

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

Donatas Dembinskas

KOGENERACINĖS JĖGAINĖS ELEKTROTECHNINĖ DALIS
Bakalauro darbas

Vadovas
doc. L. Buivis

ŠIAULIAI, 2011

SUMMARY

Dembinskas D. Combined heat and power plant electrotechnical part: Undergraduate work of electrical engineer/advisor doc. L. Buivis; Šiauliai University, Technological Faculty, Electrical Engineering Department.

Cogeneration technologically advanced of heat and electricity production. It is particularly relevant for Lithuania, because there exists a strong need for heat production, the restructuring of heat and electricity networks, is changing its legal framework, the development of market relations.

Undergraduate work is designed combined heat and power plant. Cogeneration plant will be used for alternative fuel: biogas which derived from the landfill. However, in order to improve the efficiency of cogeneration landfill gas is mixed with natural gas in certain proportion.

Combined heat and power plant is designed according to the Republic of Lithuania laws and regulations. Heat comes from cogeneration emissions into the atmosphere in summer. It was found that in order to increase the heat recovery efficiency, not only in winter but in summer, for example to be equipped with heated vegetable production complexes.

Turinys

IVADAS	6
1. TECHNINIAI – EKONOMINIAI RODIKLIAI	7
2. BIODUJŲ KOGENERACINĖS ELEKTRINĖS VEIKIMO PRINCIPAS	8
3. KOGENERATORIAUS GALIOS SKAIČIAVIMAS IR PARINKIMAS	10
Pirmojo generatoriaus gaminamos galios skaičiavimo rezultatai.....	15
4. ELEKTRINĖS SCHEMOS SUDARYMAS	16
4.1. Patalpos pavojeingumo ir schemos tipo parinkimas	16
4.2. Tinklo posistemės parinkimas	16
4.3. Skirstomųjų punktų ir srovėlaidžių išdėstymas	17
5. SAVŲJŲ REIKMIŲ GALIOS SKAIČIAVIMAS	18
5.1 Šviesotechniniai skaičiavimai.....	18
5.1.1. Minimalus patalpų apšvietumas.....	18
5.1.2. Bendrieji higienos reikalavimai	18
5.1.3. Darbinio apšvietimo skaičiavimas.....	19
5.1.4. Saugos apšvietimas.....	22
5.1.5. Evakuacinis apšvietimas.....	23
5.2. Kogeneracinės elektrinės skaičiuojamosios elektrinės galios	24
5.2.1. Generatoriaus savųjų reikmių spintos galios skaičiavimas	24
5.2.2. Bendrųjų elektros reikmių spintos galių skaičiavimas	30
5.2.3. Dujų valdymo spintos galios skaičiavimas.....	33
5.2.4. Apšvietimo skydo galios skaičiavimas.....	36
5.2.5. Kištukinių lizdų skydo galios skaičiavimas.....	40
5.2.6. Šilumos gamybos įmonės spintos galios skaičiavimas	40
6. SROVĖLAIDŽIŲ PARINKIMAS	42
6.1. Kabelių maitinančių atskirus elektros imtuvus parinkimas.....	42
6.2 Apšvietimo tinklo kabelių parinkimas.....	46
6.3 Spintų ir skydų kabelių parinkimas	47
6.4 Generatorių ir jungties su visuomeniniu tinklu kabelių parinkimas.....	49
6.5 Magistralinių šynų parinkimas	50
7. APSAUGOS APARATŲ PARINKIMAS	52
7.1. Atskirų elektros imtuvų apsaugos aparatų parinkimas	52
7.2. Apšvietimo tinklo apsaugos aparatų parinkimas	57
7.3. Spintų ir skydų apsaugos aparatų parinkimas	59
7.4. Generatorių ir įvadinio apsaugos aparatų parinkimas	60
7.5. Kontaktorių parinkimas	61
7.6. Kirtiklių parinkimas.....	63
7.7 Dažnio keitiklių parinkimas	64
8. ĮTAMPOS NUOSTOLIŲ IR NUOKRYPŲ SKAIČIAVIMAS	65
9. TRUMPOJO JUNGIMO SROVIŲ SKAIČIAVIMAS	69
10. ĮŽEMINTUVO SKAIČIAVIMAS	72
10.1. Įžemintuvo projektavimo metodika.....	72
10.2. Įžemintuvo projektavimas	73
11. TECHNINĖS SPECIFIKACIJOS	76
12. ĮRENGINIŲ IR GAMINIŲ ŽINIARAŠTIS	88
IŠVADOS IR SIŪLYMAI	92
LITERATŪRA	93

LENTELĖS

1.1 lentelė. Projektuojamo objekto elektros įrenginių ir elektros tiekimo pagrindiniai rodikliai.....	7
3.1 lentelė. Kogeneratoriaus duomenys.....	13
3.2 lentelė. Pirmojo generatoriaus gaminamos galios skaičiavimo rezultatai.....	15
3.3 lentelė. Antrojo generatoriaus gaminamos galios skaičiavimo rezultatai	15
5.1 lentelė. Patalpų plotas ir apšvietumas	19
5.2 lentelė. Patalpų apšvietumo skaičiavimo rezultatai (Relux 2010).....	22
5.3 lentelė. SRS-1 įrenginiai, elektriniai parametrai	24
5.4 lentelė. SRS-1 skaičiavimo rezultatai.....	30
5.5 lentelė. SRS-2 skaičiavimo rezultatai.....	30
5.6 lentelė. BERS įrenginiai, elektriniai parametrai.....	31
5.7 lentelė. BERS skaičiavimų rezultatai	33
5.8 lentelė. DVS įrenginiai, elektriniai parametrai.....	33
5.9 lentelė. DVS skaičiavimo rezultatai	36
5.10 lentelė. AS skydo įrenginiai.....	36
5.11 lentelė. Apšvietimo skydo skaičiuojamosios galios ir srovės	39
5.12 lentelė. KLS skaičiuojamosios galios ir srovės	40
5.13 lentelė. ŠGĮS skydo skaičiuojamosios galios ir srovė	41
6.1 lentelė. Laidininkai atskiriems elektros imtuvams	44
6.2 lentelė. Laidininkai apšvietimo tinklo grupėms	47
6.3 lentelė. Laidininkai spintoms ir skydams	48
6.4 lentelė. Generatorių ir įvado laidininkai	50
6.5 lentelė. Magistralinės šynos.....	51
7.1 lentelė. Apsaugos aparatai atskiriems elektros imtuvams	55
7.2 lentelė. Apšvietimo tinklo apsaugos aparatai	59
7.3 lentelė. Spintų ir skydų apsaugos aparatai.....	60
7.4 lentelė. Generatorių ir įvadinis apsaugos aparatai	61
7.5 lentelė. Kontaktoriai	62
7.6 lentelė. Kirtikliai.....	63
7.7 lentelė. Dažnio keitikliai oro padavimo ventiliatoriams.....	64
8.1 lentelė. Įtampų nuostoliai laidininkuose maitinančiuose tolimiausia ir galingiausia įrenginį ...	68
9.1 lentelė. Generatoriaus – transformatoriaus vienfazis trumpasis jungimas.....	70
12.1 lentelė. Elektrotechninės įrangos ir medžiagų sąrašas.....	88

PAVEIKSLAI

2.1 pav. Kogeneracinės elektrinės technologinė schema	9
3.1 pav. Panašaus tipo kogeneratoriaus nuotrauka	14
4.1 pav. Struktūrinė elektros energijos maitinimo schema.....	17
5.1 pav. Bendrųjų elektros reikmių spintą sudarančių įrenginių ir skydų schema	31
9.1 pav. Trumpo jungimo skaičiavimo schema	69
10.1 pav. Įgilintas vertikalus žemiklis.....	72
10.2 pav. Įžeminimo kontūro įrengimo planas	75

IVADAS

Pasaulyje atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimui skiriamas vis didesnis dėmesys. Tai sąlygoja šios pagrindinės priežastys – siekis didinti energijos tiekimo saugumą bei švelninti pavojingą klimato kaitą, susijusią su šiltnamio efektą skatinančių dujų emisijomis į atmosferą. Iškastinio kuro ištekliai yra riboti ir labai netolygiai pasiskirstę. Vienos šalys turi didelius jų kiekius, o kitos priverstos importuoti kurą ir tokiu būdu tampa priklausomomis nuo kurą eksportuojančių valstybių. Atsinaujinantys energijos šaltiniai – biomasė, saulės, vėjo, geoterminė bei hidroenergija yra vietiniai energijos ištekliai, todėl jų naudojimas mažina kuro importo poreikį bei didina energijos tiekimo saugumą.

Lietuva importuoja visus pagrindinius energijos išteklius: naftą, gamtines dujas, branduolinią kurą. Vietinė nafta ir vietinis kuras sudaro tik nedidelę dalį kuro energetiniame balanse. Uždarius Ignalinos atominę elektrinę, Lietuvos priklausomybė nuo importuojamo organinio kuro dar labiau išaugo. Siekiant sumažinti priklausomybę nuo importuojamo kuro bei mažinti organinio kuro įtaką aplinkai, Europos Sąjunga skatina atsinaujinančiųjų ir vietinių energijos išteklių naudojimą. Nors daugeliu atvejų atsinaujinantieji energijos ištekliai yra brangesni, labiau išsisklaidę, bet jie duoda aplinkosauginę naudą, sukuria naujų darbo vietų, skatina technologijų plėtrą.

Kaip viena iš alternatyvų iš atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimo būdų yra biodujos. Biodujos – tai dujos, susidaranti mikrobiologiniams skaidant organines medžiagas anaerobinėmis sąlygomis. Kuo palankesnės sąlygos tuo organizmai aktyvesni, greičiau auga ir dauginasi, o tuo pačiu intensyveja visas organinių medžiagų skaidymas ir didėja susidaranti dujų kiekis.

Lietuvoje kasmet susidaro apie 1 mln. tonų komunalinių atliekų. Visos šios atliekos keliauja į savartynus, kur jos paliekamos. Po kelių mėnesių šios atliekos susiguli ir jose pradeda vystis mikroorganizmai. Savartyną galima traktuoti kaip milžinišką, natūralų biodujų generatorių, kurio rezultate susidaro biodujos. Savartynų dujos, kurių sudėtyje yra apie 50% metano, natūraliomis sąlygomis migruoja per atliekų sluoksnį ir, patekdamos į atmosferą, didina šiltnamio efektą, didina šiltnamio efektą, gali būti gaisrų ir sprogimų priežastimi, kelia pavojų žmonių sveikatai, kenkia augalams. Dėl šių priežasčių Lietuvai įstojus į Europos Sąjungą ji įsipareigojo iki 2009m. liepos 16 d. uždaryti visus Europos Sąjungos reikalavimų neatitinkančius savartynus.

Darbo tikslas suprojektuoti biodujų kogeneracinės elektrinės, elektrotechninę dalį, parenkant generatorius, bei suprojektuojant kogeneracinės elektrinės vidaus elektros tinklus.

1. TECHNINIAI – EKONOMINIAI RODIKLIAI

Kogeneracinės jėgainės elektrotechninėje dalyje pateikiami generatorių gaminamos galios, imtuvų galios, apšvietimo, elektros įrangos apsaugos, skirstomųjų įranginių bei elektros įrenginių valdymo projektiniai sprendimai

Projektuojamos kogeneracinės jėgainės elektros įrenginių ir elektros tiekimo pagrindiniai rodikliai pateikti 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė

Projektuojamo objekto elektros įrenginių ir elektros tiekimo pagrindiniai rodikliai

Rodiklis	Kiekis
Patalpų bendras plotas	374,29 m ²
Energijos tiekimo patikimumo kategorija	III kategorija
Elektros tinklo įtampa	230/400 V
Generatorių aktyvioji galia	800 kW
Generatorių skaičiuojamoji srovė	1449,28 A
Transformatorius	1000 kVA
Generatorių savųjų reikmių spintų instaliuota aktyvioji galia	69,9 kW
Bendrųjų elektros reikmių spintos instaliuota galia	42,308 kW
Tame tarpe apšvietimo įrenginių instaliuota galia	5,568 kW
Tame tarpe galios tinklo instaliuota galia	36,74 kW
Bendra elektros imtuvų instaliuota galia	112,208 kW
Generatorių savųjų reikmių spintų skaičiuojamoji aktyvi galia	59,5 kW
Bendrųjų elektros reikmių spintos skaičiuojamoji aktyvi galia	42,1 kW
Bendra elektros imtuvų skaičiuojamoji aktyvi galia	101,6 kW
Generatorių savųjų reikmių spintų skaičiuojamoji pilnoji galia	67,88 kVA
Bendrųjų elektros reikmių spintos skaičiuojamoji pilnoji galia	42,14 kVA
Bendra elektros imtuvų skaičiuojamoji pilnoji galia	110,02 kVA
Generatorių savųjų reikmių spintų skaičiuojamoji srovė	98,38 A
Bendrųjų elektros reikmių spintos skaičiuojamoji srovė	61,1 A
Bendra imtuvų skaičiuojamoji srovė	159,48 A
Linijos nuo antrojo generatoriaus iki transformatoriaus trumpojo jungimo srovė	2,35 kA
Tolimiausio įrenginio įtampos kritimas galios tinkle	2,77%

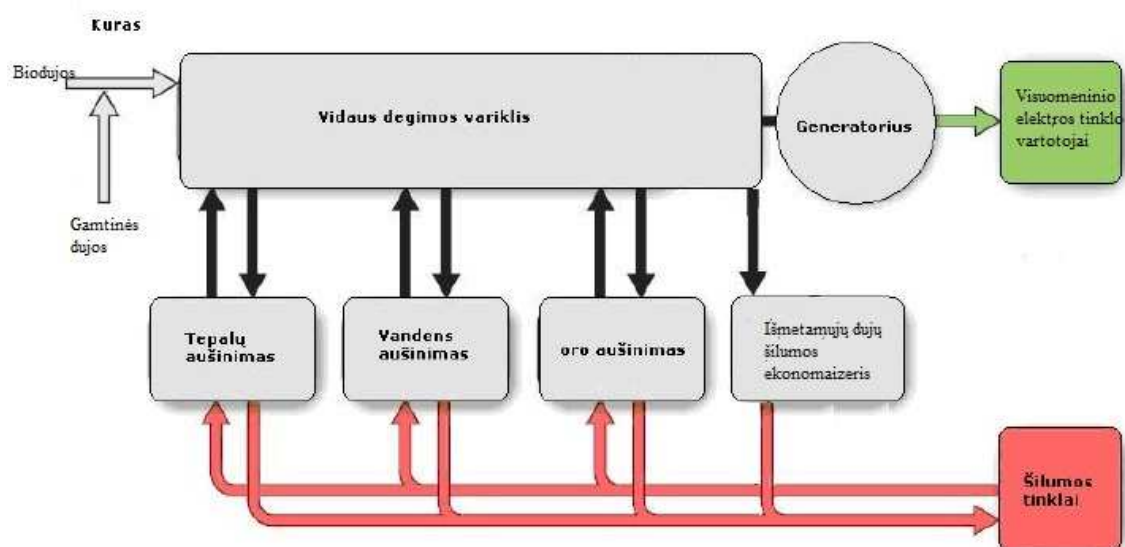
Tolensnėse dalyse yra išsamiai pateikti skaičiavimai bei pasirinkimo metodikos.

2. BIODUJŲ KOGENERACINĖS ELEKTRINĖS VEIKIMO PRINCIPAS

Kogeneracija – kombinuota šilumos energijos ir elektros energijos gamyba. Sąvartyne projektuojama dujų surinkimo sistema, dujų surinkimui suprojektuojami gręžiniai sąvartyno kaube, į šiuos gręžinius nuleidžiami specialūs vamzdžiai, kuriais dujos siurblio pagalba, pumpuojamos į kompresorinę. Kadangi, dujos, kaip ir skysčiai, tekėdami vamzdynu praranda slėgį dėl kinetinės energijos panaudojimo hidrauliniams pasipriešinimams nugalėti. Daugiausia įtakos slėgio nuostoliams turi vamzdyno sienelės šiurkštumas ir skersmuo. Tam, kad būtų palaikytas pastovus slėgis perduodant dujas tolimesniais atstumais projektuojama dujų kompresorinė. Iš kompresorinės jos patenka į vieną iš kogeneracinių įrenginių tipą, šiuo atveju – vidaus degimo variklį. Taip pat galimas biodujų ir gamtinių dujų maišymas. Šis dujų maišymas atliekamas dažniausiai pagal techninius-ekonominius skaičiavimus.

Pačios kogeneracinės elektrinės principinė schema parodyta 1.1 paveikslėlyje. Dujų mišinys, kitaip kuras, patenka į vidaus degimo variklį. Vidaus degimo variklyje („Otto“ variklyje) dujų-oro mišinys variklio cilindre uždegamas uždegimo žvakių pagalba. Deginamos dujos verčiamos į mechaninę energiją, sukančią elektros generatorių. Kuris pagamintą elektros energiją perduoda į elektros tinklus.

Dujų išmetimo sistemoje, degant dujoms variklyje, bei dirbant varikliui ir generatoriui išsiskiria šiluma. Todėl varikliui ir generatoriui reikalingas aušinimas. Aušinimas atliekamas keliais kontūrais, iš aušinamų kontūrų šiluma yra paimama ir perduodama į šilumokaitį. Galimas šilumos paėmimas iš tepalų aušinimo kontūro, vandens arba vandens-glikolio (neužšalancio skysčio) aušinimo kontūro, oro aušinimo kontūro, bei išmetamųjų dujų kontūro. Ši šiluma nuo kogeneratorių vamzdelių kontūrų nuvedama į šilumokaitį. Šilumokaityje patenkanti šiluma, jei ji tenkina numatytąją temperatūrą perduodama į pirminį šilumos kontūrą, kuris šilumą perduoda į šilumos tinklus. Jeigu šiluma yra žemesnės temperatūros, nei reikalaujama šilumos tinklų atidavimui, šis mišinys dar yra pašildomas, kol pasiekia norimą temperatūrą ir tada atiduodama šilumos tinklams. Atsiradus šilumos pertekliui, šiluma nebeperduodama į šilumos tinklus, o avarinio aušinimo kontūro pagalba ataušinama ir išmetama nepanaudota šiluma į atmosferą.



2.1 pav. Kogeneracinės elektrinės technologinė schema

3. KOGENERATORIAUS GALIOS SKAIČIAVIMAS IR PARINKIMAS

Kogeneratoriaus galiai apskaičiuoti naudojame vidutinę žemutinę dujų degimo šilumą, vidutinį dujų suvartojimą per valandą dirbant optimaliu režimu, bei kogeneracinio įrenginio naudingumo koeficientą.

Naudojantis projekto išeities duomenimis, kogeneracinės elektrinės kuras yra dviejų rūšių: biodujos ir gamtinės dujos, todėl skiriasi jų kaloringumas. Kaloringumas – žemutinė dujų degimo šiluma. Biodujų vidutinė žemutinė degimo šiluma – 4750 kcal/nm^3 . Gamtinių dujų vidutinė degimo šiluma – 8100 kcal/nm^3 . Kadangi cal yra nesimetrinis darbo ir energijos matavimo vienetas, jį paverčiame į išvestinį sistemos vienetą J (džaulį). Pasinaudoja vienetų skaičiavimo lentelę randame, kad $1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ kJ}$. Todėl biodujų vidutinė žemutinė degimo šiluma perskaičiavus į išvestinį SI sistemos vienetą yra: $4750 \text{ kcal/nm}^3 \cdot 4,184 = 19874 \text{ kJ/nm}^3$. Atitinkamus perskaičiavimus atliekame ir gamtinėms dujoms. Gamtinių dujų – $8100 \text{ kcal/nm}^3 \cdot 4,184 = 33890,4 \text{ kJ/nm}^3$.

Apskaičiuojame kogeneratoriaus galią pasinaudoję literatūroje [1] esančia 3.1 formule :

$$P_{kog} = \frac{B \cdot Q_z \cdot \eta}{3600} \quad (3.1)$$

čia P_{kog} – kogeneratoriaus galia, kW;

B – valandinis dujų debitas dirbant optimaliu režimu, nm^3/h ;

Q_z – vidutinė žemutinė dujų degimo šiluma, kJ/nm^3 ;

η – kogeneracinio įrenginio naudingumo koeficientas.

Kadangi bus naudojamas biodujų ir gamtinių dujų mišinys. Atitinkamai jo proporcijos 70% ir 30%. Gauname, kad valandinis biodujų debitas dirbant optimaliu režimu yra $120,4 \text{ nm}^3/\text{h}$, o gamtinių dujų – $30,2 \text{ nm}^3/\text{h}$.

Pasinaudoję duomenimis parenkame kogeneratorių, kurio naudingumo koeficientas 84,8%. Duomenis surašome į 3.1 formulę, kadangi naudojamas dujų mišinys kogeneratoriaus galią skaičiuojame kiekvienam dujų tipui atskirai, apskaičiavę galias jas sudedame ir gauname bendrąją kogeneratoriaus galią.

Kogeneratoriaus galia naudojant 70% biodujų:

$$P_{kog.B} = \frac{B \cdot Q_z \cdot \eta}{3600} = \frac{120,4 \cdot 19874 \cdot 0,848}{3600} = \frac{2029119,5008}{3600} = 563,64 \text{ kW}$$

Kogeneratoriaus galia naudojant 30% gamtinių dujų:

$$P_{kog.G} = \frac{B \cdot Q_z \cdot \eta}{3600} = \frac{30,2 \cdot 33890,4 \cdot 0,848}{3600} = \frac{867919,59}{3600} = 241,1kW$$

Bendra dujų mišinio kogeneratoriaus galia randama pagal literatūroje esančią [2] 3.2 formulę:

$$P_{kog.bendra} = P_{kog.B} + P_{kog.G} \quad (3.2)$$

čia $P_{kog.bendra}$ – bendra kogeneratoriaus galia naudojant dujų mišinį, kW;

$P_{kog.B}$ – kogeneratoriaus galia naudojant 70% biodujų, kW;

$P_{kog.G}$ – kogeneratoriaus galia naudojant 30% gamtinių dujų, kW.

$$P_{kog.bendra} = P_{kog.B} + P_{kog.G} = 563,64 + 241,1 = 804,704kW$$

Gauname benrąją kogeneratoriaus galia, ją sudaro šiluminė ir elektrinė galia, pagal 3.3 formulę randame kogeneratoriaus elektrinę galią [2].

$$P_{el} = \frac{P_{kog.bendra}}{\eta} \cdot \eta_{el} \quad (3.3)$$

čia P_{el} – kogeneratoriaus elektrinė galia, kW;

η_{el} – elektros gamybos naudingumo koeficientas.

Pagal kogeneratoriaus duomenis jo elektros gamybos naudingumo koeficientas yra 42,5%, pagal šiuos duomenimis apskaičiuojama kogeneratoriaus elektrinė galia:

$$P_{el} = \frac{P_{kog.bendra}}{\eta} \cdot \eta_{el} = \frac{804,704}{0,848} \cdot 0,425 = 403,3kW$$

Pagal 3.4 formulę randame kogeneratoriaus šiluminę galią [2].

$$P_{\text{šil}} = \frac{P_{\text{kog.bendra}}}{\eta} \cdot \eta_{\text{šil}} \quad (3.4)$$

čia $P_{\text{šil}}$ – kogeneratoriaus šiluminė galia, kW;

$\eta_{\text{šil}}$ – šiluminis kogeneracinio įrenginio naudingumo koeficientas.

Pagal pateiktus kogeneratoriaus duomenis, jo šiluminis naudingumo koeficientas 42,3%, randame kogeneratoriaus šiluminę galią:

$$P_{\text{šil}} = \frac{P_{\text{kog.bendra}}}{\eta} \cdot \eta_{\text{šil}} = \frac{804,704}{0,848} \cdot 0,423 = 401,4 \text{ kW}$$

Pasinaudojus šiais duomenimis galime apskaičiuoti kiek elektros ir šilumos energijos kogeneratorius pagamins per metus dirbdamas 365 dienas per metus ir 24 valandas per dieną, apskaičiuojamas kogeneratoriaus elektros energijos kiekis, užduoti duomenys įrašomi į 3.5 formulę [2]:

$$E_{\text{el}} = P_{\text{el}} \cdot i \quad (3.5)$$

čia E_{el} – elektros energijos kiekis, kWh;

i – kogeneratoriaus darbo laikas, h.

$$E_{\text{el}} = P_{\text{el}} \cdot i = 403,3 \cdot 8760 = 3532908 \text{ kWh} = 3,532908 \text{ GWh}$$

Apskaičiuojame šiluminę kogeneratoriaus galią per metus jam dirbant 365 dienas per metus ir 24 valandas per dieną, naudojama 3.6 formulė [2]:

$$E_{\text{šil}} = P_{\text{šil}} \cdot i \quad (3.6)$$

čia $E_{\text{šil}}$ – elektros energijos kiekis, kWh

$$E_{\text{šil}} = P_{\text{šil}} \cdot i = 401,4 \cdot 8760 = 3516264 \text{ kWh} = 3,516264 \text{ GWh}$$

Pagal gautus duomenis matome, kad kogeneratoriaus elektrinė iš šiluminę galios per metus siekia apytiksliai po 3,5GWh energijos.

Projektuojami 2 identiški kogeneratoriai, todėl jų elektrinė ir šiluminė galia vienodos. Bendra kogeneracinės elektrinės elektrinė galia $P_{el} = 806,6kW$, šiluminė galia $P_{sil} = 802,8kW$. Kogeneracinė elektrinė per metus dirbant 24 valandas per dieną pagamins apytiksliai 7GWh elektros energijos ir tiek pat šiluminės energijos.

Vieno kogeneratoriaus duomenys pateikti 3.1 lentelėje:

3.1 lentelė

Kogeneratoriaus duomenys

Variklis		
Variklio tipas		TCG 2016 V08 C
Variklio galia	kW	415
Greitis	aps/min	1500
Vidutinis slėgis	bar	19
Išmetamųjų dujų temperatūra	°C	442
Kuro tipas		Sąvartynų dujos
Generatorius		
Generatoriaus naudingumo koeficientas	%	96,5
Galios koeficientas		0,8..1
Dažnis	Hz	50
Nominali įtampa	400/231	V
Nominali srovė	A	577
Svoris	kg	4750
Kokybės klasė		G 2
Energijos balansas		
Elektrinė galia	kW	400
Šiluminė galia	kW	398
Elektrinis naudingumo koeficientas	%	42,5
Šiluminis naudingumo koeficientas	%	42,3
Bendras naudingumo koeficientas	%	84,8



3.1 pav. Panašaus tipo kogeneratoriaus nuotrauka

Apskaičiuojame generatoriaus aktyviąją, reaktyviąją bei pilnąją skaičiuojamąsias galias bei skaičiuojamąją srovę. Generatoriaus gaminama aktyvioji nominali galia $P_{Ngen.} = 400kW$. Generatoriaus $\cos\varphi$ gali būti reguliuojamas nuo 0,8 iki 1. Generatoriaus galios koeficientas gali būti ir $\cos\varphi = 0,8$. Skaičiuojame generatoriaus skaičiuojamąsias galias.

Skaičiuojame generatoriaus skaičiuojamąsias aktyviąją ir reaktyviąją galias:

$$P_{sk.gen.} = P_{Ngen.} = 400kW$$

$$Q_{sk.gen.} = P_{Ngen.} \cdot \tan\varphi = 400 \cdot 0,75 = 300k \text{ var}$$

Skaičiuojame generatoriaus skaičiuojamąją pilnąją galią:

$$S_{sk.gen.} = \sqrt{(P_{sk.gen.})^2 + (Q_{sk.gen.})^2} = \sqrt{(400)^2 + (300)^2} = 500kVA$$

Skaičiuojame generatoriaus skaičiuojamąją srovę:

$$I_{sk.gen.} = \frac{S_{sk.gen.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = \frac{500}{0,69} = 724,64A$$

Gautus rezultatus pateikiame 3.2 lentelėje:

3.2 lentelė

Pirmojo generatoriaus gaminamos galios skaičiavimo rezultatai

Vidutinis naudojimo koeficientas, $K_{n.vid.}$	Efektyvusis imtuvų skaičius, n_e	Maksimumo koeficientas, K_m	Skaičiuojamosios galios			Skaičiuojamoji srovė I_{sk} , A
			Aktyvioji P_{sk} , kW	Reaktyvioji Q_{sk} , kvar	Pilnoji S_{sk} , kVA	
Pirmas generatorius						
–	1	–	400	300	500	724,64

Kadangi abu generatoriai visiškai panašūs savo parametrais, tai antrojo generatoriaus gaminamos galios skaičiavimo rezultatus pateikiame 3.3 lentelėje, šie rezultatai yra visiškai vienodi:

3.3 lentelė

Antrojo generatoriaus gaminamos galios skaičiavimo rezultatai

Vidutinis naudojimo koeficientas, $K_{n.vid.}$	Efektyvusis imtuvų skaičius, n_e	Maksimumo koeficientas, K_m	Skaičiuojamosios galios			Skaičiuojamoji srovė I_{sk} , A
			Aktyvioji P_{sk} , kW	Reaktyvioji Q_{sk} , kvar	Pilnoji S_{sk} , kVA	
Antras generatorius						
–	1	–	400	300	500	724,64

4. ELEKTRINĖS SCHEMOS SUDARYMAS

4.1. Patalpos pavojingumo ir schemos tipo parinkimas

Katilinės, kurioje numatoma įrengti kogeneracinę elektrinę, patalpa pagal sprogo ir gaisro pavojų „D_g“ kategorijos, kuri nurodoma gaisrinės saugos pagrindiniuose reikalavimuose [3]. Ši kategorija apibūdinama pagal medžiagas, esančias patalpoje ar naudojamas technologiniame procese. Patalpa priskiriama D_g kategorijai, nes joje naudojamos degios dujos, skysčiai ir kietosios medžiagos, kurios naudojamos kaip kuras arba sunaikinamos deginant.

Pasirenkame mišrią elektros tinklo schemą. Nuo maitinimo šaltinio nuvedamos linijos, kurios maitina spintas, šios savo ruožtu maitina pavienius elektros įrenginius arba skydus. Skydai maitina pavienius elektros įrenginius. Mišri schemos užtikrina didelį elektros tiekimo patikimumą, nes sugedus vienam ar keliems įrenginiams kiti toliau veikia, tačiau kur yra sujungti keli skirstomieji punktai nuosekliai, sugedus magistralei yra atjungiami visi iš jos maitinami vartotojai.

4.2. Tinklo posistemės parinkimas

Parenkame TN-C-S tinklo posistemę. TN-C-S – modifikuotas TN-C tinklas, kurio kažkurioje dalyje PEN laidas yra perskiriamas į du nepriklausomus laidus PE ir N, kurie likusioje tinklo dalyje negali būti vėl sujungiami ir turi būti montuojami pagal TN-S tinklo reikalavimus. EIT [4] nustatyta, kad N laidas turi turėti tokią pačią izoliaciją, kaip ir faziniai laidai. PEN laido perskyrimo į PE ir N laidus vietoje reikia montuoti kartotinį ar atskirą žemėjimo įrenginį.

PEN laidas čia dažniausiai naudojamas tik skirstomajame tinkle. Kai kuriose šalyse toks perskyrimas reglamentuojamas PEN laido skersmens dydžiu, kitur – vieta. Paprastai toks perskyrimas rekomenduojamas vartotojo įvade, gali būti sėkmingai atliekamas jėgos paskirstymo įrenginiuose, apšvietimo skydeliuose ar kituose skirstymo įrenginiuose. Tačiau kartais, ypatingai senuose statiniuose, kai nėra tokių galimybių šį atskyrimą leidžiama atlikti artimiausioje paskirstymo dėžutėje.

TN-C dalies PEN laidas turėtų būti jungiamas, prie atskiros skirstomojo įrenginio varžto (arba šynos vadinamos „nuline“), prie kurio turi būti jungiamas žemėjimas ir gali būti jungiamas ne daugiau kaip vienas PE laidas, toliau nueinantis N laidas turi būti jungiamas prie atskiros skirstomojo įrenginio varžto. Kaip ir TN-C tinkle, laidžios konstrukcijos negali atlikti PE laido vaidmenį. Tokie reikalavimai siekia užtikrinti reikiamą įrenginių eksploatavimo saugumą.

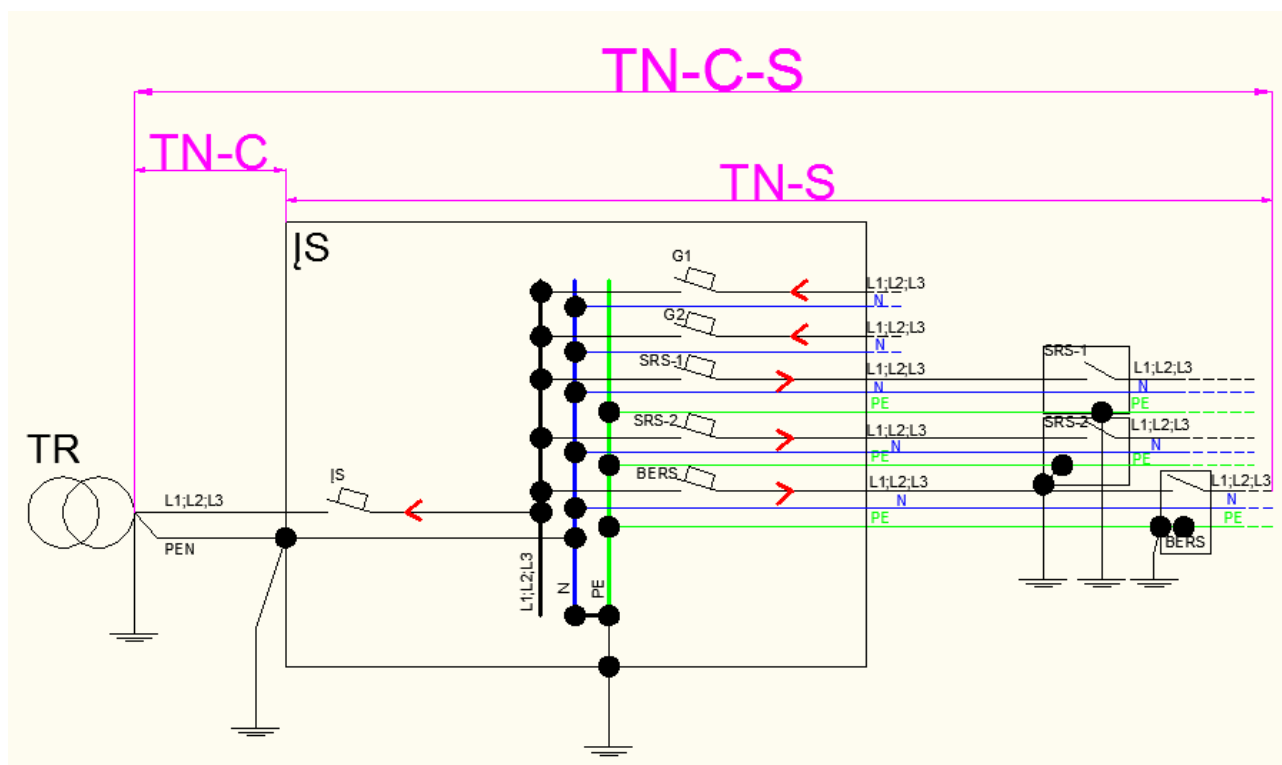
Kai kuriose šalyse N laido kartotinis žemėjimas ar sujungimas su PE laidu apkrovos pusėje tam tikrais atvejais numatomas, ir tokio sujungimo vieta vertinama kaip naujas maitinimo tinklas.

Nenorint išskirti atskirų šių sistemų savybių, literatūroje jos dažnai vadinamos bendru pavadinimu - TN tinklas.

4.3. Skirstomųjų punktų ir srovėlaidžių išdėstymas

Katilinėje, priskiriama atskira patalpa spintams ir skydams. Šioje patalpoje esančias spintas: ĮS – įvadinė spinta, SRS-1 – savųjų reikmių spinta 1, SRS-2 – savųjų reikmių spinta 2, BERS – bendrųjų elektros reikmių spinta. Bendrųjų elektros reikmių spintą dar sudaro AS – apšvietimo skydas, KLS – kištukinių lizdų skydas, ŠGĮS – šilumos gamybos įmonės spinta, DVS – dujų valdymo spinta. Iš bendrųjų elektros reikmių spintos išsišakojantys skydai maitinami kabeliais. Generatoriai Prijungiami prie ĮS spintos per automatinis jungiklius.

Kabėliai klojami kabelinėse kopetėlėse. Generatorių ir jungties su visuomeniniais tinklais kabėliai, klojami dviem aukštais einančiomis kopetėlėmis. Atitinkamai po 4 kabėlius kiekvienose kopetėlėse. Kabėliai einantys kopetėlėse praretinami ir paliekamas tam tikras atstumas nuo šalia einančio kabėlio. Įrenginius maitinantys kabėliai klojami taip pat kabelinėse kopetėlėse, prie įrenginių privedami kabelinėmis kopetėlėmis, arba PVC vamzdžiais. Kopetėlėse kabėliai klojami po kelis viename juos pritvirtinus prie jų. Kopetėlėmis ar vamzdžiu kabėliai prie įrenginio privedami po vieną. Įvertinę šių kabėlių paklojimo būdą teigiame, kad dalis kabėlių atstumo pakloti atvirai ir žymime i mažąja rade, o kita dalis pakloti vamzdžiuose ir žymime v mažąja raide. Lauke iki aušyklių kabėliai klojami uždeguose perforuotuose loviuose.



4.1 pav. Struktūrinė elektros energijos maitinimo schema

5. SAVŲJŲ REIKMIŲ GALIOS SKAIČIAVIMAS

5.1 Šviesotechniniai skaičiavimai

5.1.1. Minimalus patalpų apšviestumas

Racionalus kabinetų, laboratorijų, pramonės įmonių cechų, statybos aikštelių, kelių, parkų ir kitų teritorijų apšvietimas yra labai svarbus darbo ir poilsio faktorius.

Šviesa veikia ne tik žmogaus regos organus, bet ir bendrą jų psichinę būseną, darbingumą. Tinkamai parinkus apšvietimą darbo našumas padidėja 10 – 20 %. Tinkamos apšvietos reikšmė ypač padidėja plečiantis gamybos automatizavimui bei kompiuterizavimui, kai operatoriui tenka ilgą laiką stebėti monitoriaus ekraną.

Parenkant minimalų atitinkamų patalpų apšviestumą remtasi LIETUVOS HIGIENOS NORMA HN 98:2000 [5].

1. Ši higienos norma reglamentuoja natūralaus ir dirbtinio apšvietimo apšvietos mažiausias ribines vertes darbo vietose bei apšvietos matavimo bendruosius reikalavimus.
2. Ši higienos norma taikoma įrengiant ir įvertinant darbo patalpų ir darbo vietų natūralų, dirbtinį ir mišrų apšvietimą.
3. Šia higienos norma turi vadovautis juridiniai ir fiziniai asmenys:
 - a) projektuojantys, įrengiantys naujas ir naudojančios darbo vietas ir patalpas;
 - b) kontroliuojantys darbo sąlygas ir apšvietimo kokybę bei poveikį dirbančiųjų sveikatai.
4. Į šios higienos normos reikalavimus turi būti atsižvelgta rengiant norminius dokumentus, susijusius su darbo vietų ir darbo patalpų natūraliu ir dirbtiniu apšvietimu.
5. Ši higienos norma netaikoma:
 - a) požeminių kasinėjimų apšvietimui;
 - b) jūrų ir upių uostų, oro uostų, geležinkelio stočių ir jų kelių apšvietimui;
 - c) žemės ūkio produktų saugojimo patalpų, augalų, gyvulių ir paukščių laikymo ir auginimo patalpų apšvietimui bei specialioms saugos apšvietimo sistemoms.

5.1.2. Bendrieji higienos reikalavimai

Pagal galiojančius teisės aktus turi būti atliktas darbo vietų higieninis įvertinimas. Darbo patalpų ir darbo vietų natūralaus ir dirbtinio apšvietimo išmatuotos apšvietos vertės turi būti ne mažesnės kaip natūralaus ir dirbtinio apšvietimo mažiausios apšvietos ribinės vertės.

Patalpų vidutinio apšviestumo duomenys pateikti 5.1 lentelėje.

Patalpų plotas ir apšvietumas

Patalpos numeris plane	Pastato patalpos	Patalpos plotas m ²	Vidutinis apšvietumas E _{vid.} , lx
1	Transformatorinė ir skirtykla	30,75	200
2	Operatoriaus kambarys ir skydinė	18,84	200
3	Elektros įvado patalpa	16,5	200
4	Kogeneracinė elektrinė	291,6	300
5	Pirmo kogeneratoriaus konteineris	8,3	150
6	Antro kogeneratoriaus konteineris	8,3	150

5.1.3. Darbinio apšvietimo skaičiavimas

Skaičiuodami patalpų apšvietumą, nustatome šviesos šaltinių skaičių, galingumą, taip pat atsižvelgiame ir į apšvietimo kokybės reikalavimus. Projektuojant apšvietimą, reikia turėti galvoje, kad eksploatacijos metu apšvietimas kinta – dulkės, garai, patalpoje esantys nešvarumai, kurie nusėda ant šviestuvų po ilgesnio laiko ir kt. Skaičiuojamas horizontalaus paviršiaus apšvietimas.

Patalpų apšvietumas parenkamas pagal veiklos pobūdį, kurį nusako atliekamų darbų pobūdis, fonas bei objekto dydis, objekto ir fono kontrastas.

Apšvietimo tinklų ypatumai, lyginant su elektros imtuvų jėgos tinklais, pasireiškia tuo, kad apšvietimo tinklai yra ilgesni, jų galingumai nedideli.

Kogeneracinės elektrinės patalpoms parenkame bendrą apšvietimą liuminescencinėmis lempomis. Kaip apšvietimo skaičiavimo pavyzdį pateikiame transformatorinės ir skirstyklos patalpą (Nr.1).

Apšvietimo skaičiavimą atliekame remiantis šviesos srauto panaudojimo koeficiento metodu. Apskaičiuojame transformatorinės ir skirstyklos patalpos bendrąjį apšvietimą dujinio išlydžio lempomis.

Patalpos ilgis: $A = 7,15\text{m}$; plotis $B = 4,3\text{m}$; aukštis $H = 7\text{m}$; darbo paviršiaus aukštis $h_d = 0\text{m}$

1. Pagal 4.1 lentelės duomenis vidutinė apšvieta transformatorinei ir skirstyklai $E_{\text{vid.}} = 200\text{lx}$;

2. Atsižvelgdami į patalpą parenkame sienų, lubų, darbo paviršiaus atspindžio koeficientus:

$$\rho_l = 0,7; \quad \rho_s = 0,5; \quad \rho_d = 0,2;$$

3. Parenkame šviestuvo tipą:

TFW258Z 2/58

Pasirinktam šviestuvui iš lentelių parenkame lempas. Šviestuvui skirtos vamzdelinis liuminescencinės dujinio išlydžio lempos TRIPH 58, kurių spalvų atkūrimo indeksas $R_a=90..100$. Spalvinė temperatūra 4000K. Lempos sukuriama šviesos srautas $\Phi_0=5200$ lm.

4. Randame šviestuvų pakabinimo aukštį pasinaudoję literatūra [6].

$$h = H - h_s - h_d ; \quad (5.1)$$

čia: H – patalpos aukštis, m;
 h_s – atstumas nuo šviestuvo iki lubų, m;
 h_d – darbo vietos aukštis, m.

Surašome duomenis į 5.1 formulę ir apskaičiuojame šviestuvų pakabinimo aukštį:

$$h = H - h_s - h_d = 7 - 4 - 0 = 3m$$

5. Randame patalpos indeksą [6]:

$$R_i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} ; \quad (5.2)$$

čia: R_i – patalpos indeksas;
 A – patalpos ilgis, m;
 B – patalpos plotis, m;
 h – patalpos aukštis, m.

Patalpos duomenis surašome į 5.2 formulę:

$$R_i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{7,15 \cdot 4,3}{3 \cdot (7,15 + 4,3)} = 0,89$$

6. Iš lentelės parenkame šviesos srauto panaudojimo koeficientą: $\eta = 44,8\%$;

7. Iš žinyno randame atsargos koeficientą: $K_a = 1,5$;

8. Parenkame netolygumo koeficientą: $Z = 1,15$;

9. Parenkame patalpos priežiūros koeficientą: $K_p = 0,57$

10. Randame bendrą šviestuvų skaičių [6]:

$$N = \frac{E_{vid.} \cdot S \cdot Z \cdot K_a}{\Phi_0 \cdot n \cdot \eta \cdot K_p}; \quad (5.3)$$

čia $E_{vid.}$ – vidutinė apšvieta, lx;
 S – patalpos plotas, m²;
 Z – apšvietumo netolygumo koeficientas;
 Φ_0 – pradinis lempos šviesos srautas, lm
 n – lempų skaičius šviestuve;
 K_a – atsargos koeficientas;
 K_p – patalpos priežiūros koeficientas.

Surašome turimus duomenis į 5.3 formulę:

$$N = \frac{E_{vid.} \cdot S \cdot Z \cdot K_a}{\Phi_0 \cdot n \cdot \eta \cdot K_p} = \frac{200 \cdot 30,75 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{5200 \cdot 2 \cdot 0,448 \cdot 0,57} = 3,99;$$

Suapvaliname ir gauname 4 šviestuvus. Išdėlioti šviestuvus pasirenkame Programą Relux 2010, kuri parenka tinkamiausią šviestuvų išdėliojimą patalpoje.

Apšvietimo skaičiavimą patikriname programa Relux 2010. Ši programa skirta vidaus patalpų, lauko teritorijų, gatvių, fasadų apšvietimui skaičiuoti, modeliuoti bei projektuoti. Kompiuterinės programos Relux 2010 pagalba nustatome šviestuvų skaičių ir išdėstymą šioms patalpoms: transformatorinė ir skirtykla, operatoriaus kambarys ir skydinė, elektros įvado patalpa, kogeneracinė elektrinė, pirmo kogeneratoriaus konteineris, antro kogeneratoriaus konteineris. Į skaičiavimą įtraukiami patalpos matmenys, šviestuvų montavimo aukštis, darbinio paviršiaus aukštis, lempos duomenys ir patalpos priežiūros koeficientas.

Skaičiavimus kitoms patalpoms atliekame panaudojant programą Relux 2010, kadangi šios programos skaičiavimo rezultatai gaunami labai artimi tiems, kurie gaunami skaičiuojant šviesos srauto panaudojimo metodu. Visų patalpų skaičiavimų rezultatai pateikti 5.2 lentelėje.

Sprogiuose patalpos vietose montuojami sprogimui atsparūs šviestuvai, apšvietimo tinklo plane jie pažymėti Ex raidėmis.

Patalpų apšvietumo skaičiavimo rezultatai (Relux 2010)

Patalpos pavadinimas	Vidutinė apšvieta $E_{vid.}$, lx	Šviestuvų montavimo aukštis h, m	Šviestuvų skaičius N, vnt.	Lempų skaičius n, vnt	Lempos tipas	Šviestuvo tipas	Bendra šviestuvų galia, P_n , kW
1	2	3	4	5	6	7	8
Transformatorinė ir skirtykla	207	3	4	8	T8 58W	TFW258Z	0,464
Operatoriaus kambarys ir skydinė	248	3	2	4	T8 58W	NEWLUX R	0,232
Elektros įvado patalpa	272	3	2	4	T8 58W	NEWLUX R	0,232
Kogeneracinė elektrinė	305	4	38	76	T8 58W	TFW258Z	4,408
Pirmo kogeneratoriaus konteineris	168	2,8	1	2	T8 58W	IKE 258- ETRC	0,116
Antro kogeneratoriaus konteineris	168	2,8	1	2	T8 58W	IKE 258- ETRC	0,116
Iš viso:							5,568

5.1.4. Saugos apšvietimas

Saugos apšvietimas turi sudaryti ne mažiau 5 % darbinio apšvietimo, bet ne mažiau 2 liuksų apšvietos. Minimali saugos apšvietimo trukmė turi būti pakankama užbaigti darbus ir pasišalinti iš patalpos. Saugos apšvietimas turi įsijungti momentaliai arba ne vėliau kaip po 0,5 sekundžių. Skaičiuodami saugos apšvietimą neįvertinami atspindžiai nuo lubų ir sienų.

Saugos apšvietimas turi būti įrengiamas (naudojamas) tose patalpose, kuriose net trumpalaikis apšvietimo išjungimas gali:

- Kelti grėsmę žmonių sveikatai ir gyvybei,
- Sukelti sprogimą bei gaisrą,
- Sutrikdyti sudėtingą technologinį procesą ir sukelti didelius materialinius nuostolius bei pavojų aplinkai.

Saugos apšvietimui naudojame tuos pačius darbinio apšvietimo šviestuvus. Esant pagrindiniam maitinimo šaltiniui šie šviestuvai šviečia kartu su darbinio apšvietimo šviestuvais, atsijungus pagrindiniam maitinimo šaltiniui šviestuvai maitinami iš juose įmontuotų akumuliatoriaus baterijų. Reikalingą apšvietą saugos apšvietimui randame pagal 5.4 formulę ją paimame iš literatūros[7]:

$$E_{saug.} = E_{vid.darb.} \cdot 0,05; \quad (5.4)$$

čia $E_{vid.saug.}$ – saugos apšvietimui reikalinga apšvieta, lx;

$E_{vid.darb.}$ – darbinio apšvietimo vidutinė apšvieta, lx.

Skaičiuojame transformatorinės ir skirstyklos saugos apšvietimą. Pasinaudojame 5.1 lentelės duomenimis ir juos surašome į 5.4 formulę:

$$E_{vid.saug.} = 200 \cdot 0,05 = 10lx$$

Visų patalpų saugos apšvietimo skaičiavimai atliekami pagal 5.4 formulę.

Saugos apšvietimą užtikrina šviestuvuose sumontuoti akumuliatoriai kurių veikimo laikas 1-3 val. Apšvietimo tinklo plane jie pažymėti A raide. Jų išdėstymas pasirinktas naudojantis Relux 2010 programa.

5.1.5. Evakuacinis apšvietimas

Evakuacinio apšvietimo šviestuvai sumontuoti:

- Prie kiekvienų durų, per kurias išeinama į evakuacinius kelius avarijų atvejais;
- Kiekvieno evakuacijos kelių šakojimosi vietoje;
- Visose išėjimo iš evakuacijos kelių į lauką vietose;
- Elektros skydinėje;
- Transformatorinėje ir skirstykloje;
- Patalpoje didesnėje nei 60 m².

Evakuacinis apšvietimas sumontuotas pagal evakuacinį planą. Evakuacinis planas suderintas su priešgaisrine tarnyba.

5.2. Kogeneracinės elektrinės skaičiuojamosios elektrinės galios

5.2.1. Generatoriaus savųjų reikmių spintos galios skaičiavimas

Sudarytoje elektrinėje schemoje savųjų reikmių spintai (SRS-1) priklausantys įrenginiai. Savųjų reikmių spintą sudarantys įrenginiai bei jų pagrindiniai duomenys pateikti 5.3 lentelėje. Pagal šiuos duomenis skaičiuojamos savųjų reikmių spintos 1 skaičiuojamosios galios. Skaičiavimų rezultatai pateikti 5.4 lentelėje.

5.3 lentelė

SRS-1 įrenginiai, elektriniai parametrai

SRS-1					
Pavadinimas	P_n , kW	U_n , kV	I_p/I_n	$\cos\varphi$	η , %
SiurbLIAI					
Dujų mišinio aušinimo kontūro siurblys	1,1	0,4	6	0,79	76
Termofikato kontūro siurblys	4	0,4	7	0,83	85
Variklio aušinimo kontūro siurblys	4	0,4	7	0,83	85
Avarinio aušinimo kontūro siurblys	4	0,4	7	0,83	85
Cirkuliacinis tepalo siurblys	0,37	0,4	5,2	0,76	69
Ventiliatoriai					
Oro padavimo ventiliatorius	3	0,4	7	0,83	82,5
Dujų mišinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius	0,8	0,4	6	0,74	74
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 1	3	0,4	7	0,83	82,5
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 2	3	0,4	7	0,83	82,5
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 3	3	0,4	7	0,83	82,5
Šildytuvai					
Variklio aušinimo kontūro pašildytuvas 1 (min temp. palaikymui)	3	0,4	–	1	95
Variklio aušinimo kontūro pašildytuvas 2 (min temp. palaikymui)	3	0,4	–	1	95

5.3 lentelės tęsinys kitame puslapyje

5.3 lentelės tęsinys

Pavadinimas	P_n , kW	U_n , kV	I_p/I_n	$\cos\varphi$	η , %
Kiti įrenginiai					
Signalinių įrenginių maitinimas	1,4	0,4	–	1	91
Maitinimas starteriui	1	0,23	–	1	90
Tepalo padavimo solenoidinis vožtuvas 1	0,11	0,23	–	0,95	95
Tepalo padavimo solenoidinis vožtuvas 2	0,11	0,23	–	0,95	95
Dujų mišinio aušinimo kontūro trieigis vožtuvas su pavara	0,02	0,23	–	0,95	95
Avarinio aušinimo kontūro trieigis vožtuvas su pavara	0,02	0,23	–	0,95	95
Termofikato kontūro trieigis vožtuvas su pavara	0,02	0,23	–	0,95	95

Įrenginiai suskirstyti pagal privalomą elektrinės darbo procesą. Jie sugrupuoti taip: siurbiai, ventiliatoriai, šildytuvai ir kiti įrenginiai. Sumuojamos suskirstytų įrenginių nominalios aktyviosios galios.

Sudedamos siurblių aktyviosios nominalios galios:

$$\sum P_{Nsiurb.} = P_{n1siurb.} + P_{n2siurb.} + P_{n3siurb.} + P_{n4siurb.} + P_{n5siurb.} = 1,1 + 4 + 4 + 4 + 0,37 = 13,47kW$$

Sudedamos ventiliatorių aktyviosios nominalios galios:

$$\sum P_{Nvent.} = P_{n1vent.} + P_{n2vent.} + P_{n3vent.} + P_{n4vent.} + P_{n5vent.} = 3 + 0,8 + 3 + 3 + 3 = 12,8kW$$

Sudedamos šildytuvų aktyviosios nominalios galios:

$$\sum P_{Nšild.} = P_{n1šild.} + P_{n2šild.} = 3 + 3 = 6kW$$

Sudedamos kitų įrenginių aktyviosios nominalios galios:

$$\begin{aligned} \sum P_{Nkiti.ireng.} &= P_{n1signal.ireng.m.} + P_{n2start.m.} + P_{n3sol.vožt.} + P_{n4sol.vožt.} + P_{n5pa\ var\ a} + P_{n6pa\ var\ a} + P_{n7pa\ var\ a} + = \\ &= 1,4 + 1 + 0,11 + 0,11 + 0,02 + 0,02 + 0,02 = 2,68kW \end{aligned}$$

Skaiciuojamos įrenginių grupės vidutinės aktyviosios galios. Vidutinėms aktyviosioms galioms skaičiuoti įvedamas naudojimo koeficientas, K_n – grupės imtuvų aktyvios galios naudojimo koeficientas. Jis randamas žinyne [8]. Pagal 5.5 formulę skaičiuojamos aktyviosios vidutinės įrenginių galios, formulė paimta iš literatūros [8]:

$$P_{vid.} = K_n \cdot \sum P_N ; \quad (5.5)$$

čia $P_{vid.}$ – elektrinio įrenginio vidutinė aktyvioji galia, kW;

K_n – grupės įrenginių aktyviosios galios naudojimo koeficientas;

$\sum P_N$ – aktyviųjų nominalų galių suma, kW.

Pagal 5.6 formulę [8] skaičiuojama vidutinė reaktyvioji galia:

$$Q_{vid.} = P_{vid.} \cdot tg\varphi; \quad (5.6)$$

čia $Q_{vid.}$ – elektrinio įrenginio vidutinė reaktyvioji galia, kvar;

$tg\varphi$ – galios koeficientas.

SiurbLIAI:

Pasinaudojame 5.5 formule, skaičiuojame siurblių vidutinę aktyviąją galią. Priimame, kad siurbLIAI visada dirbs vienoda maksimalia apkrova, jų technologinis procesas nebus valdomas ar be reikalo stabdomas, todėl grupės aktyviosios galios naudojimo koeficientas $K_n = 1$:

$$P_{vid.siurb.} = K_n \cdot \sum P_{Nsiurb.} = 1 \cdot 13,47 = 13,47kW$$

Skaičiuojame siurblių vidutinę reaktyviąją galią pagal 5.6 formulę:

$$Q_{vid.siurb.} = P_{vid.siurb.} \cdot tg\varphi = 13,47 \cdot 0,75 = 10,1k \text{ var}$$

Ventiliatoriai:

Pasinaudojame 5.5 formule, skaičiuojame ventiliatorių vidutinę aktyviąją galią. Ventiliatoriai bus valdomi dažnio keitikliais, todėl pasinaudoję žinyne priimame, kad grupės aktyviosios galios naudojimo koeficientas $K_n = 0,65$.

$$P_{vid.vent.} = K_n \cdot \sum P_{Nvent.} = 0,65 \cdot 12,8 = 8,32kW$$

Skaičiuojame ventiliatorių vidutinę reaktyviąją galią pagal 5.6 formulę.

$$Q_{vid.vent.} = P_{vid.vent.} \cdot tg\varphi = 8,32 \cdot 0,75 = 6,24k \text{ var}$$

Šildytuvai:

Pasinaudojame 5.5 formule, skaičiuojame šildytuvų vidutinę aktyviąją galią. Šildytuvai dirbs ne visada vienoda apkrova, todėl priimame grupės aktyviosios galios naudojimo koeficientą $K_n = 0,6$.

$$P_{vid.šild.} = K_n \cdot \sum P_{Nšild.} = 0,6 \cdot 6 = 3,6kW$$

Skaičiuojame šildytuvų vidutinę reaktyviąją galią pagal 5.6 formulę.

$$Q_{vid.šild.} = P_{vid.šild.} \cdot tg\varphi = 3,6 \cdot 0 = 0k \text{ var}$$

Kiti įrenginiai:

Pasinaudojame 5.5 formule, skaičiuojame kitų įrenginių vidutinę aktyviąją galią. Kitų įrenginių naudojimo koeficientą priimame $K_n = 0,9$.

$$P_{vid.kiti.ireng.} = K_n \cdot \sum P_{Nkiti.ireng.} = 0,9 \cdot 2,68 = 2,41kW$$

$$Q_{vid.kiti.ireng.} = P_{vid.kiti.ireng.} \cdot tg\varphi = 2,41 \cdot 0 = 0k \text{ var}$$

Susumuojame vidutines aktyviasias ir reaktyviasias apkrovas:

$$\begin{aligned} \sum P_{vid.} &= P_{vid.siurb.} + P_{vid.vent.} + P_{vid.šild.} + P_{vid.kiti.ireng.} = \\ &= 13,47 + 8,32 + 3,6 + 2,41 = 27,8kW \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Q_{vid.} &= Q_{vid.siurb.} + Q_{vid.vent.} + Q_{vid.šild.} + Q_{vid.kiti.ireng.} = \\ &= 10,1 + 6,24 + 0 + 0 = 16,34k \text{ var} \end{aligned}$$

SRS-1 spintos skaičiuojamąsias galias nustatome pagal vidutinę galią $P_{vid.}$ ir maksimumo koeficientą K_m . Maksimumo koeficientą paimame iš žinyno lentelių [8], pagal efektyvųjį imtuvų skaičių n_e , kurį apskaičiuojame pagal 5.7 formulę [8] ir pagal vidutinį naudojimo koeficientą $K_{n.vid.}$, kuris apskaičiuojamas pagal 5.8 formulę [8].

$$n_e = \frac{\left(\sum_{1}^N P_N \right)^2}{\sum_{1}^N P_N^2}; \quad (5.7)$$

čia n_e – efektyvusis imtuvų skaičius;

$\left(\sum_{1}^N P_N \right)^2$ – įrenginių nominalių galių sumos kvadratas, kW;

$\sum_{1}^N P_N^2$ – įrenginių nominalių galių kvadratų suma, kW.

$$K_{n.vid.} = \frac{\sum_{n} P_{vid.}}{\sum_{1}^n P_{Nn}}; \quad (5.8)$$

čia $K_{n.vid.}$ – vidutinis naudojimo koeficientas;

$\sum P_{vid.}$ – vidutinė įrenginių aktyviųjų galių suma, kW;

$\sum_1^n P_{Nn}$ – nominali įrenginių aktyviųjų galių suma, kW.

Surašome duomenis į 5.7 formulę:

$$n_e = \frac{\left(\sum_1^N P_N \right)^2}{\sum_1^N P_N^2} = \frac{(34,95)^2}{106,97} = 11,42 \approx 11$$

Gavome efektyvųjį imtuvų skaičių $n_e = 11,42$, kadangi šis skaičius turi būti sveikasis jį suapvaliname $n_e \approx 11$.

Pagal 5.8 formulę skaičiuojame įrenginių vidutinį naudojimo koeficientą:

$$K_{n.vid.} = \frac{\sum P_{vid.}}{\sum_1^n P_N} = \frac{27,8}{34,95} = 0,795 \approx 0,8$$

Pasinaudojame šiais dydžiais iš žinyno lentelių [8] interpoliacijos metodu randame, kad maksimumo koeficientas $K_m = 1,07$. Pasinaudojame 5.9 formule [8] ir surašome duomenis į ją, apskaičiuojame SRS-1 spintos skaičiuojamąją galią $P_{Sk.SRS-1}$.

$$P_{Sk.} = K_m \cdot \sum P_{vid.}; \quad (5.9)$$

čia $P_{Sk.}$ – skaičiuojamoji aktyvioji galia, kW;

K_m – maksimumo koeficientas.

$$P_{Sk.SRS-1} = K_m \cdot \sum P_{vid.} = 1,07 \cdot 27,8 = 29,75 \text{ kW}$$

Skaičiuojamoji reaktyvioji galia, kai $n_e > 10$ yra lygi vidutinei reaktyviajai galiai:

$$Q_{Sk.} = \sum Q_{vid.};$$

čia $Q_{Sk.}$ – skaičiuojamoji reaktyvioji galia, kvar.

$$Q_{Sk.SRS-1} = \sum Q_{vid.} = 16,34 \text{ kvar}$$

Vienfazius imtuvus paskirstome kaip galima tolygiau tarp trifazio tinklo fazių. Gaunamas nedidelis netolygumo paskirstymas, tačiau nesimetriškumas <15% nuo suminės visų trifazių imtuvų, prijungtų prie to paties mazgo, nominalios galios. Tuo remiantis vienfaziai imtuvai atliekant skaičiavimus įvertinami kaip ekvivalentinės galios trifaziai imtuvai.

Skaičiuojame pilnąją SRS-1 spintos galią pagal 5.10 formulę [8]:

$$S_{Sk.} = \sqrt{(P_{sk.})^2 + (Q_{sk.})^2}; \quad (5.10)$$

čia $S_{Sk.}$ – skaičiuojamoji pilnoji galia, kVA.

$$S_{Sk.} = \sqrt{(P_{sk.})^2 + (Q_{sk.})^2} = \sqrt{(29,75)^2 + (16,34)^2} = 33,94 \text{ kVA}$$

Apskaičiuojame skaičiuojamąją srovę, naudojame 5.11 formulę [8]:

$$I_{Sk.} = \frac{S_{sk.}}{\sqrt{3} \cdot U_n}; \quad (5.11)$$

čia $I_{Sk.}$ – skaičiuojamoji srovė, A;

U_n – nominali įtampa, kV.

$$I_{Sk.} = \frac{S_{sk.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{33,94}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = \frac{33,94}{0,69} = 49,19 \text{ A}$$

Kadangi antrąją savųjų reikmių spintą sudaro lygiai tokie patys įrenginiai, kaip ir pirmąją savųjų reikmių spintą. Skaičiavimams naudojame tas pačias 5.5 – 5.11 formules, gautus rezultatus surašome į 5.4 ir 5.5 lenteles.

5.4 lentelė

SRS-1 skaičiavimo rezultatai

Vidutinis naudojimo koeficientas, $K_{n.vid.}$	Efektyvusis imtuvų skaičius, n_e	Maksimumo koeficientas, K_m	Skaičiuojamosios galios			Skaičiuojamoji srovė I_{sk} , A
			Aktyvioji P_{sk} , kW	Reaktyvioji Q_{sk} , kvar	Pilnoji S_{sk} , kVA	
SRS-1						
0,8	11	1,07	29,75	16,34	33,94	49,19

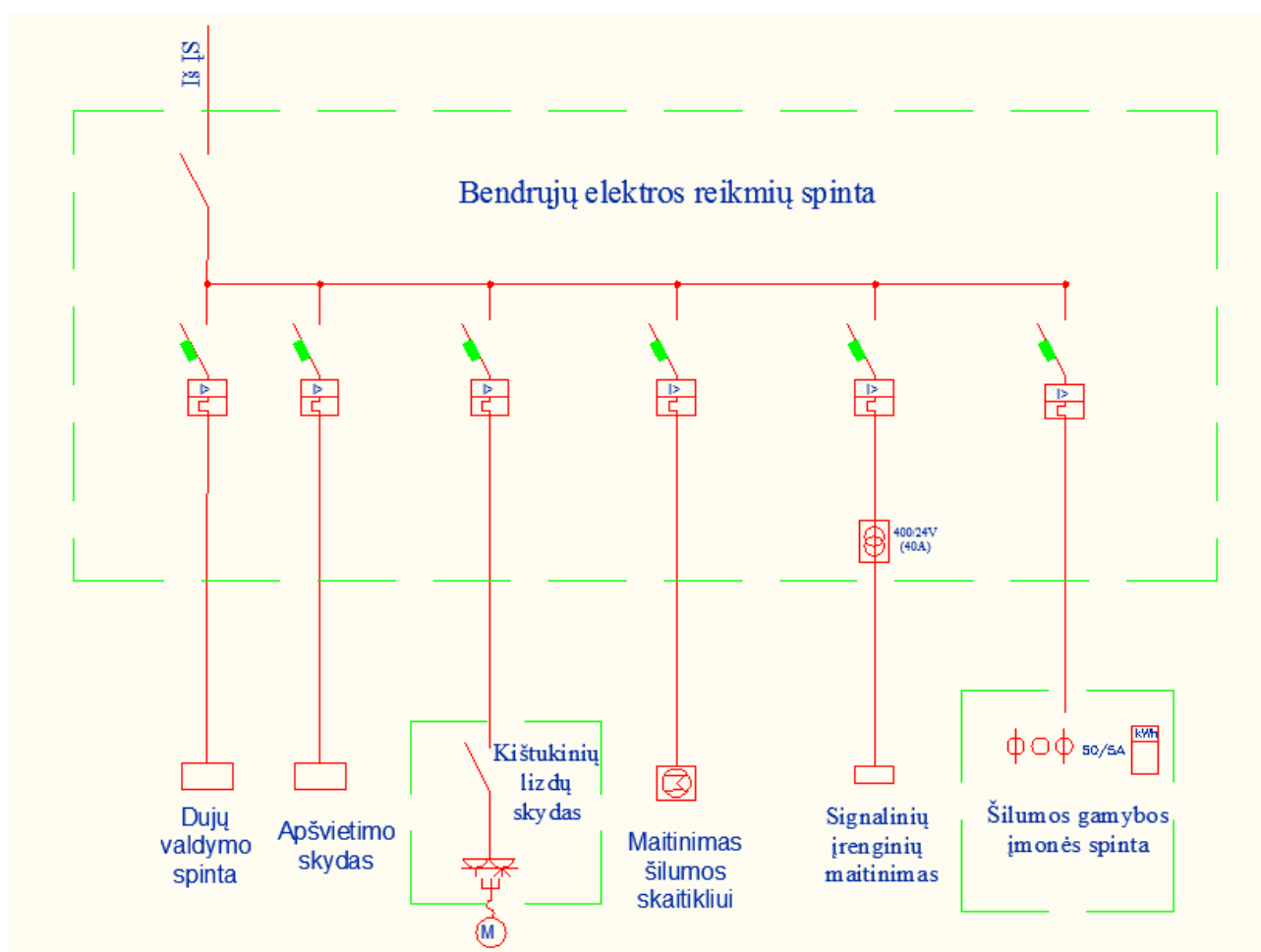
5.5 lentelė

SRS-2 skaičiavimo rezultatai

Vidutinis naudojimo koeficientas, $K_{n.vid.}$	Efektyvusis imtuvų skaičius, n_e	Maksimumo koeficientas, K_m	Skaičiuojamosios galios			Skaičiuojamoji srovė I_{sk} , A
			Aktyvioji P_{sk} , kW	Reaktyvioji Q_{sk} , kvar	Pilnoji S_{sk} , kVA	
SRS-2						
0,8	11	1,07	29,75	16,34	33,94	49,19

5.2.2. Bendrųjų elektros reikmių spintos galių skaičiavimas

Kadangi iš BERS spintos nutiestos kelios atšakos į kitas spintas (dujų valdymo spinta, šilumos gamybos įmonės spinta), taip pat ir į skydus (apšvietimo skydas, kištukinių lizdų skydas), bendrųjų elektros reikmių spintos principinę schemą pateikiame 5.1 paveikslėlyje.



5.1 pav. Bendrųjų elektros reikmių spintą sudarančių įrenginių ir skydų schema

Apskaičiuojame bendrųjų elektros reikmių skaičiuojamąsias galias ir srovę.

Spintos skaičiuojamąsias galias nustatome pagal vidutinę galią $P_{vid.}$ ir maksimumo koeficientą K_m . Maksimumo koeficientą paimame iš žinyno [8] lentelių, pagal efektyvųjų imtuvų skaičių n_e , kurį apskaičiuojame pagal 5.7 formulę ir pagal vidutinį naudojimo koeficientą $K_{n,vid.}$, kuris apskaičiuojamas pagal 5.8 formulę. Duomenis surašome iš 5.8 lentelės taip pat iš pareikalaujamų galių kištukinių lizdų skydai ir šilumos gamybos įmonės spintai bei bendrųjų elektros reikmių spintoje esančių įrenginių. Bendrųjų elektros reikmių spintoje esantys įrenginiai ir jų elektriniai parametrai pateikti 5.6 lentelėje.

5.6 lentelė

BERS įrenginiai, elektriniai parametrai

BERS				
Įrenginiai	Pn, kW	U, n, kV	cosφ	η, %
Šilumos skaitiklis	0,02	0,23	1	95
Signalinių įrenginių maitinimas	1,4	0,4	1	91

Skaičiuojame bendrųjų elektros reikmių spintos efektyvųjų imtuvų skaičių n_e , 5.7 formulė:

$$n_e = \frac{\left(\sum_{1}^N P_N \right)^2}{\sum_{1}^N P_N^2} = \frac{(0,32 + 15 + 1,4 + 0,02 + 20)^2}{0,027 + 225 + 1,96 + 0,0004 + 400} = \frac{1349,82}{626,99} = 2,15$$

Kadangi bendrųjų elektros reikmių spintos suapvalinus $n_e = 2$, pagal 5.7 formulę. Kai $n_e \leq 3$, skaičiuojamąją aktyviają galią nustatome pagal formulę:

$$P_{sk.BERS} = \sum_{1}^n P_{Nn} = 36,74 kW$$

Skaičiuojamoji reaktyvioji galia, kai $n_e \leq 10$ apskaičiuojama pagal 5.12 formulę [8]:

$$Q_{Sk.BERS} = 1,1 \cdot \sum Q_{vid.} = 1,1 \cdot 0,06 = 0,066 k var$$

Prie šių skaičiuojamųjų galių pridedame ir apšvietimo skaičiuojamąsias galias:

$$P_{sk.bendra.BERS} = 36,74 + 5,36 = 42,1 kW$$

$$Q_{Sk.bendraBERS} = 0,066 + 1,76 = 1,83 k var$$

Pagal 5.10 formulę skaičiuojame bendrųjų elektros reikmių spintos pilnąją skaičiuojamąją galią:

$$S_{Sk.BERS} = \sqrt{(P_{sk.bendra.BERS})^2 + (Q_{Sk.bendraBERS})^2} = \sqrt{(42,1)^2 + (1,83)^2} = 42,14 kVA$$

Pagal 5.11 formulę skaičiuojame bendrųjų elektros reikmių spintos skaičiuojamąją srovę:

$$I_{Sk.BERS} = \frac{S_{sk.gen.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{42,14}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = \frac{42,14}{0,69} = 61,1 A$$

Gautus rezultatus surašome į 5.7 lentelę:

5.7 lentelė

BERS skaičiavimų rezultatai

Vidutinis naudojimo koeficientas, $K_{n.vid.}$	Efektyvusis imtuvų skaičius, n_e	Maksimumo koeficientas, K_m	Skaičiuojamosios galios			Skaičiuojamoji srovė I_{sk} , A
			Aktyvioji P_{sk} , kW	Reaktyvioj	Pilnoji S_{sk} , kVA	
BERS						
–	2	–	42,1	1,83	42,14	61,1

5.2.3. Dujų valdymo spintos galios skaičiavimas

Sudarytoje elektrinėje schemoje dujų valdymo spintai priklausantys įrenginiai ir jų galių skaičiavimas. Dujų valdymo spintą sudarantys įrenginiai, bei jų pagrindiniai elektriniai parametrai pateikti 5.8 lentelėje. Pagal šiuos duomenis skaičiuojame dujų valdymo spintos skaičiuojamąsias galias. Skaičiavimų duomenis pateikiame 5.9 lentelėje.

5.8 lentelė

DVS įrenginiai, elektriniai parametrai

DVS				
Įrenginiai	P_n , kW	U_n , kV	$\cos\varphi$	η , %
Priešgaisrinė centralė	0,02	0,23	1	95
Biodujų atkirtos vožtuvas	0,11	0,23	0,95	95
Gamtinių dujų atkirtos vožtuvas	0,11	0,23	0,95	95
Uždujinimo signalizatorius	0,02	0,23	1	95
Dujų reguliavimo vožtuvas su pavara	0,035	0,23	0,9	95
Metano matuoklis	0,025	0,23	1	95

Kadangi dujų valdymo spintoje nėra daug galios reikalaujančių įrenginių, taip pat jų technologinis procesas skiriasi, tačiau jie turi būti prijungti prie nepertraukiamo maitinimo šaltinio, ko pasėkoje, galime teigti, kad jų naudojimas yra nuolatinis. Visų jų nominalias galias sudedame ir juos priskiriame kaip kiti įrenginiai. Taip pat jų naudojimo koeficientą prilyginame $K_n = 1$. Bendrąją galios koeficientą priimame $\cos\varphi = 0,98$, o naudingumo koeficientą $\eta = 97\%$. Pagal analogišką skaičiavimo sistemą, kuri buvo naudojama SRS-1 skydo galių skaičiavimui, tik šiek tiek supaprastintą, kadangi dujų valdymo spintos galia nėra didelė, skaičiuojame spintos skaičiuojamąją galią, bei srovę.

Skaičiuojame bendrąją DVS įrenginių aktyviąją nominalią galią:

$$\sum_1^n P_{NDVS} = P_{1pr.cent.} + P_{2vožt.} + P_{3vožt} + P_{4užd.sign.} + P_{5pav.} + P_{6keit.} =$$

$$= 0,02 + 0,11 + 0,11 + 0,02 + 0,035 + 0,025 = 0,32kW$$

Pagal 5.5 formulę skaičiuojame aktyviąją vidutinę įrenginių galią:

$$P_{vid.DVS} = K_n \cdot \sum_1^n P_{NDVS} = 1 \cdot 0,32 = 0,32kW$$

Pagal 5.6 formulę skaičiuojame vidutinę reaktyviąją galią, $tg\varphi$ apskaičiuojame pasinaudoję bendru galios koeficientu $\cos\varphi = 0,98$, $tg\varphi = 0,2$:

$$Q_{vid.DVS} = P_{vid.DVS} \cdot tg\varphi = 0,32 \cdot 0,2 = 0,06k var$$

Pasinaudojame 5.7 ir 5.8 formulėmis, atitinkamai randame n_e ir $K_{n.vid.}$. Juos radę pagal 5.9 formulę apskaičiuojame DVS skaičiuojamąją aktyviąją galią:

$$n_e = \frac{\left(\sum_1^N P_N \right)^2}{\sum_1^N P_N^2} = \frac{(0,32)^2}{0,027} = \frac{0,1}{0,027} = 3,7 \approx 4$$

Efektyvusis imtuvų skaičius $n_e = 3,7$, kadangi šis skaičius turi būti sveikasis jį suapvaliname $n_e \approx 4$.

$$K_{n.vid.} = \frac{\sum_1^n P_{vid.}}{\sum_1^n P_{Nn}} = \frac{0,32}{0,32} = 1$$

Apskaičiavę $K_{n.vid.}$ gavome jo vertę lygią 1. Interpoliacijos metodu randame, kad $K_m = 1$, gautus duomenis surašę į 5.9 formulę apskaičiuojame DVS aktyviąją skaičiuojamąją galią:

$$P_{Sk.DVS} = K_m \cdot \sum P_{vid.DVS} = 1 \cdot 0,32 = 0,32kW$$

Skaičiuojamoji reaktyvioji galia, kai $n_e \leq 10$ apskaičiuojama pagal 5.12 formulę [8]:

$$Q_{Sk.} = 1,1 \cdot \sum Q_{vid.} ; \quad (5.12)$$

Apskaičiuojame DVS skydo skaičiuojamąją reaktyviają galią:

$$Q_{Sk.DVS} = 1,1 \cdot \sum Q_{vid.DVS} = 1,1 \cdot 0,06 = 0,07 \text{ k var}$$

Skaičiuojame pilnąją DVS skydo galią pagal 5.6 formulę:

$$S_{Sk.} = \sqrt{(P_{sk.})^2 + (Q_{sk.})^2} = \sqrt{(0,32)^2 + (0,07)^2} = 0,33 \text{ kVA}$$

Skaičiuojame skaičiuojamąją srovę, kadangi dujų valdymo spintoje visi imtuvai yra vienfaziai, spintos skaičiuojamosios srovės skaičiavimams naudojame 5.13 formulę:

$$I_{Sk.} = \frac{S_{sk.}}{U_n} ; \quad (5.13)$$

Duomenis surašęs į pateiktą formulę apskaičiuojame skaičiuojamąją srovę dujų valdymo spintai:

$$I_{Sk.DVS} = \frac{S_{sk.}}{U_n} = \frac{0,33}{0,23} = 1,43 \text{ A}$$

Šiai spintai parenkamas nepertraukiamo maitinimo šaltinis, kuris užtikrins įrenginių darbą dingus maitinimui, kad svarbūs įrenginiai galėtų funkcionuoti ir neįvyktų sprogimas. Nepertraukiamo maitinimo šaltinis parenkamas pagal aktyviają galią ir laiką kiek norima, kad jis dirbtų. Parenkamas nepertraukiamo maitinimo šaltinis: 620VA, 390 W. Dirbant didžiausia dujų valdymo spintos galia, šis nepertraukiamo maitinimo šaltinis turėtų veikti apie 6,2 minutes. Kadangi visi įrenginiai nedirbs vienu metu, galimas ir ilgesnis nepertraukiamo darbo laikas. Kaip pavyzdį pateikiu [9] maitinimo šaltinį.

5.9 lentelė

DVS skaičiavimo rezultatai

Vidutinis naudojimo koeficientas, $K_{n.vid.}$	Efektyvusis imtuvų skaičius, n_e	Maksimumo koeficientas, K_m	Skaičiuojamosios galios			Skaičiuojamoji srovė I_{sk} , A
			Aktyvioji P_{sk} , kW	Reaktyvioji Q_{sk} , kvar	Pilnoji S_{sk} , kVA	
DVS						
1	4	1	0,32	0,07	0,33	1,43

5.2.4. Apšvietimo skydo galios skaičiavimas

Sudarytoje elektrinėje schemoje apšvietimo skydai priklausantys įrenginiai ir jų apkrovų skaičiavimas. Šviestuvai suskirstyti į grupes. Šviestuvų grupės ir joms priklausantys šviestubų kiekiai pateikti 5.10 lentelėje.

5.10 lentelė

AS skydo įrenginiai

AS			
Šviestuvų grupė	Šviestuvų skaičius, vnt	Lempų skaičius šviestuve, vnt	Vienos lempos galia, W
1	2	2	58
2	2	2	58
3	4	2	58
4	10	2	58
5	14	2	58
6	14	2	58
7	1	2	58
8	1	2	58
9	9	1	8

Darbinis saugos ir evakuacinis apšvietimas prijungiamas prie apšvietimo skydo (AS). Šviestuvus suskirstome į 9 grupes.

Pirmoje grupėje yra 2 šviestuvai, operatoriaus ir skydinės patalpai apšviesti. Vienas šviestuvas su akumuliatoriumi, siekiant išpildyti saugos apšvietimo schemą. Saugos šviestuvus su akumuliatoriumi montuojamas netoli išėjimo iš šios patalpos.

Antroje grupėje yra 2 šviestuvai skirti apšviesti elektros įvado patalpą. Vienas šviestuvas esantis netoli durų su akumuliatoriumi siekiant išpildyti saugos apšvietimo sąlygą.

Trečioje grupėje 4 šviestuvai skirti apšviesti transformatorinės ir skirstyklos patalpą. Saugos šviestuvus su akumuliatoriumi montuojamas netoli išėjimo iš šios patalpos.

Ketvirtai, penktai, šeštai grupei priskiriami šviestuvai apšviečiantys kogeneracinės elektrinės patalpą, šie šviestumai padalinti į 3 grupes, kurios užtikrins energijos taupymą, esant toje vietoje

nereikalingai apšvietai. Ketvirtai grupei priskiriami 10 šviestuvų, penktai ir šeštai priskiriami po 14 šviestuvų. Taip pat saugos sąlygą užtikrina 5 šviestuvai su įmontuotais akumuliatoriais. Sprogimui potencialiose vietose montuojami specialūs šviestuvai pažymėti apšvietimo scheme Ex raidėmis.

Septintoje grupėje 1 šviestuvas, montuojamas pirmojo kogeneratoriaus konteinerio viduje, pažymėtas Ex ženklu, tinkantis naudoti sprogioje aplinkoje.

Aštuntoje grupėje 1 šviestuvas, montuojamas antrojo kogeneratoriaus konteinerio viduje, pažymėtas Ex ženklu, tinkantis naudoti sprogioje aplinkoje.

Devintoje 9 šviestuvai (šviečiančios rodyklės), skirti nurodyti evakuacijos keliams avarijos atveju. Šie šviestuvai (šviečiančios rodyklės) montuojami virš kiekvienų durų, kiekviename evakuacijos kelių šakojimosi vietoje. Šviestuvai jungiami tiesiogiai per automatinį jungiklį nenaudojant jungiklių.

Šviestuvai turi elektroninius balastus, kurių galios koeficientas $\cos \varphi = 0,95$. Aktyviąją šviestuvų galią apskaičiuojame pagal 5.14 formulę, kiekvienai šviestuvų grupei atskirai.

$$P = N \cdot n \cdot P_n \cdot \cos \varphi ; \quad (5.14)$$

čia P – bendra šviestuvų grupės aktyvioji galia, W

N – bendras šviestuvų skaičius

n – lempų skaičius šviestuve

P_n – vienos lempos galia, W

$\cos \varphi$ – galios koeficientas

Apskaičiuojame 3 grupės, transformatorinės ir skirstyklos patalpos, šviestuvų aktyviąją galią, duomenis surašome į 5.14 formulę:

$$P = N \cdot n \cdot P_n \cdot \cos \varphi = 4 \cdot 2 \cdot 58 \cdot 0,95 = 440,8W$$

Pasinaudojame skaičiuojamųjų apkrovų metodika [10] patvirtinta Lietuvos Respublikos ūkio ministro apskaičiuojame aktyviąją skaičiuojamąją galią šviestuvų grupei 5.15 formulė [10]:

$$P_{skA} = K_{PA} \cdot \sum P ; \quad (5.15)$$

čia P_{skA} – skaičiuojamoji aktyvioji galia šviestuvų grupei;

K_{PA} – apšvietimo įrenginių paklausos koeficiento reikšmės, priklausančios nuo $\sum P$, objekto paskirties $K_{PA} = 1$, kai $\sum P \leq 5000W$;

$\sum P$ – elektrinio apšvietimo įrenginių vardinių galių suma esančių vienoje grupėje , W.

Pagal 5.15 formulę apskaičiuojame trečioje grupėje esančių šviestuvų skaičiuojamąją aktyviąją galią:

$$P_{skA} = K_{PA} \cdot \sum P = 1 \cdot 440,8 = 440,8W$$

Kadangi šviestuvo $\cos\varphi = 0,95$, gaunama reaktyvioji galia nors ji ir nedidelė. Reaktyviąją skaičiuojamąją galią apskaičiuojame pagal 5.16 formulę [8]:

$$Q_{skA} = P_{skA} \cdot \operatorname{tg} \varphi ; \quad (5.16)$$

čia Q_{skA} – skaičiuojamoji reaktyvioji galia, var
 $\operatorname{tg} \varphi$ – perskaičiuojamas iš galios koeficiento $\cos\varphi$

Surašome duomenis:

$$Q_{skA} = P_{skA} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 440,8 \cdot 0,329 = 145 \text{ var}$$

Pilnoji skaičiuojamoji galia šviestuvams apskaičiuojama pagal 5.17 formulę [8]:

$$S_{skA} = \sqrt{P_{skA}^2 + Q_{skA}^2} ; \quad (5.17)$$

čia S_{skA} – pilnoji skaičiuojamoji galia, VA

Duomenis surašome į 5.17 formulę, apskaičiuojame pilnąją skaičiuojamąją galią trečioje grupėje priskirtiems šviestuvams.

$$S_{skA} = \sqrt{P_{skA}^2 + Q_{skA}^2} = \sqrt{(440,8)^2 + (145)^2} = 464,04VA$$

Pagal 5.18 formulę apskaičiuojame skaičiuojamąją grupės šviestuvų srovę [8]:

$$I_{skA} = \frac{S_{skA}}{U_n} \quad (5.18)$$

čia I_{skA} – skaičiuojamoji srovė, A;
 U_n – nominali tinklo įtampa, V;
 S_{skA} – pilnoji galia, VA

Kadangi apšvietimą projektuojame vienfaziam tinklui, tai apšvietimo nominali įtampa 230 V, įrašęs duomenis į 5.18 formulę, apskaičiuojame trečiai grupei priskirtų šviestuvų skaičiuojamąją srovę:

$$I_{skA} = \frac{S_{skA}}{U_n} = \frac{464,04}{230} = 2,02 A$$

Pasinaudojame (5.14) – (5.18) formulėmis apskaičiuojame darbinių ir evakuacinių šviestuvų priskirtų 1; 2; 4; 5; 6; 7; 8; 9 grupėms skaičiuojamąsias galias ir sroves.

Gautus duomenis surašome į 5.11 lentelę:

5.11 lentelė

Apšvietimo skydo skaičiuojamosios galios ir srovės

Šviestuvų grupė	Sviestuvų grupės nominali galia P_N, W	Apšvietimo įrenginių paklausos koeficientas K_{PA}	Skaičiuojamosios galios			Skaičiuojamoji srovė I_{SKA}, A
			Aktyvioji P_{SKA}, W	Reaktyvioji Q_{SKA}, var	Pilnoji S_{SKA}, VA	
Grupių skaičiavimų duomenys						
1	220,4	1	220,4	72,51	232,02	1
2	220,4	1	220,4	72,51	232,02	1
3	440,8	1	440,8	145	464,04	2,02
4	1102	1	1102	362,56	1160,11	5,04
5	1542,8	1	1542,8	507,58	1624,15	7,06
6	1542,8	1	1542,8	507,58	1624,15	7,06
7	110,2	1	110,2	36,26	116	0,5
8	110,2	1	110,2	36,26	116	0,5
9	72	1	72	0	72	0,31
Bendri AS skaičiavimo rezultatai						
–	5361,6	1	5361,6	1763,97	5644,32	24,54

5.2.5. Kištukinių lizdų skydo galios skaičiavimas

Sudarytoje elektrinėje schemoje kištukinių lizdų skydai priklausantys įrenginiai ir jų galios skaičiavimas. Kištukinių lizdų skydą sudaro kištukiniai lizdai. Skyde projektuojami 5 kištukiniai lizdai. Kad įranga reikalinga remonto darbams būtų prijungiama greitai ir be jokių pašalinių trukdžių, pavyzdžiui kaip antgalių neatitikimas skyde sumontuojami šie kištukiniai lizdai: 1 x 32A (3P+N+PE), 1 x 16A (3P+N+PE), 3 x 230V (1P+N+PE). Projektuojamas skydas daugiausiai bus naudojamas remonto darbams, kurie jei bus reikalinga atliekami kogeneracinės elektrinės viduje. Todėl priimame, kad galimi ir trifaziai įrenginiai, tokie kaip suvirinimo transformatoriai. Projektuojame 2 trifazius kištukinius lizdus su skirtingais antgaliais. Taip pat priimame, kad dauguma remonto prietaisų yra vienfaziai, jiems prijungti projektuojame 3 vienfazius kištukinius lizdus. Šiuos lizdus paskirstome tolygiai tarp trifazio tinklo fazių. Priimame, kad galingiausias įrenginys jungiamas į vienfazį kištukinį lizdą bus 2 kW galios. O galingiausias į trifazį kištukinį lizdą jungiamas įrenginys 3 – 5 kW galios.

Paliekamas rezervas, priimame, kad kištukinių lizdų skydo skaičiuojamoji aktyvioji galia $P_{sk,KLS} = 15kW$. Skaičiuojamoji skydo pilnoji galia $S_{sk,KLS} = 15kVA$. Pasinaudojame 5.11 formule ir apskaičiuojame kištukinių lizdų skydo skaičiuojamąją srovę:

$$I_{sk.} = \frac{S_{sk.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 21,74A$$

Rezultatus surašome į 5.12 lentelę:

5.12 lentelė

KLS skaičiuojamosios galios ir srovės

Vidutinis naudojimo koeficientas, $K_{n.vid.}$	Efektyvusis imtuvų skaičius, n_e	Maksimumo koeficientas, K_m	Skaičiuojamosios galios			Skaičiuojamoji srovė I_{sk} , A
			Aktyvioji P_{sk} , kW	Reaktyvioji Q_{sk} , kvar	Pilnoji S_{sk} , kVA	
KLS						
–	–	–	15	0	15	21.74

5.2.6. Šilumos gamybos įmonės spintos galios skaičiavimas

Sudarytoje elektrinėje schemoje šilumos gamybos įmonės spintai priklausantys įrenginiai ir jų galios skaičiavimas. Šilumos gamybos įmonės spinta maitina esamos katilinės bendruosius technologinius įrenginius. Spintai užmaitinti numatome 20 kW elektros atšaką. Šią atšakos galią

priimame kaip spintos skaičiuojamąją aktyviąją galią, kurią prilyginame pilnajai galiai, kuri bus $S_{sk, ŠGIG} = 20kVA$. Pagal 5.11 formulę apskaičiuojame šios atšakos skaičiuojamąją srovę $I_{sk, ŠGIG}$:

$$I_{sk,PS} = \frac{S_{sk,PS}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 29A$$

Rezultatus surašome į 5.13 lentelę:

5.13 lentelė

ŠGIG skydo skaičiuojamosios galios ir srovė

Vidutinis naudojimo koeficientas, $K_{n.vid.}$	Efektyvusis imtuvų skaičius, n_e	Maksimum o koeficient as, K_m	Skaičiuojamosios galios			Skaičiuoja moji srovė I_{sk} , A
			Aktyvioji P_{sk} , kW	Reaktyvioj	Pilnoji S_{sk} , kVA	
PS						
–	–	–	20	0	20	29

6. SROVĖLAIDŽIŲ PARINKIMAS

6.1. Kabelių maitinančių atskirus elektros imtuvus parinkimas

Kabeliai klojami kabelinėse kopėtėlėse. Kopėtėlės montuojamos 4-5 metrų aukštyje. Kopėtėlės montuojamos prie metalinių strypų, kurie yra pritvirtinami prie lubų. Esant dideliame kabelių kiekiui, tai yra kai kabeliai nuo spintų nuvedami į atskirus elektros imtuvus, loviai tvirtinami vienas po kitu, kaip lentynos. Prie pat įrenginio kabeliai privedami kabelinėmis kopėtėlėmis arba PVC vamzdžiuose.

Atsižvelgiame į kabelių klojimo būdą, kopėtėlėse, kurios pagerina kabelių aušinimą. Be viso šito kabeliai klojami dideliais kiekiais viename kabeliniame lovelyje, taip pat jie liečiasi vienas su kitu. Atsižvelgę į šiuos pašalinius veiksnius, kabelių kataloge duodamus pataisos koeficientus. Įvertiname ir priimame bendrąjį kabelių paklojimo koeficientą $k_{pak.} = 0,7$. Šį koeficientą priimame visiems kabeliams, kurie maitina elektros įrenginius maitinamus iš savųjų reikmių spintos 1, savųjų reikmių spintos 2, bendrųjų elektros reikmių spintos.

Laidininko konstrukcija – atkaitintas varis. Kabeliai 1,5 – 6 mm² vienvieliai, didesnio skerspjūvio 10 – 16 mm² daugiavieliai. Aukščiausia leistinoji kabelio ilgalaikio darbo temperatūra 70°C, trumpojo jungimo metu, kai trumpojo jungimo trukmė iki 5 s, 160°C. Apskaičiuojame kiekvieno elektros įrenginio nominalią srovę ilgalaikio darbo metu:

Visų tipų elektros imtuvams, elektros imtuvams turintiems vieną variklį, nominali ilgalaikio darbo srovė apskaičiuojama pagal 6.1 formulę [8]:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_n \cdot \eta}; \quad (6.1)$$

čia I_n – nominali ilgalaikio darbo srovė srovė, A;

P_n – nominali įrenginio galia, kW;

U_n – nominali įtampa, kV;

$\cos \varphi_n$ – įrenginio galios koeficientas;

η – įrenginio naudingumo koeficientas.

Kaip pavyzdį skaičiuojame savųjų reikmių spintos 1 dujų mišinio aušinimo kontūro siurblio nominalią srovę. Jėgos tinklo plane pažymėtas Nr.1. Į 6.1 formulę įrašome turimus duomenis:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_{n7} \cdot \eta_7} = \frac{1,1}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,79 \cdot 0,76} = 2,64 A$$

Apskaičiuojame visų įrenginių nominalias ilgalaikio darbo sroves. Gautus skaičiavimų rezultatus surašome į 6.1 lentelę.

Pagal elektros įrenginio ilgalaikio darbo nominalią srovę iš kabelių katalogo kaip pavyzdį pateikiame [11], parenkame reikalingo skerspjūvio ploto kabelius.

Nustatome leistiną kabelio srovę pasinaudoję 6.2 formule [8]:

$$I_{kab.leist.} = k_{pak.} \cdot I_{kab.}; \quad (6.2)$$

čia $I_{kab.leist}$ – leistina paskaičiuota kabelio srovė, A;

$k_{ben.pak.}$ – bendrasis kabelio paklojimo koeficientas;

$I_{kab.}$ – leistina kabelio srovė iš kabelių katalogo, A.

Pateikiame skaičiavimo pavyzdį tam pačiam savųjų reikmių spintos 1 dujų mišinio aušinimo kontūro siurblio kabelio parinkimui.

Iš kabelių katalogo parenkamas 5 gyslų, 1,5 mm² skersmens kabelis (4x1,5/1,5), leistina kabelio srovė $I_{kab.} = 14 A$. Kabelio paklojimui naudojamas bendrasis kabelio klojimo koeficientas. Duomenis surašome į 6.2 formulę:

$$I_{kab.leist..} = k_{pak.} \cdot I_{kab.} = 0,7 \cdot 14 = 9,8 A$$

Kiekvienam parinktam kabeliui patikriname nelygybę:

$$I_{kab.leist.} \geq I_n$$

$$9,8 A \geq 2,64 A$$

Sąlyga atitinka nelygybę, todėl kabelis parinktas teisingai. Naudodamiesi (6.2) formule kiekvienam įrenginiui parenkame tinkamą kabelį. Gautus duomenis surašome į 6.1 lentelę.

6.1 lentelė

Laidininkai atskiriems elektros imtuvams

Įrenginio pavadinimas	Vieno elektros imtuvo galia P_n , kW	Vardinė elektros įtampa U_n , kV	Galios koeficientas $\cos \varphi_n$	Naudingumo koeficientas η , %	Vardinė elektros srovė I_n , A	Kabelio tipas	Kabelio leistina elektros srovė $I_{kab.}$, A	$k_{pak.}$	Paskaičiuota kabelio leistina srovė $I_{kab.leist.}$, A
SRS 1									
Dujų mišinio aušinimo kontūro siurblys	1,1	0,4	0,79	76	2,64	4x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Termofikato kontūro siurblys	4	0,4	0,83	85	8,18	4x2,5/2,5	20	0,7	14
Variklio aušinimo kontūro siurblys	4	0,4	0,83	85	8,18	4x2,5/2,5	20	0,7	14
Avarinio aušinimo kontūro siurblys	4	0,4	0,83	85	8,18	4x2,5/2,5	20	0,7	14
Cirkuliacinis tepalo siurblys	0,37	0,4	0,76	69	1,02	4x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Oro padavimo ventiliatorius	3	0,4	0,83	82,5	6,32	4x2,5/2,5	20	0,7	14
Dujų mišinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius	0,8	0,4	0,74	74	2,11	4x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 1	3	0,4	0,83	82,5	6,32	4x2,5/2,5	20	0,7	14
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 2	3	0,4	0,83	82,5	6,32	4x2,5/2,5	20	0,7	14
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 3	3	0,4	0,83	82,5	6,32	4x2,5/2,5	20	0,7	14
Tepalo padavimo solenoidinis vožtuvas 1	0,11	0,23	0,95	95	0,53	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Tepalo padavimo solenoidinis vožtuvas 2	0,11	0,23	0,95	95	0,53	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Dujų mišinio aušinimo kontūro triegis vožtuvas su pavara	0,02	0,23	0,95	95	0,096	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Avarinio aušinimo kontūro triegis vožtuvas su pavara	0,02	0,23	0,95	95	0,096	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Termofikato kontūro triegis vožtuvas su pavara	0,02	0,23	0,95	95	0,096	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Variklio aušinimo kontūro pašildytuvas 1 (min temp. palaikymui)	3	0,4	1	95	4,56	4x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Variklio aušinimo kontūro pašildytuvas 2 (min temp. palaikymui)	3	0,4	1	95	4,56	4x1,5/1,5	14	0,7	9,8

6.1 lentelės tęsinys kitame puslapyje

6.1 lentelės tęsinys

Įrenginio pavadinimas	Vieno elektros imtuvo galia P_n , kW	Vardinė elektros įtampa U_n , kV	Galios koeficientas $\cos \varphi_n$	Naudingumo koeficientas η , %	Vardinė elektros srovė I_n , A	Kabelio tipas	Kabelio leistina elektros srovė $I_{kab.}$, A	$k_{pak.}$	Paskaičiuota kabelio leistina srovė $I_{kab.leist.}$, A
SRS 1									
Signalinių įrenginių maitinimas	1,4	0,4	1	90	2,25	4x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Maitinimas strateriui	1	0,23	1	90	4,83	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
SRS 2									
Dujų mišinio aušinimo kontūro siurblys	1,1	0,4	0,79	76	2,64	4x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Termofikato kontūro siurblys	4	0,4	0,83	85	8,18	4x2,5/2,5	20	0,7	14
Variklio aušinimo kontūro siurblys	4	0,4	0,83	85	8,18	4x2,5/2,5	20	0,7	14
Avarinio aušinimo kontūro siurblys	4	0,4	0,83	85	8,18	4x2,5/2,5	20	0,7	14
Cirkuliacinis tepalo siurblys	0,37	0,4	0,76	69	1,02	4x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Oro padavimo ventiliatorius	3	0,4	0,83	82,5	6,32	4x2,5/2,5	20	0,7	14
Dujų mišinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius	0,8	0,4	0,74	74	2,11	4x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 1	3	0,4	0,83	82,5	6,32	4x2,5/2,5	20	0,7	14
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 2	3	0,4	0,83	82,5	6,32	4x2,5/2,5	20	0,7	14
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 3	3	0,4	0,83	82,5	6,32	4x2,5/2,5	20	0,7	14
Tepalo padavimo solenoidinis vožtuvas 1	0,11	0,23	0,95	95	0,53	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Tepalo padavimo solenoidinis vožtuvas 2	0,11	0,23	0,95	95	0,53	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Dujų mišinio aušinimo kontūro triegis vožtuvas su pavara	0,02	0,23	0,95	95	0,096	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Avarinio aušinimo kontūro triegis vožtuvas su pavara	0,02	0,23	0,95	95	0,096	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Termofikato kontūro triegis vožtuvas su pavara	0,02	0,23	0,95	95	0,096	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8

6.1 lentelės tęsinys kitame puslapyje

6.1 lentelės tęsinys

Įrenginio pavadinimas	Vieno elektros imtuvo galia P_n , kW	Vardinė elektros įtampa U_n , kV	Galios koeficientas $\cos \varphi_n$	Naudingumo koeficientas η , %	Vardinė elektros srovė I_n , A	Kabelio tipas	Kabelio leistina elektros srovė $I_{kab.}$, A	$k_{pak.}$	Paskaičiuota kabelio leistina srovė $I_{kab.leist.}$, A
SRS 2									
Variklio aušinimo kontūro pašildytuvas 1 (min temp. palaikymui)	3	0,4	1	95	4,56	4x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Variklio aušinimo kontūro pašildytuvas 2 (min temp. palaikymui)	3	0,4	1	95	4,56	4x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Signalinių įrenginių maitinimas	1,4	0,4	1	90	2,25	4x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Maitinimas strateriui	1	0,23	1	90	4,83	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
BERS									
Šilumos skaitiklis	0,02	0,23	1	95	0,092	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Signalinių įrenginių maitinimas	1,4	0,4	1	91	2,25	4x1,5/1,5	14	0,7	9,8
DVS									
Priešgaisrinė centralė	0,02	0,23	1	95	0,092	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Biodujų atkirtos vožtuvas	0,11	0,23	0,95	95	0,53	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Gamtinių dujų atkirtos vožtuvas	0,11	0,23	0,95	95	0,53	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Uždujinimo signalizatorius	0,02	0,23	1	95	0,092	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Dujų reguliavimo pavarą	0,035	0,23	0,9	95	0,18	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8
Metano matuoklis	0,025	0,23	1	95	0,11	2x1,5/1,5	14	0,7	9,8

6.2 Apšvietimo tinklo kabelių parinkimas

Kabeliai klojami kabelinėse kopetėlėse. Kabelinės kopetėlės montuojamos 4-5 metrų aukštyje. Jos montuojamos prie metalinių strypų kurie yra pritvirtinami prie lubų.

Atsižvelgiame į kabelių klojimo būdą, kopetėlėse, kurios pagerina kabelių aušinimą. Apšvietimo tinklo kabeliai klojami atskirai nuo galios tinklo, tai yra atskiruose loviuose. Atsižvelgę į šiuos veiksnius, kabelių kataloge [11] duodamus pataisos koeficientus. Įvertiname ir priimame bendrąjį kabelių paklojimo koeficientą $k_{pak.} = 0,85$. Šį koeficientą priimame visiems kabeliams, kurie maitina šviestuvų grupes iš apšvietimo skydo.

Laidininko konstrukcija – atkaitintas varis. Kabeliai 1,5 – 6 mm² vienviečiai, didesnio skerspjūvio 10 – 16 mm² daugiaviečiai. Aukščiausia leistinoji kabelio ilgalaikio darbo temperatūra 70°C, trumpojo jungimo metu, kai trumpojo jungimo trukmė iki 5 s, 160°C.

Kabelius šviestuvams parenkame pagal skaičiuojamą šviestuvų grupės srovę, kurią paimame iš 5.11 lentelės. Toliau pasinaudoję 6.2 formule randame $I_{kab.leist}$ – leistiną paskaičiuotą kabelio srovę ir patikriname nelygybę gautus rezultatus surašome į 6.2 lentelę.

6.2 lentelė

Laidininkai apšvietimo tinklo grupėms

Grupės numeris	Skaičiuojamoji grupės galia S_{sk} , VA	Vardinė elektros įtampa U_n , V	Skaičiuojamoji grupės srovė I_{skA} , A	Kabelio tipas	Kabelio leistina elektros srovė $I_{kab.}$, A	$k_{pak.}$	Paskaičiuota kabelio leistina srovė $I_{kab.leist.}$, A
AS							
1	232,02	230	1	2x1,5/1,5	14	0,85	11,9
2	232,02	230	1	2x1,5/1,5	14	0,85	11,9
3	464,04	230	2,02	2x1,5/1,5	14	0,85	11,9
4	1160,11	230	5,04	2x1,5/1,5	14	0,85	11,9
5	1624,15	230	7,06	2x2,5/2,5	20	0,85	17
6	1624,15	230	7,06	2x2,5/2,5	20	0,85	17
7	116	230	0,5	2x1,5/1,5	14	0,85	11,9
8	116	230	0,5	2x1,5/1,5	14	0,85	11,9
9	72	230	0,31	2x1,5/1,5	14	0,85	11,9

6.3 Spintų ir skydų kabelių parinkimas

Parenkame kabelius nuo magistralinės šynos iki pirmosios savųjų reikmių spintos, antrosios savųjų reikmių spintos, bendrųjų elektros reikmių spintos. Taip pat parenkame kabelius nuo bendrųjų elektros reikmių spintos iki dujų valdymo spintos, apšvietimo skydo, kištukinių lizdų

skydo ir šilumos gamybos įmonės spintos. Kabelius parenkame pagal skaičiuojamąją spintų ir skydų srovę, šios srovės pateiktos 5.4; 5.5; 5.7; 5.9; 5.11; 5.12; 5.13 lentelėse. Kabeliai pirmajai savųjų reikmių spintai, antrajai savųjų reikmių spintai ir bendrajai elektros reikmių spintai, yra neilgi ir jie skirti tik prijungti prie magistralinės šynos, per apsaugos aparatus, galime priimti, kad šių kabelių $k_{pak.} = 0,95$. Taip pat dujų valdymo spintos kabelis jungiamas prie bendrųjų elektros reikmių spintos, kuri yra toje pačioje patalpoje, nedideliu atstumu, kabelio priimame $k_{pak.} = 0,95$ ir klojamas kopetėlėse.

Kištukinių lizdų skydo bei šilumos gamybos įmonės spintos kabeliai tiesiami loviuose kartu su jėgos kabeliais, todėl priimame, kad šių kabelių $k_{pak.} = 0,7$.

Kabelis iki apšvietimo skydo tiesiamas virš pakabinamų lubų, iki skydo privedamas iškalus sienoje lovelį vėliau jį užtaisant. Priimame, kad šio kabelio $k_{pak.} = 0,9$.

Skaičiavimų rezultatus pateikiu 6.3 lentelėje:

6.3 lentelė

Laidininkai spintoms ir skydams

Spintos/skydo pavadinimas	Vardinė elektros įtampa U_n , kV	Skaičiuojamoji srovė I_{skA} , A	Kabelio tipas	Kabelio leistina elektros srovė $I_{kab.}$, A	$k_{pak.}$	Paskaičiuota kabelio leistina srovė $I_{kab.leist.}$, A
Savųjų reikmių spinta 1	0,4	49,19	4x16/16 RM	82	0,95	77,9
Savųjų reikmių spinta 2	0,4	49,19	4x16/16 RM	82	0,95	77,9
Bendrųjų elektros reikmių spinta	0,4	61,1	4x25/16 RM	107	0,95	101,65
Dujų valdymo spinta	0,23	1,43	2x1,5/1,5	14	0,95	13,3
Šilumos gamybos įmonės spinta	0,4	29	4x10/10 RM	62	0,7	43,4
Apšvietimo skydas	0,4	24,54	4x10/10 RM	62	0,9	55,8
Kištukinių lizdų skydas	0,4	21,74	4x10/10 RM	62	0,7	43,4

6.4 Generatorių ir jungties su visuomeniniu tinklu kabelių parinkimas

Parenkame kabelius generatoriams prijungti prie magistralinės šynos per apsaugos aparatus. Taip pat parenkame kabelius nuo transformatoriaus iki magistralinės šynos. Kabeliai klojami perforuotuose loviuose po 4 viename lovyje. Kabelių paklojimo koeficientą priimame $k_{pak.} = 0,8$.

Kabelius generatoriams parenkame pagal jų skaičiuojamąją srovę. Skaičiuojamosios generatorių srovės 3.2 ir 3.3 lentelėse. Pasinaudojame 6.2 formule ir parenkame pirmajam ir antrajam generatoriui kabelius.

Laidininko konstrukcija – XMK apvalus, daugiavielis ir sutankintas varinis laidininkas. Aukščiausia leistinoji kabelio ilgalaikio darbo temperatūra 90°C, trumpojo jungimo metu, kai trumpojo jungimo trukmė iki 5 s, 250°C [11].

Pateikiame skaičiavimo pavyzdį pirmajam generatoriui.

Iš kabelių katalogo parenkame 4 kabelius. Vieno kabelio gyslos skersmuo 300 mm². Kabelių duomenys 4(1x300), leistina 1 kabelio srovė $I_{kab.} = 525A$. Bendra kabelių srovė $I_{kab.} = 3 \cdot 525 = 1575A$. Kabelio paklojimui naudojamas bendrasis kabelių klojimo koeficientas. Duomenis surašome į 6.2 formulę:

$$I_{kab.leist..} = k_{pak.} \cdot I_{kab.} = 0,8 \cdot 1575 = 1260A$$

Patikriname nelygybę:

$$I_{kab.leist.} \geq I_n$$

$$1260A \geq 724,64A$$

Sąlyga atitinka nelygybę, todėl kabeliai parinkti teisingai.

Taip pat apskaičiuojame kabelius antrajam generatoriui ir linijai nuo transformatorinės iki magistralinės šynos. Duomenis surašome į 6.4 lentelę.

Generatorių ir įvado laidininkai

Pavadinimas	Vardinė elektros įtampa U_n , kV	Skaičiuojamoji srovė I_{skA} , A	Kabelio tipas	Kabelių leistina elektros srovė $I_{kab.}$, A	$k_{pak.}$	Paskaičiuota kabelių leistina srovė $I_{kab.leist.}$, A
Pirmas generatorius	0,4	724,64	4x(1x300)	1575	0,8	1260
Antras generatorius	0,4	724,64	4x(1x300)	1575	0,8	1260
Jungtis su visuomeniniu tinklu	0,4	1449,28	2x4x(1x300)	3150	0,8	2520

6.5 Magistralinių šynų parinkimas

Magistraliniams vidaus tinklams įrengti dažnai naudojami šynlaidžiai. Šynos parenkamos pagal ilgalaikę leistiną srovę. Maksimali šynų aplinkos temperatūra 30°C, šynų darbo aplinkos temperatūra 25 °C, kitus duomenis paimame iš šynų katalogo. Šynų parinkimo sąlyga: $I_{sk.bendra} \leq I_l'$.

Randame generatorių bendrąją srovę skaičiuojamąją srovę:

$$I_{sk.gen.bendra} = I_{sk.1gen.} + I_{sk.2gen.} = 724,64 + 724,64 = 1449,28A$$

Skaičiuojame šynų leistinąją srovę pagal 6.3 formulę [8]:

$$I_l' = I_l \cdot \sqrt{\frac{\vartheta_l - \vartheta_m}{\vartheta_l - \vartheta_d}}; \quad (6.3)$$

čia I_l' – ilgalaikė stačiakampių varinių šynų leistina srovė, A;

I_l – stačiakampių pilnavidurių varinių šynų leistinoji ilgalaikė srovė iš šynų katalogo, A;

ϑ_l – leistinoji šynų išilimo temperatūra, °C;

ϑ_m – maksimali šynų aplinkos temperatūra, °C;

ϑ_d – šynų darbo aplinkos temperatūra, °C.

Iš šynų katalogo [12], kaip pavyzdį parenkame stačiakampes pilnavidures varines šynas 80x8, jų leistinoji ilgalaikė srovė $I_l = 1690\text{ A}$. Turimus duomenis surašome į 6.3 formulę,

$$I_l' = I_l \cdot \sqrt{\frac{\vartheta_l - \vartheta_m}{\vartheta_l - \vartheta_d}} = 1690 \cdot \sqrt{\frac{70 - 30}{70 - 25}} = 1690 \cdot 0,94 = 1588,6\text{ A}$$

Skaičiavimų rezultatus įrašome į šynų parinkimo sąlygą:

$$I_{sk.bendra} \leq I_l'$$

$$1449,28\text{ A} \leq 1588,6\text{ A}$$

Sąlyga atitinka nelygybę, gautus rezultatus įrašome į 6.5 lentelę:

6.5 lentelė

Magistralinės šynos

Pavadinimas	Vardinė elektros įtampa U_n , kV	Skaičiuojamoji generatorių bendroji srovė $I_{sk.gen,bendra}$, A	Šynos tipas	Šynos leistina elektros srovė I_l , A	Leistinoji šynų įšilimo temperatūra, °C	Maksimali šynų aplinkos temperatūra, °C	Šynų darbo aplinkos temperatūra, °C	Paskaičiuota šynos leistina srovė I_l' , A
Magistralinės šynos	0,4	1449,28	80x8	1690	70	30	25	1588,6

7. APSAUGOS APARATŲ PARINKIMAS

7.1. Atskirų elektros imtuvų apsaugos aparatų parinkimas

Automatiniai jungikliai skirti apsaugai nuo trumpo jungimo ir perkrovų. Rinkdamiesi automatinius jungiklius didelį dėmesį kreipiame į selektyvumą bei automatinių jungiklių elektromagnetinių atkabiklių charakteristikas:

Naudojantis vardinės srovės taisykle, parenkame apsauginius jungiklius, kurie turi tenkinti šią sąlygą [8]:

$$I_n \leq I_{j.n.} \leq I_{kab.leist.}; \quad (7.1)$$

čia I_n – elektrinio įrenginio nominali srovė, A;

$I_{j.n.}$ – automatino jungiklio nominali srovė (iš katalogo), A;

$I_{kab.leist.}$ – paskaičiuota kabelio leistina srovė, A.

Parinktiems automatiniams jungikliams skaičiuojame šiluminio atkabiklio srovę [8]:

$$I_{š.at.} = 1,15 \cdot I_{j.n.}; \quad (7.2)$$

čia $I_{š.at.}$ – šiluminio atkabiklio srovė, A.

Paskaičiuojame kiekvieno įrenginio paleidimo srovę [8]:

$$I_{pal.} = K_p \cdot I_n; \quad (7.3)$$

čia $I_{pal.}$ – paleidimo srovė, A;

K_p – koeficientas, parodantis kiek kartų variklio paleidimo srovė viršija nominalią srovę.

Įvertinus elektrinio įrenginio paleidimo sąlygas, kiekvienam elektriniam įrenginiui apskaičiuojame minimalią elektromagnetinio atkabiklio srovę [8]:

$$I_{min.el.atk} = \frac{I_{pal.}}{\alpha}; \quad (7.4)$$

čia $I_{\min .el.atk}$ – minimali elektromagnetinio atkabiklio srovė, A;
 α - koeficientas, įvertinantis variklio paleidimo sąlygas.

Apskaičiuojame apsauginio automatinio jungiklio elektromagnetinio atkabiklio srovę [8].

$$I_{el.at.} = K_{mom.} \cdot I_{j.n.}; \quad (7.5)$$

čia $I_{el.at.}$ – elektromagnetinio atkabiklio srovė, A;
 $K_{mom.}$ – elektromagnetinio atkabiklio koeficientas priklausomai nuo automatinių jungiklių atjungimo charakteristikos kreivių.

Parinktą automatinį jungiklį patikriname pagal šias nelygybes [8]:

$$\frac{I_{kab.leist.}}{I_{š.at.}} \geq 1,15 \quad (7.6)$$

$$I_{\min .el.at.} \leq I_{el.at.} \quad (7.7)$$

Parenkame automatinį jungiklį pirmosios savųjų reikmių spintos dujų mišinio aušinimo kontūro siurbliui. Įrenginio apsaugai naudojame tripolį variklinį automatinį jungiklį iš serijos GV2 RT10, pavyzdžiui naudojamas „Schneider Electric“ automatinis jungiklis skirtas specialiai variklių apsaugai nuo perkrovos ir trumpojo jungimo, automatinio jungiklio nominali srovė reguliuojama. Nominali įtampa 400 V.

Pateikiame skaičiavimo pavyzdį dujų mišinio aušinimo kontūro siurbliui:

Pagal elektros variklio įrenginio nominalią srovę I_n (A) parenkame tripolį automatinį jungiklį GV2 RT10 6,3 A.

Patikriname jungiklį pagal sąlygą:

$$I_n \leq I_{j.n.} \leq I_{kab.leist.};$$

$$2,64A \leq 6,3A \leq 9,8A.$$

Sąlyga tenkina nelygybę, pasirinktas automatinis jungiklis tinka.

Pagal (7.2) formulę apskaičiuojame jungiklio šiluminio atkabiklio srovę:

$$I_{\text{š.at.}} = 1,15 \cdot I_{\text{j.n.}} = 1,15 \cdot 6,3 = 7,24 \text{ A}$$

Naudodamiesi (7.3) formule apskaičiuojame paleidimo srovę:

$$I_{\text{pal.}} = K_p \cdot I_n = 6 \cdot 2,64 = 15,84 \text{ A}$$

Apskaičiuojame minimalią elektromagnetinio atkabiklio srovę duomenis įrašę į (7.4) formulę:

$$I_{\text{min.el.atk}} = \frac{I_{\text{pal.}}}{\alpha} = \frac{15,84}{2,5} = 6,34 \text{ A}$$

Apskaičiuojame automatinio jungiklio elektromagnetinio atkabiklio srovę pasinaudoję (7.5) formule:

$$I_{\text{el.at.}} = K_{\text{mom.}} \cdot I_{\text{j.n.}} = 20 \cdot 6,3 = 126 \text{ A}$$

Parinktą automatinį jungiklį ir patikriname pagal (7.6) ir (7.7) formulėje pateiktas nelygybes:

$$\frac{I_{\text{kab.leist.}}}{I_{\text{š.at.}}} \geq 1,15; \quad \frac{9,8 \text{ A}}{7,24 \text{ A}} = 1,35; \quad 1,35 \geq 1,15.$$

$$I_{\text{min.el.at.}} \leq I_{\text{el.at.}}; \quad 6,34 \text{ A} \leq 126 \text{ A};$$

Sąlygos tenkina nelygybę, pasirinktas automatinis jungiklis tinka. Analogiškai naudodamiesi tomis pačiomis formulėmis parenkame kiekvienam elektros įrenginiui apsaugos aparatą. Gautus duomenis surašome į 7.1 lentelę:

7.1 lentelė

Apsaugos aparatai atskiriems elektros imtuvams

Įrenginio pavadinimas	Vardinė elektros srovė I_n , A	Automatinio jungiklio vardinė srovė $I_{j.n.}$, A	Paskaičiuota kabelio leistina srovė $I_{kab.leist.}$, A	Automatinio jungiklio šiluminio atkabiklio srovė $I_{š.at.}$, A	$I_{kab.leist.}/I_{š.at.} \geq 1,15$	Įrenginio paleidimo srovė $I_{pal.}$, A	Kp.	Minimali elektromagnetinio atkabiklio srovė $I_{min.el.at.}$, A	Automatinio jungiklio elektromagnetinio atkabiklio srovė $I_{el.at.}$, A	Automatinio jungiklio tipas
SRS 1										
Dujų mišinio aušinimo kontūro siurblys	2,64	6,3	9,8	7,25	1,35	15,84	6	6,34	126	GV2 RT10 3p
Termofikato kontūro siurblys	8,18	10	14	11,5	1,22	57,26	7	22,90	200	GV2 RT14 3p
Variklio aušinimo kontūro siurblys	8,18	10	14	11,5	1,22	57,26	7	22,90	200	GV2 RT14 3p
Avarinio aušinimo kontūro siurblys	8,18	10	14	11,5	1,22	57,26	7	22,90	200	GV2 RT14 3p
Cirkuliacinis tepalo siurblys	1,02	4	9,8	4,6	2,13	5,30	5,2	2,12	80	GV2 RT08 3p
Oro padavimo ventiliatorius	6,32	10	14	11,5	1,22	44,24	7	17,70	200	GV2 RT14 3p
Dujų mišinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius	2,11	6,3	9,8	7,25	1,35	12,66	6	5,06	126	GV2 RT10 3p
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 1	6,32	10	14	11,5	1,22	44,24	7	17,70	200	GV2 RT14 3p
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 2	6,32	10	14	11,5	1,22	44,24	7	17,70	200	GV2 RT14 3p
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 3	6,32	10	14	11,5	1,22	44,24	7	17,70	200	GV2 RT14 3p
Tepalo padavimo solenoidinis vožtuvas 1	0,53	1	9,8	1,15	8,52	–	–	–	6	GB2 CS06 1p
Tepalo padavimo solenoidinis vožtuvas 2	0,53	1	9,8	1,15	8,52	–	–	–	6	GB2 CS06 1p
Dujų mišinio aušinimo kontūro triegis vožtuvas su pavara	0,096	0,5	9,8	0,575	17,04	–	–	–	3	GB2 CS05 1p
Avarinio aušinimo kontūro triegis vožtuvas su pavara	0,096	0,5	9,8	0,575	17,04	–	–	–	3	GB2 CS05 1p
Termofikato kontūro triegis vožtuvas su pavara	0,096	0,5	9,8	0,575	17,04	–	–	–	3	GB2 CS05 1p
Variklio aušinimo kontūro pašildytuvas 1 (min temp. palaikymui)	4,56	6	9,8	6,9	1,42	–	–	–	45	A9F74306 3p
Variklio aušinimo kontūro pašildytuvas 2 (min temp. palaikymui)	4,56	6	9,8	6,9	1,42	–	–	–	45	A9F74306 3p

7.1 lentelės tęsinys kitame puslapyje

7.1 lentelės tęsinys

Įrenginio pavadinimas	Vardinė elektros srovė I_n , A	Automatinio jungiklio vardinė srovė $I_{j.n.}$, A	Paskaičiuota kabelio leistina srovė $I_{kab.leist.}$, A	Automatinio jungiklio šiluminio atkabiklio srovė $I_{š.at.}$, A	$I_{kab.leist.}/I_{š.at.} \geq 1,15$	Įrenginio paleidimo srovė $I_{pal.}$, A	Kp.	Minimali elektromagnetinio atkabiklio srovė $I_{min.el.at.}$, A	Automatinio jungiklio elektromagnetinio atkabiklio srovė $I_{el.at.}$, A	Automatinio jungiklio tipas
Signalinių įrenginių maitinimas	2,25	6	9,8	6,9	1,42	–	–	–	45	A9F74306 3p
Maitinimas strateriui	4,83	6	9,8	6,9	1,42	–	–	–	45	A9F83106 1p
SRS 2										
Dujų mišinio aušinimo kontūro siurblys	2,64	6,3	9,8	7,25	1,35	15,84	6	6,34	126	GV2 RT10 3p
Termofikato kontūro siurblys	8,18	10	14	11,5	1,22	57,26	7	22,90	200	GV2 RT14 3p
Variklio aušinimo kontūro siurblys	8,18	10	14	11,5	1,22	57,26	7	22,90	200	GV2 RT14 3p
Avarinio aušinimo kontūro siurblys	8,18	10	14	11,5	1,22	57,26	7	22,90	200	GV2 RT14 3p
Cirkuliacinis tepalo siurblys	1,02	4	9,8	4,6	2,13	5,30	5,2	2,12	80	GV2 RT08 3p
Oro padavimo ventiliatorius	6,32	10	14	11,5	1,22	44,24	7	17,70	200	GV2 RT14 3p
Dujų mišinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius	2,11	6,3	9,8	7,25	1,35	12,66	6	5,06	126	GV2 RT10 3p
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 1	6,32	10	14	11,5	1,22	44,24	7	17,70	200	GV2 RT14 3p
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 2	6,32	10	14	11,5	1,22	44,24	7	17,70	200	GV2 RT14 3p
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 3	6,32	10	14	11,5	1,22	44,24	7	17,70	200	GV2 RT14 3p
Tepalo padavimo solenoidinis vožtuvas 1	0,53	1	9,8	1,15	8,52	–	–	–	6	GB2 CS06 1p
Tepalo padavimo solenoidinis vožtuvas 2	0,53	1	9,8	1,15	8,52	–	–	–	6	GB2 CS06 1p
Dujų mišinio aušinimo kontūro trieigis vožtuvas su pavara	0,096	0,5	9,8	0,575	17,04	–	–	–	3	GB2 CS05 1p
Avarinio aušinimo kontūro trieigis vožtuvas su pavara	0,096	0,5	9,8	0,575	17,04	–	–	–	3	GB2 CS05 1p
Termofikato kontūro trieigis vožtuvas su pavara	0,096	0,5	9,8	0,575	17,04	–	–	–	3	GB2 CS05 1p

7.1 lentelės tęsinys kitame puslapyje

7.1 lentelės tęsinys

Įrenginio pavadinimas	Vardinė elektros srovė I_n , A	Automatinio jungiklio vardinė srovė $I_{j.n.}$, A	Paskaičiuota kabelio leistina srovė $I_{kab.leist.}$, A	Automatinio jungiklio šiluminio atkabiklio srovė $I_{š.at.}$, A	$I_{kab.leist.}/I_{š.at.} \geq 1,15$	Įrenginio paleidimo srovė $I_{pal.}$, A	Kp.	Minimali elektromagnetinio atkabiklio srovė $I_{min.el.at.}$, A	Automatinio jungiklio elektromagnetinio atkabiklio srovė $I_{el.at.}$, A	Automatinio jungiklio tipas
Variklio aušinimo kontūro pašildytuvas 1 (min temp. palaikymui)	4,56	6	9,8	6,9	1,42	–	–	–	45	A9F74306 3p
Variklio aušinimo kontūro pašildytuvas 2 (min temp. palaikymui)	4,56	6	9,8	6,9	1,42	–	–	–	45	A9F74306 3p
Signalinių įrenginių maitinimas	2,25	6	9,8	6,9	1,42	–	–	–	45	A9F74306 3p
Maitinimas strateriui	4,83	6	9,8	6,9	1,42	–	–	–	45	A9F83106 1p
BERS										
Šilumos skaitiklis	0,092	0,5	9,8	0,575	17,04	–	–	–	3	GB2 CS06 1p
Signalinių įrenginių maitinimas	2,25	6	9,8	6,9	1,42	–	–	–	45	A9F83106 1p
DVS										
Priešgaisrinė centralė	0,092	0,5	9,8	0,575	17,04	–	–	–	3	GB2 CS06 1p
Biodujų atkirtos vožtuvas	0,53	1	9,8	1,15	8,52	–	–	–	6	GB2 CS05 1p
Gamtinių dujų atkirtos vožtuvas	0,53	1	9,8	1,15	8,52	–	–	–	6	GB2 CS05 1p
Uždujinimo signalizatorius	0,092	0,5	9,8	0,575	17,04	–	–	–	3	GB2 CS06 1p
Dujų reguliavimo pavara	0,18	0,5	9,8	0,575	17,04	–	–	–	3	GB2 CS06 1p
Metano matuoklis	0,11	0,5	9,8	0,575	17,04	–	–	–	3	GB2 CS06 1p

7.2. Apšvietimo tinklo apsaugos aparatų parinkimas

Prenkame automatinis jungiklius šviestuvų grupėms. Rinkdamiesi automatinis jungiklius didelį dėmesį kreipiame į selektyvumą bei automatinis jungiklių elektromagnetinis atkabiklių charakteristikas. Automatinis jungikliams parinkti naudojame šviestuvų grupės skaičiuojamąją srovę, paimame ją iš 5.11 lentelės.

Naudojantis vardinės srovės taisykle, parenkame apsauginis jungiklius, kurie turi tenkinti šią sąlygą:

$$I_{sk.A} \leq I_{j.n.} \leq I_{kab.leist.}; \quad (7.8)$$

čia $I_{sk.A}$ – šviestuvų grupės skaičiuojamoji srovė, A;

$I_{j.n.}$ – automatinio jungiklio nominali srovė (iš katalogo), A;

$I_{kab.leist.}$ – paskaičiuota kabelio leistina srovė, A.

Pateikiame skaičiavimo pavyzdį pirmajai šviestuvų grupei:

Pagal skaičiuojamąją šviestuvų grupės galią $I_{sk.A}$ (A) parenkame vienpolį automatinį jungiklį A9F73102, „B“ charakteristikos, 2 amperų. Patikriname jungiklį pagal sąlygą:

$$I_{sk.A} \leq I_{j.n.} \leq I_{kab.leist.} :$$

$$1A \leq 2A \leq 11,9A.$$

Sąlyga tenkina nelygybę, pasirinktas automatinis jungiklis tinka.

Pagal (7.2) formulę apskaičiuojame jungiklio šiluminio atkabiklio srovę:

$$I_{s.at.} = 1,15 \cdot I_{j.n.} = 1,15 \cdot 2 = 2,3A$$

Apšvietimo tinklui paleidimo srovės neskaičiuojame.

Apskaičiuojame automatinio jungiklio elektromagnetinio atkabiklio srovę pasinaudoję (7.5) formule:

$$I_{el.at.} = K_{mom.} \cdot I_{j.n.} = 4 \cdot 2 = 8A$$

Parinktą automatinį jungiklį ir patikriname pagal (7.6) formulėje pateiktas nelygybes:

$$\frac{I_{kab.leist.}}{I_{s.at.}} \geq 1,15; \quad \frac{11,9A}{2,3A} = 5,17; \quad 5,17 \geq 1,15.$$

Sąlygos tenkina nelygybę, pasirinktas automatinis jungiklis tinka. Analogiškai parenkame kiekvienai šviestuvų grupei apsaugos aparatą. Gautus duomenis surašome į 7.2 lentelę:

7.2 lentelė

Apšvietimo tinklo apsaugos aparatai

Grupės numeris	Skaičiuojamoji grupės srovė $I_{sk.A}$, A	Automatinio jungiklio vardinė srovė $I_{j.n.}$, A	Paskaičiuota kabelio leistina srovė $I_{kab.leist.}$, A	Automatinio jungiklio šiluminio atkabiklio srovė $I_{š.at.}$, A	$I_{kab.leist.}/I_{š.at.} \geq 1,15$	Įrenginio paleidimo srovė $I_{pal.}$, A	Kp.	Minimali elektromagnetinio atkabiklio srovė $I_{min.el.at.}$, A	Automatinio jungiklio elektromagnetinio atkabiklio srovė $I_{el.at.}$, A	Automatinio jungiklio tipas
AS										
1	1	2	11,9	2,30	5,17	–	–	–	8	A9F73102 1p
2	1	2	11,9	2,30	5,17	–	–	–	8	A9F73102 1p
3	2,02	3	11,9	3,45	3,45	–	–	–	12	A9F73103 1p
4	5,04	6	11,9	6,90	1,72	–	–	–	24	A9F73106 1p
5	7,06	10	17	11,50	1,48	–	–	–	40	A9F73110 1p
6	7,06	10	17	11,50	1,48	–	–	–	40	A9F73110 1p
7	0,5	1	11,9	1,15	10,35	–	–	–	4	A9F73170 1p
8	0,5	1	11,9	1,15	10,35	–	–	–	4	A9F73170 1p
9	0,31	0,5	11,9	0,58	20,70	–	–	–	2	A9F73170 1p

7.3. Spintų ir skydų apsaugos aparatų parinkimas

Parenkame automatinius jungiklius spintoms ir skydams. Automatiniai jungikliai parenkami pirmajai savųjų reikmių spintai, antrajai savųjų reikmių spintai, bendrajai elektros reikmių spintai, dujų valdymo spintai, šilumos gamybos įmonės spintai bei apšvietimo ir kištukinių lizdų skydams.

Rinkdamiesi automatinius jungiklius didelį dėmesį kreipiame į selektyvumą bei automatinių jungiklių elektromagnetinių atkabiklių charakteristikas. Automatiniams jungikliams parinkti naudojame spintų ir skydų skaičiuojamąją srovę, paimame ją iš 5.4; 5.5; 5.7; 5.9; 5.11; 5.12; 5.13 lentelių.

Automatiniai jungikliai parenkami analogiškai, pagal tas pačias automatinių jungiklių parinkimo formules. Parenkami NG125N tipo tripoliai ir vienpoliai automatiniai jungikliai. Automatiniai jungikliai „C“ charakteristikos. Skaičiavimų rezultatai pateikiami 7.3 lentelėje.

Spintų ir skydų apsaugos aparatai

Spintos/skydo pavadinimas	Skaičiuojamoji srovė I_{sk} , A	Automatinio jungiklio vardinė srovė $I_{j.n.}$, A	Paskaičiuota kabelio leistina srovė $I_{kab.leist.}$, A	Automatinio jungiklio šiluminio atkabiklio srovė $I_{š.at.}$, A	$I_{kab.leist.}/I_{š.at.} \geq 1,15$	Automatinio jungiklio elektromagnetinio atkabiklio srovė $I_{el.at.}$, A	Automatinio jungiklio tipas
Savųjų reikmių spinta 1	49,19	50	77,9	57,50	1,35	500	NG125N 50A 3p
Savųjų reikmių spinta 2	49,19	50	77,9	57,50	1,35	500	NG125N 50A 3p
Bedrųjų elektros reikmių spinta	61,1	63	101,65	72,45	1,40	630	NG125N 63A 3p
Dujų valdymo spinta	1,43	10	13,3	11,50	1,16	100	NG125N 10A 1p
Šilumos gamybos įmonės spinta	29	32	43,4	36,80	1,18	320	NG125N 32A 3p
Apšvietimo skydas	24,54	32	55,8	36,80	1,52	320	NG125N 32A 3p
Kištukinių lizdų skydas	21,74	32	43,4	36,80	1,18	320	NG125N 32A 3p

7.4. Generatorių ir įvadinio apsaugos aparatų parinkimas

Generatoriui parenkamas pramoninis automatinis jungiklis 800A. Pramoninis automatinis jungiklis. Pramoninio automatinio jungiklį valdo mikrokontroleris „MICROLOGIC“. Mikrokontrolerio versija 2.0. Mikrokontrolerio pagalba galimas apsaugos aparato šiluminis ir magnetinis reguliavimas bei perkrovos laiko reguliavimas. Taip gaunamos įvairios atkirtos charakteristikos. Taip pat panaudojus papildomus įrengimus galimas šio mikrokontrolerio valdymas kompiuteriu. Taip pat šis mikrokontroleris atlieka elektrinius matavimus, energijos skaičiavimą bei tinklo analizės funkcijas. Priklausomai nuo pageidavimų galimi įvairūs išplėtimai.

Parenkame 2 tokius pat pramoninius automatinius jungiklius su mikrokontroleriu, kiekvienam generatoriui po atskirą.

Taip pat parenkame įvadinį pramoninį automatinį jungiklį jungties su visuomeniniais tinklais apsaugai, taip pat su mikrokontroleriu. Jo nominali srovė 1600 A. Mikrokontrolerio pagalba galimas šiluminis ir magnetinis reguliavimas bei perkrovos laiko reguliavimas. Prie šio pramoninio automatinio jungiklio yra galimybė sudubliuoti kabelius prie kiekvienos fazės. To rezultatas

galimas ekonomiškėsnis kabelių skerspjūvio parinkimas. Ši pramoninį automatinį jungiklį yra galimybė ištraukti.

Šiuos automatinius jungiklius parenkame pagal tas pačias formules, duomenis pateikiame 7.4 lentelėje.

7.4 lentelė

Generatorių ir įvadinis apsaugos aparatai

Pavadinimas	Skaičiuojamoji srovė $I_{sk.}$, A	Automatinio jungiklio vardinė srovė $I_{j.n.}$, A	Paskaičiuota kabelio leistina srovė $I_{kab.leist.}$, A	Automatinio jungiklio šiluminio atkabiklio srovė $I_{š.at.}$, A	$I_{kab.leist.}/I_{š.at.} \geq 1,15$	Automatinio jungiklio elektromagnetinio atkabiklio srovė $I_{el.at.}$, A	Automatinio jungiklio tipas
Pirmas generatorius	724,64	800	1260	920	1,37	Reguliuojama $1x I_{j.n.}..10x I_{j.n.}$	NT08 H1 800A 3p
Antras generatorius	724,64	800	1260	920	1,37	Reguliuojama $1x I_{j.n.}..10x I_{j.n.}$	NT08 H1 800A 3p
Įvadas	1449,28	1600	2520	1840	1,37	Reguliuojama $1x I_{j.n.}..10x I_{j.n.}$	NW16 H1 1600A 3p

7.5. Kontaktorių parinkimas

Kontaktorius – elektromechaninis aparatas srovės grandinėms dažnai įjungti, išjungti ir perjungti. Kontaktoriai parenkami savųjų reikmių pirmoje ir antroje spintose esantiems siurbliams ir ventiliatoriams. Įrenginiai dujų mišinio aušinimo kontūro siurbliai, termofikato kontūro siurbliai, variklio aušinimo kontūro siurbliai, avarinio aušinimo kontūro siurbliai, cirkuliaciniai tepalo siurbliai, dujų mišinio aušinimo kontūro ventiliatoriai, avarinio aušinimo kontūro ventiliatoriai 1, avarinio aušinimo kontūro ventiliatoriai 2, avarinio aušinimo kontūro ventiliatoriai 3. Kontaktoriai panaudojus specialų priedą jungiami prie variklinio automatinio jungiklio.

Kontaktoriai parenkami pagal tokią sąlygą:

$$I_n \leq I_{kont.};$$

Parenkame kontaktorių pirmoje savųjų reikmių spintoje esančiam dujų mišinio aušinimo kontūro siurbliui. Jėgos plane nr. 1. Naudojame „Schneider Electric“ kontaktorių katalogą, kaip pavyzdį parinkimui.

$$2,64A \leq 9A$$

Parenkame kontaktorių kataloge esantį arčiausiai norimos reikšmės. Parinktus kontaktorius siurbliams ir ventiliatoriams pateikiame 7.5 lentelėje:

7.5 lentelė

Kontakoriai

Įrenginio pavadinimas	Vardinė elektros srovė I_n , A	Kontaktorių aus vardinė srovė $I_{kont.}$, A	Kontaktorių aus galia $P_{kont.}$, kW	Kontaktorių aus tipas
SRS 1				
Dujų mišinio aušinimo kontūro siurblys	2,64	9	4	LC1 D09 Q7
Termofikato kontūro siurblys	8,18	12	5,5	LC1 D12 Q7
Variklio aušinimo kontūro siurblys	8,18	12	5,5	LC1 D12 Q7
Avarinio aušinimo kontūro siurblys	8,18	12	5,5	LC1 D12 Q7
Cirkuliacinis tepalo siurblys	1,02	9	4	LC1 D09 Q7
Dujų mišinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius	2,11	9	4	LC1 D09 Q7
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 1	6,32	9	4	LC1 D09 Q7
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 2	6,32	9	4	LC1 D09 Q7
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 3	6,32	9	4	LC1 D09 Q7
SRS 2				
Dujų mišinio aušinimo kontūro siurblys	2,64	9	4	LC1 D09 Q7
Termofikato kontūro siurblys	8,18	12	5,5	LC1 D12 Q7
Variklio aušinimo kontūro siurblys	8,18	12	5,5	LC1 D12 Q7
Avarinio aušinimo kontūro siurblys	8,18	12	5,5	LC1 D12 Q7
Cirkuliacinis tepalo siurblys	1,02	9	4	LC1 D09 Q7
Dujų mišinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius	2,11	9	4	LC1 D09 Q7
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 1	6,32	9	4	LC1 D09 Q7
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 2	6,32	9	4	LC1 D09 Q7
Avarinio aušinimo kontūro aušintuvo ventiliatorius 3	6,32	9	4	LC1 D09 Q7

7.6. Kirtiklių parinkimas

Kirtiklis aparatas, naudojamas atjungti elektros spintą ar skydą jo remonto metu. Kirtikliai parenkami skydams ir spintoms. Siekiant užtikrinti saugius remonto darbus skyduose ir spintose.

Kirtiklis parenkamas pagal tokią sąlygą:

$$I_{sk.} \leq I_{kirt.}$$

Parenkame, kaip pavyzdį iš „Schneider electric“ katalogo, kirtiklį pirmajai savųjų reikmių spintai:

$$49,19A \leq 63A$$

Parenkame kirtiklį kataloge esantį arčiausiai norimos reikšmės. Parinktus kirtiklius spintoms ir skydams pateikiame 7.6 lentelėje:

7.6 lentelė

Kirtikliai

Spintos/skydo pavadinimas	Skaičiuojamoji srovė $I_{sk.}$, A	Kirtiklio vardinė srovė $I_{kirt.}$, A	Kirtiklio tipas
Savųjų reikmių spinta 1	49,19	63	A9S60363
Savųjų reikmių spinta 2	49,19	63	A9S60363
Bendrųjų elektros reikmių spinta	61,1	63	A9S60363
Dujų valdymo spinta	1,43	20	A9S60120
Apšvietimo skydas	24,54	32	A9S60332
Kištukinių lizdų skydas	21,74	32	A9S60332

7.7 Dažnio keitiklių parinkimas

Dažnio keitiklius priskyriau prie apsaugos aparatų, nes jie turi nemažai apsaugų. Šios apsaugos kaip pagalbiniai prietaisai saugo elektros imtuvus, šiuo atveju saugomi oro padavimo ventiliatoriai. Oro padavimo ventiliatoriams parenkami dažnio keitikliai. Oro padavimo ventiliatorių greitis bus valdomas iš katalogo parenkame dažnio keitiklį priklausomai nuo variklio srovės. Dažnio keitiklio parinkimo sąlyga:

$$I_n \leq I_{\text{dažn.keit.}}$$

Kaip pavyzdį pateikiame oro padavimo ventiliatorių jėgos tinklo plane nr. 6 ir nr. 25, kuris yra montuojamas kogeneratoriaus konteineryje, siekiant palaikyti optimalią temperatūrą jame.

$$6,32A \leq 8,1A$$

Pagal duotą sąlygą parenkame iš katalogo dažnio keitiklį, gautus duomenis surašome į 7.7 lentelę.

7.7 lentelė

Dažnio keitikliai oro padavimo ventiliatoriams

Įrenginio pavadinimas	Vardinė elektros srovė I_n , A	Dažnio keitiklio srovė $I_{\text{dažn.keit.}}$, A	Dažnio keitiklio tipas
SRS 1			
Oro padavimo ventiliatorius	6,32	8,1	ATV 21HU40N4
SRS 2			
Oro padavimo ventiliatorius	6,32	8,1	ATV 21HU40N4

8. ĮTAMPOS NUOSTOLIŲ IR NUOKRYPŲ SKAIČIAVIMAS

Pagal EIT [4] leistini įtampos nuostoliai galios tinkle $\pm 5\%$. Apskaičiuojame nuostolius labiausiai nutolusiam ir galingiausiam įrenginiui. Nuostolius skaičiuojame pagal (8.1) formulę [8]:

$$\Delta U_n = \sqrt{3} \cdot \sum_1^n I_n \cdot (r_n \cdot \cos \varphi_n + x_n \cdot \sin \varphi_n) \quad (8.1)$$

čia ΔU – įtampos nuostoliai, V;

n – atkarpos eilės numeris;

r_n – laidininko aktyvioji varža randama pagal (8.2) formulę [8], Ω ;

x_n – laidininko induktyvioji varža randama pagal (8.3) formulę [8], Ω .

$$r_n = r_0 \cdot l_n \quad (8.2)$$

$$x_n = x_0 \cdot l_n \quad (8.3)$$

čia r_0 – laidininko vieno kilometro aktyvi varža pateikta kabelių kataloguose, Ω/km ;

x_0 – laidininko vieno kilometro induktyvi varža pateikta kabelių kataloguose, Ω/km ;

l – kabelio ilgis kilometrais, km;

n – atkarpos numeris.

Apskaičiuojame įtampos nuostolius labiausiai nutolusiam įrenginiui įrenginys maitinamas iš antrosios savųjų reikmių spintos. Oro padavimo ventiliatorius, kurio $P_n = 3 \text{ kW}$; nominali srovė $I_n = 6,32 \text{ A}$; $\cos \varphi = 0,83$; kabelio ilgis $l = 35 \text{ m}$. Jėgos plane pažymėtas nr. 25

Randame įtampos nuostolius nuo įrenginio iki antrosios savųjų reikmių spintos:

$$r_1 = r_0 \cdot l_1 = 8,87 \cdot 0,035 = 0,31 \Omega$$

Kai laidai klojami atvirai, x_0 galima paneigti, kai $S \leq 10 \text{ mm}^2$.

$$x_1 = 0$$

Duomenis surašome į 8.1 formulę:

$$\Delta U_1 = \sqrt{3} \cdot \sum_1^n I_n \cdot (r_1 \cdot \cos \varphi_n + x_1 \cdot \sin \varphi_n) = \sqrt{3} \cdot 6,32 \cdot (0,31 \cdot 0,83 + 0) = 2,817V$$

Randame įtampos kritimą nuo antrosios savųjų reikmių spintos iki įvadinės spintos, skaičiuojamoji srovė $I_{sk} = 49,19A$; kabelio ilgis $l = 4m$:

$$r_2 = r_0 \cdot l_2 = 3,69 \cdot 0,004 = 0,01476\Omega$$

$$x_2 = x_0 \cdot l_2 = 0,25 \cdot 0,004 = 0,001\Omega$$

Antrosios savųjų reikmių spintos $\cos \varphi$ ir $\sin \varphi$ apskaičiuojame pagal 8.4 ir 8.5 formules:

$$\cos \varphi = \frac{P_{sk}}{S_{sk}}; \quad (8.4)$$

$$\sin \varphi = \frac{Q_{sk}}{S_{sk}}; \quad (8.5)$$

Surašome duomenis iš 5.5 lentelės į 8.4 ir 8.5 formules:

$$\cos \varphi = \frac{P_{sk}}{S_{sk}} = \frac{29,75}{33,94} = 0,88$$

$$\sin \varphi = \frac{Q_{sk}}{S_{sk}} = \frac{16,34}{33,94} = 0,48$$

Skaičiuojame įtampos kitimą:

$$\Delta U_2 = \sqrt{3} \cdot \sum I_{sk} \cdot (r_2 \cdot \cos \varphi + x_2 \cdot \sin \varphi) = \sqrt{3} \cdot 49,19 \cdot (0,01476 \cdot 0,88 + 0,001 \cdot 0,48) = 1,143V$$

Kadangi šynos ilgis nėra didelis, bei jos varžos labai mažos, įtampos nuostolių tenkančių ant šynos nevertiname.

Randame įtampos kritimą nuo įvadinės spintos iki antrojo generatoriaus, skaičiuojamoji srovė $I_{sk} = 724,64A$; kabelio ilgis $l = 35m$:

$$r_3 = r_0 \cdot l_3 = 0,0601 \cdot 0,035 = 0,0021035 \Omega$$

$$x_3 = x_0 \cdot l_3 = 0,19 \cdot 0,035 = 0,00665 \Omega$$

Pagal 8.4 ir 8.5 formules apskaičiuojame antrojo generatoriaus $\cos \varphi$ ir $\sin \varphi$, duomenis paimame iš 3.3 lentelės:

$$\cos \varphi = \frac{P_{sk}}{S_{sk}} = \frac{400}{500} = 0,8$$

$$\sin \varphi = \frac{Q_{sk}}{S_{sk}} = \frac{300}{500} = 0,6$$

Skaičiuojame įtampos kritimą:

$$\Delta U_3 = \sqrt{3} \cdot \sum I_{sk} \cdot (r_3 \cos \varphi + x_3 \sin \varphi) = \sqrt{3} \cdot 724,64 \cdot (0,0021035 \cdot 0,8 + 0,00665 \cdot 0,6) = 7,12V$$

Randame suminį įtampos kritimą visose šiose atkapose:

$$\sum_1^n \Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 + \Delta U_3 = 2,817 + 1,143 + 7,12 = 11,08V$$

čia $\sum_1^n \Delta U$ – bendri įtampos nuostoliai, V.

Apskaičiuojame bendrus tinklo procentinius nuostolius:

$$\Delta U_{\%} = \frac{\sum_1^n \Delta U \cdot 100\%}{400} = \frac{11,08 \cdot 100\%}{400} = 2,77\%$$

čia $\Delta U_{\%}$ – įtampos nuostoliai procentinėje išraiškoje.

9. TRUMPOJO JUNGIMO SROVIŲ SKAIČIAVIMAS

Apskaičiuojame vienfazį trumpąjį jungimą. Jis skaičiuojamas norint patikrinti ar apsaugos aparatas atjungs trumpąjį jungimą esant minimaliai trumpojo jungimo srovei.

Vienfazio trumpo jungimo srovė skaičiuojama:

$$I_k^{(1)} = \frac{U_{n.f.}}{\sqrt{r_k^2 + x_k^2 + z_g^{(1)}}}; \quad (9.1)$$

čia: $I_k^{(1)}$ – vienfazio trumpojo jungimo srovė, A;

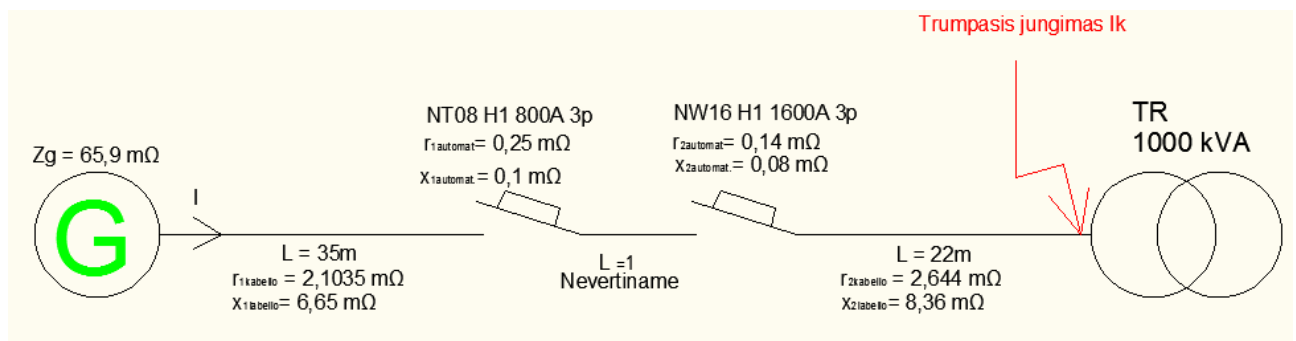
$U_{n.f.}$ – fazinė įtampa, V;

r_k, x_k – kilpos fazė - nulis aktyvioji ir reaktyvioji varža. Ją sudaro šynų, laidų, kabelių, aparatų, kontaktų ir kt. varžos, Ω ;

$z_g^{(1)}$ – generatoriaus pilnutinė vienfazio trumpojo jungimo varža.

Vienfazį trumpąjį jungimą skaičiuojame nuo antrojo generatoriaus iki transformatoriaus. Priimame, kad generatoriaus 500 kVA vidaus varža $z_g^{(1)} = 65,9 m\Omega$.

Skaičiavimo schema pateikta 9.1 pav.



9.1 pav. Trumpojo jungimo skaičiavimo schema

Fazė ir nulis kabelių varžos :

Antrojo generatoriaus fazinis ir nulinis laidininkas yra to paties skerspjūvio ploto:

$$300mm^2 \quad r_{1kabelio} = r_0 \cdot L = 0,0601 \cdot 35 = 2,1035m\Omega;$$

$$x_{1kabelio} = x_0 \cdot L = 0,19 \cdot 35 = 6,65m\Omega.$$

Jungties su visuomeniniais tinklais fazinis ir nulinis laidininkas yra to paties skerspjūvio ploto, fazinis ir nulinis laidininkai sudubliuoti:

$$2 \times 300mm^2 \quad r_{2kabelio} = r_0 \cdot L = 0,0601 \cdot 2 \cdot 22 = 2,644m\Omega;$$

$$x_{2kabelio} = x_0 \cdot L = 0,19 \cdot 2 \cdot 22 = 8,36 m\Omega.$$

Randame kilpos fazė – nulis atstojamąją aktyviają varžą:

$$r_k = r_{1Fkabelio} + r_{1automat.} + r_{2automat.} + r_{2Fkabelio} + r_{1Nkabelio} + r_{2Nkabelio};$$

$$r_k = 2,1035 + 0,25 + 0,14 + 2,644 + 2,1035 + 2,644 = 9,885 m\Omega.$$

Randame kilpos fazė – nulis atstojamąją reaktyviają varžą:

$$x_k = x_{1Fkabelio} + x_{1automat.} + x_{2automat.} + x_{2Fkabelio} + x_{1Nkabelio} + x_{2Nkabelio};$$

$$x_k = 6,65 + 0,1 + 0,08 + 8,36 + 6,65 + 8,36 = 30,2 m\Omega.$$

Apskaičiuojame trumpojo jungimo srovę:

$$I_k^{(1)} = \frac{U_{n.f.}}{\sqrt{r_k^2 + x_k^2 + z_g^{(1)}}} = \frac{230}{\sqrt{(9,885)^2 + (30,2)^2 + 65,9}} = \frac{230}{97,68} = 2,35 kA$$

Trumpojo jungimo nuo generatoriaus iki transformatoriaus t.p. automatinų jungiklių ir jų pereinamųjų kontaktų važos pateiktos kaip ekvivalentės automatinų jungiklių varžos, jos paimitos iš automatinų jungiklių katalogo, fazė – nulis kabelių varžų duomenys [11] ir skaičiavimo rezultatai pateikti 9.1 lentelėje.

9.1 lentelė

Generatoriaus – transformatoriaus vienfazis trumpasis jungimas

Linija	Automatinio jungiklio tipas	Kabelio paskirtis ir markė	$I_{j.n.},$ A	$r_{a.j.},$ $m\Omega$	$x_{a.j.},$ $m\Omega$	r_l $m\Omega$	x_l $m\Omega$	r_l $m\Omega$	x_l $m\Omega$	$I_k^{(1)},$ kA
						fazė		Nulis		
Antras generatorius – transformatorius	NT08 H1 3p	Antrojo generatoriaus 4(1x300)	800	0,25	0,1	2,1035	6,65	2,1035	6,65	2,35
	NW16 H1 3p	Jungtis su visuomeniniais tinklais 2x4(1x300)	1600	0,14	0,08	2,644	8,36	2,644	8,36	

Gautą trumpojo jungimo srovę $I_k^{(1)}$ palyginame su 7.4 lentelėje apskaičiuota apsauginio aparato elektromagnetine srove. Kadangi apsaugos aparato elektromagnetinio atkabiklio srovė gali būti reguliuojama nuo $1 \cdot I_{j.n}$ iki $10 \cdot I_{j.n}$, todėl nustačius mažiausią reikšmę apsaugos aparatas suveiks.

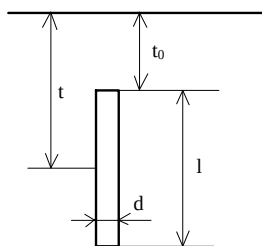
Išvada: apsaugos aparatai parinkti teisingai.

10. ĮŽEMINTUVO SKAIČIAVIMAS

10.1. Įžemintuvo projektavimo metodika

Įžeminimo įrenginiai turi užtikrinti žmonių apsaugą nuo elektros, apsaugoti elektros įrenginius ir užtikrinti tinkamą jų darbą. Visos metalinės elektros įrenginių dalys, kuriose gali atsirasti įtampa, turi būti įžemintos. Kiekvienas įrenginio elementas, kuris turi būti įžemintas, jungiamas su įžeminimo elektrodu arba įžeminimo magistrale atskiru laidininku. Įžeminimo elektrodas (įžemiklis) – grunte esantis laidininkas, per kurį, įvykus gedimui, teka didžiausia įžemėjimo srovė. Skaičiavimai atliekami pagal pateiktą metodiką.

Projektuojamas elektros tinklas - TN-C-S posistemės. Įžeminimo įrenginio varža pagal EIT [4] turi būti $R_z \leq 10 \Omega$. Įžemintuvas projektuojamas iš vertikalų įžemiklių sujungtų plienine juosta. Įžemintuvas įgilinamas 0,5m nuo žemės paviršiaus. Įžemikliai išdėstyti viena eile lygiagrečiai pastato sienai per visą jos ilgį apie 20m. Įgilintas įžeminimo elektrodas pavaizduotas 10.1 pav.



10.1 pav. Įgilintas vertikalus įžemiklis

Vertikalaus įžemiklio varža srovių pasiskirstymui apskaičiuojama[8]:

$$R_v = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l_v} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_v}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_v}{4 \cdot t - l_v} \right); \quad (10.1)$$

- čia
- ρ - savitoji grunto varža Ωm ;
 - l_v – įžemiklio ilgis, m;
 - t_0 – įžemiklio įgilinimas, m;
 - d – įžemiklio diametras, m,
 - t – įžemiklio vidurio įgilinimas, m.

Įžemiklio vidurio įgilinimą apskaičiuojame pagal 10.2 formulę [8]:

$$t = t_0 + 0,5 \cdot l_v \quad (10.2)$$

čia t_0 – žemiklio įgilinimas, m.

Juostos jungiančios vertikalūs strypus žemėjimo varža apskaičiuojama pagal 10.3 formulę [8]:

$$R_h = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l_h} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_h^2}{b \cdot t_0}; \quad (10.3)$$

čia b – juostos plotis, m;

l_h – horizontalios juostos ilgis, m.

Atstojamoji žeminimo kontūro varža randama pagal 10.4 formulę [8]:

$$R_{\text{ždirbt.}} = \frac{R_v \cdot R_h}{R_v \cdot \eta_h + R_h \cdot \eta_v \cdot n}; \quad (10.4)$$

čia $R_{\text{ždirbt.}}$ – dirbtinio žeminimo kontūro varža, Ω ;

R_v – vieno vertikalaus žemiklio varža, Ω ;

R_h – horizontalaus žemiklio varža, Ω ;

η_h – grupinių vertikalių žemiklių efektyvumo koeficientas;

η_v – jungiančios linijos ekranavimo koeficientas;

n – žemiklių skaičius, vnt.

10.2. Įžemintuvo projektavimas

Įžemintuvams projektuojami vertikalūs žemikliai – plieniniai cinkuoti strypai $\varnothing 20\text{mm}$ diametro 3 strypai po 1,5m ilgio. Bendras strypų ilgis 4,5 m, sujungti plienine cinkuota juosta 40 x 4 mm. Juostos ilgis 20 m. Įžemiklis yra įgilintas 0,5 m nuo žemės paviršiaus.

Gruntas - priemolis, kurio $\rho = 100 \Omega\text{m}$.

Skaičiuojame grunto varžą vertikaliems įžemikliams taip pat įvertiname sezoniškumo koeficientą. Priimame, kad objektas yra III klimato zonos teritorijoje, žemės drėgmė yra normali, tai sezoniškumo koeficientas 1,25. Horizontaliems įžemikliams, kai žemės drėgmė normali 2,5.

Randame koreguotą grunto varžą:

$$\rho_v = 1,25 \cdot 100 = 125 \Omega m$$

$$\rho_h = 2,5 \cdot 100 = 250 \Omega m$$

Skaičiuojame įžemiklio vidurio įgilinimą pagal 10.2 formulę:

$$t = t_0 + 0,5 \cdot l_v = 0,5 + 0,5 \cdot 4,5 = 2,75 m$$

Skaičiuojame vieno vertikalaus įžemiklio varžą pagal 10.1 formulę:

$$R_v = \frac{\rho_v}{2 \cdot \pi \cdot l_v} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_v}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_v}{4 \cdot t - l_v} \right) = \frac{125}{2 \cdot 3,14 \cdot 4,5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 4,5}{0,02} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,75 + 4,5}{4 \cdot 2,75 - 4,5} \right) = 28,91 \Omega$$

Pagal 10.5 formulę randame įžemiklių santykį priklausomai nuo atstumo tarp įžemiklių ir jų ilgio. Atstumą tarp įžemiklių randame: 20 m ilgio juostą padaliname į 3 dalis, gauname 6,67 m atstumą tarp įžemiklių.

$$\frac{a}{l_v} = \frac{6,67}{4,5} = 1,48 \approx 1,5; \quad (10.5)$$

čia a – atstumas tarp įžemiklių, m;

Pasinaudojame žinyno lentelėmis parenkame grupinių vertikalių įžemiklių efektyvumo koeficientą. Jis parenkamas pagal santykį įžemiklių priklausomai nuo atstumo tarp įžemiklių ir jų ilgio bei įžemiklių kiekio. Įžemiklų kiekis 4 vienetai. Tada $\eta_v = 0,78$.

Įžemikliai sujungiami plienine 40x4 20m juosta.. Juosta tiesiama 0,5m gylyje nuo žemės paviršiaus.

Juostos įžemėjimo varžą randame pagal 10.3 formulę:

$$R_h = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l_h} \cdot \ln \frac{2l_h^2}{b \cdot t} = \frac{250}{2 \cdot 3,14 \cdot 20} \cdot \ln \frac{2 \cdot 20^2}{0,04 \cdot 0,5} = 21,09 \Omega$$

Parenkame jungiančios linijos ekranavimo koeficientą. Jis parenkamas pagal santykį įžemiklių priklausomai nuo atstumo tarp įžemiklių ir jų ilgio bei įžemiklių kiekio. Tai $\eta_h = 0,785$.

Pagal 10.4 formulę apskaičiuojame viso įžeminimo kontūro atstojamąją varžą:

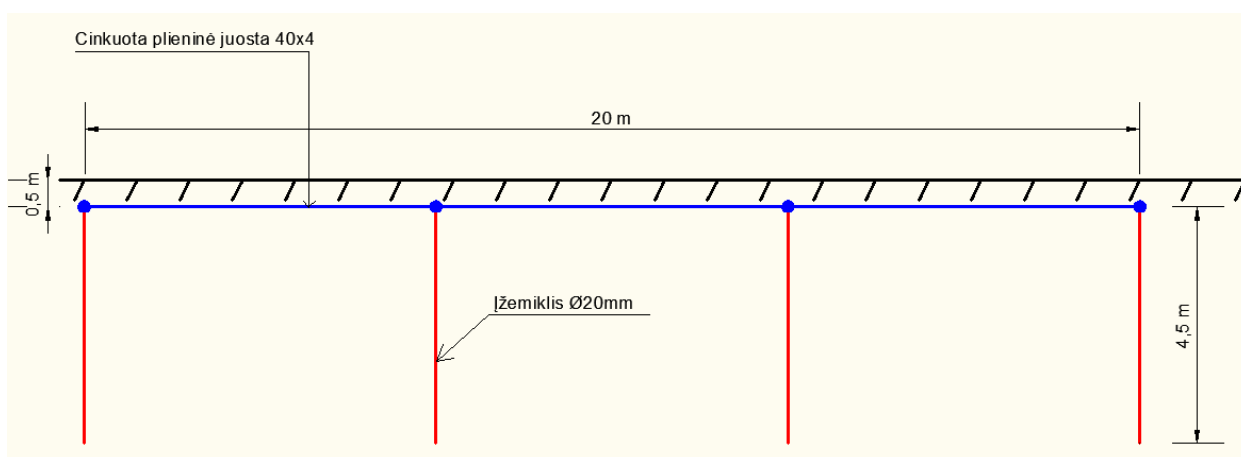
$$R_{\text{įždirbt.}} = \frac{R_v \cdot R_h}{R_v \cdot \eta_h + R_h \cdot \eta_v \cdot n} = \frac{28,91 \cdot 21,09}{28,91 \cdot 0,785 + 21,09 \cdot 0,78 \cdot 4} = 6,89 \Omega$$

Apskaičiuota įžeminimo varža tenkina sąlygą:

$$R_z \leq 10 \Omega, 6,89 \Omega \leq 10 \Omega.$$

Suprojektuotas įžeminimas: 4 vertikalūs įžemikliai (plieniniai cinkuoti strypai $\varnothing 20\text{mm}$ diametro ir 4,5 m ilgio) įgilinti 0,5m nuo žemės paviršiaus, išdėstyti 6,67 m atstumu vienas nuo kito viena eile lygiagrečiai pastato sienai, sujungti 20 m plienine cinkuota juosta 40x4mm.

Įžeminimo kontūro įrengimo planas pateiktas 10.2 pav.:



10.2 pav. Įžeminimo kontūro įrengimo planas

11. TECHNINĖS SPECIFIKACIJOS

Bendri duomenys

Elektrotechnikos dalies projektas paruošiamas vadovaujantis techninėmis sąlygomis ir šiuo metu Lietuvos Respublikoje galiojančiomis normomis, taisyklėmis:

1. EIIT elektros įrenginių įrengimo taisyklės. Vilnius 2000m.
2. Specialiųjų patalpų ir technologinių procesų elektros įrenginių įrengimo taisyklės. Vilnius 2004m.
3. Saugos taisyklės eksploatuojant elektros įrenginius.
4. Techninės eksploatavimo taisyklės.
5. Elektros tiekimo ir vartojimo taisyklės.
6. Bendros priešgaisrinės saugos taisyklės.
7. Gamintojo instrukcijomis.
8. RSN 133-91 Priešgaisrinė sauga – pagrindiniai reikalavimai.
9. Lietuvos higienos normos HN98:2000.

Visi įrengimai, gaminiai ir medžiagos, numatyti įrengti projektuojamame objekte, turi atitikti Europines normas ir standartus bei turi būti įteisinti naudojimui Lietuvos Respublikoje. Visi elektros įrenginiai turi būti apsaugoti nuo perkrovimų ir trumpo jungimo srovių.

Bendri reikalavimai:

- Visa tiekiamą įrangą turi būti skirta Europos rinkai (ženklėjimas CE);
- Numatomos įrangos pagrindiniai aprašymai turi būti pateikti lietuvių kalba;
- Visa elektros įrangą, pagalbinius įrenginius ir instaliacinės detalės turi atitikti elektros energijos tiekimo sistemoje reikalavimus, kurios charakteristikos yra tokios:
 - o $400V \pm 10\% / 230V \pm 10\%$;
 - o dažnis 50Hz;
 - o TN-C (TN-C-S).
- Spintos, kuriose numatyta įrangą išskiria šilumą turi būti komplektuojamos su atitinkamo našumo ventiliacija.

Spintos:

Savųjų reikmių spintos 1 ir 2, bendrųjų elektros reikmių, dujų valdymo:

- Montuojama spintose IP54, RAL7035.
- Spintos metalinės, uždaro tipo, durys uždaromos su užraktu.
- Aptarnavimas iš abiejų pusių;

- Kabelių įvedimai ir išvedimai iš apačios;
- Šynos varinės pagal spintos apkrovą;
- Numatyta reikiamo našumo ventiliacija;
- Turi būti numatytos atskiros sekcijos, skirtos kabeliams bei paskirstymo šynoms.
- Užrašai ir technologiniai numeriai ant įrenginių turi būti lietuvių kalba. Užrašai turi būti ant plastikinių plokštelių, keičiami rėmeliuose arba prisukami varžtais, rašmenų dydis >10mm. Prijunginių linijų pavadinimai turi būti ant priekinių narvelio durų;

Skydai:

Apšvietimo skydas:

- modulinis skydelis plastikinis baltos spalvos, dydis pagal modulių skaičių, ne mažesnio IP44.
- turi atitikti LST EN 60439 reikalavimus.

Kištukinių lizdų skydas:

- komplektuojamas kartu su kištukiniais lizdais:
- 3 vienfaziai;
- sumontuoti kartu su skydu;
- 16A, 250VAC;
- L, N, PE;
- IP44.
- 2 trifaziai;
- sumontuoti kartu su skydu
- 16A, 400VAC;
- 32A, 400VAC;
- 3L, N, PE;
- IP44.

Automatiniai jungikliai:

Įvadinis automatinis jungiklis:

- Turi atitikti LST EN 60947-2 reikalavimus;
- Vardinė įtampa: 400 V AC;
- Vardinis dažnis 50 Hz;
- Vardinė srovė: 1600A;
- Maksimali trumpojo jungimo srovė : ≥ 65 kA;

- Vardinė darbinė atjungimo geba (kA rms) Ics % : 100;
- Apsaugos laipsnis: IP 2X
- Laidininko prijungimas varžtiniais praplatintais gnybtais;
- Atkabiklio poveikis nuo šiluminės elektromagnetinės apsaugos.
- Atkabiklio poveikio reguliatorius: su reguliuojamu elektroniniu atkabikliu.
- Polių skaičius: 3;
- Įrengimo būdas: ištraukiamas vežimėlis;
- Ant automatinio jungiklio turi būti nurodoma vardinė srovė, atkabiklio nustatymo srovė.

Papildomi reikalavimai:

- Parengties įjungimui indikatorius “ready to close”;
- Spyruoklės ir automato būvio indikatorius;
- Su integruota užvedimo pavara, variklio įtampa 230VAC;
- Vežimėlio padėties kontaktai: įjungtas, išjungtas, testavimo padėtis;
- Mechaniniai mygtukai Ij/Išj;

Papildomi reikalavimai apsaugos moduliams:

- Su selektyvumu pagal laiką;
- Parametrų nustatymas pasukamais potenciometrais arba mygtukais prie LCD displejaus;
- Su LCD displejumi;
- Apsaugos modulis turi turėti srovės, įtampos, galios, elektros energijos (tikslumo klasė ne mažesnė 3-4) matavimo galimybę;
- Su integruotais srovės transformatoriais;
- Suveikimo priežastys indikuojamos LCD displejuje.
- Galimybė automatinį išjungiklį valdyti iš valdymo sistemos SCADA.

Generatoriaus automatinis jungiklis:

- Turi atitikti LST EN 60947-2 reikalavimus;
- Vardinė įtampa: 400 V AC;
- Vardinis dažnis 50 Hz;
- Vardinė srovė: 800A;
- Maksimali trumpojo jungimo srovė : ≥ 42 kA;
- Vardinė darbinė atjungimo geba (kA rms) Ics % : 100;
- Apsaugos laipsnis: IP 2X
- Laidininko prijungimas varžtiniais praplatintais gnybtais;
- Atkabiklio poveikis nuo šiluminės elektromagnetinės apsaugos.

- Atkabiklio poveikio reguliatorius: su reguliuojamu elektroniniu atkabikliu.
- Polių skaičius: 3;
- Ant automatinio jungiklio turi būti nurodoma vardinė srovė, atkabiklio nustatymo srovė.

Papildomi reikalavimai:

- Parengties įjungimui indikatorius “ready to close”;
- Spyruoklės ir automato būvio indikatorius;
- Su integruota užvedimo pavara, variklio įtampa 230VAC;
- Vežimėlio padėties kontaktai: įjungtas, išjungtas, testavimo padėtis;
- Mechaniniai mygtukai Įj/Išj;

Papildomi reikalavimai apsaugos moduliams:

- Su selektyvumu pagal laiką;
- Parametrų nustatymas pasukamais potenciometrais arba mygtukais prie LCD displejaus;
- Su LCD displejumi;
- Apsaugos modulis turi turėti srovės, įtampos, galios, elektros energijos (tikslumo klasė ne mažesnė 3-4) matavimo galimybę;
- Su integruotais srovės transformatoriais;
- Suveikimo priežastys indikuojamos LCD displejuje.
- Galimybė automatinį išjungiklį valdyti iš valdymo sistemos SCADA.

Linijinis automatinis jungiklis

- Turi atitikti LST EN 60947-2 reikalavimus;
- Vardinė įtampa: 690 V AC;
- Vardinė srovė: 10A...63A;
- Maksimali trumpojo jungimo srovė : 10 kA;
- Apsaugos laipsnis: IP 2X;
- Laidininko prijungimas varžtiniais gnybtais;
- Atkabiklio poveikis nuo perkrovos apsaugos;
- Atkabiklio poveikis nuo trumpojo jungimo;
- Polių skaičius: 3;
- Montuojamas ant din bėgelio.

Variklinis automatinis jungiklis:

- automatinis išjungiklis fiksuoto tipo skirti variklių apsaugai elektromagnetine apsauga, su reguliuojama termine apsauga;

- 3p;
- $I_N = 4 \dots 10\text{A}$;
- $U_N = 400\text{VAC}$;
- $U_{N\text{max}} = 690\text{VAC}$;
- trumpo jungimo atjungiamoji geba – ne mažiau 25kA;
- montuojami ant din bėgelio.

Modulinis automatinis jungiklis:

- automatiniai išjungikliai montuojami ant din bėgelio fiksuoto tipo;
- $I_N = 0.5 \dots 10\text{A}$;
- $U_N = 230 \dots 400\text{VAC}$;
- trumpo jungimo atjungiamoji geba – 6...10kA;
- 1p ... 3p;
- "C" atjungimo charakteristika.

Kontakoriai:

- montuojami ant din bėgelio;
- 3p;
- $U_N = 400\text{VAC}$;
- $P_N = 4 \dots 5,5\text{kW}$;
- apkrovimo tipas - AC-3;
- ritės valdymo įtampa –230VAC, leistina nuokrypa 85-110% ;
- su 2 NO ir 2 NC blokontaktais.

Mažo harmoninio iškraipymo dažnio keitiklis

Reikalaujami tik :

Oro padavimo ventiliatoriams 3kW;

Reikalavimai pagrindinėms dažnio keitiklio charakteristikoms ir funkcijoms:

- įtampa: 3 fazės 400 V $\pm 10\%$ V;
- maitinimo įtampos dažnis: 50...60 $\pm 5\%$ Hz;
- dažnio keitikliai turi būti pateikiami spintose IP54;

- visos spintos, kuriose montuojami dažnio keitikliai privalo turėti atitinkamo našumo ventiliaciją, kad būtų užtikrintas keitiklių aušinimas. Karšto oro išvedimas ortakiu iš viršaus;
- darbo aplinkos temperatūra: $-5 \dots +50^{\circ}\text{C}$ (be išėjimo galios mažėjimo);
- srovės perkrova 130% iki 60 s;
- įrangai veikiant pilna apkrova ir pilnu greičiu, bendras efektyvumas turi būti ne mažesnis kaip 97%;
- sunkios paleidimo sąlygos (ventiliatorius), darbo sąlygos;
- PID reguliatorius su miego režimu;
- Startavimo iš eigos funkcija (besisukančio variklio startavimas);
- Automatinis pasileidimas po klaidos ar įtampos dingimo;
- Automatinis klaidos numetimas su klaidos fiksavimu laike;
- Visų apsaugų išjungimo funkcija aktyvuojama loginiu įėjimu, arba automatiškai;
- Dažnio keitikliai privalo turėti sekančias vidines apsaugas:
 - o variklio trumpojo jungimo apsauga;
 - o variklio perkrovos apsauga;
 - o įėjimo fazės dingimo ir fazės disbalanso apsauga;
 - o išėjimo fazės dingimo apsauga;
 - o įtampos dingimo ir sumažėjimo apsauga;
 - o dažnio keitiklio perkaitimo apsauga.
- Harmoninis srovės iškraipymas neturi viršyti 5%. Šio reikalavimo turi būti laikomasi visame greičio ir apkrovos diapazone;
- Su EMC filtru.

Kirtiklis:

- kirtikliai montuojami ant din bėgelio fiksuoto tipo;
- $I_N = 20 \dots 63\text{A}$;
- $U_N = 400\text{VAC}$;
- 3p;
- IP40.

Srovėlaidžiai:

0,4kV šyninis srovėlaidis:

- Vardinė įtampa 690 V;
- Darbo įtampa $\geq 400\text{V}$;
- Vardinė renkamų šynų srovė ne mažesnė 1500A;

- Maksimali trumpojo jungimo srovė ne mažiau 60 kA;
- Apsaugos laipsnis ne mažesnis: IP 31
- Medžiaga: Cu 3+N+PE;
- Sistema komplektuojama su visais būtiniais priedais: tvirtinimo, pajungimo bei apsaugos apdangalais elementais.

Kabeliai:

Visi kabeliai turi būti pagaminti atestuotų gamintojų, atitikti standartą EN 60 204-1.

Vidinio montavimo žemos įtamos kabeliai iki 1000V turi būti savaime gęstantys (nepalaikantys degimo), vario gyslomis.

Vidiniai ir išoriniai kabeliai vienavielėmis varinėmis gyslomis su PVC izoliacija, su apvalkalu iš juodos spalvos polivinilchlorido plastiko, įtampa iki 1000V, skirti tiesti patalpų viduje ir žemėje. Ilgalaike leistina kabelio gyslų temperatūra - +70°C, žemiausia leistina montavimo temperatūra „-5°C“, aukščiausia kabelio gyslų temperatūra, ne ilgiau kaip 1s tekant trumpo jungimo srovei, - +160°C, visų naudojamų kabelių skerspjūviams.

Įvadinis ir generatorių prijungimui skirti kabeliai variniai viengysliai, su PVC izoliacija, su apvalkalu iš juodos spalvos polivinilchlorido plastiko, įtampa iki 1000V, skirti tiesti patalpų viduje ir žemėje. Ilgalaike leistina kabelio gyslos temperatūra - +90°C, žemiausia leistina montavimo temperatūra „-5°C“, aukščiausia kabelio gyslų temperatūra, ne ilgiau kaip 1s tekant trumpo jungimo srovei, - +250°C, visų naudojamų kabelių skerspjūviams.

Kabelinės kopėčios, loviai:

Kabelinės kopėčios ir perforuoti loveliai skirti kabelinių trasų montavimui:

- karštai cinkuoti;
- kab. loveliai perforuoti
- su visomis tvirtinimo detalėmis;
- ilgis - 1-6m;
- Plotis 50...400mm;
- loveliai iki 200mm pločio – turi būti 80...85 mm aukščio;
- loveliai virš 200mm pločio – turi būti 110 mm aukščio;
- tvirtinimo būdas - prie sienų, lubų, kolonų, metalinių konstrukcijų.

Sistema su visais reikalingais priedais turi būti vieno gamintojo. Kopėčios turi būti sukomplektuotos su visomis sujungimo ir tvirtinimo detalėmis, varžtais, veržlėmis, poveržlėmis;

- gamintojas turi garantuoti varžtinio sujungimo elektrinį kontaktą;
- visi kabelių kanaluose ir loviuose pakloti kabeliai išdėstomi taip, kad juos galima

būtų išimti. Tokiu būdu paklotus kabelius būtina pritvirtinti metaliniais kabelių laikikliais.

- visi kabelių perėjimai per pastato konstrukcijas turi būti užsandarinti su apsauga nuo gaisro, taip kaip tai reikalauja EIT [4].

Antgaliai:

Antgaliai skirti kabelių iki 1kV įtampos, visų reikiamų skerspjūvių, alavuoti prijungimui prie el. įrenginių.

Šviestuvai:

Šviestuvai tvirtinami ant lovelio, įtempto ir pritvirtinto trosu arba prie lubų tvirtinamais metaliniais tvirtinimo elementais prie kurių pritvirtinti trosai, prikabinėti šviestuvams ir nuleisti iki tam tikro reikalaujamo aukščio. Patalpose kuriose lubų aukštis 3 metrai šviestuvai tvirtinami prie lubų.

Šviestuvai turi būti pateikti su visomis sujungimo ir tvirtinimo detalėmis.

Potencialiai sprogiose vietose montuojami šviestuvai pažymėti Ex ženklu.

Darbiniai šviestuvai montuojami elektrinės patalpoje, bei transformatorinės ir skirstyklos patalpoje:

- su 2x58W galios liuminescencinėmis lempomis;
- korpusas iš sustiprinto plastiko pluošto;
- sklaidytuvas iš atsparaus smūgiams polikarbonato;
- 230VAC/220VDC, su elektroniniu paleidimo elementu (balastu);
- tvirtinamas prie trosu, lovelio;
- su sandarinimo antgaliais;
- šviesai laidaus gaubto fiksatoriai turi būti metaliniai;
- potencialiai sprogiose vietose skirti montuoti sprogioje aplinkoje ir pažymėti Ex ženklu;
- IP65.

Darbiniai šviestuvai montuojami operatoriaus ir skydinės bei įvado patalpose:

- su 2x58W galios liuminescencinėmis lempomis;
- korpusas iš sustiprinto plastiko pluošto;
- sklaidytuvas iš atsparaus smūgiams polikarbonato;
- 230VAC/220VDC, su elektroniniu paleidimo elementu (balastu);
- tvirtinamas prie lubų;
- su sandarinimo antgaliais;

- šviesai laidaus gaubto fiksatoriai turi būti metaliniai;
- IP44.

Darbinis šviestuvai montuojami konteineriuose:

- su 2x58W galios liuminescencinėmis lempomis;
- korpusas iš sustiprinto plastiko pluošto;
- sklaidytuvas iš atsparaus smūgiams polikarbonato;
- korpusas atsparus karščiui;
- 230VAC/220VDC, su elektroniniu paleidimo elementu (balastu);
- tvirtinamas prie lubų;
- su sandarinimo antgaliais;
- šviesai laidaus gaubto fiksatoriai turi būti metaliniai;
- skirti montuoti sprogioje aplinkoje ir pažymėti Ex ženklu;
- IP65.

Saugos šviestuvai montuojami elektrinės, transformatorinės ir skirstyklos, operatoriaus ir skydinės bei įvado patalpose:

- darbiniai šviestuvai su juose įmontuotais akumuliatoriais;
- akumuliatoriai aptarnauja 1 – 3 valandas;
- 230VAC/220VDC, su elektroniniu paleidimo elementu (balastu);
- tvirtinamas prie lubų, lovelių, trosų;
- apšvietimo brėžinyje žymimi raide A.
- akumuliatorių baterijos gedimo indikacija;
- akumuliatorių baterijos darbo laikas ne mažiau 2 metai;
- akumuliatorių baterija keičiama nekeičiant šviestuvo;
- IP54.

Evakuaciniai šviestuvai:

- su 1x8W galios liuminescencinėmis lempomis;
- korpusas iš sustiprinto plastiko pluošto;
- sklaidytuvas iš atsparaus smūgiams polikarbonato;
- tvirtinamas prie sienų virš kiekvienų durų per, kurias išeinama į evakuacinius kelius;
- su sandarinimo antgaliais;
- šviesai laidaus gaubto fiksatoriai turi būti metaliniai;
- visi šviestuvai turi būti pateikti su elektroniniu uždegimo elementu 230VA/220VDC;

- šviestuvai evakuaciniam apšvietimui pateikiami su akumuliatorių baterijomis 1-3h;
- akumuliatorių baterijos gedimo indikacija;
- akumuliatorių baterijos darbo laikas ne mažiau 2 metai;
- akumuliatorių baterija keičiama nekeičiant šviestuvo;
- IP54.

Jungikliai klavišiniai, virštinkiniai:

- jungikliai vienpoliai (1 klavišas) 16A, 250VAC;
- ne mažiau IP54.

Lempos

Liuminescencinė lempa, 58W galios, 230V, 50Hz, šviesos srautas ne mažiau 5000 Lm, šviesos spalvinė temperatūra ne mažiau 4000K°, spalvų perdavimo indeksas 2A, cokoliai G13.

Įžeminimo įrenginys:

Įžeminimo įrenginio varža pagal EIT [4] turi būti $R_z \leq 10 \Omega$.

Įžemikliai – plieniniai cinkuoti 1,5m Ø20mm strypai, sumaunami vienas su kitu. Įžemikliai sujungti plienine cinkuota 40x4mm juosta. Juosta ir įžemikliai sujungiami specialiomis kryžminėmis jungtimis. Sujungimo vietos turi būti apsaugotos nuo korozijos. Įžemiklių ir juostos sujungimo vietos montuojamos apžiūros šulinėliuose, 0,5m gylio. Įžeminimo įrenginys prie potencialinės šynos prijungtas plienine cinkuota 40x4mm juosta. Nuo jos monolitinis izoliuotas laidas prijungiamas prie įvadinės spintos šynos.

Montavimo darbai

Kabelių klojimo darbai:

Jėgos kabeliai klojami kopėtėlėse ar vamzdyje. Kabeliai turi būti klojami tokiu būdu, kad jie nesusisuktų ir nebūtų glaudžiai prispausti vienas prie kito. Kabelis turi būti apsaugotas nuo įrėžių arba trinties. Atliekant bet kokius sujungimus, reikia stengtis, kad darbo metu laidai būtų kuo rečiau lankstomi. Laidai sujungimo vietose neturi būti mechaniškai tempiami. Visais atvejais sujungiant arba prijungiant PEN arba PE laidus, būtina juos palikti bent 8 mm ilgesnius už fazinius laidus, kad atsitiktinai veikiant jėgai, pirmiau atsijungtų pastarieji.

Kabeliai klojami taip, kad kopėtėlėse gulėtų lygiagrečiai ir tiesiai, vienodu atstumu, ir jei būtina, keliais sluoksniais.

Montuojant skirtingų leistinių temperatūrų laidus viename vamzdyje ar kopėtėlėse, ribinė darbo temperatūra turi būti mažesnė už mažiausią iš paklotų laidų.

Vedant kabelius per sieną, perdangą turi būti naudojamos ugniai atsparios lengvai išardomos medžiagos ne mažesnio ugniai atsparumo - kaip ir sienos ar perdangos.

Kabelių jungtims ir galūnėms reikia naudoti movas, kurių konstrukcija atitinka darbo ir aplinkos sąlygas. Kabelinių linijų jungtys ir galūnės turi būti tokios, kad iš aplinkos į kabelį neprasiskverbtų drėgmė ir kitos kenksmingos medžiagos, be to, jungtys ir galūnės išlaikytų kabelinių linijų bandymo įtampą ir tarnautų tiek pat laiko, kaip ir kabelis.

Abejos kabelių galūnės privalo būti tinkamai pažymėtos abejuose galuose, o kertant sieną abejuose jos pusėse.

Kabelių tvirtinimas:

Ant horizontalių kopėtelių pakloti kabeliai pritvirtinami kab. juostelėmis, o vedami vertikaliais loveliais ar kopėčiomis privalo būti naudojamos atitinkamo atsparumo apkabos.

Kampuose, atsišakojimo taškuose, kilimo/leidimosi vietose kabeliai tvirtinami prie lovelio plastikinėmis juostelėmis (atsparios UV) 40-60 cm tarpais 1.0-1.5 m atstumu.

Skydų montavimas:

Projektuojami prietaisai ir valdymo bei signalizacijos aparatūra montuojami skyduose.

Kabeliai į skydą jungiami iš apačios.

Visos plieninės skydo dalys turi būti padengtos antikorozinio sluoksniu.

Įžeminimas ir įnulinimas:

Visos metalinės įrengimų ir įrenginių dalys, neprijungtos prie el. įtampos, tačiau galinčios būti prijungtos prie įtampos atsiradus defektams, privalo būti įžemintos. Kabelių loviai turi būti įžeminti pagal gamintojo nurodytus reikalavimus. Turi būti užtikrintas pereinamasis kontaktas.

Įžeminimo ir apsauginiai laidininkai turi būti apsaugoti nuo cheminio poveikio.

Įvadų į pastatus ir patalpos vietose įžeminimo laidininkai turi būti apsaugoti nuo mechaninių pažeidimų.

Vidinis ir išorinis įžeminimo kontūras:

0,4kV įrenginių vidinis įžeminimo kontūras montuojamas iš karštai cinkuoto plieno juostos 40x4 prie sienos visu patalpos perimetru. Vidinis įžeminimo kontūras sujungiamas su išoriniu įžeminimo kontūru ne mažiau dviejose vietose, suvirinant.

Įžemikliai – plieniniai cinkuoti 1,5m Ø20mm strypai, sumaunami vienas su kitu. Įžemikliai sujungti plienine cinkuota 40x4mm juosta. Juosta ir įžemikliai sujungiami specialiomis kryžminėmis jungtimis. Sujungimo vietos turi būti apsaugotos nuo korozijos. Įžemiklių ir juostos sujungimo vietos montuojamos apžiūros šulinėliuose, 0,5m gylio.

12. ĮRENGINIŲ IR GAMINIŲ ŽINIARAŠTIS

Elektrotechninės įrangos ir medžiagų sąrašas pateiktas 12.1 lentelėje

12.1 lentelė

Elektrotechninės įrangos ir medžiagų sąrašas

Eilės Nr.	Pavadinimas	Žymėjimas	Mato vnt.	Kiekis
1	2	3	4	5
	Generatorius			
	Generatorius, 400 V AC, 400 kW, 724,64 A	G1; G2	vnt.	2
	IS			
1	Spinta, pastatoma, IP55, metalinė 2000x2100x600		vnt	1
2	Įvadinis automatinis jungiklis, 1600 A, 400V 3P, ištraukiamas, prijungimo gnybtai šynoms, padėties kontaktai (atjungtas/įjungtas, suveikusi apsauga), montuojamas ant montažinės plokštės	QF	vnt.	1
3	Generatoriaus automatinis jungiklis, 800 A, 400V 3P, prijungimo gnybtai šynoms, padėties kontaktai (atjungtas/įjungtas, suveikusi apsauga), montuojamas ant montažinės plokštės	QF	vnt.	2
4	Automatinis jungiklis, 50 A, 400V, 3P, montuojamas ant din bėgelio	QF	vnt.	2
5	Automatinis jungiklis, 63 A, 400V, 3P, montuojamas ant din bėgelio	QF	vnt.	1
6	Šynos 80x8		m	1,5
	SRS-1; SRS-2			
1	Spinta, pastatoma, IP54, metalinė 2000x1200x600		vnt.	2
2	Kirtiklis, 63 A, 400V	QS	vnt.	2
3	Šynos		kompl.	2
4	Variklinis automatinis jungiklis, 4...6,3 A, 400 V, 3P, montuojamas ant din bėgelio	QF	vnt.	4
5	Variklinis automatinis jungiklis, 6...10 A, 400 V, 3P, montuojamas ant din bėgelio	QF	vnt.	14
6	Variklinis automatinis jungiklis, 2,5...4 A, 400 V, 3P, montuojamas ant din bėgelio	QF	vnt.	2
7	Modulinis automatinis jungiklis, 6 A, 400 V, 3P, montuojamas ant din bėgelio	QF	vnt.	6

8	Modulinis automatinis jungiklis, 1 A, 230 V, 1P, montuojamas ant din bėgelio	SF	vnt.	4
9	Modulinis automatinis jungiklis, 0,5 A, 230 V, 1P, montuojamas ant din bėgelio	SF	vnt.	6
10	Modulinis automatinis jungiklis, 6 A, 230 V, 1P, montuojamas ant din bėgelio	SF	vnt.	2
11	Kontakoriai 4 kW, 9 A, montuojami ant din bėgelio	KM	vnt.	12
12	Kontakoriai 5,5 kW, 12 A, montuojami ant din bėgelio	KM	vnt.	6
13	Dažnio keitiklis 4 kW, 8,1 A	SR	vnt.	2
	BERS			
1	Spinta, pastatoma, IP54, metalinė 2000x600x600		vnt.	1
2	Kirtiklis, 63 A, 400V	QS	vnt.	1
3	Šynos		kompl.	1
4	Automatinis jungiklis, 32 A, 400V, 3P, montuojamas ant din bėgelio	QF	vnt.	3
5	Automatinis jungiklis, 6 A, 400V, 3P, montuojamas ant din bėgelio	QF	vnt.	1
6	Automatinis jungiklis, 10 A, 230V, 1P, montuojamas ant din bėgelio	SF	vnt.	1
7	Automatinis jungiklis, 0,5 A, 230V, 1P, montuojamas ant din bėgelio	SF	vnt.	1
	DVS			
1	Spinta, pastatoma, IP54, metalinė 2000x600x600		vnt.	1
2	Kirtiklis, 20 A, 230V	SS	vnt.	1
3	Šynos		kompl.	1
4	Nepertraukiamo maitinimo šaltinis 620VA, 390W	UPS	vnt.	1
5	Automatinis jungiklis, 0,5 A, 230V, 1P, montuojamas ant din bėgelio	SF	vnt.	4
6	Automatinis jungiklis, 1 A, 230V, 1P, montuojamas ant din bėgelio	SF	vnt.	2

	AS			
1	Apšvietimo virštinkinis skydelis, 18 modulių		vnt.	1
2	Kirtiklis, 32 A, 400V	QS	vnt.	1
3	Šynos		kompl.	1
4	Automatinis jungiklis, 2A, 230V, 1P, montuojamas ant din bėgelio	SF	vnt.	2
5	Automatinis jungiklis, 3A, 230V, 1P, montuojamas ant din bėgelio	SF	vnt.	1
6	Automatinis jungiklis, 6A, 230V, 1P, montuojamas ant din bėgelio	SF	vnt.	1
7	Automatinis jungiklis, 10A, 230V, 1P, montuojamas ant din bėgelio	SF	vnt.	2
8	Automatinis jungiklis, 1A, 230V, 1P, montuojamas ant din bėgelio	SF	vnt.	2
9	Automatinis jungiklis, 0,5A, 230V, 1P, montuojamas ant din bėgelio	SF	vnt.	1
	KLS			
1	Kištukinių lizdų skydelis IP54		vnt.	1
2	Kirtiklis, 32 A, 400V	QS	vnt.	1
3	Kištukinis lizdas 230V, 16A		vnt.	3
4	Kištukinis lizdas 400V, 16A		vnt.	1
5	Kištukinis lizdas 400V, 32A		vnt.	1
	Apšvietimas			
1	Šviestuvas liuminescencinis 2x58 IP 65		vnt.	30
2	Šviestuvas liuminescencinis 2x58 IP 44		vnt.	2
3	Šviestuvas liuminescencinis Ex		vnt.	8
4	Šviestuvas liuminescencinis su akumuliatoriumi		vnt.	8
5	Šviestuvas liuminescencinis 8W, evakuacijai		vnt.	9
6	Lempa liuminescencinė 58W		vnt.	96
7	Lempa liuminescencinė 8W		vnt.	9
	Laidai ir kabeliai			
1	Cu (1x300) mm ²		m	444
2	Cu (4x25/16 RM) mm ²		m	12
3	Cu (4x16/16 RM) mm ²		m	14
4	Cu (4x10/10 RM) mm ²		m	14
5	Cu (4x2,5/2,5) mm ²		m	322
6	Cu (4x1,5/1,5) mm ²		m	217
8	Cu (2x2,5/2,5) mm ²		m	121
9	Cu (2x1,5/1,5) mm ²		m	525
	Kabelių lentynos			
	400 mm		m	112
	300 mm		m	100

	100 mm		m	100
	50 mm		m	300
	Ižeminimas			
	Ižeminimo strypas		vnt.	12
	Plieninis antgalis		vnt.	4
	Kryžminė jungtis		vnt.	4
	Ikalimo galvutė		vnt.	1
	Apžiūros šulinėlis		vnt.	4
	Plieninė cinkuota juosta 40x4		m	20

IŠVADOS IR SIŪLYMAI

Suprojektuota kogeneracinė jėgainė, parinkti du kogeneratoriai, kurie gamina šilumos, bei elektros energiją. Naudojami elektros įrenginiai reikalingi vykti kogeneracijos procesui atitinka Lietuvos standartus. Parinkta naujausia elektros įranga, kuri atitinka Lietuvos standartus. Apskaičiavome kogeneracinės jėgainės savosioms reikmėms reikalingą galią. Ši galia priskiriama prie technologinio kogeneracinės jėgainės veikimo proceso. Parinkome įrenginiams laidininkus, apsaugos aparatus saugančius kabelius. Įvertinome įtampos nuostolius bei atlikome trumpojo jungimo skaičiavimą. Suprojektuotas apsauginis žemėjimas.

Apskaičiavome apšvietimą, šviestuvai parinkti pagal patalpų pavojingumą ir aplinkos poveikį. Apšvieta parinkta pagal Lietuvos higienos normas.

Kogeneracinė jėgainė suprojektuota, kaip kurą varikliams naudojant sąvartyno ir gamtines dujas. Kadangi sąvartyno dujų kaloringumas kaskart keičiasi, tai šios dujos pamašomos su gamtinėmis dujomis. Kogeneracinės jėgainės prioritetas elektros energijos iš alternatyvių energijos šaltinių. Šiuo atveju sąvartyno dujos. Vasaros metu šilumos perteklius aušyklių pagalba išmetamas į atmosferą. Taip pat žemų parametrų šiluma išmetama į atmosferą.

Siekiant kuo didesnio efektyvumo siūlymas būtų įrengti žemų parametrų šilumai pašildyti skirtus šildytuvus ir to pasėkoje šilumos neišmesti į atmosferą, o atiduoti šilumos tinklams. Žemų parametrų šiluma vis tiek bus kažkiek pašilusi, o iki reikiamos temperatūros pakėlimo būtų reikalinga mažesnės sąnaudos. Taip pat siekiant vasaros metu panaudoti šilumą, siūlyčiau netoliese įrengti SPA centrą su šildomais baseiniais. Kitas variantas įrengti daržovių auginimo namelius. Kuriuose daržovėms būtų palaikoma optimali temperatūra augti taip siekiant kuo didesnio derliaus.

LITERATŪRA

1. Dėl kurą deginančio įrenginio galios nustatymo. Lietuvos energetikos konsultantų asociacija [interaktyvus]. 2010 [žiūrėta 2011 04.10]. Prieiga per internetą: <
http://www.lsta.lt/files/studijos/2010%20metu/A-43_LEKA%20pazyma%20del%20silumines%20galios%20nustatymo%202010%2007%2021%20%282%29.pdf>.
2. Pastatų inžinerinės sistemos – 2010: 13-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų pranešimo medžiaga [interaktyvus]. 2010 [žiūrėta 2011 04 11]. Prieiga per internetą: <
<http://www.vgtu.lt/upload/svk/pastatu%20inzinerines%20sistemas.pdf>>.
3. 2010 dėl gaisrinės saugos pagrindinių reikalavimų patvirtinimo. Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamentas prie Lietuvos Respublikos vidaus reikalų ministerijos [interaktyvus]. 2010, gruodis [žiūrėta 2011 04 15]. Prieiga per internetą: <
<http://tar.tic.lt/Default.aspx?id=2&item=results&aktoid=A91B06D1-7C8C-49B3-B8E9-61BD22D4FB5B>>.
4. 2007 elektros įrenginių įrengimo bendrosios taisyklės. Lietuvos respublikos ūkio ministerija [interaktyvus]. 2007, sausis [žiūrėta 2011 04 17]. Prieiga per internetą: < ([Žin., 2007, Nr. 24-936](#))>.
5. HN 98:2000. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai [interaktyvus]. Vilnius. 2000. Galioja nuo 2000 06 15 [žiūrėta 2011 04 19]. Prieiga per internetą: <
http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=101854>.
6. Ramonas Z. Apšvietimas. Šiauliai, 2002.
7. Gaudrė. Priedai [interaktyvus]. [žiūrėta 2011 04 20]. Prieiga per internetą: <
<http://www.gaudre.lt/failai/categories/priedai%202008.pdf>>.
8. Šatas. J Įmonių elektros įrenginiai ir tinklai “. Klaipėda, 2003
9. Nepriklausomų maitinimo šaltinių katalogas [interaktyvus]. [žiūrėta 2011 04 22]. Prieiga per internetą: <
http://www.apc.com/products/resource/include/techspec_index.cfm?base_sku=SC620I&total_watts=50>.
10. 2007 skaičiuojamųjų elektros apkrovų nustatymo metodika. Lietuvos Respublikos ūkio ministerija [interaktyvus]. 2010, gruodis [žiūrėta 2011 04 23]. Prieiga per internetą: <
<http://tar.tic.lt/Default.aspx?id=2&item=results&aktoid=33067312-16D7-4EC3-8C6C-0FCC4179FAC4>>.

11. Kabelių katalogas [interaktyvus]. [žiūrėta 2011 04 25]. Prieiga per internetą: < http://www.drakakeila.ee/toot/Draka_Catalogue_LIT.pdf>.
12. Šynų katalogas. 2010
13. Schneider produktų katalogas. 2010
14. Specialiųjų patalpų ir technologinių procesų elektros įrenginių įrengimo taisyklės. Lietuvos respublikos aplinkos ministerija [interaktyvus]. 2004, balandis [žiūrėta 2011 05 12]. Prieiga per internetą: < http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=233936>.
15. Ramonas Z. „Technologijos fakulteto studijų darbų parengimo tvarka”. Šiauliai, 2004