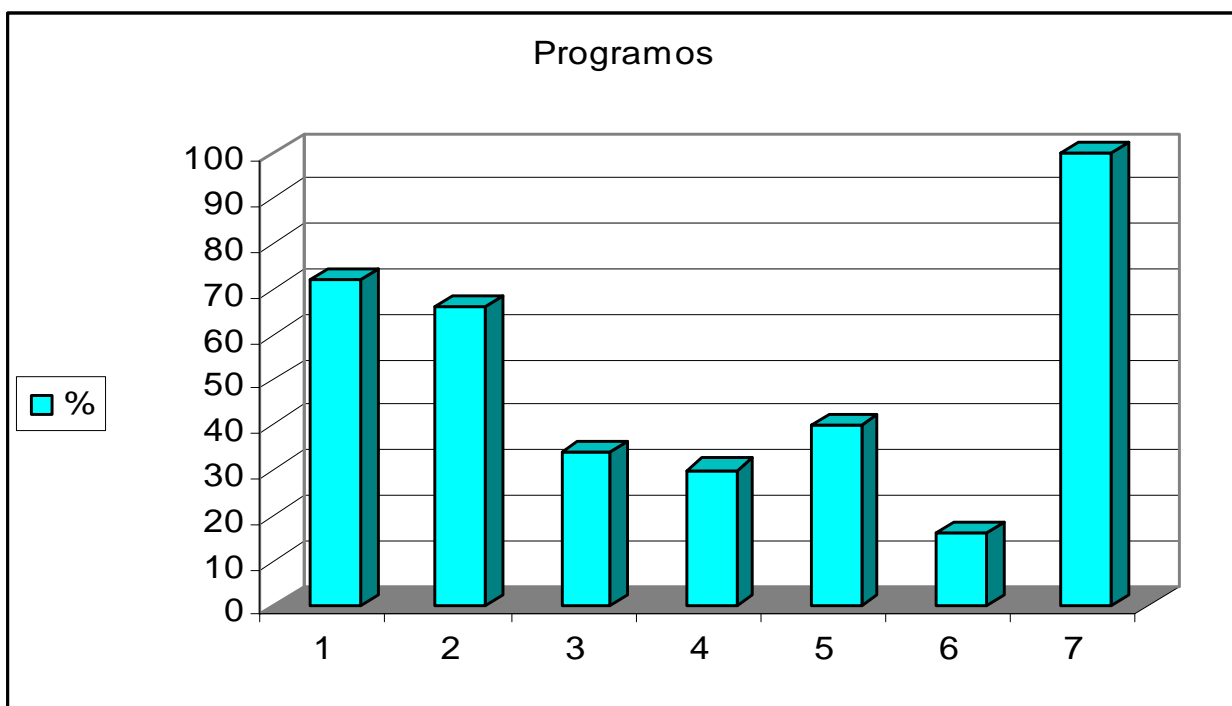
Specializuotos programos darbe netaikomos dėl kelių priežasčių:

1. Norint sukurti statinio elektrotechninės dalies ar kitų inžinerinių sistemų 3D projektą reikia, kad ir architektūrinės dalies projektas būtų sukurtas 3D aplinkoje. Perbraižyti architektūrinę projekto dalį sudėtinga ir užima daug laiko.
2. Specializuotos programos brangios ir reikia laiko ir didelių projektų, kad šios programos atsipirktų.
3. Projektuotojai mokymo įstaigose mokomi tik AutoCAD pagrindų.

Projektų ekspertizės praktinė nauda apibudinama įvairiai, pritariama tam, kad tai drausminanti priemonė, ir vertinama kaip konsultacija su specialistu.

Lentelė Nr.2 Anketų atsakymų suvestinė

	Naudojamos programos						
	Sistema	Dialux	Optivn	Žaibosauga	Microsoft exel	MatCad ar MatLab	AutoCAD
Skaitinė išraiška	36	33	17	15	20	8	50
%	72	66	34	30	40	16	100



Paveikslėlis Nr. 2 specializuotų programų naudojimo grafikas.

Grafike nurodyta:

1. Sistela. Programa skirta ekonominiams skaičiavimas atlikti.
2. Dialux programa skirta apšvietos skaičiavimui.
3. Optivin programa skirta apšvietos skaičiavimui.
4. Programa skirta žaibosaugos skaičiavimui.
5. Microsoft excel universali skaičiuoklė.
6. Matematinės programos.
7. Braižymui skirta programa.

5. Išvados:

1. Lietuvai įstojus į Europos sąjungą, dar tebeformuojama įstatyminė bazė, nėra vieningos veiklą reglamentuojančios dokumentacijos. Standartai ir taisyklės parašytos ir patvirtintos abejotinos. Nėra vieningos metodikos laukiamų apkrovų skaičiavimui.
2. Lietuvoje auga nauja projektuotojų karta. Mokymo įstaigose trūksta materialinės ir mokslinės bazės kokybiškam inžinierių paruošimui. Trūksta šiuolaikiškų laboratorijų mokslinio tyrimo darbams.
3. Nėra vieningos projektų ruošimo metodikos.
4. Vykstant sparčioms statyboms, smarkiai nukenčia techninių ir darbo projektų kokybė, esant dideliame projektuotojų poreikiui darbus atlieka mažai kvalifikuoti darbuotojai. Prarandama daug lėšų ir laiko įgyvendinant tokius projektus.
5. Įmonėse vykdančiose projektavimo darbus, mažai įsisavinamos techninės naujovės. Trūksta materialinės bazės ir darbdavių noro investuoti į naujoves.
6. Ekonominiai išskaičiavimai išstumia apgalvotus techninius sprendimus. Skuboti sprendimai ir susidaręs stereotipiškas projektavimo metodas, išstumia naujus mąstymus.
7. Reikalinga supaprastinto techninio projekto strategija, atspindinčio greitą ir optimalų poreikių tenkinimą.

6. Literatūros sąrašas:

1. Administracinės teisės pažeidimų kodeksas. Penktoji laida 2005-09-26
2. Statybos procesų matematinis modeliavimas ir optimizavimas. A. Juodys Kaunas 2005.
3. Elektros energetikos įstatymas (Žin., [2004, Nr.107-3964](#)).
4. Elektros įrenginių eksploatavimo saugos taisyklės. Ūkio ministro 2004-11-26 įsakymas Nr.4-432 ([Žin., Nr.175-6502](#); EP Nr.58)
5. Elektros įrenginių įrengimo taisyklės 1,2,3,4 skyriai. Ūkio ministro ir Aplinkos ministro įsakymai 1999-02-13 Nr. 63/47, 2000-12-28 Nr. 433/547, 2001-07-30 Nr. 242/397 (Žin., [1999, Nr. 18-483](#), [2001, Nr.3-59](#), [2001, Nr.67-2454](#)).
6. Specialiųjų patalpų ir technologinių procesų elektros įrenginių įrengimo taisyklės. Ūkio ministro 2004-04-29 įsakymas Nr.4-140/D1-232 ([Žin., 2004, Nr. 84-3051](#); EP Nr.53).
7. Apšvietimo elektros įrenginių įrengimo taisyklės. Ūkio ministro 2004-06-30 įsakymas Nr.4-257 ([Žin., 2004, Nr.107-4005](#); EP Nr.56).
8. Galios elektros įrenginių įrengimo taisyklės. Ūkio ministro 2004-06-30 įsakymas Nr.398 ([Žin., 2004, Nr.107-4006](#); EP Nr.56).
9. [Elektros energijos tiekimo ir naudojimo taisyklės. Ūkio ministro 2005-10-07 įsakymas Nr.4-350 \(Žin., 2005, Nr. 120-4328\).](#)
10. [Elektros tinklų apsaugos taisyklės. Ūkio ministro 1998-04-24 įsakymas Nr.151 \(Žin., 1998, Nr.41-1119\).](#)
11. Prekybos elektros energija taisyklės. Ūkio ministro 2001-12-18 įsakymas Nr. 380 ([Žin., 2001, Nr. 110-4010](#); [Žin., 2002, Nr.125-5686](#); [Žin.,2002, Nr.73-3132](#)).
12. Elektros energijos vartotojų, gamintojų energetikos objektų (tinklų, įrenginių, sistemų) prijungimo prie veikiančių energetikos įmonių objektų (tinklų, įrenginių, sistemų) tvarka ir sąlygos. Ūkio ministro 2002-09-17 įsakymas Nr.326 ([Žin., 2002, Nr.94-4061](#); EP Nr.40; 2004-10-26 įsakymas Nr.4-388 ([Žin., 2004 Nr.159-5826](#); EP Nr.57).
13. [Elektros ir kitų linijų eksploatavimo bendrojo naudojimo atramose reikalavimai. Ūkio ministro 2000-06-14 įsakymas Nr.220 \(Žin. 2000 Nr.50-1450\).](#)
14. [Elektros įrenginių bandymų normos ir apimtys. Ūkio ministro 2001-04-24 įsakymas Nr.141 \(Žin. 2001 Nr. 54-1930\).](#)
15. Elektros tinklų statybos rūšys. Aplinkos ministro ir Ūkio ministro 2004-03-17 įsakymas Nr.4-74/D1-117 ([Žin., 2004, Nr.44-1470](#); EP Nr.52)
16. [Elektros įvadinių apskaitos spintų \(skydelių\) pastatuose ir išorėje įrengimo ir prijungimo prie elektros tinklų laikinosios taisyklės. Statybos ir urbanistikos ministro, Ūkio ministro 1997-04-22 įsakymas Nr.129/132 \(Žin., 1997, Nr.41-1022\).](#)

17. [Elektrinių ir katilinių technologinių parametru matavimo tikslumo normos. Ūkio ministro 2000-06-16 įsakymas Nr.223 \(Žin.,2000 Nr.52-1512\).](#)
18. [Aprūpinimo elektros energija nutraukimo, siekiant užtikrinti visuomenės interesus, detaliosios sąlygos ir su tuo susijusių nuostolių apskaičiavimo ir atlyginimo tvarka. Ūkio ministro 2001-12-18 įsakymas Nr.380 \(Žin., 2001, Nr.110-4010\).](#)
19. Leidimų veikloms elektros energetikos sektoriuje išdavimo taisyklės. Ūkio ministro 2001-12-18 įsakymas Nr.380 ([Žin., 2001, Nr.110-4010](#)); 2005-04-08 įsakymas Nr.4-145 ([Žin., 2005, Nr.48-1594](#)).
20. [Lietuvos higienos normos HN 104: 2000 „Gyventojų sauga nuo elektros oro linijų sukuriamų elektrinių laukų“. Sveikatos apsaugos ministro 2001-01-04 įsakymas Nr.4 \(Žin. 2001 Nr.4-109\).](#)
21. [Lietuvos higienos normos HN 98: 2000 „Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai“. Sveikatos apsaugos ministro 2000-05-24 įsakymas Nr.277 \(Žin. 2000 Nr.44-1278\).](#)
22. [Statybos techninis reglamentas STR 2.01.06:2003 „Statinių žaibosauga. Aktyvioji apsauga nuo žaibo“, Aplinkos ministro 2003-06-19 įsakymas Nr.310 \(Žin., 2003, Nr.63-2857; EP Nr.45\). Nr.39\).](#)
23. apsaugos nuo elektros priemonių naudojimo ir bandymo tvarka. Vilnius 2001m.
24. Energetikos objektus ir įrenginius statančių ir eksploatuojančių darbuotojų atestavimo nuostatai. Vilnius 2005m.
25. Elektros įrenginių įžeminimas ir apsauga nuo viršįtampių, 1999m.
26. Energetikos objektų priešgaisrinės saugos taisyklės PST-08-99, Vilnius 1999 m.
27. Įžeminimo įrenginių ir izoliacijos varžų matavimo protokolai, 2002 m.
28. Informatikos leidinys „Energetikos priežiūra“.
29. Saugos taisyklės dirbant su įrankiais ir įtaisais Vilnius 2002m.
30. Lietuvos standartai.

8. Priedai

7.1. Skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymas gyvenamiesiems pastatams.

4. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija gyvenamųjų pastatų elektrinio apšvietimo įrenginiams, apskaičiuojamos pagal (1) formulę:

$$P_{skA} = K_{PA} \cdot \sum P_{IA} (kW), \quad (1)$$

kur:

- K_{PA} – apšvietimo įrenginių paklausos koeficiento reikšmės, priklausančios nuo $\sum P_{IA}$, turi būti ne mažesnės kaip pateikta 1 lentelėje;
- $\sum P_{IA}$ – elektrinio apšvietimo įrenginių įrengtųjų galių suma, kW.

1 lentelė. Apšvietimo įrenginių paklausos koeficiento K_{PA} reikšmės priklausomai nuo elektrinio apšvietimo įrenginių įrengtųjų galių sumos $\sum P_{IA}$

$\sum P_{IA}, kW$	≤ 5	6–10	11–15	16–25	26–50	51–100	> 100
K_{PA}	1	0,9	0,85	0,8	0,7	0,65	0,6

5. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija gyvenamųjų pastatų kištukų lizdams, maitinantiems įvairios paskirties iki 2,5 kW galios elektros imtuvus, apskaičiuojamos pagal (2) formulę:

$$P_{skKL} = K_{PKL} \cdot \sum P_{Inst KL} (kW), \quad (2)$$

kur:

- K_{PKL} – kištukų lizdų paklausos koeficiento reikšmės, priklausančios nuo prie elektros linijos prijungtų kištukų lizdų kiekio n_{KL} (vnt.), turi būti ne mažesnės kaip pateikta 2 lentelėje;
- $\sum P_{Inst KL}$ – kištukų lizdų instaliuota galia, kW. Esant nuo 1 iki 10 vnt. kištukų lizdų, $\sum P_{Inst KL}$ lygi ne mažiau kaip 2,5 kW galios, o esant 11 vnt. ir daugiau – po 0,25 kW galios kiekvienam kištukų lizdui.

2 lentelė. Kištukų lizdų paklausos koeficiento K_{PKL} reikšmės priklausomai nuo prie elektros linijos prijungtų kištukų lizdų kiekio n_{KL} , vnt.

$n_{KL}, vnt.$	≤ 10	11–20	21–50	51–100	101–200	201–400	> 400
K_{PKL}	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

6. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija gyvenamųjų pastatų stacionarioms elektrinėms viryklėms, apskaičiuojamos pagal (3) formulę:

$$P_{skV} = K_{PV} \cdot \sum P_{Inst V} (kW), \quad (3)$$

kur:

- K_{PV} – stacionarių elektrinių viryklių paklausos koeficiento reikšmės, priklausančios nuo prie elektros linijos prijungtų stacionarių elektrinių viryklių kiekio n_V (vnt.), turi būti ne mažesnės kaip pateikta 3 lentelėje;
- $\sum P_{Inst V}$ – stacionarių elektrinių viryklių instaliuota galia (vardinių galių suma), kW.

3 lentelė. Stacionarių elektrinių viryklių paklausos koeficiento K_{PV} reikšmės priklausomai nuo prie elektros linijos prijungtų stacionarių elektrinių viryklių kiekio n_V , vnt.

n_V , vnt.	1	2	3	4–5	6–8	9–10	> 10
K_{PV}	1	0,9	0,85	0,75	0,65	0,6	0,5

7. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija gyvenamųjų pastatų vandens šildymo elektros įrenginiams, jeigu vieno vandens šildymo elektros įrenginio vardinė galia daugiau kaip 2,5 kW galios, apskaičiuojamos pagal metodikos 6 punktą.

8. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija gyvenamųjų pastatų liftams, apskaičiuojamos pagal (4) formulę:

$$P_{skL} = K_{PL} \cdot \sum P_{InstL} (kW), \quad (4)$$

kur:

- K_{PL} – liftų paklausos koeficiento reikšmės, priklausančios nuo prie elektros linijos prijungtų liftų kiekio n_L (vnt.) ir pastato aukštingumo, turi būti ne mažesnės kaip pateikta 4 lentelėje;
- $\sum P_{InstL}$ – liftų instaliuota galia (vardinių galių suma), kW.

4 lentelė. Liftų paklausos koeficiento K_{PL} reikšmės priklausomai nuo prie elektros linijos prijungtų liftų kiekio n_L (vnt.) ir pastato aukštingumo

n_L , vnt.	K_{PL} priklausomai nuo pastato aukštingumo				
	≤ 7	8–9	10–12	13–16	> 16
1	1	1	1	-	-
2–3	0,8	0,85	0,9	1	1
4–5	0,7	0,75	0,8	0,9	1
6–7	0,65	0,7	0,75	0,85	0,9
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	0,35	0,38	0,4	0,55	0,65

9. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija gyvenamųjų pastatų karšto ir šalto vandens cirkuliaciniams siurbliams, ventiliatoriams ir kitiems elektros imtuvams, nustatomos susumavus visų šių elektros imtuvų instaliuotas galias ir jų sumą padauginus iš koeficiento 1.

10. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija gyvenamųjų pastatų šildymo prietaisams, nustatomos susumavus visų šių elektros imtuvų instaliuotas galias ir jų sumą padauginus iš koeficiento 1.

11. Preliminari pilnutinė skaičiuojamoji elektros apkrova gyvenamųjų pastatų elektriniam šildymui nustatoma pagal (5) formulę:

$$S_{šild.} = \frac{s \cdot S_{sant.}}{1000} (kVA), \quad (5)$$

kur:

- s – suminis gyvenamojo pastato gyvenamųjų patalpų plotas, m^2 ;
- $S_{sant.}$ – santykinė preliminari 1 m^2 gyvenamo pastato plotui reikalinga pilnutinė elektros apkrova priklausomai nuo pastato aukštingumo, amžiaus ir šildymo sistemos valdymo (5 lentelė), VA/ m^2 .

5 lentelė. Santykinė preliminari 1 m^2 gyvenamojo pastato plotui reikalinga pilnutinė elektros apkrova priklausomai nuo pastato aukštingumo, amžiaus ir šildymo sistemos valdymo

Pastato aukštų skaičius				1	2–3	4–5	6–9	10–12	>12
$n_K, \text{vnt.}$	≤ 6	7–9	10–12	13–15	16–18	19–24	25–40	41–60	>60
K_{PK}	1	0,95	0,9	0,83	0,8	0,7	0,58	0,45	0,3
Renovuotuose pastatuose (pastatytuose iki 2000 metų)	Šildymo sistemos rankinis valdymas	$S_{\text{sumt.}}, \text{VA/m}^2$	136,9	122,2	81,9	74,6	68,4	66,0	
Naujuose pastatuose			118,6	107,6	72,1	66,0	59,9	57,4	
Renovuotuose pastatuose (pastatytuose iki 2000 metų)	Šildymo sistemos automatinis valdymas	$S_{\text{sumt.}}, \text{VA/m}^2$	123,2	110	73,7	67,1	61,6	59,4	
Naujuose pastatuose			106,7	96,8	64,9	59,4	53,9	51,7	

12. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija gyvenamųjų pastatų buitiniams oro kondicionieriams, apskaičiuojamos pagal (6) formulę:

$$P_{skK} = K_{PK} \cdot \sum P_{Inst K} (\text{kW}), \quad (6)$$

kur:

- K_{PK} – buitinių oro kondicionierių paklausos koeficiento reikšmės, priklausančios nuo prie elektros linijos prijungtų buitinių oro kondicionierių kiekio n_K (vnt.), turi būti ne mažesnės kaip pateikta 6 lentelėje;
- $\sum P_{Inst K}$ – buitinių kondicionierių instaliuota galia (vardinių galių suma), kW.

6 lentelė. Buitinių oro kondicionierių paklausos koeficiento K_{PK} reikšmės priklausomai nuo prie elektros linijos prijungtų buitinių oro kondicionierių kiekio n_K , vnt.

13. Projektuojant vienbučius gyvenamuosius namus, gyvenamųjų namų butus ar sodybas, taikomos skaičiuojamosios elektros apkrovos, ne mažesnės kaip pateikta 7 lentelėje. Skaičiuojamosios elektros apkrovos pateiktos taikant prielaidą, kad butai yra iki 70 m², o vienbučiai gyvenamieji namai – iki 200 m² bendro ploto ir juose įrengti buitinių vartotojų dažniausia vartojami elektros energijos imtuvai. Skaičiuojamąją elektros apkrovą kiekvienam padidintam bendro ploto vienietui 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 nuo pateikto 7 lentelėje. Projektuotojas turi įvertinti visus patalpose ar pastatuose projektuojamus elektros energijos imtuvus ir apskaičiuoti pastato elektros apkrovą.

7 lentelė. Gyvenamųjų pastatų, butų ir sodybų skaičiuojamosios elektros apkrovos P_{sk} , kW

Gyvenamojo pastato, buto ir sodybos apibūdinimas	P_{sk}, kW
Butas su įrengta stacionaria dujine virykle	5
Butas su įrengta stacionaria dujine virykle ir momentiniu elektriniu vandens šildytuvu	9
Butas su įrengta stacionaria elektrine virykle	8
Butas su įrengta stacionaria elektrine virykle ir momentiniu elektriniu vandens šildytuvu	10
Vienbutis gyvenamasis namas su įrengta stacionaria dujine virykle	7
Vienbutis gyvenamasis namas su įrengta stacionaria dujine virykle ir momentiniu elektriniu vandens šildytuvu	11
Vienbutis gyvenamasis namas su įrengta stacionaria elektrine virykle	10
Vienbutis gyvenamasis namas su įrengta stacionaria elektrine virykle ir momentiniu vandens šildytuvu	13

Gyvenamojo pastato, buto ir sodybos apibūdinimas	P_{sk} , kW
Sodyba (namas, ūkiniai pastatai) su įrengtu elektriniu malūnu, elektriniu vandens siurbliu, elektriniu statybos apdailos įrenginiu, elektriniu pjūkle ir kitais elektros imtuvais	15
Sodyba (namas, ūkiniai pastatai) su įrengtu elektriniu malūnu, elektriniu vandens siurbliu, elektriniu statybos apdailos įrenginiu, elektriniu pjūkle, momentiniu elektriniu vandens šildytuvu ir kitais elektros imtuvais	17

14. Projektuojamų vienbučių gyvenamųjų namų, gyvenamųjų namų butų ar kelių sodybų grupių, pateiktų 8 lentelėje, pilnutinė skaičiuojamoji elektros apkrova apskaičiuojama pagal (7) formulę:

$$S_{\Sigma sk} = K_{\Sigma} \cdot \sum P_{sk} / \cos j_{sk} \text{ (kVA)}, \quad (7)$$

kur:

- K_{Σ} – gyvenamųjų pastatų, butų ar sodybų nevienalaikiškumo koeficiento reikšmės, priklausančios nuo grupėje esančių pastatų, butų ar sodybų kiekio n_G (vnt.) ir juose įrengtų buitinių prietaisų, turi būti ne mažesnės kaip pateikta 8 lentelėje;
- $\sum P_{sk}$ – gyvenamųjų pastatų, butų ar sodybų skaičiuojamųjų elektros apkrovų suma (kW), kurių reikšmės pateiktos 7 lentelėje;
- $\cos \varphi_{sk}$ – gyvenamųjų pastatų, butų ar sodybų grupės skaičiuojamasis galios koeficientas, kurio reikšmės pateiktos 9 lentelėje.

15. Pilnutinė skaičiuojamoji elektros apkrova vienbučių gyvenamųjų namų, gyvenamųjų namų butų ar sodybų grupėms, pateiktoms 8 lentelėje, kuriems elektros energija persiunčiama iš to paties elektros energijos šaltinio, apskaičiuojama pagal (8) formulę:

$$S_{\Sigma sk} = K_{\Sigma} \cdot \sum P_{Leist} / \cos j_{sk} \text{ (kVA)}, \quad (8)$$

kur:

- K_{Σ} – gyvenamųjų pastatų, butų ar sodybų nevienalaikiškumo koeficiento reikšmės, priklausančios nuo grupėje esančių pastatų, butų ar sodybų kiekio n_G (vnt.) ir juose įrengtų buitinių prietaisų, turi būti ne mažesnės kaip pateikta 8 lentelėje. 8 lentelėje nepateiktų n_G nevienalaikiškumo koeficientų reikšmės nustatomos interpoliacijos būdu;
- $\sum P_{Leist}$ – gyvenamiesiems pastatams, butams ar sodyboms leistinių naudoti galių, kurios nurodomos pirkimo–pardavimo sutartyse, suma, kW;
- $\cos \varphi_{sk}$ – gyvenamųjų pastatų, butų ar sodybų grupės skaičiuojamasis galios koeficientas, kurio reikšmės pateiktos 9 lentelėje.

8 lentelė. Gyvenamųjų pastatų, butų ir sodybų nevienalaikiškumo koeficientai K_{Σ}

Eil. Nr.	Gyvenamųjų pastatų, butų ir sodybų grupių apibūdinimas	K_{Σ} priklausomai nuo n_G (vnt.)													
		1-3	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000
1.	Butai su įrengtomis stacionariomis dujinėmis viryklėmis (gyvenamuosiuose namuose)	1	0,920	0,700	0,580	0,520	0,460	0,400	0,320	0,280	0,240	0,200	0,180	0,172	0,160
2.	Butai su įrengtomis stacionariomis elektrinėmis viryklėmis (gyvenamuosiuose namuose)	1	0,685	0,515	0,428	0,368	0,343	0,308	0,257	0,223	0,197	0,172	0,155	0,145	0,137
3.	Butai su įrengtomis stacionariomis elektrinėmis viryklėmis ir akumuliaciniais (momentiniais) elektriniais vandens šildytuvais (gyvenamuosiuose namuose)	1	0,731	0,580	0,499	0,430	0,400	0,360	0,300	0,260	0,230	0,200	0,180	0,170	0,160
4.	Vienbučiai gyvenamieji namai su įrengtomis stacionariomis dujinėmis viryklėmis	1	0,845	0,65	0,537	0,488	0,439	0,374	0,325	0,293	0,26	0,244	0,21	0,179	0,138
5.	Vienbučiai gyvenamieji namai su įrengtomis stacionariomis elektrinėmis viryklėmis	1	0,780	0,624	0,535	0,479	0,446	0,401	0,334	0,290	0,256	0,223	0,186	0,160	0,150
6.	Vienbučiai gyvenamieji namai su įrengtomis stacionariomis elektrinėmis viryklėmis ir akumuliaciniais (momentiniais) elektriniais vandens šildytuvais	1	0,832	0,702	0,624	0,558	0,520	0,468	0,390	0,338	0,300	0,260	0,216	0,187	0,175
7.	Sodybos	1	0,676	0,456	0,394	0,368	0,348	0,316	0,264	-	-	-	-	-	-

16. Keleto skirtingų tipų gyvenamųjų pastatų, butų ar sodybų nevienalaikiškumo koeficientas apskaičiuojamas pagal (9) formulę:

$$K_{\Sigma} = \frac{\sum (n_i \cdot K_{\Sigma i})}{\sum n_i}, \quad (9)$$

kur:

- n_i – i-ajai pastatų grupei priklausančių pastatų kiekis, vnt.;
- $K_{\Sigma i}$ – i-osios pastatų grupės nevienalaikiškumo koeficientas priklausomai nuo šioje grupėje esančių pastatų kiekio n_i .

17. Esamų ir projektuojamų gyvenamųjų namų suminė pilnutinė skaičiuojamoji elektros apkrova apskaičiuojama sumuojant butų, buitinių kondicionierių, kitų namuose įrengtų elektros imtuvų (liftų, siurblių, ventiliatorių, laiptinių apšvietimo ir t. t.) ir šildymo prietaisų elektros imtuvų elektros apkrovas įvertinus galios koeficientą pagal (10) formulę:

$$S_{sk\ GN} = S_{\Sigma sk} + P_{skK} / \cos j_{skK} + 0,9 \cdot P_{skL} / \cos j_{skL} + 0,7 \cdot \Sigma P_{skB} / \cos j_{skB} + S_{\tilde{ild}} \text{ (kVA)}, \quad (10)$$

kur:

- S_{Ssk} – suminė pilnutinė visų name (namuose) esančių butų skaičiuojamoji elektros apkrova, kVA, apskaičiuota pagal metodikos 14 punktą;
- P_{skK} – skaičiuojamoji visų name (namuose) įrengtų kondicionierių elektros apkrova, kW, apskaičiuota pagal metodikos 12 punktą;
- P_{skL} – skaičiuojamoji visų name (namuose) įrengtų liftų elektros apkrova, kW, apskaičiuota pagal metodikos 8 punktą;
- $S_{\tilde{ild}}$ – skaičiuojamoji namo šildymo prietaisų pilnutinė elektros apkrova, kVA, apskaičiuota pagal metodikos 10 ir 11 punktus;
- ΣP_{skB} – skaičiuojamoji visų name (namuose) įrengtų elektros imtuvų (siurblių, ventiliatorių, laiptinių apšvietimo) vardinių galių suma, kW;
- $\cos j_{sk(K,L,B)}$ – atitinkamos paskirties elektros imtuvų skaičiuojamasis galios koeficientas, kurio reikšmės pateiktos 9 lentelėje.

9 lentelė. Gyvenamųjų pastatų, butų, sodybų ir atskirų elektros imtuvų grupių skaičiuojamieji galios koeficientai $\cos\varphi$

Elektros energijos vartotojas	$\cos\varphi$
Butas, namas su įrengta stacionaria dujine virykle	0,9
Butas, namas su įrengta stacionaria elektrine virykle	0,92
Butas, namas su įrengta stacionaria elektrine virykle ir elektriniu vandens šildytuvu	0,93
Buitiniai kondicionieriai	0,8
Sodyba	0,85
Vandens siurbliai, ventiliatoriai	0,85
Laiptinės, koridorių apšvietimas	0,95
Liftai (be reaktyviosios galios kompensavimo įrenginių)	0,6

18. Keleto skirtingų tipų pastatų ar skirtingų pastato elektros imtuvų grupių galios koeficientas $\cos\varphi_{sk}$ apskaičiuojamas pagal (11) formulę:

$$\cos\varphi_{sk} = \frac{\sum (\cos\varphi_{sk(i)} \cdot P_{sk(i)})}{\sum P_{sk(i)}}, \quad (11)$$

kur:

- $\cos\varphi_{sk(i)}$ – i-osios pastatų grupės ar pastato elektros imtuvų grupės skaičiuojamasis galios koeficientas, kurio reikšmės pateiktos 9 lentelėje;
- $P_{sk(i)}$ – i-osios pastatų grupės ar pastato elektros imtuvų grupės skaičiuojamoji elektros apkrova, kW.

7.1.1. Skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymas visuomeninės paskirties pastatams

19. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija visuomeninių pastatų apšvietimo įrenginiams, apskaičiuojamos pagal (12) formulę:

$$P_{skA} = K_{PA} \cdot \sum P_{VardA} (kW), \quad (12)$$

kur:

- K_{PA} – apšvietimo įrenginių paklausos koeficiento reikšmės, priklausančios nuo $\sum P_{VardA}$, turi būti ne mažesnės kaip pateikta 10 lentelėje;
- $\sum P_{VardA}$ – elektrinio apšvietimo įrenginių vardinių galių suma, kW.

10 lentelė. Apšvietimo įrenginių paklausos koeficiento K_{PA} reikšmės priklausomai nuo elektrinio apšvietimo įrenginių vardinių galių sumos $\sum P_{VardA}$ ir nuo visuomeninės paskirties pastato tipo

Eil. Nr.	Visuomeninės paskirties pastato tipas	K_{PA} priklausomai nuo elektrinio apšvietimo įrenginių vardinių galių sumos $\sum P_{VardA}$, kW						
		≤ 5	6–10	11–15	16–25	26–50	51–100	> 100
1.	Administracinės ir paslaugų paskirties	1	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75
2.	Kultūros paskirties	1	0,9	0,8	0,75	0,7	0,65	0,5
3.	Maitinimo paskirties	1	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65
4.	Mokslo paskirties	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7
5.	Viešbučių, gydymo ir poilsio paskirties	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,35
6.	Sporto paskirties	1	1	1	1	1	1	1

20. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija visuomeninės paskirties pastatų darbinio, avarinio, evakuacinio, reklaminių stendų apšvietimo įrenginiams, apskaičiuojamos pagal metodikos 19 punktą, taikant $K_{PA}=1$.

21. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija visuomeninės paskirties pastatų kištukų lizdams, maitinantiems įvairios paskirties iki 2,5 kW galios elektros imtuvus, apskaičiuojamos pagal metodikos 5 punktą.

22. Suminis galios imtuvų grupės, išskyrus šaldymo ir vėdinimo įrangą, naudojimo koeficientas apskaičiuojamas pagal (13) formulę:

$$\Sigma K_N = \sum_1^n (K_N \cdot P_{Inst}) / \sum P_{Inst} \quad (13)$$

kur:

- K_N – elektros imtuvo naudojimo koeficientas
 $K_N = t/T$, kur t – elektros imtuvo veikimo labiausia apkrautos pamainos metu T laikas; T – labiausia apkrautos pamainos laikas (h);
- P_{Inst} – instaliuota elektros imtuvo galia, kW.

23. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija visuomeninės paskirties pastatų galios įrenginių grupėms, išskyrus šaldymo ir vėdinimo įrangą, apskaičiuojamos pagal (14) formulę:

$$P_{skG} = K_M \cdot \Sigma K_N \cdot \Sigma P_{Inst G} (kW), \quad (14)$$

kur:

- K_M – aktyviosios galios maksimumo koeficientas, kuris priklauso nuo ΣK_N (11 lentelė) ir efektyvių, maksimalią elektros apkrovą formuojančių elektros imtuvų skaičiaus n_{ef} ($n_{ef} = 2 \Sigma P_{Inst G} / P_{Vard Max}$);
- n_{ef} – efektyvių, maksimalią elektros apkrovą formuojančių elektros imtuvų skaičius $n_{ef} = 2 \Sigma P_{Inst G} / P_{Vard Max}$.
 Jeigu nustatytas n_{ef} viršija grupės elektros imtuvų skaičių n arba $P_{Vard Max} / P_{Vard Min} \leq 3$, tai taikyti $n = n_{ef}$;
- $\Sigma P_{Inst G}$ – skaičiuojamoji visų visuomeninės paskirties pastatų galios elektros įrenginių vardinių galių suma, kW;
- $P_{Vard Min}$ – mažiausią galią turinčio grupės imtuvo vardinė galia, kW;
- $P_{Vard Max}$ – didžiausią galią turinčio grupės imtuvo vardinė galia, kW.

11 lentelė. Aktyviosios galios maksimumo koeficiento K_M reikšmės priklausomai nuo K_N ir n_{ef}

n_{ef}	K_M priklausomai nuo 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
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

n_{ef}	K_M priklausomai nuo K_N								
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
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

24. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija visuomeninės paskirties pastatų stacionarioms elektrinėms viryklėms, apskaičiuojamos pagal metodikos 6 punktą.

25. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija visuomeninės paskirties pastatų liftams, apskaičiuojamos pagal metodikos 8 punktą.

26. Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija visuomeninės paskirties pastatų šaldymo ir vėdinimo elektros įrenginiams, apskaičiuojamos pagal (15) formulę:

$$P_{skš} = K_{Pš} \cdot \sum P_{Inst š} (kW), \quad (15)$$

kur:

- $K_{Pš}$ – šaldymo ir vėdinimo įrenginių paklausos koeficiento reikšmės, priklausančios nuo prie elektros linijos prijungtų šaldymo ir vėdinimo įrenginių kiekio $n_{š}$ (vnt.), turi būti ne mažesnės kaip pateikta 12 lentelėje;
- $\sum P_{Inst š}$ – šaldymo ir vėdinimo įrenginių instaliuota galia (vardinių galių suma), kW.

12 lentelė. Šaldymo ir vėdinimo įrenginių paklausos koeficiento $K_{Pš}$ reikšmės priklausomai nuo prie elektros linijos prijungtų šaldymo ir vėdinimo įrenginių kiekio $n_{š}$, vnt.

Eil. Nr.	Šaldymo ir vėdinimo įrenginių vardinių galių sumos santykis su pastato galios imtuvų vardinių galių suma, proc.	$K_{Pš}$ priklausomai nuo $n_{š}$ (vnt.)									
		≤ 3	4–5	6–8	9–10	11–15	16–20	21–30	31–50	51–100	> 100
1.	≤ 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

27. Visuomeninės paskirties pastatams, kuriems elektros energija persiunčiama iš to paties elektros energijos šaltinio, suminė pilnutinė skaičiuojamoji elektros apkrova apskaičiuojama sumuojant visų tipų elektros imtuvų grupių skaičiuojamąsias elektros apkrovas pagal (16) formulę:

$$S_{skVP} = K \cdot (P_{skA} + P_{skL} + P_{skV} + P_{skKL} + P_{skG} + P_{skS}) / \cos j_{skVP} \quad (kVA), \quad (16)$$

kur:

- P_{skA} – apšvietimo įrenginių skaičiuojamoji elektros apkrova, apskaičiuota pagal metodikos 19 punktą, kW;
- P_{skL} – liftų skaičiuojamoji elektros apkrova, apskaičiuota pagal metodikos 8 punktą, kW;
- P_{skV} – stacionarių elektrinių viryklių skaičiuojamoji elektros apkrova, apskaičiuota pagal metodikos 6 punktą, kW;
- P_{skKL} – kištukų lizdų skaičiuojamoji elektros apkrova, apskaičiuota pagal metodikos 5 punktą, kW;
- P_{skG} – galios įrenginių skaičiuojamoji elektros apkrova, apskaičiuota pagal metodikos 23 punktą, kW;
- P_{skS} – šaldymo įrenginių skaičiuojamoji elektros apkrova, apskaičiuota pagal metodikos 26 punktą, kW;
- $\cos \varphi_{skVP}$ – galios koeficientas, pateiktas 14 lentelėje;
- K – maksimumų nesutapimo koeficientas (apšvietimo įrenginių su visais kitais įrenginiais) turi būti ne mažesnis kaip pateikta 13 lentelėje. 13 lentelėje nepaminėtos kategorijos pastatams taikyti $K = 1$.

13 lentelė. Apšvietimo imtuvų grupės skaičiuojamosios elektros apkrovos su kitų elektros imtuvų sumine skaičiuojamąja elektros apkrova maksimumų nesutapimo koeficientas K

Eil. Nr.	Visuomeninės paskirties pastato tipas	K priklausomai nuo apšvietimo imtuvų grupės skaičiuojamosios galios santykio su kitų grupių sumine skaičiuojamąja galia, proc.		
		20–75	76–140	141–250
1.	Administracinės paskirties	0,95	0,9	0,95
2.	Mokslo paskirties (be vaikų darželių)	0,95	0,9	0,95
3.	Mokslo paskirties (vaikų darželiai)	0,85	0,8	0,85
4.	Paslaugų paskirties	0,85	0,75	0,85
5.	Prekybos ir maitinimo paskirties	0,9	0,85	0,9

14 lentelė. Skaičiuojamieji galios koeficientai visuomeninės paskirties pastatams

Visuomeninės paskirties pastato tipas	$\cos \varphi$
Administracinės paskirties	0,85
Gydymo paskirties (be sanatorijų)	0,9
Maitinimo paskirties	0,9
Mokslo paskirties (be vaikų darželių)	0,9
Mokslo paskirties (vaikų darželiai)	0,92
Paslaugų paskirties	0,8
Prekybos paskirties	0,85
Poilsio paskirties	0,9
Viešbučių, poilsio ir gydymo (sanatorijos) paskirties	0,85

28. Pilnutinė skaičiuojamoji elektros apkrova keliems skirtingo tipo visuomeninės paskirties ir gyvenamiesiems pastatams, kuriems elektros energija tiekama iš to paties elektros energijos šaltinio, apskaičiuojama pagal (17) formulę:

$$S = S_{\max} + \sum_{i=1}^n S_i \cdot K_{\max} \text{ (kVA)}, \quad (17)$$

kur:

- S_{\max} – didžiausia vieno iš visų prie elektros energijos šaltinio prijungtų vartotojų skaičiuojamoji pilnutinė elektros apkrova, kVA;
- S_i – visų pastatų, išskyrus pastatą, turintį didžiausią pilnutinę elektros apkrovą, pilnutinės elektros apkrovos, kVA;
- K_{\max} – įvairaus tipo pastatų maksimumų nesutapimo koeficientai didžiausią pilnutinę elektros apkrovą turinčio pastato atžvilgiu turi būti ne mažesni kaip pateikta 15 lentelėje (15 lentelėje nurodytiems pastatams taikyti koeficientą, lygų 1).

15 lentelė. Visuomeninės paskirties ir gyvenamųjų pastatų maksimumų nesutapimo koeficientai K_{max}

	Gyvenamieji namai su stacionariomis elektrinėmis viryklėmis	Gyvenamieji namai su stacionariomis dujinėmis viryklėmis	Valgyklos	Kavinės, restoranai	Kultūros paskirties (bibliotekos)	Mokslo paskirties	Prekybos paskirties	Viešbučių paskirties	Paslaugų paskirties (kirpyklos)	Mokymo paskirties (vaikų darželiai)	Paslaugų paskirties (išskyrus kirpyklas)	Kultūros paskirties (išskyrus bibliotekas)
Gyvenamieji namai su stacionariomis elektrinėmis viryklėmis	-	0,9	0,6	0,7	0,6	0,5	0,8	0,8	0,8	0,5	0,7	0,9
Gyvenamieji namai su stacionariomis dujinėmis viryklėmis	0,9	-	0,6	0,7	0,5	0,4	0,8	0,8	0,7	0,4	0,6	0,9
Maitinimo paskirties	0,6	0,6	1	1	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,5
Mokslo ir kultūros (bibliotekos) paskirties	0,5	0,4	0,8	0,8	1	1	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7
Prekybos paskirties	0,8	0,8	0,8	0,6	0,7	0,7	1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Viešbučių paskirties	0,8	0,8	0,6	0,8	0,7	0,6	0,8	1	0,8	0,6	0,7	0,9
Gydymo paskirties	0,5	0,4	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8
Paslaugų paskirties	0,7	0,6	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	1	0,7
Kultūros paskirties	0,9	0,9	0,4	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,8	0,5	0,7	1

29. Orientacinės skaičiuojamosios elektros apkrovos visuomeninės paskirties pastatams apskaičiuojamos naudojantis 16 lentelėje pateiktomis santykinėmis orientacinėmis skaičiuojamosiomis elektros apkrovų reikšmėmis.

16 lentelė. Santykinės orientacinės skaičiuojamosios elektros apkrovos visuomeninės paskirties pastatams

Eil. Nr.	Visuomeninės paskirties pastato tipas		Santykinis dydis	Santykinė elektros apkrova	Maksimalių elektros apkrovų naudojimo laikas, val.
1.	Universaliosios (daugiafunkcės) įmonės pastatas, kurio bendras plotas – daugiau kaip 5000 m ²		kW/m ² (bendro ploto)	0,045	4000
2.	Specializuotosios (vienafunkcės) įmonės pastatas, kurio bendras plotas – daugiau kaip 5000 m ²		kW/m ² (bendro ploto)	0,035	5000
3.	Universaliosios (daugiafunkcės) ir specializuotosios (vienafunkcės) įmonės pastatas, kurio bendras plotas iki 5000 m ²		kW/m ² (bendro ploto)	0,075	2000
4.	Dideli administracinės paskirties pastatai, kurių bendras plotas – daugiau kaip 5000 m ²	be kondicionavimo sistemų	kW/m ² (bendro ploto)	0,1	3500
		su kondicionavimo sistemomis		0,16	
5.	Smulkią ir vidutinį verslo administracinės paskirties pastatai		kW/m ² (bendro ploto)	0,12	4000
6.	Elektroninių ir telekomunikacinių ryšių įstaigų administracinės paskirties pastatai		kW/m ² (bendro ploto)	0,05	4000
7.	Transporto paskirties pastatai (oro uostai)		kW/100 m ² (užstatyto ploto)	0,08	4000
8.	Kultūros paskirties pastatai		kW/m ² (bendro ploto)	0,08	1000
9.	Maitinimo paskirties pastatai	maistui ruošti naudojamos stacionarios elektrinės viryklės	kW/1 klientui	0,9	1500
		maistui ruošti naudojamos stacionarios dujinės viryklės		0,7	
10.	Mokslo paskirties pastatai (mokyklos)	be valgyklų	kW/1 mokiniui	0,15	1500
		su valgyklomis		0,22	1500
11.	Mokslo paskirties pastatai (vaikų darželiai)		kW/1 darželinukui	0,4	1200
12.	Paslaugų paskirties pastatai (buitinio aptarnavimo įmonės)		kW/1 darbo vietai	1,3	2000
13.	Viešbučių paskirties ir gydymo paskirties (sanatorijos) pastatai		kW/m ² (bendro ploto)	0,03	3500
14.	Gydymo paskirties pastatai (poliklinikos)		kW/1 ligoniui	0,2	2000
15.	Gydymo paskirties pastatai (ligoninės)		kW/1 ligoniui	0,75	3500

7.1.2. Elektros tinklų projektavimas, statyba, kapitalinis remontas ar rekonstrukcija.

30. Projektuojant naujus, rekonstruojant ar kapitališkai remontuojant esamus elektros tinklus, projektuotojai turi įvertinti aprūpinimo elektros energija patikimumą, galimybę nutraukti ar apriboti elektros energijos persiuntimą elektros tinklų priežiūros, eksploatacijos, remonto, avarių, gedimų ar sutrikimų šalinimo darbams, galimybę atlikti operatyvinius perjungimus, taip pat turi būti įvertinta tolesnė elektros energijos tinklų plėtra, būsimų ir esamų vartotojų poreikiai bei racionali elektros tinklų plėtra.

31. Siekiant užtikrinti racionalią operatorių elektros tinklų plėtrą, saugią elektros tinklų eksploataciją bei patikimą elektros energijos persiuntimą operatorių elektros tinklais, taip pat operatorių elektros tinklų vientisumą ir suderinamumą, projektuojant, statant naujus, rekonstruojant, kapitališkai remontuojant esamus operatorių elektros tinklus, naudojama 17 lentelėje pateikta standartinė operatorių elektros tinklų įranga.

17 lentelė. Standartinė operatorių elektros tinklų įranga

10 kV skirstomieji punktai, A	10/0,4 kV modulinės transformatorinės, kVA	6–10/0,4 kV galios transformatoriai, kVA	35/10 kV galios transformatoriai, MVA	110/35/10 (110/10) kV galios transformatoriai, MVA
630	400	10	2,5	6,3
800	630	16	4	10
1000	1000	25	6,3	16
1250	1600	40	10	25
1600	2000	50	16	40
-	2500	63	25	63
-	-	100	-	80
-	-	160	-	-
-	-	250	-	-
-	-	400	-	-
-	-	630	-	-
-	-	800	-	-
-	-	1000	-	-
-	-	1250	-	-
-	-	1600	-	-
-	-	2000	-	-
-	-	2500	-	-

7.1.3. Elektros energijos poreikių nustatymas

32. Planuojant orientacines metines elektros energijos sąnaudas naujoms gyvenamosioms teritorijoms, vienam butui taikyti 1200 kWh, kai butuose planuojama naudoti stacionarias dujines virykles, ir 2000 kWh vienam butui, kai butuose planuojama naudoti stacionarias elektrines virykles, arba vadovaujantis skirstomųjų tinklų operatorių statistiniais duomenimis.

33. Orientacinės metinės elektros energijos sąnaudos visuomeninės paskirties pastatams apskaičiuojamos pagal (18) formulę:

$$E_{met} = P_{sk} \cdot T_{max} (kWh), \quad (18)$$

kur:

- P_{sk} – skaičiuojamoji maksimali elektros apkrova, nustatyta remiantis faktiniais duomenimis arba pagal 16 lentelėje pateiktus orientacinius dydžius, kW;
- T_{max} – metinis maksimalių elektros apkrovų trukmės laikas, val.

7.2 Laukiamų galios apkrovų skaičiavimas (suderintų diagramų metodas)

Vidutinę galią P_{vid} skaičiuojama pagal instaliuotą galią P_n ir išnaudojimo koeficientą k_{is} . Skaičiuojant kištukinių lizdų grupės vidutines galias, išnaudojimo koeficientas patalpoms priimamas

$$P_{gr.vid} = \sum P_n \cdot n \cdot k_{is} \quad (1)$$

Čia:

n – instaliuotų patalpoje grupės irenginių skaičius.

Apskaičiuojamas skydo grupių skaičiuojamąją aktyviają galią:

Suskaičiuojame vidutines grupių galias:

$$P_{1gr.vid} = kW. \quad (2)$$

Apskaičiuojame skydo vidutinę $\cos\varphi_{vid}$, pagal formulę:

$$\cos j_{GS.vid} = \frac{\sum_{i=1}^3 P_{vid} \cdot \cos j_i}{\sum_{i=1}^3 P_{vid}}. \quad (3)$$

Apskaičiuojame $tg\varphi$ ir $tg\varphi_{vid}$:

$$tg\varphi_{1gr}$$

Skydo GS1 galia nustatoma (naudojamas suderintų diagramų metodas) pagal vidutinę galią P_{vid} ir maksimumo koeficientą k_m :

$$P_{sk} = k_m \cdot P_{vid}. \quad (4)$$

$$tg j_{GS.vid} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{vid} \cdot tg j_i}{\sum_{i=3}^n P_{vid}}. \quad (5)$$

Apskaičiuojame efektyvųjų imtuvų skaičių n_e :

$$n_e = \frac{\left(\sum_1^n P_n \right)^2}{\sum_1^n P_n^2}. \quad (6)$$

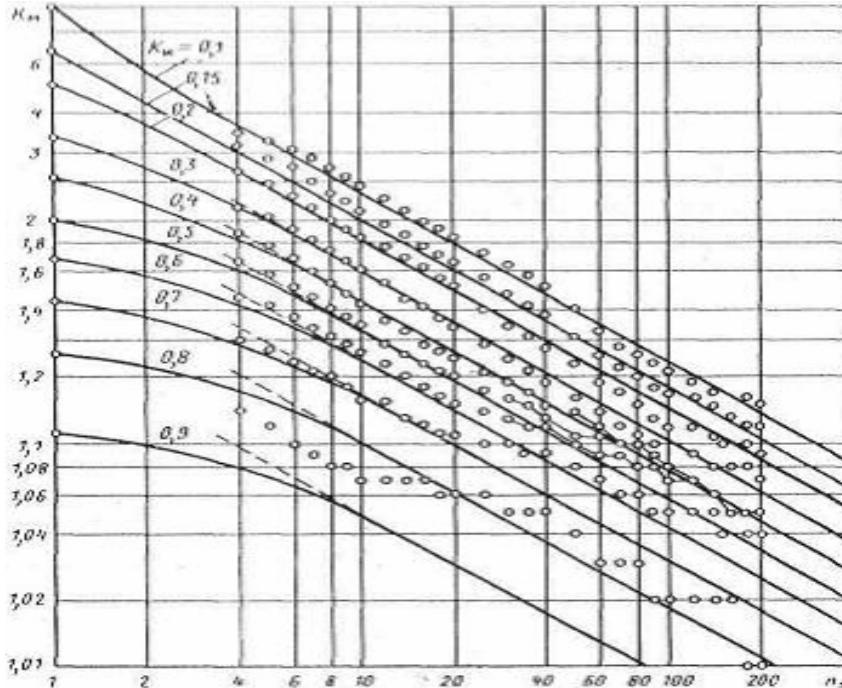
Čia:

$$\left(\sum_1^n P_n \right)^2 = P_n^2 - \text{imtuvų galių sumos kvadratas.}$$

$$\sum_1^n p_n^2 - \text{vardinių galių kvadratų suma.}$$

Iš kreivės 1.1.1 randame maksimumo koeficientą $k_m = f(n_e)$. skydo maksimumo koeficientas $k_m =$ kai $k_{is} = n_e =$.

1.1.1 pav. kreivė, k_m priklausomybė nuo k_{is} ir n_e .



Apskaičiuojame skydo skaičiuojamąją aktyviają galią:

$$P_{skGS1} = k_m \cdot P_{vid}, \quad (7)$$

Apskaičiuojame grupių ir skydo reaktyviasias galias:

$$Q_{gr1vid} = P_{gr1vid} \cdot tg_{gr1} \text{ kvar}, \quad (8)$$

Apskaičiuojame skydo skaičiuojamąją pilnąją galią:

$$S_{skGS1} = \sqrt{P_{skGS1}^2 + Q_{skGS1}^2}, \quad (9)$$

Apskaičiuojame skydo visų kištukinių lizdų skaičiuojamąją srovę:

$$I_{skGS1} = \frac{S_{skGS1}}{\sqrt{3} \cdot U_n}, \quad (10)$$

7.3 Įrenginių skaičiuojamosios apkrovos.

Įrenginio duomenys:

P_{ir} – įrenginio galia,

$\cos\varphi$ – galios koeficientas,

η – naudingumo koeficientas,

k_{ap} – apkrovos koeficientas,

P_{sk} – faktiškai vartojama įrenginio galia,
Apskaičiuojame apkrovos koeficientą:

$$k_{ap} = \frac{P_{sk}}{P_{ir}} . \quad (1)$$

Apskaičiuojame įrenginio elektrinę faktinę galią:

$P_{el.f}$ - įrenginio elektrinė faktinė galia.

$$P_{el.f} = \frac{P_{ir}}{h} \cdot k_{ap} . \quad (2)$$

Apskaičiuojame įrenginio darbo srovę:

$$I_d = \frac{P_{el.f}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos j} . \quad (3)$$

Apskaičiuojame vidutinę įrenginio galią:

$$P_{vid} = P_{el.f} \cdot k_{is} . \quad (4)$$

Apskaičiuojame įrenginio $tg\varphi$:

Apskaičiuojame vidutinę reaktyviąją galią

$$Q_{vid} = P_{vid} \cdot tg j . \quad (5)$$