



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS**

**Ramūnas Nakvosas**

**ELEKTROS TIEKIMAS KELEIVIŲ IR KROVINIŲ TERMINALUI**

Baigiamasis bakalauro projektas

**Vadovas**

Doc. dr. Mindaugas Ažubalis

**KAUNAS, 2015**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS**  
**ELEKTROS ENERGETIKOS SISTEMŲ KATEDRA**

**ELEKTROS TIEKIMAS KELEIVIŲ IR KROVINIŲ TERMINALUI**

Baigiamasis bakalauro projektas  
Elektros energetikos technologijos (612H63001)

**Vadovas**

(parašas) Doc. dr. Mindaugas Ažubalis  
(data)

**Recenzentas**

(parašas) Lek. dr. Dainius Slušnys  
(data)

**Projektą atliko**

(parašas) Ramūnas Nakvosas  
(data)

**KAUNAS, 2015**

## BAKALAURO BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

**Išduota studentui:** Ramūnui Nakvosui Grupė EET-1

**1. Darbo tema:**

Lietuvių kalba: Elektros tiekimas keleivių ir krovinių terminalui

Anglų kalba: Electric Power Supply for Passengers and Cargo Terminal

Patvirtinta 2015 m. balandžio mėn. 7 d. dekanų potvarkiu Nr. *ST18-F-03-1*

**2. Darbo tikslas:**

*Suprojektuoti elektros tinklus, apskaičiuoti jų parametrus.*

**3. Reikalavimai ir sąlygos:**

*Laikytis reglamentų atliekant skaičiavimus.*

**4. Projekto struktūra.** Turinys konkretizuojamas kartu su vadovu, atsižvelgiant į BBP pobūdį, pateiktą Metodinių reikalavimų 14 ir 15 punktuose.

*Įvadas,*

*1. Objekto charakteristika*

*2. Terminalo elektros tinklo projektas*

*2.1. Schemos sudarymas*

*2.2. Skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymas*

*2.3. Linijos laidų skerspjūvio parinkimas*

*2.4. Energijos nuostolių skaičiavimas*

*2.5. Įtampos nuostoliai*

*2.6. Galios transformatoriaus parinkimas*

*2.7. Reaktyviosios galios kompensacija*

*2.8. Apšvietimas*

*2.8.1 Apšvietimo nuostoliai*

*2.9. Trifazio maksimalaus trumpojo jungimo srovių skaičiavimas*

*2.10. Žaibosauga*

*2.11. Įžeminimas*

*3. Terminalo elektros tinklo projekto ekonominis įvertinimas*

*3.1. Įrenginių parinkimas*

*3.2. Sąmata*

*Išvados*

*Literatūros sąrašas*

**5. Ekonominė dalis.** Jei reikia ekonominio pagrindimo; turinys ir apimtis konkretizuojama darbo eigoje kartu su vadovu.

*Sąmata*

**6. Grafinė dalis.** Jei reikia, pateikiama schemas, algoritmai ir surinkimo brėžiniai; turinys ir apimtis konkretizuojama darbo eigoje kartu su vadovu.

*Transformatorinės schema  
Sklypo planas*

**7. Ši užduotis yra neatskiriama bakalauro baigiamojo projekto dalis**

**8. Projekto pateikimo gynimui kvalifikacinėje komisijoje terminas**

*iki 2015-05-30*

*(data)*

Užduotį gavau: Ramūnas Nakvosas  
*(studento vardas, pavardė, parašas)*

*(data)*

Vadovas: Doc. dr. Mindaugas Ažubalis  
*(pareigos, vardas, pavardė, parašas)*

*(data)*



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Elektros ir Elektronikos

(Fakultetas)

Ramūnas Nakvosas

(Studento vardas, pavardė)

Elektros energetikos technologijos (612H63001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „Elektros tiekimas keleivių ir krovinių terminalui“

### AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 15 m. gegužes 26 d.  
Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Ramūno Nakvos** baigiamasis projektas tema „Elektros tiekimas keleivių ir krovinių terminalui“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

\_\_\_\_\_  
(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

\_\_\_\_\_  
(parašas)

Nakvosas, R. Elektros tiekimas keleivių ir krovinių terminalui. Bakalauro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Mindaugas Ažubalis; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas, Elektros energetikos sistemų katedra.

Kaunas, 2015. 52 psl.

## **Santrauka**

Baigiamojo darbo tema: Elektros tiekimas keleivių ir krovinių terminalui. Pagrindinis šio darbo tikslas yra užtikrinti kokybišką elektros tiekimą. Kad tikslas būtų įgyvendintas, apskaičiavau būsimas apkrovas, remiausi nustatytais reikalavimais, pagal tai parinkti transformatoriai. Parinkti tinkami kabelių skerspjūviai, kurie neviršytų kabelių leistinosios srovės. Apskaičiavau linijos įtampos, bei galios nuostolius ir žiūrėjau ar neviršija leistinų normų. Apskaičiuoti trumpi jungimai ant 0,4 kV šynų ir linijų galuose, pagal tai parinkti įvadiniai automatiniai jungikliai, automatiniai jungikliai. Pagal atliktus skaičiavimus parinktas tinkamas reaktyviosios galios kompensavimo įrenginys. Aprašoma žaibosauga, bei apskaičiuojamas įžeminimo kontūras. Darbo gale atlikti sąmatiniai skaičiavimai administracinėms patalpoms.

Nakvosas, R. Electric Power Supply for Passengers and Cargo Terminal. Final project of bachelor / supervisor doc. dr. Mindaugas Ažubalis; Kaunas University of Technology, Faculty of Electrical and Electronics Engineering, department of Electrical Power Systems.

Kaunas, 2015. 52 psl.

## **Summary**

The subject of my final bachelor thesis: Electric Power Supply for Passengers and Cargo Terminal. The main objective of this work is to ensure the quality of electricity supply. To reach main objective, I calculated electrical loads, by the results I selected transformers. I selected cables that do not exceed voltage loses and allowable currents. Calculated power and voltage loses in the lines and checked if it does not exceed the permitted levels. Calculated short-circuit on the 0.4 kV busbar and in the end of lines, according to the short-circuit I choose automatic switches. According to the calculations selected the appropriate reactive power compensation device. Described the lightning protection and grounding circuit is calculated. At the end of the work I calculated estimates of administrative building.

## Turinys

Įvadas .....	10
1. Objekto charakteristika .....	11
2. Terminalo elektros tinklo projektas .....	12
2.1. Schemos sudarymas.....	12
2.2. Skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymas .....	13
2.3. Linijos laidų skerspjūvio parinkimas.....	18
2.4. Energijos nuostolių skaičiavimas .....	20
2.5. Įtampos nuostoliai.....	21
2.6. Galios transformatoriaus parinkimas.....	22
2.7. Reaktyviosios galios kompensacija.....	24
2.8. Apšvietimas .....	24
2.8.1 Apšvietimo nuostoliai .....	25
2.9. Trifazio maksimalaus trumpojo jungimo srovių skaičiavimas.....	27
2.10. Žaibosauga .....	31
2.11. Įžeminimas .....	32
3. Terminalo elektros tinklo projekto ekonominis įvertinimas.....	37
3.1. Įrenginių parinkimas.....	37
3.2. Šamata .....	42
Išvados.....	49
Literatūros sąrašas .....	50
Grafinė medžiaga .....	51
Priedai.....	52

Lentelių sąrašas:

1 lentelė. Apšvietimo įrenginių paklausos koeficiento $K_{PA}$ reikšmės priklausomai nuo elektrinio apšvietimo įrenginių vardinių galių sumos $\sum P_{pardA}$ ir nuo visuomeninės paskirties pastato tipo.....	13
2 lentelė. Kištukų lizdų paklausos koeficiento $K_{PKL}$ reikšmės priklausomai nuo prie elektros linijos prijungtų kištukų lizdų kiekio $n_{KL}$ , vnt.....	14
3 lentelė. Aktyviosios galios maksimumo koeficiento $K_M$ reikšmės priklausomai nuo $\sum K_N$ ir $n_{ef}$ .....	15
4 lentelė. Liftų paklausos koeficiento $K_{PL}$ reikšmės priklausomai nuo prie elektros linijos prijungtų liftų kiekio $n_L$ (vnt.) ir pastato aukštingumo.....	16
5 lentelė. Šaldymo ir vėdinimo įrenginių paklausos koeficiento $K_{P\zeta}$ reikšmės priklausomai nuo prie elektros linijos prijungtų šaldymo ir vėdinimo įrenginių kiekio $n_\zeta$ , vnt.....	17
6 lentelė. Apšvietimo imtuvų grupės skaičiuojamosios elektros apkrovos su kitų elektros imtuvų sumine skaičiuojamąja elektros apkrova maksimumų nesutapimo koeficientas $K$ .....	17
7 lentelė. Žemėje klojamų iki 10 kV įtampos varinių kabelių švininiu apvalkalu, netakia mase įmirkyta popierine izoliacija, leistinoji ilgalaikė srovė.....	18
8 lentelė. Įvadinių skydų kabeliai.....	19
9 lentelė. Galios nuostoliai įvadiniuose skyduose.....	20
10 lentelė. Linijų įtampos nuostoliai įvadiniuose skyduose.....	22
11 lentelė. AS1 skydo grupių linijų įtampos nuostoliai.....	26
12 lentelė. Grunto savitoji varža $\rho$ , $\Omega \cdot m$ .....	33
13 lentelė. Įvairių tipų įžemiklių įžemėjimo varžos 50 Hz dažnio srovei.....	33
14 lentelė. Vertikalių įžemiklių ekranavimo koeficientas $\eta_i$ .....	34
15 lentelė. Jungiančiosios juostos ekranavimo koeficientas $\eta_j$ .....	35
16 lentelė. Įžeminimo kontūro varžos.....	36
17 lentelė. Transformatoriaus charakteristika.....	37
18 lentelė. Sąmatinis administracinio pastato skaičiavimas.....	42

Paveikslų sąrašas:

1 pav. Radialinė elektros tinklo schema.....	12
2 pav. Leidžiamosios transformatoriaus perkrovos priklausomybė nuo apkrovos maksimumo trukmės ir apkrovos grafiko užpildymo koeficiento.....	23
3 pav. Ekvivalentinė pastotės schema.....	27
4 pav. Ekvivalentinė pastotės schema su linijų varžomis.....	29
5 pav. Administravimo pastato įžemino kontūras.....	33

## Ivadas

Keleivių ir krovinių terminalas, tai elektros ūkis kuris reikalauja patikimo elektros energijos tiekimo sklandžiam darbui vykti. Kad užtikrinti kokybišką elektros energijos tiekimą, turi būti įvykdyta daug techninių, inžinerinių, uždavinių ir visi darbai turi būti atlikti bendradarbiaujant visom šalims. Kad bendradarbiavimas būtų lengvesnis yra priimta ir nustatyta, bendri reikalavimai, kurių privaloma laikytis projektuojant objektą.

Elektros energijos tiekimo sistemos projektavimo stadijoje, svarbu teisingai apskaičiuoti elektros apkrovų dydžius. Nuo to priklauso objekto sistemos elementų parinkimas, ekonominiai rodikliai. Vidaus tinklams sunaudojami dideli kiekiai, spalvotųjų metalų, kabelių, komutacines įrangos ir kitų įrenginių. Todėl svarbu parinkti tinkamus laidininkų skerspjūvius, turi būti parenkamos optimalios elektros energijos tiekimo schemas. Visa tai turi didelę įtaką ekonominiams rodikliams - įrenginių kainai, elektros nuostoliams ir visa tai susideda į eksploatacines išlaidas.

Šiam baigiamajam darbui iškelti tokie uždaviniai:

- Elektros vartotojų skaičiuojamųjų apkrovų nustatymas;
- Terminalo elektros tinklo schemas sudarymas;
- Laido linijos skerspjūvio parinkimas;
- Technologinių sąnaudų elektros tinkle apskaičiavimas;
- Įtampos nuostolių elektros tinkle apskaičiavimas;
- Galios nuostolių tinkle skaičiavimas;
- Trumpųjų jungimų skaičiavimas;
- Apsaugos priemonių nuo tiesioginio žaibo smūgio parinkimas;
- Įžeminimo įrenginio parinkimas;
- Terminalo elektros tinklo projekto ekonominis įvertinimas.

Visus skaičiavimai atlikti, laikantis nustatytų reglamentų. Įrenginiai parenkami pagal atliktus skaičiavimus, bei įvertinat įrenginio kainos ir kokybės santyki.

## 1. Objekto charakteristika

Projektuojami objektai jungiami nuo 10/0,4kV transformatorinės pastotės MTT. Kabelinės linijos klojamos iki pastatuose ir sklypo plane suprojektuotų įvadinių skydų ĮSS01, ĮSS02, ĮSS03, MS, TA ir JSKL. Kabelinėmis linijoms naudojami kabeliai aliuminio ir vario gyslomis. Kabeliai klojami tranšėjose. Susikirtimuose su kitomis komunikacijomis, kabeliai klojami vamzdžiuose. Ilguose magistralinių kabelių ruožuose numatyti kabeliniai ryšių šuliniai. Kabelių įvedimui į statinį, pamate numatyti vamzdžiai.

Skydai MS ir JSKL montuojami sklypo plane. Skydai montuojami ant surenkamo pamato, kuris tiekiamas komplekte su skydu. JSKL skydas, skirtas autošaldytuvų prijungimui numatytiems skydeliams SAŠ su 32A kištukiniais lizdais. Skydeliai montuojami ant stovo.

Administracinio pastato elektros skydinėje numatyta sumontuoti įvadinį paskirstymo skydą ĮSS01 su įvadinais ištraukiamais automatiniais jungikliais su elektrine pavara, sekcijiniu ištraukiamu automatinio jungiklio su elektrine pavara ir linijiniais automatiniais jungikliais, turinčiais apsaugą nuo perkrovimų ir trumpų jungimų. Tai pat ĮSS01 skyde numatyta sumontuoti nepertraukiamos srovės šaltinius, įtampos kontrolės relę, automatinio rezervinio įjungimo valdiklį, kompensavimui elektros skydinėje numatyta sumontuoti kompensavimo įrenginius su automatinio reguliavimu.

Elektros energijos patikimumo kategorija - II (antra).

Elektros energijos paskirstymui kiekviename aukšte sumontuojami atskiri jėgos paskirstymo skydeliai kompiuteriams, jėgos įrenginiams, ventiliacijos, virtuvės įrangos prijungimui, ir kt. įrangą. Skydeliai su įvadinais kirtikliais ir grupiniais automatiniais jungikliais, turinčiais apsaugą nuo perkrovimų ir trumpų jungimų.

Patikros ir kontrolės posto pastato koridoriuje sumontuojamas įvadinis paskirstymo skydas ĮSS02 su įvadinais ištraukiamais automatiniais jungikliais su elektrine pavara, sekcijiniu ištraukiamu automatinio jungiklio su elektrine pavara ir linijiniais automatiniais jungikliais, turinčiais apsaugą nuo perkrovimų ir trumpų jungimų. Tai pat ĮSS02 skyde įdiegiama įtampos kontrolės relė, automatinio rezervinio įjungimo valdiklis, stovės transformatorius, kontrolinę apskaita, B/C tipo apsauga nuo viršįtampių.

## 2. Terminalo elektros tinklo projektas

### 2.1. Schemos sudarymas

Įmonių elektros energijos tiekimo schemos priklauso nuo atskirų imtuvų galios, bei jų išsidėstymo įmonės teritorijoje ir kitų veiksnių. Energijos tiekimo schemų reikalavimai:

- Elektros energijos teikimo patikimumas, atsižvelgiant į imtuvų kategoriją;
- Optimalūs ekonominiai rodikliai, atsižvelgiant į įrengimo kainą, sunaudotų spalvotųjų metalų kiekį, eksploataavimo išlaidas ir energijos nuostolius;
- Aptarnavimo patogumus.

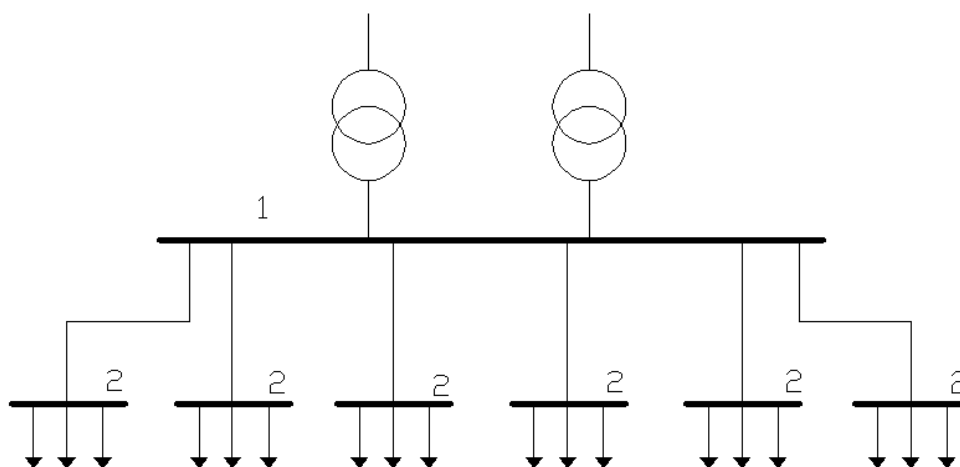
Elektros tinklais vadinama tarpusavyje sujungtų vienodos vardinės įtampos linijų visumą, skirta elektros energijai perduoti iš šaltinio prie linijos prijungtiems imtuvams. Į tinklų sudėtį įeina linijų atsišakojimo ir skirstomieji įrenginiai. Vardinė tinklo įtampa laikoma imtuvų vardinė įtampa.

Energetikos sistemos ir kiti tinklai už įmonės ribų yra vadinami išoriniais tinklais.

Vidaus tinklų schemos gali būti radialinės, magistralinės arba mišriosios.

Radialinės maitinimo schemos naudojamos nedidelėms imtuvų grupėms arba atskiriems galingsiems imtuvams, esantiems įvairiose cecho vietose, maitinti nuo pastotės maitinimo skydo. Radialiniams tinklams įrengti dažniausiai naudojami laidai arba kabeliai.

Kadangi keleivių ir krovinių terminalo bendras užimamas plotas yra labai didelis, naudojama radialinė maitinimo schema, kuri leidžia užmaitinti įvairiuose vietose išsidėsčiusius pastatus, sklypo apšvietimą, bei kitus esančius įrenginius.



1 pav. Radialinė elektros tinklo schema

1 pav. pavaizduota keleivių ir krovinių terminalo radialinė schema. Nuo modulinėje transformatorinėje esančių šynų (1), kurias maitina du transformatoriai, tai leidžia sugedus vienam transformatoriui nenutraukti elektros energijos tiekimo, kabeliais maitinami įvadiniai skydai (2) išsidėstę įvairiose vietose. Iš jų maitinami jėgos skydai, apšvietimo skydai ir kiti elektros įrenginiai.

## 2.2. Skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymas

Skaičiuodamas elektros apkrovas rėmiausi Lietuvos respublikos energetikos ministro nustatyta skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymo metodika, skaičiavau keleivių ir krovinių terminalo apkrovas. Itin svarbu tiksliai apskaičiuoti elektros apkrovas, nes nuo jų priklauso visų sistemos elementų parinkimas. Nustačius elektros apkrovas yra parenkami transformatoriai, nustatomos elektros linijų skaičius, turi įtakos visai elektros sistemos konfigūracijai.

Neteisingai apskaičiavus elektros apkrovas, gali stipriai išaugti investicijos į projektą, kadangi nustačius per dideles apkrovas, be reikalo parenkami galingesni ir brangesni įrenginiai, padidėja perkamas spalvotųjų metalų kiekis (varis, aliuminis), didėja elektros energijos nuostoliai. Nustačius per mažas elektros apkrovas iškyla grėsmė perkrauti elektros įrenginius, ko pasakoje įvyksta avarinės situacijos. Tiksliai nustatytos apkrovos užtikrina saugų ir racionalų objekto eksploatavimą.

Mano atveju bus skaičiuojamos apkrovos apšvietimui, kištukiniams lizdams, galios įrenginių grupėms, liftams, šaldymo ir vedinimo įrangai, pagal skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymą visuomeninės paskirties pastatams.

Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija visuomeninių pastatų apšvietimo įrenginiams, apskaičiuojamos pagal formulę:

$$P_{skA} = K_{PA} \cdot \sum P_{ParDA} \quad (1)$$

$\sum P_{ParDA}$  – apšvietimo elektros įrenginių vardinių galių suma, kW;

$K_{PA}$  - apšvietimo elektros įrenginių paklausos koeficiento reikšmės, priklausančios nuo  $\sum P_{ParDA}$ , turi būti ne mažesnės kaip pateiktos lentelėje:

1 lentelė. Apšvietimo įrenginių paklausos koeficiento  $K_{PA}$  reikšmės priklausomai nuo elektrinio apšvietimo įrenginių vardinių galių sumos  $\sum P_{ParDA}$  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						
		$\leq 5$	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

Nustačius suminę šviestuvų galią, kuri yra 245kW, skaičiuojamoji elektros energija apšvietimui:

$$P_{skA} = 0,75 \cdot 245 = 183,7kW$$

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

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

$\sum P_{Inst KL}$  – kištukų lizdų paklausos koeficiento reikšmės, priklausančios nuo prie elektros linijos prijungtų kištukų lizdų kiekio  $n_{KL}$ ;

$K_{PKL}$  – 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 lizdai:

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

$n_{KL}$ , vnt.	$\leq 10$	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

Žiūrint, kad objekte yra tarp 101 ir 200 kištukinių lizdų, pasirenkamas  $K_{PKL}$  koeficientas 0,6:

$$P_{skKL} = 0,6 \cdot 182 \cdot 0,25 = 27,3kW$$

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

$$P_{skG} = K_M \cdot \sum K_N \cdot \sum P_{VardG} \quad (3)$$

$\sum P_{VardG}$  - skaičiuojamoji visų visuomeninės paskirties pastatų galios elektros įrenginių vardinių galių suma, kW;

$\sum K_N$  – suminis pastato galios įrenginių grupės, išskyrus šaldymo ir vėdinimo įrangą, naudojimo koeficientas

$K_M$  – elektros apkrovos maksimumo koeficiento, kuris priklauso nuo  $\sum K_N$  ir efektyvių, maksimalią elektros apkrovą formuojančių elektros įrenginių skaičius  $n_{ef}$ , kuris nustatomas pagal formulę:

$$n_{ef} = (2 \cdot \sum P_{VardG}) / P_{Vard Max} \quad (4)$$

$\sum P_{VardG}$  - skaičiuojamoji visų visuomeninės paskirties pastatų galios elektros įrenginių vardinių galių suma, kW;

$P_{vard\ Max}$  - didžiausią galią turinčio grupės įrenginio galia, kW.

3 lentelė. Aktyviosios galios maksimumo koeficiento  $K_M$  reikšmės priklausomai nuo  $\sum K_N$  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
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
$\geq 100$	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Nustčius bendrą galios įrenginių vardinių galių sumą ir didžiausią galią turinčios grupės įrenginį, apskaičiuojame:

$$n_{ef} = (2 \cdot 456,6)/37 = 24,7 \quad (5)$$

Įvertinant galios įrenginių veikimo laiką:

$$\sum K_N = (\sum(K_N \cdot P_{VarG}) / (\sum P_{VarG})) \quad (6)$$

$$\sum K_N = (0,6 \cdot 456,6) / 456,6 = 0,6$$

Iš lentelės matome, kad  $K_M = 1$ :

$$P_{skG} = 1 \cdot 0,6 \cdot 456,6 = 274 kW$$

Skaičiuojamosios elektros apkrovos vidinei instaliacijai, kuria persiunčiama elektros energija visuomeninių pastatų liftams, apskaičiuojamos pagal formulę:

$$P_{skL} = K_{PL} \cdot \sum P_{InstL} \quad (7)$$

$K_{PL}$  – 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				
	$\leq 7$	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

Keleivių aptarnavimo ir administravimo pastate yra 8 aukštai ir 4 liftai, į tai atsižvelgus  $K_{PL} = 0,75$ .

$$P_{skL} = 0,75 \cdot 23 = 17,3 kW$$

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

$$P_{skš} = K_{pš} \cdot \sum P_{Instš} \quad (8)$$

$K_{pš}$  – 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 5 lentelėje;

$\sum P_{Instš}$  – šaldymo ir vėdinimo įrenginių instaliuota galia (vardinių galių suma), kW.

5 lentelė. Šaldymo ir vėdinimo įrenginių paklausos koeficiento  $K_{P\check{s}}$  reikšmės priklausomai nuo prieliktros linijos prijungtų šaldymo ir vėdinimo įrenginių kiekio  $n_{\check{s}}$ , vnt.

Eil. Nr.	Šaldymo ir vėdinimo įrenginių vardinių galių sumos santykis su pastato galios imtuvų vardinių galių suma, proc.	$K_{P\check{s}}$ priklausomai nuo $n_{\check{s}}$ (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

Atsižvelgiant į tai, kad šaldymo ir vėdinimo įrenginių yra tarp 51 ir 100, bei šaldymo ir vėdinimo įrenginių vardinių galių sumos santykis su pastato galios imtuvų vardinių galių suma, procentais, tarp 25% ir 49%,  $K_{P\check{s}} = 0.45$ .

$$P_{sk\check{s}} = 0,45 \cdot 827,7 = 370,2 \text{ kW} \quad (9)$$

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 formulę:

$$S_{skVP} = K \cdot (P_{skA} + P_{skKL} + P_{skL} + P_{skG} + P_{sk\check{s}}) / \cos \varphi_{skVP} \quad (10)$$

$\cos \varphi_{skVP}$  – galios koeficientas;

K - maksimumų nesutapimo koeficientas turi būti ne mažesnis kaip pateikta 6 lentelėje.

6 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

Parentamas  $K=0,95$ .

$$S_{skVP} = 0,95 \cdot (183,7 + 27,3 + 17,3 + 274 + 370,2) / 0,8 = 1036 \text{ kW}$$

Bendras galingumas sudaro 1100kW.

### 2.3. Linijos laidų skerspjūvio parinkimas

Kabelių, bei laidų skaičiavimo tikslas – parinkti tokį laidininkų skerspjūvį, kuris užtikrintų tinkamą mtuvų darbą. Parinktas laidų skerspjūvis turi būti toks, kad laidų temperatūra neviršytų pasirinkto tipo laidams ir jų klojimo būdui leistinos temperatūros. Nuo laidų skerspjūvio priklauso tinkamas imtuvų darbas, nes tinkamą imtuvų darbą užtikrina reikiamas juos maitinančios įtampos dydis.

Šie veiksniai lemia elektros tiekimo linijų laidų skerspjūvio skaičiavimą, remiantis dviem pagrindiniais kriterijais: pagal didžiausią ilgalaikę leistinąją apkrovos srovę, kuri lemia laidininko išilimą, ir pagal įtampos kritimą.

Dėl apkrovos srovės, tekančios laidininkais ir juose atsirandančių nuostolių, virstančių šiluma, laidininkų temperatūra didėja. Patikimą ilgalaikį kabelių darbą lemia ilgalaikės leistinosios jų išilimo temperatūros, kurios priklauso nuo izoliacijos.

Nuo modulinės transformatorinės ateinančiais kabeliais yra užmaitinami šeši įvadinais skydai: ĮSS01, ĮSS02, ĮSS03, MS, TA, JSKL. Iš jų elektros energija aprūpinami visi objekto skydai ir įrenginiai.

Parodysiu, kaip parenkama įvadinio skydo ĮSS01 kabeliai. Parenkama pagal leistinąją srovę.

Apskaičiuojame leistinąją kabelio srovę. Žinant, kad linijos apkrova – 240 kVA, vardinė srovė – 400 V ir galios koeficientas 0.85, nominali ir tuo pačiu leistinoji srovė yra:

$$I = S_{sk}/(\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi) = 240000/(\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85) = 408 \text{ A} \quad (11)$$

Pagal 7 lentelę parenkame keturgyslį 240mm<sup>2</sup> aliuminį kabelį klojama žemėje kurio leistinoji ilgalaikė srovė 435A.

$$I_{sk} \leq I_l$$

$$408 \text{ A} \leq 450 \text{ A}$$

7 lentelė. Žemėje klojamų iki 10 kV įtampos varinių kabelių švininiu apvalkalu, netakia mase įmirkyta popierine izoliacija, leistinoji ilgalaikė srovė

Kabelio skerspjūvis, mm <sup>2</sup>	Kabelių leistinoji ilgalaikė srovė, A					
	viengyslių iki 1 kV	dvigyslių iki 1 kV	keturgyslių iki 1 kV	trigyslių		
				3 kV	6 kV	10 kV
6	–	80	50	70	–	–
10	140	105	85	95	80	–
16	175	140	115	120	105	95
25	235	185	150	160	135	120
35	285	225	175	190	160	150
50	360	270	215	235	200	180
70	440	325	265	285	245	215

95	520	380	310	340	295	265
120	595	435	350	390	340	310
150	675	500	395	435	390	355
185	755	–	450	490	440	400
240	880	–	450	570	510	460

Tikrinu kabelio skerspjūvio plotą pagal įtampos nuostolius:

$$\Delta U = (\sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot \cos \varphi) / (S \cdot \gamma)$$

$\gamma$ -Savitasis laidis; Aliuminiams laidams  $\gamma=32,3$

$$\Delta U = (\sqrt{3} \cdot 408 \cdot 0.85 \cdot 300) / (240 \cdot 32,3) = 23,24 \text{ V}$$

$$S = (\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot l) / (\Delta U \cdot \gamma) \quad (12)$$

$$S = (\sqrt{3} \cdot 408 \cdot 0,85 \cdot 300) \div (23,24 \cdot 32,3) = 240 \text{ mm}^2$$

Pagal skaičiavimus įtampos nuostoliai per dideli, todėl parenku 4 kabelius po  $240 \text{ mm}^2$ , kad sumažinti įtampos nuostolius.

Parinkti 4 keturgysliai aliuminiai kabeliai po  $240 \text{ mm}^2$  tenkina visas sąlygas.

Kiti kabeliai parenkami tokiu pačiu principu. Įvadinių skydų duomenys pateikiami 8 lentelėje, likusiu priede, Nr.1.

8 lentelė. Įvadinių skydų kabeliai

Skydo pavadinimas	Apkrova, kVA	Vardinė įtampa, V	Ilgis, m	Nominali srovė, A	Laido skerspjūvis, $\text{mm}^2$
ĮSS01	240	400	300	408	Al 4x(4x240)
ĮSS02	100	400	500	170	Al 2x(4x240)
ĮSS03	150	400	250	255	Al 2x(4x240)
MS	200	400	600	340	Al 4x(4x240)
TA	146	400	700	248	Al 5x(4x240)
JSKL	200	400	30	340	Al 4x(4x240)

0,4kV. 50Hz kabelinėms linijoms naudojami kabeliai sudaryti iš 2, 3, 4, 5 varinių gyslų. Kabeliams su izoliacija XPLE maksimali darbo temperatūra  $90^\circ\text{C}$ , su PVC apvalkalu nuo mechaninių pažeidimų, minimali klojimo temperatūra  $-5^\circ\text{C}$ , trumpo jungimo metu kabeliai turi 1 sekundę atlaikyti  $250^\circ\text{C}$  temperatūra. Kabeliams su PVC izoliacija maksimali darbo temperatūrą  $70^\circ\text{C}$ , trumpo jungimo metu turi atlaikyti  $160^\circ\text{C}$  temperatūrą. Kontroliniai kabeliai variniai  $1,5 \text{ mm}^2$ , vardinė įtampa ne mažiau  $0,6 \text{ kV}$ .

Padidinto atsparumo ugniai kabeliai (E-90), atsparūs ugniai pagal IEC 331 reikalavimus. Vario gyslos XLPE, EPR izoliacija, antrinė izoliacija stiklo juostos, behalogeninis užpildas ir behalogeninis apvalkalas:

- Vardinė įtampa 0,6/1kV;
- Maksimali darbinė temperatūra 90°C;
- Maksimali leistina temperatūra esant trumpam jungimui 250°C;
- Atsparumas ugniai 90min.

## 2.4. Energijos nuostolių skaičiavimas

Linijų galios nuostoliai pasireiškia linijos išilimu ir magnetinio lauko susidarymu. Svarbu įvertinti visose linijose atsirandančius energijos nuostolius.

Įvadinio skydo ĮSS01 energijos nuostolius skaičiavimas:

$$\Delta P_L = 3 \cdot I^2 \cdot R_L \quad (13)$$

$$\Delta P_L = 3 \cdot I^2 \cdot r_o \cdot l \quad (14)$$

I - nominali srovė;

$r_o$  - aktyvioji varža;

l - linijos ilgis.

$$\Delta P_L = 3 \cdot 408^2 \cdot 0,00015 \cdot 300 = 22422,15 \text{ W}$$

$$\Delta Q_L = 3 \cdot I^2 \cdot R_L \quad (15)$$

$$\Delta Q_L = 3 \cdot I^2 \cdot x_o \cdot l \quad (16)$$

$x_o$ - reaktyvioji varža.

$$\Delta Q_L = 3 \cdot 408^2 \cdot 0,00006 \cdot 300 = 8968,86 \text{ var}$$

Tokiu pat metodu apskaičiuojamos kitos linijos, įvadinių skydų duomenys 9 lentelėje, kitų linijų Nr.2 priede.

9 lentelė. Galios nuostoliai įvadiniuose skyduose

Skydo pavadinimas	Srovė, A	Ilgis, m	Reaktyvioji varža, $\Omega/m$	Aktyvioji varža, $\Omega/m$	$\Delta P$ , W	$\Delta Q$ , var
ĮSS01	408	300	0,00006	0,00015	22422,15	8968,86
ĮSS02	170	500	0,00006	0,00015	6487,89	2595,16
ĮSS03	255	250	0,00006	0,00018	8758,65	2919,55
MS	340	600	0,00006	0,00015	31141,87	12456,75

TA	248	700	0,00006	0,00015	19361,42	7744,57
JSKL	340	30	0,00006	0,00015	1557,09	622,84
					Viso.	Viso.
					89729,07	35307,72

## 2.5. Įtampos nuostoliai

Optimalus elektros energijos imtuvų darbas galimas tik esant normaliai įtampai, kuri turi būti lygi imtuvų vardinei įtampai jų prijungimo taške. Įtampos nuokrypis į vieną ar kitą pusę pablogina elektros įrenginių darbą.

Įtampos kritimas arba įtampos nuokrypis – tai maitinimo šaltinio įtampos  $U_1$  ir įtampos imtuvo prijungimo taške  $U_2$  skirtumas.

Įtampos svyravimus ir kritimus tinkluose reglamentuoja taisyklės: vidaus instaliacijos įtampos nuostoliai gali siekti iki 5%.

Įtampos nuokrypis į vieną ar kitą pusę nuo optimalios (t.y. nuo imtuvų vardinės) įtampos keičia techninius-ekonominius imtuvų rodiklius, dėl galios ir energijos nuostolių pasikeitimo keičiasi ir paties tinklo rodikliai. Taigi įtampos nuokrypis viename tinklo taške daro įtaką visai įmonės elektros energijos tiekimo sistemai.

Didelę įtaką įtampos nuokrypiui daro elektroterminiams procesams. Įtampos mažėjimas sumažina neautomatizuotų elektros krosnių galią ir technologinio proceso našumą. Įtampos nuokrypių įtaką lankinėms krosnims priklauso nuo reguliuojamo parametro. Palaikant pastovią lanko varžą ir lanko ilgį, krosnies galia sumažėja proporcingai įtampos kvadratui; palaikant pastovią lanko srovę, galia sumažėja proporcingai įtampai; palaikant pastovią galią – galios nuostoliai padidėja proporcingai įtampos kvadratui. Įtampos pasikeitimas gali pabloginti energetinį ir technologinį varžinių ir indukcinį krosnių režimą. Dažnai sumažėjus įtampai iki 10%, technologinis procesas negali būti užbaigtas.

Skaičiuojame įvadinio skydo ISS01 linijos įtampos nuostolius, linijos ilgis – 300 m, galia – 240 kVA, vardinė įtampa – 400 V, aktyvioji kabelio varža – 0.00015  $\Omega$ , reaktyvioji varža – 0.00006  $\Omega$  ir  $\tan \varphi = 0.6197$

$$\Delta U\% = 10^5 / U_N^2 \cdot \sum P \cdot l \cdot (r_o + x_o \cdot \tan \varphi)\% \quad (17)$$

$$\Delta U\% = \frac{10^5}{400^2} \cdot \sum 240 \cdot 300 \cdot (0,00015 + 0,00006 \cdot 0,6197) = 2,11 \%$$

Tokiu pačiu metodu apskaičiuoti įtampos nuostoliai įvadinuose skyduose pateikiami 10 lentelėje, kiti pateikiami Priede Nr.3.

10 lentelė. Linijų įtampos nuostoliai įvairiuose skyduose.

Skydo pavadinimas	Apkrova, kVA	Vardinė įtampa, V	Ilgis, m	Reaktyvioji varža, Ω/m	Aktyvioji varža, Ω/m	Įtampos nuostoliai, %
ISS01	240	400	300	0,00006	0,00015	2,11
ISS02	100	400	500	0,00006	0,00015	2,92
ISS03	150	400	250	0,00006	0,00018	2,55
MS	200	400	600	0,00006	0,00015	3,51
TA	146	400	700	0,00006	0,00015	2,39
JSKL	200	400	30	0,00006	0,00015	0,18

## 2.6. Galios transformatoriaus parinkimas

Norint parinkti tinkamą transformatorių ir jų kiekį, reikia įvertinti įmonės plėtimosi perspektyvas. Taip parinkimas turi būti pagrįstas tiek techniškai, tiek ekonomiškai, nes tai turi didelę reikšmę sudarant racionalias elektros energijos tiekimo schemas. Reikia stengtis parinkti kiek įmanoma vienodos galios transformatorius, kad geriau būtų išnaudojamas centralizuotas rezervas.

Skaičiavimas:

Maksimali apkrova:  $S_m = 1375kVA$ ;

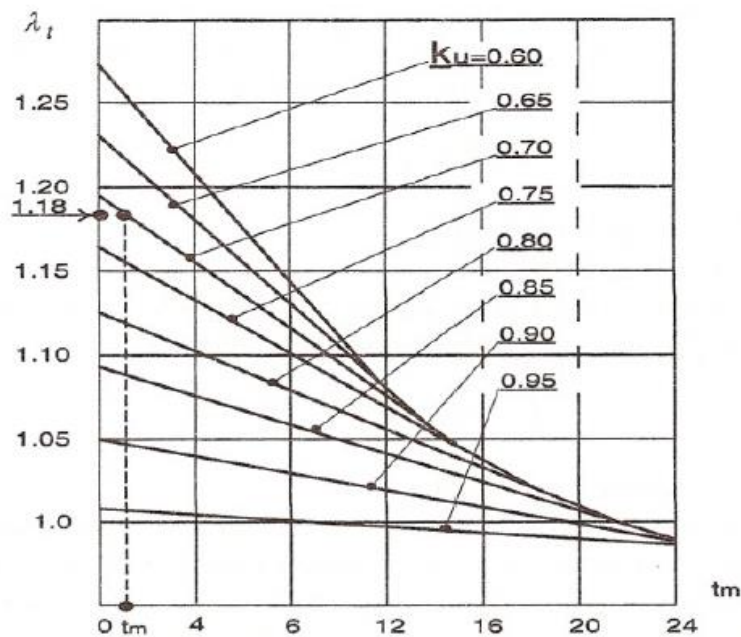
Maksimalios apkrovos trukmė:  $t_m = 2h$ ;

Vidutinė apkrova:  $S_{vid} = 1000kVA$ .

Apkrovos grafikos užpildymo koeficientas:

$$k_u = S_{vid}/S_m = 1000/1375 = 0,72 \quad (18)$$

Pagal gautą apkrovos grafiko užpildymo koeficientą ir maksimumo trukmę iš 2 paveikslo kuriame yra grafiko kreivės parenkamas leidžiamas perkrovos koeficientas  $\lambda_t = 1,18$ .



2pav. Leidžiamosios transformatoriaus perkrovos priklausomybė nuo apkrovos maksimumo trukmės ir apkrovos grafiko užpildymo koeficiento.

Vardinė transformatoriaus galia:

$$S_n = S_m / \lambda_t = 1375 / 1,18 = 1165 \text{ kVA} \quad (19)$$

Renkami du transformatoriai po 1600 kVA, kadangi numatomi rezervai, šalia vykstančių statybų elektros tinklo pajungimui.

Tikrinama, ar dirbant vienam transformatoriui avariniu režimu su leidžiama 40% perkrova bus užtikrintas antros kategorijos imtuvų darbas.

Leidžiama transformatoriaus apkrova:

$$1,4S_n = 1,4 \cdot 1600 = 2240 \text{ kVA} \quad (20)$$

Kadangi antros kategorijos imtuvai sudaro 75%, turi būti tenkinama tokia sąlyga:

$$S_{vid} \leq 0,75 \cdot 1,4 \cdot S_n \leq 1,05 \cdot S_n$$

$$1000 \leq 1223 \leq 1223$$

Sąlyga yra tenkinama, todėl transformatoriai užtikrina normalų ir avarinį režimus.

## 2.7. Reaktyviosios galios kompensacija

Viena svarbiausių užduočių projektuojant ir eksploatuojant objekto elektros energijos tiekimo sistemas yra reaktyviosios galios kompensavimas, reaktyviosios galios šaltinių parinkimas, jų galios skaičiavimas ir reguliavimas, bei šaltinių išdėstymas energijos tiekimo sistemoje.

Reaktyviosios galios naudojimo mažinimo gali būti: vengti asinchroninių variklių bei suvirinimo agregatų tuščios veikos tarp technologinių operacijų, keisti ar atjungti transformatorius, kurių apkrova yra mažesnė nei 30% nominalios galios. Keisti mažai apkrautus variklius į mažesnės galios variklius, keisti asinchroninius variklius į sinchroninius variklius.

Tačiau reaktyviosios galios sunaudojimo sumažinimui iki reikiamo kiekio neįmanoma be kompensavimo priemonių. Labiausiai paplitusi kompensavimo priemonė yra kondensatorių baterijos. Jos turi tam tikrų privalomų, lyginant su kitomis priemonėmis: maži aktyviosios galios nuostoliai, nesudėtingas montavimas, bei paprasta eksploatacija, galimybė įrengti bet kokioje sausoje patalpoje.

Reaktyviajai galiai kompensuoti naudojame kondensatorių baterijas. Vidutinis galios koeficientas 0,4 kV šynose yra lygus  $\cos\varphi = 0,85$  ( $\operatorname{tg}\varphi = 0,62$ ). Paprastai objekto galios koeficientas turi sudaryti 0,92 – 0,95. Tuomet kompensuojama reaktyvioji galia:

$$Q = \alpha \cdot P_{sk} \cdot (\tan \varphi_{vid} - \tan \varphi_1) \quad (20)$$

$Q$  – galia, kurią reikia kompensuoti, kVAr;

$P_{sk}$  - objekto aktyvoji galia, kW;

$\tan \varphi_{vid}$  - fazių skirtumo kampas tangentas prieš kompensavimą;

$\tan \varphi_1$  - fazių skirtumo kampas tangentas po kompensavimo;

$\alpha$  – koeficientas, įvertinantis galimybę padidinti galios koeficientą, nepanaudojant kompensavimo priemonių, paprastai priimamas 0.95.

$$Q = 0.95 \cdot 1100 \cdot (0.62 - 0.4) = 230 \text{ kVAr}$$

Parenkame „Schneider Electric“ gamybos kondensatorių bateriją Verset Classic, kurios galia sudaro 270kVAr. Kondensatorių baterija bus automatiškai valdomos pagal galios koeficientą ( $\cos\varphi$ ).

## 2.8. Apšvietimas

Teritorijos apšvietimas valdomas iš apšvietimo valdymo spintos (TA). Kabelinė linija atveda nuo modulinės transformatorinės. Kiekvienas teritorijos šviestuvai turi valdymo elementą ir gali būti valdomas atskirai. Apšvietimo valdymo spinta valdoma per GPRS ryšį iš operatoriaus kompiuterio. Šviestuvai montuojami ant plieninių cinkuotų 30 m. aukščio atramų. Teritorijos atramos apšviečia visą teritoriją. Teritorijos apšvietimui projektuojami 1 ir 2 kW šviestuvai.

Projekte įrengiamas bendras darbinis, remontinis ir avarinis – evakuacinis apšvietimas. Apšvietimas priimtas pagal higienos normas, statybos normų ir taisyklių reikalavimus, bei pagal architekto užduotis. Apšvietimo intensyvumas, šviestuvų tipai, ir kiekiai priimami priklausomai nuo patalpų paskirties bei juose atliekamų darbų charakteristikos, šveistuvų techninių charakteristikų. Avariniam apšvietimui naudojami darbo šviestuvai su akumuliatoriais vienai valandai. Evakuaciniams keliams paženklininti naudojami tam skiri šviestuvai, taip pat su akumuliatoriais vienai valandai. Avarinis – evakuacinis apšvietimas įrengiamas laiptinėse, koridoriuose, holuose, elektros skydinėje, katilinėje, virtuvėje. Prie keleivių aptarnavimo ir administravimo, bei keleivių laukimo salės pastatų prieigoms apšviesti montuojami prožektoriai su 250W natrio lempomis ant pastatų sienų. Šviestuvai valdomi fotorelės pagalba arba rankiniu būdu, pasirenkant valdymo rakto pagalba. Valdymo raktas montuojamas šalia skydo AS0. Galimos trys rakto padėty: įjungta, išjungta, valdoma fotorelės pagalba.

Bokštinė atrama 30m aukščio, su dviem prožektorių karūnomis, skirta dvylikai prožektorių vienetų, 1-2 kW galios prožektoriams montuoti. Prožektorių išdėstymas ant karūnos 360° po 6 vienetus. Atrama skirta atlaikyti ne mažesnę kaip 32m/s vėjo poveikį. Atramos viršūnė turi išlaikyti dvi prožektorių karūnas.

Šviestuvai skirti darbui kintamos srovės tinkle su nominaline įtampa 230V, dažnumu 50Hz.

VAS1 skydo techninės specifikacijos: kiekvienas šviestuvas turi valdiklį, yra įrengtas arba pačiame šviestuve arba jo atramoje. Komutacinėje spintoje yra valdantys siuntimo – priėmimo įtaisas, kuris užtikrina duomenų pasikeitimą su šviestuvų valdikliais, panaudojant jėgos linijų ryšio technologiją, tai yra informacijos mainai vyksta jėgos linijomis.

Maitinimo punkto valdiklis (analogas Combox). Valdiklis yra „Windows“ operacinės sistemos kompiuteris išoriniam įrengimui. Jis vykdo peržiūrą prijungtų šviestuvų valdiklių, kurie yra saugomi jo duomenų bazėje. Komandos, įvestos mobilaus eksploatacinio įtaiso arba naršyklės principu pagrįstu įvedimo/išvedimo įtaisų pagalba, yra perduodamos į siūstuvą – imtuvą. Išorinė sąsaja leidžia saugoti informacija atminties kortoje arba programinėje įrangoje, modernizuotoje pagal atminties kortos parametrus.

### **2.8.1 Apšvietimo nuostoliai**

Reikia atsižvelgti į apšvietimo elektros tinklo įtampos nuostolius, parinkti tinkamą laidininko skerspjūvį, kad įtampos kritimas neviršytų leistinų ribų. Apšvietimo tinklas dažniausiai būna išsišakojantis, ir ilgomis linijomis, todėl sudarant apšvietimo schemas svarbu teisingai suskirstyti apšvietimo įrenginius į grupes.

Objekte yra daug apšvietimo skydų, vienas iš jų įvadinis skirtas teritorijos apšvietimui. Kaip pavyzdį apskaičiuosime iš įvadinio skydo ISS01 maitinamas apšvietimo skydo AS1 grupes.

Gr.1 skaičiavimas:

Naudojame tą pačią formulę, kaip ir linijos įtampos nuostolių skaičiavime.

$$\Delta U\% = 10^5 / (U_N^2) \cdot \sum P \cdot l \cdot (r_o + x_o \cdot \tan \varphi)\% \quad (21)$$

$$\Delta U\% = 10^5 / 400^2 \cdot \sum 0,6 \cdot 150 \cdot (0,01335 + 0,01335 \cdot 0,6197) = 1,43 \%$$

Žiurime ar bendri įtampos nuostoliai nuo transformatoriaus nesiekia 5%.

$$2,11 \% + 0,12 \% + 1,43 = 3,66 \%$$

$$3,66 \% \leq 5 \%$$

Likusių grupių skaičiavimo rezultatai pateikiami lentelėje 11 lentelėje.

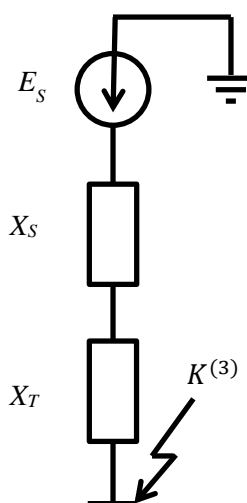
11 lentelė. AS1 skydo grupių linijų įtampos nuostoliai

Grupė	Apkrova, kVA	Vardinė įtampa, V	Ilgis, m	Reaktyvioji varža, $\Omega/m$	Aktyvioji varža, $\Omega/m$	Įtampos nuostoliai, %	Bendri įtampos nuostoliai, %
1	0,6	230	150	0,01335	0,00011	1,43	3,66
2	1,32	400	270	0,01335	0,00011	1,87	4,10
3	0,63	230	90	0,01335	0,00011	0,90	3,13
4	0,96	230	80	0,01335	0,00011	1,22	3,45
5	0,93	230	90	0,01335	0,00011	1,33	3,56
6	0,76	230	140	0,01335	0,00011	1,69	3,92
7	0,72	230	70	0,01335	0,00011	0,80	3,03
8	0,612	230	150	0,01335	0,00011	1,45	3,68

## 2.9. Trifazio maksimalaus trumpojo jungimo srovių skaičiavimas

Siekiant paskaičiuoti trumpuosius jungimus pasinaudojama santykiniais vienetais priimant bazinę galią  $S_b=100$  MVA. Trifazis trumpasis jungimas skaičiuojamas dviejuose vietose, 0,4 kV šynuose ties galios transformatoriumi ir 0,4 kV šynose linijų galuose. Abejais atvejais sudaroma ekvivalentinė schema.

Sudaroma ekvivalentinė schema skaičiuojant trifazį trumpąjį jungimą 0,4 kV šynuose prie galios transformatoriaus. Minimalus trifazis trumpasis jungimas skaičiuojamas analogiškai, kai  $I_{kmin}^{(3)} = 5,82$  kA.



3 pav. Ekvivalentinė pastotės schema

Apskaičiuojama bazinė srovė:

$$I_{bs} = \frac{S_b}{\sqrt{3} * U_{10}} = \frac{100 * 10^6}{\sqrt{3} * 10 * 10^3} = 5,774 \text{ kA} \quad (22)$$

$S_b$  – Priimama bazinė galia ( 100 MVA );  $U_{10}$  – Vidutinė pastotės įtampa ( 10 kV ).

Sistemos varža apskaičiuojama santykiniais vienetais:

$$X_{s*} = \frac{I_{bs}}{I_{kmax}^{(3)}} = \frac{5,774}{6,124} = 0,943 \quad (23)$$

$$R_{s*} = \frac{X_{s*}}{20} = \frac{0,943}{20} = 0,0472 \quad (24)$$

$I_{kmax}^{(3)}$  – Maksimali trifazio trumpojo jungimo srovė 10 kV šynuose (6,124 kA)

Galios transformatoriaus varžų skaičiavimas:

$$X_{T*} = \frac{U_k \%}{100} * \frac{S_b}{S_T} = \frac{5,5}{100} * \frac{100 * 10^6}{1,6 * 10^6} = 3,438 \quad (25)$$

$$R_{T^*} = \Delta P_{T,J} * \frac{S_b}{S_T^2} = 14500 * \frac{100 * 10^6}{(1,6 * 10^6)^2} = 0,566 \quad (26)$$

$U_k\%$  – Trumpojo jungimo įtampa ( 5,5 );  $S_T$  – Galios transformatoriaus galia (1600 kVA);  $\Delta P_{T,J}$  – Galios transformatoriaus apkrovos praradimas (14,5 kW).

Apskaičiuojamos suminės varžos pirmame (1) taške:

$$X_{\Sigma^*} = X_{T^*} + X_{S^*} = 3,438 + 0,943 = 4,381 \quad (27)$$

$$R_{\Sigma^*} = R_{T^*} + R_{S^*} = 0,566 + 0,0472 = 0,613 \quad (28)$$

Patikrinamas reaktyviosios ir aktyviosios varžų santykis:

$$\frac{X_{\Sigma^*}}{R_{\Sigma^*}} = \frac{4,381}{0,613} = 7,147 \quad (29)$$

Aktyvioji varža nevertinama, dėl per didelio reaktyviosios ir aktyviosios varžos santykio. Apskaičiuojama trifazio trumpojo jungimo srovė santykiniais vienetais:

$$I_{k^*,max}^{(3)} = \frac{E_{\Sigma^*}}{X_{\Sigma^*}} = \frac{1}{4,381} = 0,228 \quad (30)$$

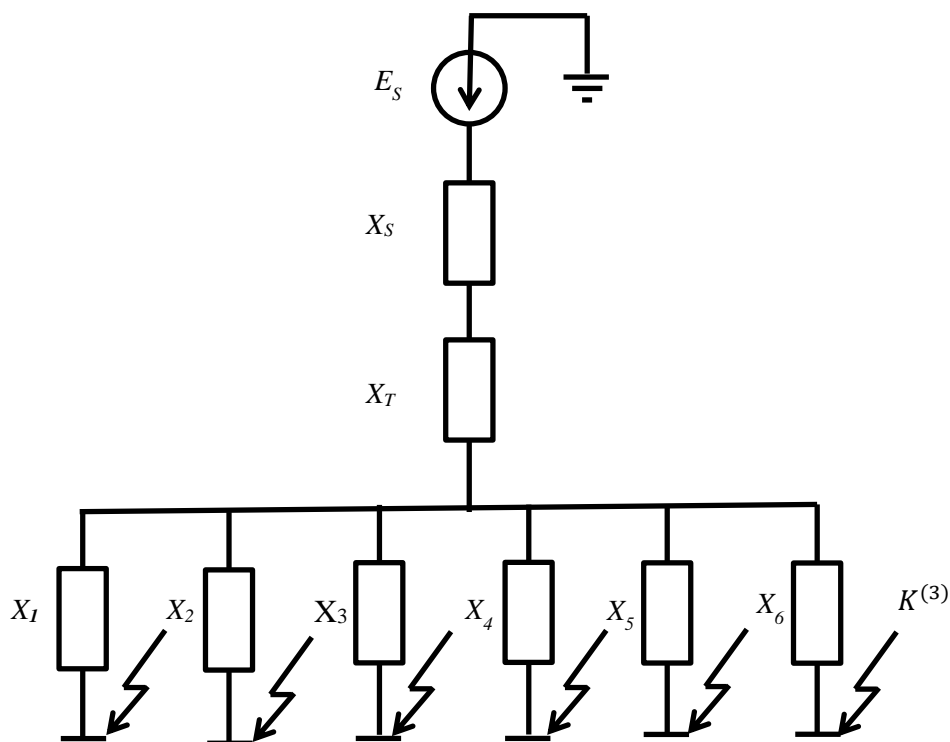
Nustatoma 0,4 kV bazinė srovė:

$$I_b^{0,4} = \frac{S_b}{\sqrt{3} * U_{0,4}} = \frac{100 * 10^6}{\sqrt{3} * 0,4 * 10^3} = 144,338 \text{ kA}$$

Apskaičiuojama maksimali trifazio trumpojo jungimo srovė ant 0,4 kV šynų prie galios transformatoriaus:

$$I_{k,max}^{(3)} = I_{k^*,max}^{(3)} * I_b^{0,4} = 0,228 * 144,338 = 32,946 \text{ kA} \quad (31)$$

Siekiant apskaičiuoti trifazį trumpąjį jungimą 0,4 kV šynuose linijų galuose sudaroma ekvivalentinė schema.



4 pav. Ekvivalentinė pastotės schema su linijų varžomis

Apskaičiuojame tik 6-tosios linijos trifazio trumpojo jungimo srovę, kituose linijose trumpieji jungimai apskaičiuojami analogiškai, tiek maksimaliu tiek minimaliu režimu, kai  $I_{kmin}^{(3)} = 5,82 \text{ kA}$ .

Laido reaktyviosios ir aktyviosios varžos skaičiavimas:

$$X_{1*} = X_0 * l * \frac{S_b}{U_{0,4}^2} = 0,06 * 0,03 * \frac{100 * 10^6}{(0,4 * 10^3)^2} = 1,125 \quad (32)$$

$$R_{1*} = R_0 * l * \frac{S_b}{U_{0,4}^2} = 0,15 * 0,03 * \frac{100 * 10^6}{(0,4 * 10^3)^2} = 2,813 \quad (33)$$

$$X_{2*} = 0,06 * 0,7 * \frac{100 * 10^6}{(0,4 * 10^3)^2} = 26,25$$

$$R_{2*} = 0,15 * 0,7 * \frac{100 * 10^6}{(0,4 * 10^3)^2} = 65,625$$

$$X_{3*} = 0,06 * 0,25 * \frac{100 * 10^6}{(0,4 * 10^3)^2} = 9,375$$

$$R_{3*} = 0,18 * 0,25 * \frac{100 * 10^6}{(0,4 * 10^3)^2} = 28,125$$

$$X_{4*} = 0,06 * 0,5 * \frac{100 * 10^6}{(0,4 * 10^3)^2} = 18,75$$

$$R_{4*} = 0,15 * 0,5 * \frac{100 * 10^6}{(0,4 * 10^3)^2} = 56,25$$

$$X_{5*} = 0,06 * 0,3 * \frac{100 * 10^6}{(0,4 * 10^3)^2} = 11,25$$

$$R_{5*} = 0,15 * 0,3 * \frac{100 * 10^6}{(0,4 * 10^3)^2} = 28,125$$

$$X_{6*} = 0,06 * 0,6 * \frac{100 * 10^6}{(0,4 * 10^3)^2} = 22,5$$

$$R_{6*} = 0,15 * 0,6 * \frac{100 * 10^6}{(0,4 * 10^3)^2} = 56,25$$

$X_0$  – reaktyvioji laido varža ( $\Omega/\text{km}$ );  $R_0$  – aktyviojo laido varža ( $\Omega/\text{km}$ ),  $l$  – laido ilgis.

Apskaičiuojama suminė reaktyvioji ir aktyvioji varža, sudedant varžas nuosekliai ir

lygiagrečiai:

$$X_{ST*} = X_{S*} + X_{T*} = 3,438 + 0,943 = 4,381 \quad (34)$$

$$R_{ST*} = R_{S*} + R_{T*} = 0,566 + 0,0472 = 0,613 \quad (35)$$

$$X_{45*} = \frac{X_{4*} * X_{5*}}{X_{4*} + X_{5*}} = \frac{11,25 * 18,75}{11,25 + 18,75} = 7,031 \quad (36)$$

$$R_{45*} = \frac{R_{4*} * R_{5*}}{R_{4*} + R_{5*}} = \frac{56,25 * 28,125}{56,25 + 28,125} = 18,75 \quad (37)$$

$$X_{345*} = \frac{X_{45*} * X_{3*}}{X_{45*} + X_{3*}} = \frac{7,031 * 9,375}{7,031 + 9,375} = 4,018$$

$$R_{345*} = \frac{R_{45*} * R_{3*}}{R_{45*} + R_{3*}} = \frac{18,75 * 28,125}{18,75 + 28,125} = 11,25$$

$$X_{2345*} = \frac{X_{345*} * X_{2*}}{X_{345*} + X_{2*}} = \frac{4,018 * 26,25}{4,018 + 26,25} = 3,485$$

$$R_{2345*} = \frac{R_{345*} * R_{2*}}{R_{345*} + R_{2*}} = \frac{11,25 * 65,625}{11,25 + 65,625} = 9,604$$

$$X_{12345*} = \frac{X_{2345*} * X_{1*}}{X_{2345*} + X_{1*}} = \frac{3,485 * 1,125}{3,485 + 1,125} = 0,85$$

$$R_{12345*} = \frac{R_{2345*} * R_{1*}}{R_{2345*} + R_{1*}} = \frac{9,604 * 2,813}{9,604 + 2,813} = 2,774$$

$$X_{ST12345*} = \frac{X_{12345*} * X_{ST*}}{X_{12345*} + X_{ST*}} = \frac{0,85 * 4,813}{0,85 + 4,813} = 0,723$$

$$R_{ST12345*} = \frac{R_{12345*} * R_{ST*}}{R_{12345*} + R_{ST*}} = \frac{2,774 * 0,613}{2,774 + 0,613} = 0,478$$

$$X_{\Sigma*} = X_{ST12345*} + X_{6*} = 0,723 + 22,5 = 23,223$$

$$R_{\Sigma*} = R_{ST12345*} + R_{6*} = 0,566 + 56,25 = 56,728$$

Patikrinamas reaktyviosios ir aktyviosios varžų santykis:

$$\frac{X_{\Sigma*}}{R_{\Sigma*}} = \frac{23,223}{56,728} = 0,392$$

Aktyvioji varža vertinama, nes santykis tarp varžų yra nedidelis.

Apskaičiuojama suminė varža:

$$Z_{\Sigma*} = \sqrt{X_{\Sigma*}^2 + R_{\Sigma*}^2} = \sqrt{23,223^2 + 56,728^2} = 60,926 \quad (38)$$

Apskaičiuojama trifazio trumpojo jungimo srovė santykiniais vienetais:

$$I_{k*,max}^{(3)} = \frac{E_{\Sigma*}}{Z_{\Sigma*}} = \frac{1}{60,926} = 0,0164$$

Apskaičiuojama maksimali trifazio trumpojo jungimo srovė ant 0,4 kV šynų 6-osios linijos gale:

$$I_{k,max}^{(3)} = I_{k*,max}^{(3)} * I_b^{0,4} = 0,0164 * 144,338 = 2,367 \text{ kA}$$

## 2.10. Žaibosauga

Pastato žaibosaugos kontūras įrengiamas pagal STR 2.01.06:2009 reglamentą. Žaibosaugos sistema įrengiama naudojant cinkuoto plieno medžiagą. Statinio žaibosaugos įrengimui ant stogo formuojamas aktyvinės žaibosaugos tipas iš 5m. stiebo ir 8mm plieninės cinkuotos vielos prijungimui. Viela pritvirtinama prie pastato sienos ir stogo laikikliais. Pagal apsaugos klasę (IV) viela prijungiama dviejose vietose prie pastato įžeminimo kontūro. Įžeminimo kontūro varža ne daugiau 10 omų. Statinio žaibosaugai panaudojama projektuojama 30 metrų aukščio metalinė apšvietimo atrama. Ji sumontuota 1 metro atstumu nuo sprogios zonos. Ant atramos pritvirtinamas aktyvinis žaibolaidis su 1 metro stiebu.

Šalia atramos įrengiamas įžeminimo kontūras. Įžeminimo kontūrai naudojami vertikalūs 17,2mm cinkuoti elektrodai ir cinkuota plieninė juosta 40x4mm. Žaibosaugos įžeminimo kontūras įrengiamas 0,5m gylyje ir 0,8m atstumu nuo pastato. Žemėje klojama cinkuota plieninė juosta 40x4 mm pakyla iki 1,5 metro aukščio ant statinio sienos, kur kontrolinėje dėžutėje per jungtį prijungiama prie žaibosaugos vielos.

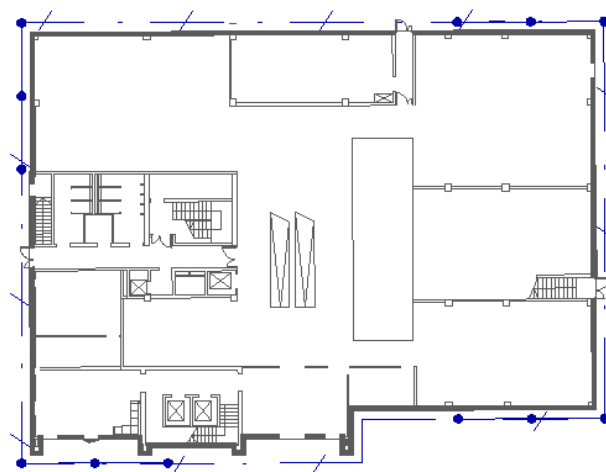
## 2.11. Įžeminimas

Vadovaudamasis elektros įrenginių įrengimo taisyklėmis turiu apskaičiuoti įžeminimų varžas. Pagal reikalavimus, vartotojų elektros įrenginių įžeminimo varža neturi viršyti 10  $\Omega$ . Visos pasyviosios metalinės elektros įrenginių dalys kuriose, pažeidus izoliaciją gali atsirasti įtampa ir dėl to gali nukentėti žmonės, sutrikti darbo režimas arba sugesti įrenginiai turi būti įžemintos.

Man reikia apskaičiuoti keturių pastatų įžeminimo kontūro varžas. Tai keleivių aptarnavimo ir administravimo, patikros kontrolės postui, sandėlio ir buitinių patalpų, keleivių laukimo salė ir pėsčiųjų galerijos pastatams. Parodysiu vieno pastato skaičiavimus, kitų rezultatus suvesiu į lentelę.

Reikia atsižvelgti į grunto pobūdį, pagal 6 lentelę nustatoma jo savitoji varža. Lentelėje savitoji varža parodyta esant 10-20% drėgmei, bet sausiausiu metų laiku grunto drėgmė gali būti mažesnė, todėl dar reikia savitąją varžą padauginti iš sezoniškumo koeficiento K, kuris įkaltiems į 0,5-0,8m nuo žemės paviršiaus, 2-3m ilgio strypiniams įžemikliams, yra 1,4-1,5.

Skaičiuojame Keleivių aptarnavimo ir administravimo pastato įžeminimo kontūrą.



5pav. Administravimo pastato įžemimo kontūras.

12 lentelė. Grunto savitoji varža  $\rho$ ,  $\Omega \cdot m$

Grunto rūšis	Savitosios varžos ribos	Vidutinė savitosios varžos vertė (grunto drėgmė 10 – 20%)
Smėlis	400 - 700	700
Priesmėlis	150 - 400	300
Priemolis	40 - 150	100
Molis	8 - 70	40
Juodžemis	10 - 530	200
Durpės	-	20
Akmenuotas molis	-	100
Upių vanduo	10 - 80	50
Jūros vanduo	0,2 – 1,0	1,0

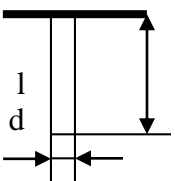
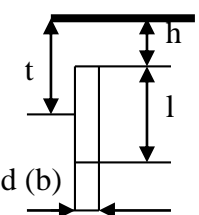
$$\rho_{sk} = \rho \cdot K \quad (38)$$

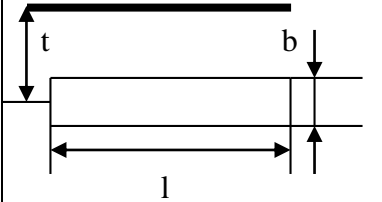
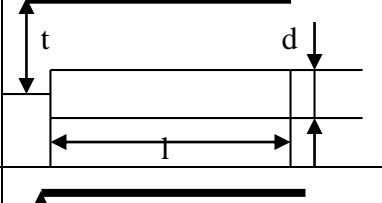
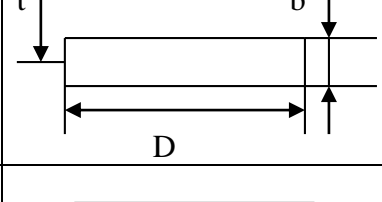
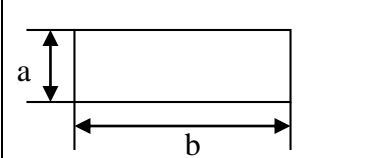
Grunto rūšis, priemolis, pasirenku vertę  $100 \Omega \cdot m$ . Koeficientas  $K - 1,5$ .

$$\rho_{sk} = 100 \cdot 1,5 = 150 \Omega \cdot m$$

Apskaičiavus grunto savitąją varžą, galima apskaičiuoti vieno įžemiklio varžą, pagal pasirinktą tipą iš 7 lentelės.

13 lentelė. Įvairių tipų įžemiklių įžemėjimo varžos 50 Hz dažnio srovei

Įžemiklio tipas	Žemės paviršius	Įžemėjimo varža, $\Omega$
<b>Neįgilintas vamzdis ar strypas</b> d – vamzdžio ar strypo diametras, m l – įžemiklio ilgis, m		$r = \frac{\rho_{sk}}{2\pi} \ln \frac{4l}{d}$
<b>Įgilintas vamzdis ar strypas;</b> d – vamzdžio ar strypo diametras, m h – įžemiklio įgilinimas (0,5 – 0,8)m t – atstumas nuo žemės paviršiaus iki įžemiklio vidurio, m <b>Įgilintas kampuotis</b> b – kampuočio lentynos plotis, m		$r = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right)$ $r = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \ln \left[ \frac{4l}{0.84b} \left( \frac{l+2t}{l+4t} \right) \right]$

<b>Horizontali juosta</b>		$r = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \ln \frac{2l^2}{bt}$
<b>Horizontalus apvalaus plieno strypas</b>		$r = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \ln \frac{l^2}{dt}$
<b>Žiedas iš juostinio arba apvalaus plieno.</b> b – juostos plotis, m. D - žiedo diametras, m. Kai įžemiklis apvalaus plieno, b = 2d		$r = \frac{\rho}{2\pi^2 \cdot D} \ln \frac{8 \cdot D^2}{bt}$
<b>Plieninė plokštė</b> a – plotis, m; b – ilgis, m.		$r = 0.25 \frac{\rho}{\sqrt{ab}}$

Mano projekte naudojamas įgilintas strypas, todėl skaičiuoju pagal šią formulę:

$$r = \rho / (2\pi \cdot l) (\ln (2l/d) + 1/2 \ln (4t + l)/(4t - l)) \quad (39)$$

Žinomi dydžiai:  $l = 2m$ ;  $d = 0,017m$ ;  $t = 1,5m$ .

$$r = 150 / (2\pi \cdot 2) (\ln (2 \cdot 2) / 0,017 + 1/2 \ln (4 \cdot 1,5 + 2) / (4 \cdot 1,5 - 2)) = 68,8\Omega$$

Žinant, kad įžeminimo kontūras bus įrengiamas aplink pastatą, pasirinkęs atstūmus tarp įžemiklių, bei nustatęs ekranavimo koeficientą iš 14 lenelės, randu įžemiklių skaičių.

14 lentelė. Vertikalių įžemiklių ekranavimo koeficientas  $\eta_i$

Atstumo tarp įžemiklių ir įžemiklio ilgio santykis a/l	Vertikalių įžemiklių skaičius eilėje, kai jie sukalti		$\eta_i$	
	Eilė	Kontūru	Eilė	Kontūru
1	2	4	0,84 – 0,87	0,66 – 0,72
	3	6	0,76 – 0,80	0,58 – 0,65
	5	10	0,67 – 0,72	0,52 – 0,58
	10	20	0,56 – 0,62	0,44 – 0,50
	15	40	0,51 – 0,56	0,38 – 0,44
	20	60	0,47 – 0,50	0,36 – 0,42
2	2	4	0,90 – 0,92	0,76 – 0,80
	3	6	0,85 – 0,88	0,71 – 0,75
	5	10	0,79 – 0,83	0,66 – 0,71
	10	20	0,72 – 0,77	0,61 – 0,66

	15	40	0,66 – 0,73	0,55 – 0,61
	20	60	0,65 – 0,70	0,52 – 0,58
3	2	4	0,93 – 0,95	0,84 – 0,86
	3	6	0,90 – 0,92	0,78 – 0,82
	5	10	0,85 – 0,88	0,74 – 0,78
	10	20	0,79 – 0,83	0,68 – 0,73
	15	40	0,76 – 0,80	0,64 – 0,69
	20	60	0,74 – 0,79	0,62 – 0,67

$$n = r \div (\eta_i \cdot R_z) \quad (40)$$

$$n = 68,8 \div (0,65 \cdot 10) = 10,6$$

Aplink pastatą įrengtą 11 įžemiklių.

Bendra vertikalių įžemiklių atstojamoji varža:

$$r_z = r \div (\eta_i \cdot n) \quad (41)$$

$$r_z = 68,8 \div (0,65 \cdot 11) = 9,6\Omega \quad (42)$$

Kadangi įžemiklius jungia juosta, reikia apskaičiuoti juostos įžeminimo varžą, ja apskaičiuoju iš 13 lentelės:

$$r = \rho / (2\pi \cdot l) \ln (2l^2) / bt \quad (43)$$

Žinomi dydžiai:  $l = 116m$ ;  $b = 0,04m$ ;  $t = 2m$ .

$$r = 150 / (2\pi \cdot 116) \ln (2 \cdot 116^2) / (0,04 \cdot 2) = 2.54\Omega \quad (44)$$

Žinodamas įžemiklių skaičių, ir kokio ilgumo juos jungianti juosta, nustatau juostos ekranavimo koeficientą iš 15 lentelės.

15 lentelė. Jungiančiosios juostos ekranavimo koeficientas  $\eta_j$

Atstumo tarp įžemiklių ir įžemiklio ilgio santykis $a/l$	Jungiančiosios juostos ekranavimo koeficientas $\eta_j$ , kai vertikalių įžemiklių skaičius eilėje								
	4	5	6	10	20	30	50	70	100
Vertikalūs įžemikliai sukalti eile									
1	0,77	0,74	0,67	0,62	0,42	0,31	0,21	0,20	

2	0,89	0,86	0,79	0,75	0,56	0,46	0,36	0,34	
3	0,92	0,90	0,85	0,82	0,68	0,58	0,49	0,47	
Vertikalūs žemikliai sukalti kontūru									
1	0,45	0,40	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21	0,20	0,19
2	0,55	0,48	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24
3	0,70	0,64	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37	0,35	0,33

Atstojamoji žeminimo juostos žemėjimo varža:

$$r_j = r/\eta_j \quad (45)$$

$$r_j = 2,54/0,4 = 6,35\Omega$$

Atstojamoji žeminimo kontūro varža:

$$R_k = (r_z \cdot r_j)/r_z + r_j \quad (46)$$

$$R_k = (9,6 \cdot 6,3)/(9,6 + 6,3) = 3,6\Omega$$

$R_k$  negali viršyti  $10\Omega$ .

Visų pastatų žeminimo kontūro varžos pateiktos 16 lentelėje.

16 lentelė. Žeminimo kontūro varžos

Pastatas	$r_z, \Omega$	$r_j, \Omega$	$R_k, \Omega$
Keleivių aptarnavimo ir administravimo	9,6	6,3	3,6
Patikros ir kontrolės postas	9,6	10,8	5,1
Sandėlio ir buitinių patalpų	9,6	2,2	1,8
Keleivių laukimo ir pėsčiųjų galerija	9,6	11,6	5,3

### 3. Terminalo elektros tinklo projekto ekonominis įvertinimas

#### 3.1. Įrenginių parinkimas

Galios transformatorius: parenkami du ABB TNOSCTLT 1600/10 PNS tipo transformatoriai.

Charakteristikos:

17 lentelė. Transformatoriaus charakteristika.

Tipas	TNOSCTLT 1600/10 PNS
Galia, kVA	1600
Izoliacinis skystis	Mineralinė alyva
Vardinės pirminės apvijos įtampa, V	10000
Įtampos reguliavimas	±2x2,5%
Vardinė antrinės apvijos įtampa, V	420
Pirminės apvijos izoliacijos lygis, kV	Um 12 / AC 28 / LI 75
Antrinės apvijos izoliacijos lygis, kV	Um 1,1 / AC 5 / LI -
Vardinis dažnis, Hz	50
Jungimo grupė	Yyn0
Aplinkos temperatūra Max. / Mėnesinė / Vidutinė metinė	40 / 30 / 20
Max. temperatūros pakilimas, °C (Alyva / Apvija)	60/ 60
Temperatūros klasė	A
Dažų spalva	RAL 7033 120-200 μm
Pastatymo aukštis virš jūros lygio, m	<1000
Standartas	IEC 60076
Trumpo jungimo įtampa, Uk, %	6(IEC 60076 Tol.)
Tuščios eigos nuostoliai, W	2200 (+7%)
Trumpo jungimo nuostoliai (75°C), W	17000 (+7%)
Triukšmo lygis (at 0,3m), dB(A)	71
Ilgis, mm	1850
Plotis, mm	1200
Aukštis, mm	1900
Ratukų bazė	820
Alyvos svoris, kg	780
Bendras svoris, kg	3960
Konstrukcija	Hermetinis užpildas alyva
Aušinimas	ONAN
Pirminė apvija	Cu
Antrinė apvija	Al

## Automatiniai jungikliai

Aukštos srovės, žemos įtampos grandinių apsaugai, bei komutavimui naudojami “Schneider Electric” jungikliai, Masterpact NW.

- Nominali srovė: nuo 800 iki 6300 A
- Pertraukimo galia: nuo 42 iki 150 kA esant 220/415 V AC
- Nominali įtampa: iki 690 V
- 2 fizikiniai dydžiai nuo 800 iki 6300 A
- Didžiausias vienas polis 115 mm
- 3-jų ir 4-ių polių versijos
- 4 valdymo elementai „Micrologic“, patobulinti matavimo, energijos matavimo ir tinklo analizės funkcijomis
- Apsauga nuo nutekančios žeminimo srovės įmontuota į elektroninę apsaugą. Plati bendrų papildomų įrenginių ir priedų, pakeičiamų vietoje, serija
- Tarptautinių standartų IEC 60947-1 ir 2, IEC 68230 2 -ojo tipo tropikalizacijos atitikimas, UL489, ANSI ir CCC
- Jūrinių kompanijų specifikacijų laikymasis: „Bureau Veritas“, „Lloyd's Register of Shipping“, „Det Norske Veritas“ ir kt.

Seriją „Masterpact NW“ grandinės pertraukiklių seriją charakterizuoja jos optimizuoti matmenys. Ne tik sumažintos talpos, bet dviejų dydžių yra pakankami padengti reikmes nuo 4000 iki 6300 A. Siekiant standartizuoti elektros paskirstymo skydus, kai įranga labai sudėtinga, „Masterpact NW“ teikia neprilygstamą paprastumą renkantis ir montuojant.

Objekte naudojami Masterpact NW 25 H1 tipo automatiniai jungikliai. Šio automatinio jungiklio nominali srovė – 2500A. Veikimo įtampa iki 1000 V, impulsinė atlaikytina įtampa – 12 kV. Esant nominaliai darbiniai įtampai 220/440 ir 480/690 maksimali trumpo jungimo atjungimo srovė – 65 kA. Dažniai – 50/60 Hz.

Žemos įtampos, mažesnės darbinės srovės grandinių apsaugai, bei komutavimui naudojami “Schneider Electric” automatiniai jungikliai, Compact NSX.

- Nominali srovė: nuo 16 iki 630 A
- 6 pertraukimo galios nuo 25 iki 150 kA esant 415 V
- Nominali įtampa: iki 690 V
- 2 fizikiniai dydžiai nuo 16 iki 630 A
- 3-jų ir 4-ių polių versijos

- Izoliacija, kai nurodomas teigiamas pertraukimas
- Plati elektroninių ir termomagnetinių apsaugų serija
- Apsauga nuo nutekančios įžeminimo srovės, kartu naudojant „Vigi“ modulį
- Pagrindinių elektros verčių matavimas: I, U, P, E, THD, f, CosF
- Plati bendrų papildomų įrenginių ir priedų, keičiamų vietoje, serija
- „Plug and Play“ (Įjunk ir paleisk) laidų sistema ir komunikacijų priedai
- Tarptautinių standartų laikymasis: IEC 60947-1 ir 2, „Nema“, IEC 68230 2-ojo tipo tropikalizacijos atitikimas, CCC
- Jūrinių kompanijų specifikacijų laikymasis: „Bureau Veritas“, „Lloyd's Register of Shipping“, „Det Norske Veritas“, RINA.

Objekte naudojami Compact NSX 250, NSX 400, NSX 630 tipų automatiniai jungikliai. NSX jungikliai naudojami elektros grandinėse (kabelinės elektros linijose iš 0,4 kV šynų sekcijos į įvadinius skydus ĮSS01, ĮSS02, ĮSS03, TA, MS.

Jėgos skyduose, apšvietimo skyduose montuojami mažu sroviu „Schneider Electric“ Acti 9 iC60 automatiniai jungikliai. Dėl išskirtinių ypatybių Acti 9 iC60 ant DIN bėgelio montuojami moduliniai automatiniai jungikliai užtikrina visišką saugumą ir nenutrūkstamą elektros energijos tiekimą.

- Nominali srovė: nuo 1 iki 63 A
- Didelis atjungimo gebos iki 100 kA ir atjungimo kreivių pasirinkimas: B, C, D, K, Z, MA.
- Atitinka elektros paskirstymo gyvenamųjų IEC/EN 60898 ir pramonės pastatų IEC/EN 60947-2 standartus
- Visiškas suderinimas su nuotėkio srovės apsaugos įtaisais (koordinavimas) ir lieto korpuso automatiniais jungikliais „Compact NSX“ (selektyvumas)
- Izoliacijos reikalavimai atitinka pramoninį standartą IEC 60947
- Darbinė įtampa: iki 440 V AC, izoliacijos įtampa - 500 V
- Pasirinktiniai pildomai montuojami nuotėkio srovės apsaugos moduliai: „iC60 Vigi“
- Papildomai montuojami moduliai: būsenos ir suveikimo indikacijos, nuotolinio atjungimo ir įjungimo, kartotinio jungimo, atjungimo esant nepakankamai įtampai arba viršįtampiui

Objekte naudojami visų tipų nominalios srovės jungikliai.

## Viršįtampių ribotuvas

Parenkamas „Schneider Electric“ IPRF1 12,5r viršįtampio ribotuvas. Jis apsaugo elektros instaliaciją nuo tiesioginių žaibo iškrovų. Užtikrina tiesioginės žaibo iškrovos, sklindančio nuo įžeminimo laidininko į tinklo laidininkus, praleidimą. Prieš viršįtampio ribotuvą turi būti panaudotas saugiklių blokas arba automatinis jungiklis, kurio atjungimo geba turi būti lygi (ar didesnė) didžiausiai numatyta trumpojo jungimo srovei montavimo vietoje. Viršįtampio ribotuvas taip pat apsaugo elektros instaliaciją pilnai apribodami žaibo sukeltus viršįtampius.

- Apsaugos laipsnis: IP 20 / IP 40
- Montavimas: DIN 35 mm
- Normatyvai EN 61643-11
- Polių skaičius: 3 P
- Tipas: 1+2 (B+C) klasė
- Vardinė įtampa: 230 / 400 V AC
- Įtampos apsaugos lygis: 1.5 kV (L-PE)
- Ilgalaikė įtampa: 350 V
- Impulsinė srovė: 12.5 kA (8/20) / 50 kA (maks.)

### Galios kirtiklis

Naudojamas kontroliuoti ir atjungti elektros paskirstymo grandines. Parenkamas „Schneider Electric“ Interpact INS630 kirtiklis 3polis 630A 415V AC23A.

- Vardinė srovė: 630 A/380-415 V AC AC23A
- Vardinė įtampa: 690 V AC
- Vardinė izoliacijos įtampa: 690 V
- Trumpojo jungimo jungiamoji geba: 50 kA
- Polių skaičius: 3
- Standartas: IEC 60947-1, IEC 60947-3

### Srovės transformatoriai

Žemos įtampos srovės matavimo transformatoriai skirti komercinei elektros energijos apskaitai, tinkluose esant 50 arba 60 Hz kintamai srovei. Transformatoriai gali būti naudojami ir kitais techniniais tikslais. Modulinės pastotės 10kV pusėje montuojami „ABB“ CT3/150 srovės transformatoriai.

- Transformacijos koeficientas: 150/5 A
- Tikslumo klasė: 0.5
- Nuostolių galia: 3 VA

- Kabelio skersmuo: 21 mm
- Išėjimo srovė: 0-5 A
- Dažnis: 50/60 Hz

Vidutinės įtampos srovės transformatorius skirtas matuoti ir apsaugoti elektros tinklą. Parenkami „Schneider Electric“ PE92529 srovės transformatoriai.

- Atitinka IEC 60044-1 standartą
- Nominali srovė: nuo 5 iki 5000 A
- Nominali izoliacijos įtampa: iki 36 kV - 40,5 kV Optimizuotas dizainas ir veikimas:
- Standartinė forma
- Optimizuoti matmenys

Tinka naudoti visų tipų MTT narveliuose ir sudėtingomis sąlygomis:

- Metalu dengti elementai
- Metalu gaubto elementai
- Potencialiai sprogi aplinka.

#### Skydai

Visam objekte yra daug skydų, naudojami įvairiausių tipų „Schneider Electric“ PRISMA PLUS skydai.

- Įvairių aukščių ir pločių gaubtai, skydai ir kabinos su skirtingomis IP klasėmis (nuo IP30 iki IP55)
- IEC 60439-1 standartas

### 3.2. Sąmata

#### Administracinio pastato jėgos dalies sąmata

18 lentelė. Sąmatinis administracinio pastato skaičiavimas.

<b>Skyrius ELEKTROS JĖGA MEDŽIAGŲ ŽINIARAŠTIS</b>	<b>Kiekis</b>	<b>Vnt.</b>	<b>Vieneto Kaina, €</b>	<b>Bendra Suma, €</b>
Įvadinis apskaitos skirstomasis skydas ISS01, IP30	kompl	1	107590,32	107590,32
Reaktyvinės galios kompensavimo įrenginys 125kVAr. IP54 su valdymo pakopa (6.67+12.5+4X25) ir valdikliu. su automatiniu jungikliu ir harmonikų filtrais	kompl	2	8575,60	17151,20
Nepertraukiamo maitinimo šaltinis (UPS) 230V, 1.2kW, 50Hz, 10 min. Autonominis darbo laikas	kompl	1	2453,38	2453,38
Komplektinė automatinio rezervo įjungimo spinta ARĮ-1, 110A, 400V, 50Hz. Komplektuojama su kontaktoriais. Gabaritai 50x43x20 cm.	kompl	1	4175,48	4175,48
Komplektinė automatinio rezervo įjungimo spinta ARĮ-2, 35A, 400V, 50Hz. Komplektuojama su kontaktoriais. Gabaritai 50x43x20 cm	kompl	1	2559,55	2559,55
Jėgos skydas JS1.1, IP30, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	324,27	324,27
Jėgos skydas JS1.2, IP30, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	1442,93	1442,93
Jėgos skydas JS1.3, IP30, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	1314,18	1314,18

Jėgos skydas JS1.4, IP30, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	1314,18	1314,18
Jėgos skydas JS1.5, IP30, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	1314,18	1314,18
Jėgos skydas JS1.6, IP30, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	1269,07	1269,07
Jėgos skydas JS1.K, IP30, 12 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	258,35	258,35
Jėgos skydas JS2.K, IP30, 12 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	276,64	276,64
Jėgos skydas JS3.K, IP30, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	276,64	276,64
Jėgos skydas JS4.K, IP30, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	343,39	343,39
Jėgos skydas JS5.K, IP30, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	343,39	343,39
Jėgos skydas JS6.K, IP30, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	343,39	343,39
Jėgos skydas JS7.K, IP30, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	343,39	343,39
Jėgos skydas JS8.K, IP30, 12 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	263,03	263,03
Jėgos skydas JS2,1, IP30, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	308,16	308,16
Jėgos skydas JS2.2, IP30, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	1300,56	1300,56

Jēgos skydas JS2.3, IP30, 24 moduliems, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	1273,69	1273,69
Jēgos skydas JS3.1, IP30, 24 moduliems, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	357,01	357,01
Jēgos skydas JS3.2, IP30, 24 moduliems, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	390,63	390,63
Jēgos skydas JS3.3, IP30, 24 moduliems, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	601,60	601,60
Jēgos skydas JS3.4, IP54, metalinis 800x800x400, su rankena išorėje montuojamas prie sienos	kompl	1	5754,53	5754,53
Jēgos skydas JS3.5, IP54, 72 moduliems, plastikinis montuojamas prie sienos	kompl	1	2145,61	2145,61
Jēgos skydas JS4.1, IP30, 12 moduliems, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	263,03	263,03
Jēgos skydas JS5.1, IP30, 12 moduliems, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	263,03	263,03
Jēgos skydas JS6.1, IP30, 12 moduliems, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	263,03	263,03
Jēgos skydas JS6.2, IP30, 54 moduliems, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	614,75	614,75
Jēgos skydas JS7.1, IP30, 12 moduliems, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	263,03	263,03
Jēgos skydas JS8.1, IP30, 12 moduliems, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	263,03	263,03

Jėgos skydas JS8.2, IP54, metalinis 600x600x300, montuojamas prie sienos	kompl	1	2866,86	2866,86
Jėgos skydas JS8.3, IP30, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	1314,18	1314,18
Jėgos skydas JSR, IP24, 24 moduliams, plastikinis, modulinis, montuojamas nišoje	kompl	1	725,31	725,31
Nedegus kabelis varinėmis gyslomis (E-90 nedegus). 1kV: 3x1.5 mm <sup>2</sup>	m	160	6,31	1010,56
3x2.5 mm <sup>2</sup>	m	700	7,89	5526,50
3x4 mm <sup>2</sup>	m	45	8,32	374,56
5x35 mm <sup>2</sup>	m	80	67,67	5413,72
5x150 mm <sup>2</sup>	m	70	315,80	22106,02
Kabelis varinėmis gyslomis su PVC izoliacija : 3x1.5 – 1kV	m	2500	2,13	5329,25
3x2.5 – 1kV	m	3610	2,83	10219,55
3x4 – 1kV	m	100	4,62	462,42
9x1.5-1kV	m	20	6,69	133,99
4x1,5 – 1kV	m	11	2,53	27,91
4x240-1kV	m	20	358,54	7170,92
4x120 – 1kV	m	35	162,41	5684,40
5x1,5 – 1kV	m	230	3,72	856,04
5x2,5 – 1kV	m	100	5,07	507,54
5x4– 1kV	m	110	8,45	930,48
5x6 – 1kV	m	1850	10,31	19091,82
5x10 – 1kV	m	50	19,73	986,88
5x16 – 1kV	m	280	28,08	7863,44
5x25 – 1kV	m	55	44,55	2450,27
5x35 – 1kV	vnt	170	61,46	10449,59
5x50– 1kV	m	120	84,58	10150,72
5x95 – 1kV	m	70	161,28	11289,86
Valdymo mygtukas su 2 valdymo mygtukais „paleidimas“- „stabdymas“ ir indikacija	kompl	3	78,95	236,85
Kištukunis lizdas virštinkinis 400V, 32A, 50Hz, IP54	vnt	6	19,08	114,50
Kištukunis lizdas virštinkinis 400V, 16A, 50Hz, IP54	vnt	10	11,56	115,61

Kištukunis lizdas virštinkinis 230V, 16A, 50Hz, IP44	vnt	60	7,89	473,70
Komplektas potinkinių kištukinių lizdų su įžeminimo kontaktu montuoti sienoje 230V, 16A : kištukinis lizdas IP20 -1 vnt., 1 vietos plastikinė montažinė dėžutė -1 vnt., 1 vietos rėmelis -1 vnt..	kompl	4	7,72	30,90
Komplektas potinkinių kištukinių lizdų su įžeminimo kontaktu montuoti sienoje 230V, 16A : kištukinis lizdas IP20 -5 vnt., 1 vietos plastikinė montažinė dėžutė -5 vnt., 5 vietos rėmelis -1 vnt..	kompl	1	39,23	39,23
Komplektas potinkinių kištukinių lizdų su įžeminimo kontaktu montuoti sienoje 230V, 16A : kištukinis lizdas IP20 -4 vnt., 1 vietos plastikinė montažinė dėžutė -4 vnt., 4 vietos rėmelis -1 vnt..	kompl	4	31,91	127,67
Komplektas potinkinių kištukinių lizdų su įžeminimo kontaktu montuoti sienoje 230V, 16A : kištukinis lizdas IP20 -2 vnt., 1 vietos plastikinė montažinė dėžutė -2 vnt., 2 vietos rėmelis -1 vnt..	kompl	72	15,90	1145,00

Komplektas potinkinių kištukinių lizdų su įžeminimo kontaktu montuoti sienoje 230V, 16A : kištukinis lizdas IP20 -3 vnt., 1 vietos plastikinė montažinė dėžutė -3 vnt., 3 vietos rėmelis -1 vnt..	kompl	67	25,07	1679,84
Kištukinis lizdas su rėmeliu ir dėžute, su įžeminimo kontaktu 230V. 16A. IP20 potinkinis (montuojama sienoje)	kompl	100	7,72	772,58
Grindinė dėžė kompiuterinei darbo vietai: a. montažinė dėžė su montažiniu dangčiu– 1 vnt. b. instaliacinis liukas iki 9 montaž. vietų – 1 vnt. c. montažinės dėžutės – 1 kompl. d. dėžėje sumontuota 3 lištukiniai lizdai 230V, 16A ir palikta vieta 2iems kompiuteriniams lizdams	kompl	60	247,36	14841,71
Vamzdis PE Ø160	m	24	10,15	243,62
Vamzdis PE Ø100	m	10	5,63	56,39
Vamzdis PE Ø70	m	20	5,63	112,79
Vamzdis PE Ø50	m	50	4,51	225,57
Vamzdis PE Ø32	m	160	4,51	721,82
Vamzdis PE Ø20	m	3600	2,25	8120,52
Lanksti gofruota rankovė Ø20	m	500	2,25	1127,85
Metalinis perforuotas kanalas : 200x42	m	200	32,53	6507,74
100x42	m	300	21,86	6560,76
60x60	m	200	20,66	4132,48
35x30	m	400	14,23	5693,44
Metalinės kopėtėlės : 600x60	m	100	40,45	4045,63
400x50	m	100	34,05	3405,00
100x60	m	300	30,64	9193,17
200x42	m	200	30,64	6128,78

Metalo gaminiai konstrukcijų montavimui	kg	1000	3,38	3383,60
Priešgaisrinė masė kabelio perėjimų per sienas sandarinimui	kg	200	33,27	6654,36
Priešgaisrinė masė kabelio padengimui	kg	100	33,83	3383,57
Jėgos skydas JS1.8,IP30,24 moduliams,plastikinis,modulinis,montuojamas nišoje.	kompl.	1	1268,05	1268,05
			<b>Iš viso:</b>	<b>380904,17</b>

## Išvados

1. Pagal numatytus projekte įrenginio tipus pirmiausiai buvo apskaičiuos elektros apkrovos, kurios leido numatyti projekto tolimesnius skaičiavimus ir mastą.
2. Nustačius kiekvienos linijos vardines sroves, parinkti atitinkamo skerspjūvio kiekvienos linijos laidai ir kabeliai kuriais sklandžiai tekėtų srovė, be didelių nuostolių, bei atitiktų ekonominius rodiklius.
3. Apskaičiuoti įtampos ir galios nuostoliai kiekvienoje linijoje, patikrinant, ar atsirandantys nuostoliai neviršija leistinų normų.
4. Nustatomas kokio reikia reaktyvinio galingumo įrenginio šiam objektui, kad kompensuotu atsirandančius reaktyvios galios nuostolius.
5. Parinktas tinkamas galios transformatorius, kad atlaikytu tenkančias apkrovas, bei paliktas rezervas, kuris leis prisijungti kitiems objektams.
6. Paskaičiuoti įtampos nuostoliai apšvietimo grandinėse iki pat transformatoriaus, kurie neviršijo leistinų normų.
7. Apskaičiuoti maksimalūs trifaziai trumpi jungimai 0,4 šynose, bei įvadinių skydų šynose, pagal juos ir nominalias sroves parenkami komutaciniai įrenginiai.
8. Aprašoma kokio tipo žaibosauga naudojama objekte, ir apskaičiuotas visų pasatų esančių teritorijoje įžeminimo kontūras.
9. Parinkti tinkami įrenginiai kurie pagal savo specifikacijas atitinka objekto apskaičiuotus parametrus.
10. Apskaičiuota administracinių patalpų sąmata.

## Literatūros sąrašas

- Šatas J. Įmonių elektros tinklai ir įrenginiai. Klaipėda, 2003.
- Deksnys R., Staniulis R., Miškinis V. Elektrinių ir pastočių elektrinė dalis kursinis projektavimas. Kaunas, 2008.
- Svinkūnas G, Navickas A. Elektros energetikos pagrindai. Kaunas, 2011.
- Prieiga per internetą: [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=312399](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=312399)
- Prieiga per internetą: <http://www.schneider-electric.com/site/home/index.cfm/lt/>
- Deksnys R., Grėblikas P., Rutkauskas M. ir kt. Elektros įrenginių įrengimo taisyklės. Vilnius, 2000.

## **Grafinė medžiaga**

- 1.MTT Schema
- 2.Keleivių ir krovinių terminalo sklypo planas

## Priedai

Priedas Nr. 1

Įvadinio skydo ĮSS01 parinkti kabeliai, visi variniai:

Skydo pavadinimas	Apkrova, A	Vardinė įtampa, V	Ilgis, m	Nominali srovė, A	Laido skerspjūvis, mm <sup>2</sup>
JS1.K	6,5	400	20	11	5x6
JS3.K	10,8	400	30	18	5x6
JS1.2	4,8	400	30	8	5x6
JS1.5	5	400	38	8	5x6
JS2.2	4,5	400	50	8	5x6
JSR	3,3	400	15	6	5x6
JS1.1	8	400	20	14	5x10
JS2.1	9	400	25	15	5x10
JS3.3	25	400	50	42	5x25
ŠM-2	37	400	80	63	5x50
JS3.5	8,5	400	20	14	5x6
JS3.4	38	400	20	65	5x50
L2	4,6	400	20	8	5x6
AS3.2	5,5	400	25	9	5x6
L3	4,6	400	70	8	5x6
L1	4,6	400	40	8	5x6
BVS-1	2,8	400	77	5	5x6
AS0	11,5	400	10	20	5x6
AAS1	6,5	400	15	11	5x6
AAS2	0,3	400	35	1	5x6
AS4	2,8	400	35	5	5x6
JS4.K	15,6	400	35	26	5x16
JS4.1	6	400	35	10	5x6
JS6.K	15,6	400	45	26	5x16

AS6	3	400	45	5	5x6
JS6.1	6	400	45	10	5x6
JS6.2	5,6	400	56	10	5x6
D-2	37	400	70	63	5x150
VS-2	5,5	400	70	9	5x16
D-1	5,5	400	90	9	5x16
JS2.4	2,8	400	30	5	4x120
AGGV-VAS	111	400	20	188	5x6
JS2.K	8,6	400	25	15	4x240
JS1.3	5	400	40	8	5x6
JS1.4	5	400	40	8	5x6
JS1.6	5	400	35	8	5x6
JS2.3	3,6	400	45	6	5x6
E1	7,5	400	40	13	5x6
JS3.1	8	400	30	14	5x6
JS3.2	1	400	30	2	5x6
JS8.2	6	400	80	10	5x6
ŠM-1	57	400	60	97	5x6
L4	4	400	80	7	5x95
BVS-1	2,8	400	77	5	5x6
AS1	5,9	400	15	10	5x6
AS2	10	400	20	17	5x6
AS5	3	400	40	5	5x6
JS5.K	15,6	400	40	26	5x6
JS5.1	6	400	40	10	5x16
AS7	3	400	50	5	5x6
JS7.1	6	400	50	10	5x6
JS7.K	15,6	400	45	26	5x6
JS8.1	6	400	55	10	5x16

JS8.K	7	400	55	12	5x6
AS8	2	400	55	3	5x6
JS8.3	5	400	55	8	5x6
JSG	23,3	400	150	40	5x6
GSC	0,1	230	45	0	5x35
AS	0,1	230	35	0	3x2,5
IK	0,3	230	35	1	3x2,5
SP1	3,5	230	35	10	3x2,5
SP2	1	230	60	3	3x4
SP3	1	230	40	3	3x2,5
SP4	1	230	45	3	3x2,5
SP5	1	230	50	3	3x2,5
SP6	1	230	55	3	3x2,5
SP7	1	230	60	3	3x2,5
SP8	1	230	65	3	3x2,5
01AVS-3	1	230	40	3	3x2,5
JS1.8	2,5	400	35	4	3x2,5
GİS	2,5	230	35	7	5x6
O, D	0,1	230	15	0	3x4
AS3.1	9	400	25	15	3x1,5

Įvadinio skydo ĮSS02 parinkti kabeliai, visi variniai:

Skydo pavadinimas	Apkrova, A	Vardinė įtampa, V	Ilgis, m	Nominali srovė, A	Laido skerspjūvis, mm <sup>2</sup>
JS01	7,2	400	22	12	5x6
JS02	6	400	23	10	5x6
JS03	4,6	400	29	8	5x6
JS04	3,84	400	32	7	3x4

AS01	12,8	400	21	22	5x6
B-1, B-2, B-3	0,9	230	42	3	3x4
B-5, B-6, B-7	0,9	230	75	3	3x4
B-8, B-9	0,6	230	85	2	3x4
IV-1, IV-2, IV-3	0,24	230	71	1	3x4
02AVS-2	0,8	230	29	2	3x2,5
IK01	0,3	230	28	1	3x1,5
A	0,256	230	36	1	3x1,5
E	0,096	230	59	0	3x1,5
GSC01	0,1	230	64	0	3x1,5
SS02	5	400	35	8	5x6
SS03	5	400	35	8	5x6
JS05	5	400	43	8	5x6
JS06	5	400	52	8	5x6
JS07	5	400	69	8	5x6
JS08	5	400	79	8	5x6
SS01	5	400	33	8	5x6
02VS3	0,1	230	45	0	3x1,5
ŠVI-1 – ŠVI-7	0,35	230	122	1	3x1,5
KD1	3	230	33	9	3x2,5
KD2	3	230	34	9	3x2,5
KD3	3	230	32	9	3x2,5
KD4	1,3	230	29	4	3x2,5

KD5	1,3	230	28	4	3x2,5
RP	1,8	230	31	5	3x2,5
RST	0,2	230	305	1	3x6
JSD1	5	400	540	8	3x35
APS	2,1	230	97	6	3x10

Įvadinio skydo ĮSS03 parinkti kabeliai, visi variniai:

Skydo pavadinimas	Apkrova, A	Vardinė įtampa, V	Ilgis, m	Nominali srovė, A	Laido skerspjūvis, mm <sup>2</sup>
JS01	14,5	400	15	25	5x4
JS02	8,5	400	30	14	5x4
JS03	14,4	400	40	24	5x10
JS06	19,92	400	110	34	4x35
JS08	25,5	400	250	43	4x70
JS09	46,2	400	20	78	4x35
03/01-AVS-3	1,5	230	15	4	5x2,5
03/01-AVS-5	0,5	230	10	1	5x2,5
PU1	0,78	400	100	1	5x2,5
PU2	0,78	400	200	1	5x2,5
VP1	1,7	230	10	5	3x2,5
VP2	1,7	230	10	5	3x2,5
VP3	1,7	230	10	5	3x2,5
VP4	1,7	230	10	5	3x2,5

VP5	1,7	230	10	5	3x2,5
VP6	1,7	230	10	5	3x2,5
ER	0,6	230	10	2	3x2,5
AV1-1	1	400	90	2	5x4
AV1-1	1	400	85	2	5x4
JS04	13,5	400	30	23	5x4
JS05	7	400	60	12	5x4
JS07	20,5	400	180	35	4x50
AS01	5	400	10	8	5x4
AS02	5	400	30	8	5x4
KKS-1	1,5	230	40	4	3x2,5
KKS-2	0,253	230	85	1	3x2,5
KKS-3	0,235	230	150	1	3x2,5
KL8	0,259	400	20	0	5x2,5
E	0,272	400	404	0	3x1,5
A	0,468	400	100	1	3x1,5
GSC-1	0,04	230	55	0	5x2,5
ASC-1	0,04	230	40	0	5x2,5
KK-1	2,5	230	40	7	3x2,5
AV1-1	1	400	90	2	5x4
AV1-2	1	400	85	2	5x4

Priedas Nr. 2

Įvadinio skydo ĮSS01 energijos nuostoliai:

Skydo pavadinimas	Srovė, A	Ilgis, m	Reaktyvioji varža, $\Omega/m$	Aktyvioji varža, $\Omega/m$	$\Delta P$ , W	$\Delta Q$ , var
JS1.K	11	20	0,00333	0,00009	0,66	24,34
JS3.K	18	30	0,00333	0,00009	2,72	100,80
JS1.2	8	30	0,00333	0,00009	0,54	19,91
JS1.5	8	38	0,00333	0,00009	0,74	27,37
JS2.2	8	50	0,00333	0,00009	0,79	29,17
JSR	6	15	0,00333	0,00009	0,13	4,71
JS1.1	14	20	0,002	0,00007	0,78	22,15
JS2.1	15	25	0,002	0,00007	1,23	35,03
JS3.3	42	50	0,0008	0,00007	18,92	216,26
ŠM-2	63	80	0,0004	0,00006	56,84	378,96
JS3.5	14	20	0,0033	0,00007	0,88	41,25
JS3.4	65	20	0,0004	0,00006	14,99	99,93
L2	8	20	0,00333	0,00009	0,33	12,19
AS3.2	9	25	0,00333	0,00009	0,59	21,78
L3	8	70	0,00333	0,00009	1,15	42,67
L1	8	40	0,00333	0,00009	0,66	24,38
BVS-1	5	77	0,00333	0,00009	0,47	17,39
AS0	20	10	0,00333	0,00009	1,03	38,10
AAS1	11	15	0,00333	0,00009	0,49	18,26
AAS2	1	35	0,00333	0,00009	0,00	0,09
AS4	5	35	0,00333	0,00009	0,21	7,90
JS4.K	26	35	0,00125	0,00009	6,63	92,10
JS4.1	10	35	0,00333	0,00009	0,98	36,30
JS6.K	26	45	0,00125	0,00009	8,53	118,42
AS6	5	45	0,00333	0,00009	0,32	11,67
JS6.1	10	45	0,00333	0,00009	1,26	46,67
JS6.2	10	56	0,00333	0,00009	1,37	50,59
D-2	63	70	0,00013	0,00006	49,74	107,77
VS-2	9	70	0,00125	0,00007	1,28	22,90
D-1	9	90	0,00125	0,00007	1,65	29,44
JS2.4	5	30	0,00333	0,00009	0,18	6,78
AGGV-VAS	188	20	0,00008	0,00006	127,90	170,53
JS2.K	15	25	0,00333	0,00009	1,44	53,26
JS1.3	8	40	0,00333	0,00009	0,78	28,81
JS1.4	8	40	0,00333	0,00009	0,78	28,81

JS1.6	8	35	0,00333	0,00009	0,68	25,21
JS2.3	6	45	0,00333	0,00009	0,45	16,80
E1	13	40	0,00333	0,00009	1,75	64,81
JS3.1	14	30	0,00333	0,00009	1,49	55,31
JS3.2	2	30	0,00333	0,00009	0,02	0,86
JS8.2	10	80	0,00333	0,00009	2,24	82,96
ŠM-1	97	60	0,00021	0,00006	101,18	354,13
L4	7	80	0,00333	0,00009	1,00	36,87
BVS-1	5	77	0,00333	0,00009	0,47	17,39
AS1	10	15	0,00333	0,00009	0,41	15,04
AS2	17	20	0,00333	0,00009	1,56	57,61
AS5	5	40	0,00333	0,00009	0,28	10,37
JS5.K	26	40	0,00125	0,00007	5,89	105,26
JS5.1	10	40	0,00333	0,00009	1,12	41,48
AS7	5	50	0,00333	0,00009	0,35	12,96
JS7.1	10	50	0,00333	0,00009	1,40	51,85
JS7.K	26	45	0,00125	0,00007	6,63	118,42
JS8.1	10	55	0,00333	0,00009	1,54	57,04
JS8.K	12	55	0,00333	0,00009	2,10	77,63
AS8	3	55	0,00333	0,00009	0,17	6,34
JS8.3	8	55	0,00333	0,00009	1,07	39,61
JSG	40	150	0,00021	0,00006	42,27	147,93
GSC	0	45	0,008	0,00009	0,00	0,09
AS	0	35	0,008	0,00009	0,00	0,07
İK	1	35	0,008	0,00009	0,01	0,66
SP1	10	35	0,005	0,0001	1,12	56,09
SP2	3	60	0,008	0,00009	0,14	12,56
SP3	3	40	0,008	0,00009	0,09	8,37
SP4	3	45	0,008	0,00009	0,11	9,42
SP5	3	50	0,008	0,00009	0,12	10,47
SP6	3	55	0,008	0,00009	0,13	11,51
SP7	3	60	0,008	0,00009	0,14	12,56
SP8	3	65	0,008	0,00009	0,15	13,61
01AVS-3	3	40	0,008	0,00009	0,09	8,37
JS1.8	4	35	0,00333	0,00009	0,17	6,30
GİS	7	35	0,005	0,0001	0,57	28,62
O, D	0	15	0,01335	0,00011	0,00	0,05
AS3.1	15	25	0,00333	0,00009	1,58	58,33
					Viso.	Viso.
					485,49	3619,63

Ivadinio skydo ĮSS02 energijos nuostoliai:

Skydo pavadinimas	Srovė, A	Ilgis, m	Reaktyvioji varža, $\Omega/m$	Aktyvioji varža, $\Omega/m$	$\Delta P$ , W	$\Delta Q$ , var
JS01	12	22	0,00333	0,00009	0,89	32,85
JS02	10	23	0,00333	0,00009	0,64	23,85
JS03	8	29	0,00333	0,00009	0,48	17,68
JS04	7	32	0,005	0,0001	0,41	20,41
AS01	22	21	0,00333	0,00009	2,68	99,11
B-1, B-2, B-3	3	42	0,005	0,0001	0,09	4,45
B-5, B-6, B-7	3	75	0,005	0,0001	0,16	7,95
B-8, B-9	2	85	0,005	0,0001	0,08	4,00
IV-1, IV-2, IV-3	1	71	0,005	0,0001	0,01	0,54
02AVS-2	2	29	0,008	0,00009	0,04	3,88
IK01	1	28	0,01335	0,00011	0,01	0,88
A	1	36	0,01335	0,00011	0,01	0,82
E	0	59	0,01335	0,00011	0,00	0,19
GSC01	0	64	0,01335	0,00011	0,00	0,22
SS02	8	35	0,00333	0,00009	0,68	25,21
SS03	8	35	0,00333	0,00009	0,68	25,21
JS05	8	43	0,00333	0,00009	0,84	30,97
JS06	8	52	0,00333	0,00009	1,01	37,45
JS07	8	69	0,00333	0,00009	1,34	49,69
JS08	8	79	0,00333	0,00009	1,54	56,89
SS01	8	33	0,00333	0,00009	0,64	23,77
02VS3	0	45	0,01335	0,00011	0,00	0,16
ŠVI-1 – ŠVI-7	1	122	0,01335	0,00011	0,04	5,22
KD1	9	33	0,01335	0,00009	0,70	103,74
KD2	9	34	0,01335	0,00009	0,72	106,88
KD3	9	32	0,01335	0,00009	0,68	100,60
KD4	4	29	0,01335	0,00009	0,12	17,12
KD5	4	28	0,01335	0,00009	0,11	16,53
RP	5	31	0,01335	0,00009	0,24	35,08
RST	1	305	0,00333	0,00009	0,03	1,06
JSD1	8	540	0,00057	0,00006	7,01	66,57
APS	6	97	0,002	0,00007	0,78	22,38
					Viso.	Viso.
					22,66	941,35

Įvadinio skydo ĮSS03 energijos nuostoliai:

Skydo pavadinimas	Srovė, A	Ilgis, m	Reaktyvioji varža, $\Omega/m$	Aktyvioji varža, $\Omega/m$	$\Delta P$ , W	$\Delta Q$ , var
JS01	25	15	0,005	0,0001	2,73	136,41
JS02	14	30	0,005	0,0001	1,88	93,75
JS03	24	40	0,002	0,00007	5,02	143,50
JS06	34	110	0,00057	0,00006	22,66	215,22
JS08	43	250	0,00029	0,00006	84,38	407,81
JS09	78	20	0,00057	0,00006	22,16	210,49
03/01-AVS-3	4	15	0,008	0,00009	0,08	7,06
03/01-AVS-5	1	10	0,008	0,00009	0,01	0,52
PU1	1	100	0,008	0,00009	0,05	4,21
PU2	1	200	0,008	0,00009	0,09	8,42
VP1	5	10	0,008	0,00009	0,07	6,05
VP2	5	10	0,008	0,00009	0,07	6,05
VP3	5	10	0,008	0,00009	0,07	6,05
VP4	5	10	0,008	0,00009	0,07	6,05
VP5	5	10	0,008	0,00009	0,07	6,05
VP6	5	10	0,008	0,00009	0,07	6,05
ER	2	10	0,008	0,00009	0,01	0,75
AV1-1	2	90	0,005	0,0001	0,08	3,89
AV1-1	2	85	0,005	0,0001	0,07	3,68
JS04	23	30	0,005	0,0001	4,73	236,48
JS05	12	60	0,005	0,0001	2,54	127,16
JS07	35	180	0,0004	0,00006	39,26	261,75
AS01	8	10	0,005	0,0001	0,22	10,81
AS02	8	30	0,005	0,0001	0,65	32,44
KKS-1	4	40	0,008	0,00009	0,21	18,84
KKS-2	1	85	0,008	0,00009	0,01	1,14
KKS-3	1	150	0,008	0,00009	0,02	1,73
KL8	0	20	0,008	0,00009	0,00	0,09
E	0	404	0,008	0,00009	0,02	2,07
A	1	100	0,008	0,00009	0,02	1,52
GSC-1	0	55	0,008	0,00009	0,00	0,02
ASC-1	0	40	0,008	0,00009	0,00	0,01
KK-1	7	40	0,008	0,00009	0,59	52,33
AV1-1	2	90	0,005	0,0001	0,08	3,89
AV1-2	2	85	0,005	0,0001	0,07	3,68
					Viso.	Viso.
					188,03	2025,98

Priedas Nr. 3

Įvadinio skydo ĮSS01 įtampos nuostoliai:

Skydo pavadinimas	Apkrova, kVA	Ilgis, m	Reaktyvioji varža, Ω/m	Aktyvioji varža, Ω/m	Skydo pavadinimas	Įtampos nuostoliai, %
JS1.K	6,5	400	20	0,00333	0,00009	0,17
JS3.K	10,8	400	30	0,00333	0,00009	0,44
JS1.2	4,8	400	30	0,00333	0,00009	0,19
JS1.5	5	400	38	0,00333	0,00009	0,26
JS2.2	4,5	400	50	0,00333	0,00009	0,30
JSR	3,3	400	15	0,00333	0,00009	0,07
JS1.1	8	400	20	0,002	0,00007	0,13
JS2.1	9	400	25	0,002	0,00007	0,18
JS3.3	25	400	50	0,0008	0,00007	0,44
ŠM-2	37	400	80	0,0004	0,00006	0,57
JS3.5	8,5	400	20	0,0033	0,00007	0,22
JS3.4	38	400	20	0,0004	0,00006	0,15
L2	4,6	400	20	0,00333	0,00009	0,12
AS3.2	5,5	400	25	0,00333	0,00009	0,19
L3	4,6	400	70	0,00333	0,00009	0,43
L1	4,6	400	40	0,00333	0,00009	0,25
BVS-1	2,8	400	77	0,00333	0,00009	0,29
AS0	11,5	400	10	0,00333	0,00009	0,15
AAS1	6,5	400	15	0,00333	0,00009	0,13
AAS2	0,3	400	35	0,00333	0,00009	0,01
AS4	2,8	400	35	0,00333	0,00009	0,13
JS4.K	15,6	400	35	0,00125	0,00009	0,30
JS4.1	6	400	35	0,00333	0,00009	0,28
JS6.K	15,6	400	45	0,00125	0,00009	0,38
AS6	3	400	45	0,00333	0,00009	0,18
JS6.1	6	400	45	0,00333	0,00009	0,36
JS6.2	5,6	400	56	0,00333	0,00009	0,42
D-2	37	400	70	0,00013	0,00006	0,23
VS-2	5,5	400	70	0,00125	0,00007	0,20
D-1	5,5	400	90	0,00125	0,00007	0,26
JS2.4	2,8	400	30	0,00333	0,00009	0,11
AGGV-VAS	111	400	20	0,00008	0,00006	0,15
JS2.K	8,6	400	25	0,00333	0,00009	0,29
JS1.3	5	400	40	0,00333	0,00009	0,27
JS1.4	5	400	40	0,00333	0,00009	0,27
JS1.6	5	400	35	0,00333	0,00009	0,24
JS2.3	3,6	400	45	0,00333	0,00009	0,22
E1	7,5	400	40	0,00333	0,00009	0,40

JS3.1	8	400	30	0,00333	0,00009	0,32
JS3.2	1	400	30	0,00333	0,00009	0,04
JS8.2	6	400	80	0,00333	0,00009	0,65
ŠM-1	57	400	60	0,00021	0,00006	0,41
L4	4	400	80	0,00333	0,00009	0,43
BVS-1	2,8	400	77	0,00333	0,00009	0,29
AS1	5,9	400	15	0,00333	0,00009	0,12
AS2	10	400	20	0,00333	0,00009	0,27
AS5	3	400	40	0,00333	0,00009	0,16
JS5.K	15,6	400	40	0,00125	0,00007	0,33
JS5.1	6	400	40	0,00333	0,00009	0,32
AS7	3	400	50	0,00333	0,00009	0,20
JS7.1	6	400	50	0,00333	0,00009	0,40
JS7.K	15,6	400	45	0,00125	0,00007	0,37
JS8.1	6	400	55	0,00333	0,00009	0,44
JS8.K	7	400	55	0,00333	0,00009	0,52
AS8	2	400	55	0,00333	0,00009	0,15
JS8.3	5	400	55	0,00333	0,00009	0,37
JSG	23,3	400	150	0,00021	0,00006	0,42
GSC	0,1	230	45	0,008	0,00009	0,04
AS	0,1	230	35	0,008	0,00009	0,03
İK	0,3	230	35	0,008	0,00009	0,10
SP1	3,5	230	35	0,005	0,0001	0,74
SP2	1	230	60	0,008	0,00009	0,57
SP3	1	230	40	0,008	0,00009	0,38
SP4	1	230	45	0,008	0,00009	0,43
SP5	1	230	50	0,008	0,00009	0,48
SP6	1	230	55	0,008	0,00009	0,52
SP7	1	230	60	0,008	0,00009	0,57
SP8	1	230	65	0,008	0,00009	0,62
01AVS-3	1	230	40	0,008	0,00009	0,38
JS1.8	2,5	400	35	0,00333	0,00009	0,12
GİS	2,5	230	35	0,005	0,0001	0,53
O, D	0,1	230	15	0,01335	0,00011	0,02
AS3.1	9	400	25	0,00333	0,00009	0,30

Įvadinio skydo ĮSS02 įtampos nuostoliai:

Skydo pavadinimas	Apkrova, kVA	Ilgis, m	Reaktyvioji varža, Ω/m	Aktyvioji varža, Ω/m	Skydo pavadinimas	Įtampos nuostoliai, %
JS01	7,2	400	22	0,00333	0,00009	0,21
JS02	6	400	23	0,00333	0,00009	0,19
JS03	4,6	400	29	0,00333	0,00009	0,18
JS04	3,84	400	32	0,005	0,0001	0,25
AS01	12,8	400	21	0,00333	0,00009	0,36
B-1, B-2, B-3	0,9	230	42	0,005	0,0001	0,23
B-5, B-6, B-7	0,9	230	75	0,005	0,0001	0,41
B-8, B-9	0,6	230	85	0,005	0,0001	0,31
IV-1, IV-2, IV-3	0,24	230	71	0,005	0,0001	0,10
02AVS-2	0,8	230	29	0,008	0,00009	0,22
IK01	0,3	230	28	0,01335	0,00011	0,13
A	0,256	230	36	0,01335	0,00011	0,15
E	0,096	230	59	0,01335	0,00011	0,09
GSC01	0,1	230	64	0,01335	0,00011	0,10
SS02	5	400	35	0,00333	0,00009	0,24
SS03	5	400	35	0,00333	0,00009	0,24
JS05	5	400	43	0,00333	0,00009	0,29
JS06	5	400	52	0,00333	0,00009	0,35
JS07	5	400	69	0,00333	0,00009	0,46
JS08	5	400	79	0,00333	0,00009	0,53
SS01	5	400	33	0,00333	0,00009	0,22
02VS3	0,1	230	45	0,01335	0,00011	0,07
ŠVI-1 – ŠVI-7	0,35	230	122	0,01335	0,00011	0,68
KD1	3	230	33	0,01335	0,00009	1,57
KD2	3	230	34	0,01335	0,00009	1,61
KD3	3	230	32	0,01335	0,00009	1,52
KD4	1,3	230	29	0,01335	0,00009	0,60
KD5	1,3	230	28	0,01335	0,00009	0,58
RP	1,8	230	31	0,01335	0,00009	0,88
RST	0,2	230	305	0,00333	0,00009	0,25
JSD1	5	400	540	0,00057	0,00006	0,70
APS	2,1	230	97	0,002	0,00007	0,50

Įvadinio skydo ĮSS03 įtampos nuostoliai:

Skydo pavadinimas	Apkrova, kVA	Ilgis, m	Reaktyvioji varža, $\Omega/m$	Aktyvioji varža, $\Omega/m$	Skydo pavadinimas	Įtampos nuostoliai, %
JS01	14,5	400	15	0,005	0,0001	0,43
JS02	8,5	400	30	0,005	0,0001	0,51
JS03	14,4	400	40	0,002	0,00007	0,47
JS06	19,92	400	110	0,00057	0,00006	0,57
JS08	25,5	400	250	0,00029	0,00006	0,96
JS09	46,2	400	20	0,00057	0,00006	0,24
03/01-AVS-3	1,5	230	15	0,008	0,00009	0,21
03/01-AVS-5	0,5	230	10	0,008	0,00009	0,05
PU1	0,78	400	100	0,008	0,00009	0,25
PU2	0,78	400	200	0,008	0,00009	0,49
VP1	1,7	230	10	0,008	0,00009	0,16
VP2	1,7	230	10	0,008	0,00009	0,16
VP3	1,7	230	10	0,008	0,00009	0,16
VP4	1,7	230	10	0,008	0,00009	0,16
VP5	1,7	230	10	0,008	0,00009	0,16
VP6	1,7	230	10	0,008	0,00009	0,16
ER	0,6	230	10	0,008	0,00009	0,06
AV1-1	1	400	90	0,005	0,0001	0,18
AV1-1	1	400	85	0,005	0,0001	0,17
JS04	13,5	400	30	0,005	0,0001	0,81
JS05	7	400	60	0,005	0,0001	0,84
JS07	20,5	400	180	0,0004	0,00006	0,71
AS01	5	400	10	0,005	0,0001	0,10
AS02	5	400	30	0,005	0,0001	0,30
KKS-1	1,5	230	40	0,008	0,00009	0,57
KKS-2	0,253	230	85	0,008	0,00009	0,21
KKS-3	0,235	230	150	0,008	0,00009	0,34
KL8	0,259	400	20	0,008	0,00009	0,02
E	0,272	400	404	0,008	0,00009	0,35
A	0,468	400	100	0,008	0,00009	0,15
GSC-1	0,04	230	55	0,008	0,00009	0,02
ASC-1	0,04	230	40	0,008	0,00009	0,02
KK-1	2,5	230	40	0,008	0,00009	0,95
AV1-1	1	400	90	0,005	0,0001	0,18
AV1-2	1	400	85	0,005	0,0001	0,17