

STATINIO PAVADINIMAS: **Vėjo elektrinė VE-3**

STATINIO PROJEKTO PAVADINIMAS: **Energijos iš atsinaujinančių išteklių gamybos paskirties inžinerinio statinio, vėjo elektrinės VE-3, Ukmergės r. sav., Pivonijos sen., Miliaučiznos k., statybos projektas**

STATINIO ADRESAS: **Ukmergės r. sav., Pivonijos sen., Miliaučiznos k.**

STATINIO KATEGORIJA: **Ypatingasis statinys**

STATYBOS RŪŠIS: **Naujo statinio statyba**

UŽSAKOVAS: **UAB „Intuva“**

STATYTOJAS: **UAB „Intuva“**

STATINIO PROJEKTO ETAPAS: **Projektiniai pasiūlymai**

STATINIO PROJEKTO Nr.: **2023-56-02-02-PP**

STATINIO PROJEKTO DALIS: **Elektrotechnikos dalis pagrindiniai sprendiniai**

BYLOS ŽYMUO: **E**

BYLOS LAIDA: **0**

BYLOS IŠLEIDIMO DATA: **2025-07**

*Direktorius**Paulius Žymančius**Projekto vadovas
(atestato Nr. 37461)**Domantas Aleknavičius**Projekto dalies vadovas
(atestato Nr. 33094)**Domantas Aleknavičius*

BYLOS TURINYS

BYLOS TURINYS	1
PROJEKTINIŲ PASIŪLYMŲ SUDĖTIES ŽINIARAŠTIS	2
PROJEKTINIŲ PASIŪLYMŲ DALIES BYLOS TEKSTINIŲ DOKUMENTŲ SUDĖTIES ŽINIARAŠTIS	3
PROJEKTINIŲ PASIŪLYMŲ DALIES BYLOS BRĖŽINIŲ SUDĖTIES ŽINIARAŠTIS	3
PROJEKTINIŲ PASIŪLYMŲ DERINIMŲ LAPAS	4
BENDRIEJI INŽINERINIŲ TINKLŲ RODIKLIAI	5
AIŠKINAMASIS RAŠTAS	6
BRĖŽINIAI	14

0	2025-07	Statybos leidimui, konkursui			
LAIDA	IŠLEIDIMO DATA	LAIDOS STATUSAS. KEITIMO PRIEŽASTIS (JEI TAIKOMA)			
KVAL. PATV. DOK. NR.				STATINIO PROJEKTO PAVADINIMAS	
				Energijos iš atsinaujinančių išteklių gamybos paskirties inžinerinio statinio, vėjo elektrinės VE-3, Ukmergės r. sav., Pivonijos sen., Miliučiznos k., statybos projektas	
37461	PV	Domantas Aleknavičius		STATINIO NR. IR PAVADINIMAS 2023-56-02-02-PP Vėjo elektrinė VE-3	
33094	PDV	Domantas Aleknavičius			
	PDVA	Saulius Steponavičius		DOKUMENTO PAVADINIMAS Bylos turinys	
lt	STATYTOJAS IR (ARBA) UŽSAKOVAS UAB „Intuva“			DOKUMENTO ŽYMUO 2023-56-02-02-PP-E_T	LAPAS 1
					LAPŲ 1

PROJEKTINIŲ PASIŪLYMŲ SUDĖTIES ŽINIARAŠTIS

Eil. Nr.	Bylos žymuo	Laida	Pavadinimas	Pastabos
1.	2023-56-02-02-PP-BD	0	Bendrosios dalies pagrindiniai sprendiniai	
2.	2023-56-02-02-PP-E	0	Elektrotechnikos dalies pagrindiniai sprendiniai	

PROJEKTAS ATITINKA GALIOJANČIAS NORMAS IR TAISYKLES BEI PROJEKTAVIMO UŽDUOTĮ
 PROJEKTO VADOVAS *Domantas Aleknavičius* 
 ATESTATO Nr. 37461

Dokumento ir jame pateiktos informacijos dauginimas ir platinimas trečiosioms šalims draudžiamas

0	2025-07	Statybos leidimui, konkursui		
LAIDA	IŠLEIDIMO DATA	LAIDOS STATUSAS. KEITIMO PRIEŽASTIS (JEI TAIKOMA)		
KVAL. PATV. DOK. NR.				STATINIO PROJEKTO PAVADINIMAS
				Energijos iš atsinaujinančių išteklių gamybos paskirties inžinerinio statinio, vėjo elektrinės VE-3, Ukmergės r. sav., Pivonijos sen., Miliaučiznos k., statybos projektas
37461	PV	Domantas Aleknavičius		STATINIO NR. IR PAVADINIMAS
				2023-56-02-02-PP Vėjo elektrinė VE-3
				DOKUMENTO PAVADINIMAS
				Projektinių pasiūlymų sudėties žiniaraštis
				LAIDA
				0
lt	STATYTOJAS IR (ARBA) UŽSAKOVAS			DOKUMENTO ŽYMUO
	UAB „Intuva“			2023-56-02-02-PP-E_PSŽ
				LAPAS
				LAPŲ
				1
				1

PROJEKTINIŲ PASIŪLYMŲ DALIES BYLOS TEKSTINIŲ DOKUMENTŲ SUDĖTIES ŽINIARAŠTIS

Eil. Nr.	Bylos žymuo	Lapų sk.	Laida	Pavadinimas	Pastabos
1.	2023-56-02-02-PP_PSŽ	1	0	Projekto sudėties žiniaraštis	
2.	2023-56-02-02-PP-E_BSŽ	1	0	Projekto dalies bylos dokumentų sudėties žiniaraštis	
3.	2023-56-02-02-PP-E_PDL	1	0	Projekto derinimų lapas	
4.	2023-56-02-02-PP-E_BSR	1	0	Bendrieji statinio rodikliai	
5.	2023-56-02-02-PP-E_AR	8	0	Aiškinamasis raštas	

PROJEKTINIŲ PASIŪLYMŲ DALIES BYLOS BRĖŽINIŲ SUDĖTIES ŽINIARAŠTIS

Eil. Nr.	Brėžinio žymuo	Lapų sk.	Laida	Brėžinio pavadinimas	Pastabos
1.	2023-56-02-02-PP-E_B-01	1	0	Prijungimo prie skirstomojo tinklo schema	
2.	2023-56-02-02-PP-E_B-02	5	0	Prijungimo prie tinklo schema	
3.	2023-56-02-02-PP-E_B-03	1	0	Įtakos tinklui vertinimo principinė skaičiavimo schema	

0	2025-07	Statybos leidimui, konkursui			
LAIDA	IŠLEIDIMO DATA	LAIDOS STATUSAS. KEITIMO PRIEŽASTIS (JEI TAIKOMA)			
KVAL. PATV. DOK. NR.				STATINIO PROJEKTO PAVADINIMAS	
				Energijos iš atsinaujinančių išteklių gamybos paskirties inžinerinio statinio, vėjo elektrinės VE-3, Ukmergės r. sav., Pivonijos sen., Miliučiznos k., statybos projektas	
37461	PV Domantas Aleknavičius			STATINIO NR. IR PAVADINIMAS	
	33094 PDV Domantas Aleknavičius			2023-56-02-02-PP Vėjo elektrinė VE-3	
	PDVA	Saulius Steponavičius		DOKUMENTO PAVADINIMAS	
				Projektinių pasiūlymų dalies bylos dokumentų sudėties žiniaraštis	
				LAIDA	0
lt	STATYTOJAS IR (ARBA) UŽSAKOVAS			DOKUMENTO ŽYMUO	
	UAB „Intuva“			2023-56-02-02-PP-E_BSŽ	
				LAPAS	LAPŲ
				1	1

PROJEKTINIŲ PASIŪLYMŲ DERINIMŲ LAPAS

Eil. Nr.	Vardas pavardė	Parašas	Data
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

0	2025-07	Statybos leidimui, konkursui			
LAIDA	IŠLEIDIMO DATA	LAIDOS STATUSAS. KEITIMO PRIEŽASTIS (JEI TAIKOMA)			
KVAL. PATV. DOK. NR.				STATINIO PROJEKTO PAVADINIMAS	
				Energijos iš atsinaujinančių išteklių gamybos paskirties inžinerinio statinio, vėjo elektrinės VE-3, Ukmergės r. sav., Pivonijos sen., Miliučiznos k., statybos projektas	
				STATINIO NR. IR PAVADINIMAS	
37461	PV	Domantas Aleknavičius		2023-56-02-02-PP	
33094	PDV	Domantas Aleknavičius		Vėjo elektrinė VE-3	
	PDVA	Saulius Steponavičius		DOKUMENTO PAVADINIMAS	LAIDA
				Projektinių pasiūlymų derinimų lapas	0
				DOKUMENTO ŽYMUO	LAPAS LAPŲ
lt	STATYTOJAS IR (ARBA) UŽSAKOVAS			2023-56-02-02-PP-E_PDL	
	UAB „Intuva“			1	1

BENDRIEJI INŽINERINIŲ TINKLŲ RODIKLIAI

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis	Pastabos
	VI. KITI INŽINERINIAI STATINIAI			
1.	Energijos iš atsinaujinančių išteklių gamybos:			
1.1.	Vėjo elektrinė:			
1.1.1.	bokšto aukštis	m	Iki 79	
1.1.2.	sparnuotės skersmuo	m	Iki 120	
1.1.3.	Maksimali keitiklių galia	MW	1,75	
1.1.4.	Pmax	MW	1,575	
1.1.5.	<i>elektrinių suminė leistinoji generuoti galia apribota iki 3 000 kW.</i>			

0	2025-07	Statybos leidimui, konkursui			
LAIDA	IŠLEIDIMO DATA	LAIDOS STATUSAS. KEITIMO PRIEŽASTIS (JEI TAIKOMA)			
KVAL. PATV. DOK. NR.				STATINIO PROJEKTO PAVADINIMAS	
				Energijos iš atsinaujinančių išteklių gamybos paskirties inžinerinio statinio, vėjo elektrinės VE-3, Ukmergės r. sav., Pivonijos sen., Miliučiznos k., statybos projektas	
37461	PV	Domantas Aleknavičius		STATINIO NR. IR PAVADINIMAS 2023-56-02-02-PP Vėjo elektrinė VE-3	
	PDV	Domantas Aleknavičius			
	PDVA	Saulius Steponavičius		DOKUMENTO PAVADINIMAS Bendrieji statinio rodikliai	
lt	STATYTOJAS IR (ARBA) UŽSAKOVAS UAB „Intuva“			DOKUMENTO ŽYMUO 2023-56-02-02-PP-E_BSR	
				LAPAS	LAPŲ
				1	1

AIŠKINAMASIS RAŠTAS

1. DOKUMENTAI IR DUOMENYS PROJEKTINIAMS PASIŪLYMAMS PARENGTI

1.1. Projektinių pasiūlymų bylos parengimo pagrindas

UAB „Intuva“ planuoja esamą saulės elektrinių parką papildyti trimis vėjo elektrinėmis. Hibridinės elektrinės ((saulė (I etapas) + vėjas (II etapas)), kuri prijungta prie elektros skirstomojo tinklo (toliau – ST), leistina generuoti galia nuo I etapo nekinta ir išlieka 3 000 kW.

Kiekvienai vėjo elektrinei yra rengiamas atskiras projektas.

Šiuo projektu projektuojamas statinys – vėjo elektrinė VE-3.

1.2. Kompiuterinė programinė įranga, kuria naudojantis parengta ši projektinių pasiūlymų dalis

1. Microsoft Windows 11;
2. Microsoft Office 365;
3. Autodesk AutoCAD 2026;
4. NEPLAN 360.

2. PROJEKTINIŲ PASIŪLYMŲ SPRENDINIAI

Šiuo projektu numatomas II etapo įgyvendinimas – dviejų UAB „Intuva“ vėjo elektrinių prijungimas prie Kliento vidaus tinkle I etapu įrengtų modulinį transformatorių MP3 ir MP4 rezervinių narvelių. Šiuo projektu projektuojama vėjo elektrinė prijungiama prie modulinės transformatorinės MP3.

Suminė hibridinės elektrinės leistina generuoti galia yra lygi 3 000 kW. Visoms dvejoms vėjo elektrinėms rengiami atskiri projektai. Šiuo projektu projektuojamas statinys – vėjo elektrinė VE-3. Vėjo elektrinė (toliau - VE), saulės elektrinė (toliau - SE).

Skirstomojo tinklo operatoriaus komutaciniame punkte KP PŠI-1 darbai neatliekami.

Šiame projekte pateikiami visi skaičiavimai susiję su vėjo elektrinių parko prijungimo prie skirstomojo tinklo ir šio parko įtaka skirstomajam tinklui.

UAB „Intuva“ projektai išskaidyti ir atliekami:

- Projektuotojas: UAB „Elektros tinklų projektai“. Projekto pavadinimas „Energijos iš atsinaujinančių išteklių gamybos paskirties inžinerinio statinio, vėjo elektrinės VE-3, Ukmergės r. sav., Pivonijos sen., Miliaučiznos k., statybos projektas“. Projekto Nr. 2023-56-02-02-PP-E;

- Projektuotojas: UAB „Elektros tinklų projektai“. Projekto pavadinimas „Energijos iš atsinaujinančių išteklių gamybos paskirties inžinerinio statinio, vėjo elektrinės VE-4, Ukmergės r. sav., Pivonijos sen., Miliaučiznos k., statybos projektas“. Projekto Nr. 2023-56-02-03-PP-E.

0	2025-07	Statybos leidimui, konkursui			
LAIDA	IŠLEIDIMO DATA	LAIDOS STATUSAS. KEITIMO PRIEŽASTIS (JEI TAIKOMA)			
KVAL. PATV. DOK. NR.				STATINIO PROJEKTO PAVADINIMAS	
				Energijos iš atsinaujinančių išteklių gamybos paskirties inžinerinio statinio, vėjo elektrinės VE-3, Ukmergės r. sav., Pivonijos sen., Miliaučiznos k., statybos projektas	
37461	PV			STATINIO NR. IR PAVADINIMAS	
	Domantas Aleknavičius			2023-56-02-02-PP	
33094	PDV	Domantas Aleknavičius		Vėjo elektrinė VE-3	
	PDVA	Saulius Steponavičius		DOKUMENTO PAVADINIMAS	
				Aiškinamasis raštas	
				LAIDA	0
lt	STATYTOJAS IR (ARBA) UŽSAKOVAS			DOKUMENTO ŽYMUO	
	UAB „Intuva“			2023-56-02-02-PP-E_AR	
				LAPAS	LAPŲ
				1	8

3. ĮTAKOS TINKLUI VERTINIMAS

3.1. Pradiniai tinklo duomenys

Trumpųjų jungimų srovių reikšmės Ukmergės TP 110/35/10 kV šynose pateikiamos 1 lentelėje. Principinė skaičiuojamojo 35 kV tinklo schema pateikiama brėžinyje 2023-56-02-02-PP- E_B-03.

1 lentelė. Ukmergės TP, trumpojo jungimo srovių reikšmės.

Eilės Nr.	Trumpojo jungimo taškas	Trumpųjų jungimų srovės	
		$I_k(3)_{\max}$	$I_k(3)_{\min}$
1.	Ukmergės TP 110/35/10, Š-35	2834 A	2230 A
2.	Ukmergės TP 110/35/10, Š-35 pagal nutarimą Nr. O3E-684	3684 A	2899 A

Ukmergės TP, transformatoriaus T-2 35 kV apvijos vardinė galia: $S = 25 \text{ MVA}$

Vėjo elektrinės duomenys

Vėjo elektrinė pagal galia priskiriama B tipo elektrinei.

Vėjo elektrinė jungiama prie tinklo per transformatorinę (MP3) .

MT skaičius – $n_{MT} = 1$;

VE skaičius – $n_{VE} = 1$ (Enercon E82 gaminys)

Vėjo elektrinės duomenys:

Vardinė aktyvioji galia – $P_N = 1750 \text{ kW}$;

Vardinė reaktyvioji galia – $Q_N = 69 \text{ kVAr}$;

Vardinė pilnutinė galia – $S_N = 1750 \text{ kVA}$;

Vardinė srovė – $I_{N0,4} = 2807 \text{ A}$;

Vardinė įtampa – $U_{N0,4} = 400 \text{ V}$;

Trumpojo jungimo srovė – $I_k = 1,7 \cdot I_N$.

Vėjo elektrinių MT transformatorių duomenys:

$U_N = 10/0,4 \text{ kV}$;

$S_N = 2000 \text{ kVA}$;

$U_k = 6,0\%$.

4. TINKLO PARAMETRŲ APSKAIČIAVIMAS

Nagrinėjamo 35kV tinklo linijų skerspjūviai ir skaičiuojamosios varžos pateiktos 2 lentelėje.

2. lentelė. 35kV tinklo linijų skaičiuojamųjų varžų lentelė.

Eil. Nr.	Atkarpa nuo	Atkarpa iki	Laidininkas	Laidininko ilgis L, km	r_0 , Ω/km	x_0 , Ω/km	Varža Z_L , Ω
1.	Ukmergės TP	Pašilės TP	AS-70	5,517	0,310	0,370	$1,710+j2,041$
2.	Ukmergės TP	Pašilės TP	AS-95	3,630	0,430	0,380	$1,561+j1380$
3.	Pašilės TP	Pašilė - Želsva Atr. Nr. 14	AS-70	2,585	0,430	0,380	$1,112+j0,982$
4.	Pašilė - Želsva Atr. Nr. 14	KP PŠI-1	AXLJ-TT 240	0,045	0,125	0,180	$0,006+j0,008$
5.	KP PŠI-1	Pašilė - Želsva Atr. Nr. 14	AXLJ-TT 240	0,045	0,125	0,180	$0,006+j0,008$
6.	KP PŠI-1	MT2	3x1x50	2,197	0,641	0,200	$1,408+j0,439$

DOKUMENTO ŽYMUO	LAPAS	LAPŲ	LAIDA
2023-56-02-02-PP-E_AR	2	8	0

5. TRUMPŲJŲ JUNGIMŲ SKAIČIAVIMAS

Sistemos varža Ukmergės TP 35 kV šynose Š-35 maksimaliame režime:

$$Z_{S \max} = 7,130 \, \Omega.$$

Sistemos varža Ukmergės TP 35 kV šynose Š-35 minimaliame režime

$$Z_{S \min} = 9,062 \, \Omega.$$

35 kV KP PŠI-1

35 kV linijos nuo Ukmergės TP iki KP PŠI-1 prijungimo taško varža:

$$Z_L = 4,388 + j4,411 = 6,22 \, \Omega.$$

Maksimali trifazio trumpojo jungimo srovė 35 kV KP PŠI-1 prijungimo taške:

$$I_{k3 \max} = 1637 \, A$$

Minimali dvifazio trumpojo jungimo srovė 35 kV KP PŠI-1 prijungimo taške:

$$I_{k2 \min} = 1235 \, A$$

35 kV KP PŠI-1 pagal nutarimą Nr. O3E-684 įrangos patikrinimui/parinkimui

Maksimali trifazio trumpojo jungimo srovė 35 kV KP PŠI-1 prijungimo taške:

$$I_{k3 \max} = 1867 \, A$$

Minimali dvifazio trumpojo jungimo srovė 35 kV KP PŠI-1 prijungimo taške:

$$I_{k2 \min} = 1488 \, A$$

35 kV MP3

35 kV linijos nuo KP PŠI-1 iki MP3 prijungimo taško varža:

$$Z_L = 1,408 + j0,439 = 1,47 \, \Omega.$$

Maksimali trifazio trumpojo jungimo srovė 35 kV MP3 prijungimo taške:

$$I_{k3 \max} = 1518 \, A$$

Minimali dvifazio trumpojo jungimo srovė 35 kV MP3 prijungimo taške:

$$I_{k2 \min} = 1161 \, A$$

MP3 35/0,4 kV transformatorių varža:

$$Z_T = j16,59 \, \Omega$$

Maksimali trifazė trumpojo jungimo srovė tekanti į MP3 0,4 kV šynas iš tinklo:

$$I_{k3}^{0,4}{}_{\max} = 30962 \, A$$

Minimali vienfazė trumpojo jungimo srovė tekanti į MP3 0,4 kV šynas iš tinklo:

$$I_{k1}^{0,4}{}_{\max} = 14518 \, A$$

Projektuojama MP3 pagal nutarimą Nr. O3E-684 įrangos patikrinimui/parinkimui

Maksimali trifazio trumpojo jungimo srovė 35 kV MP3 prijungimo taške:

$$I_{k3 \max} = 1705 \, A$$

DOKUMENTO ŽYMUO	LAPAS	LAPŲ	LAIDA
2023-56-02-02-PP-E_AR	3	8	0

Minimali dvifazio trumpojo jungimo srovė 35 kV MP3 prijungimo taške:

$$I_{k2 \min} = 1379 \text{ A}$$

MP3 35/0,4 kV transformatorių varža:

$$Z_T = j16,59 \Omega$$

Maksimali trifazė trumpojo jungimo srovė tekanti į MP3 0,4 kV šlynas iš tinklo:

$$I_{k3^{0,4}}^{\max} = 37029 \text{ A}$$

Minimali vienfazė trumpojo jungimo srovė tekanti į MP3 0,4 kV šlynas iš tinklo:

$$I_{k1^{0,4}}^{\max} = 16144 \text{ A}$$

6. ĮTAMPOS VĖJO ELEKTRINĖS PRIJUNGIMO TAŠKE SKAIČIAVIMAS

Tam kad elektrinės galėtų atiduoti energiją į KP PŠI-1 35 kV šlynas, prijungimo taške darbo įtampa turi būti aukštesnė nei pastotės šlynų. Į skaičiavimus įtraukta ir analogiškomi sąlygomis prie tinklo prijungiama UAB „Relektra“ vėjo elektrinė, kurios leistina generuoti galia 4 430 kW.

Pastaba: Skaičiavimai atlikti vertinat esamų ir planuojamų prijungti generatorių galias pagal AB „Energijos skirstymo operatorius“ pateiktus duomenis į Ukmergės TP

Skaičiavimuose priimama, kad apkrova linijoje yra nulinė, o elektrinės dirba didžiausia leistina galia 3 000 kW. Prijungtų generatorių linijoje duomenys pateikti 2023-56-02-02-PP-E_B-03.

Skaičiavimuose naudojame: P_{N-SE} vardinė aktyvioji galia; Q_{N-SE} vardinė reaktyvioji galia; R_L – linijos aktyvioji varža; X_L – linijos reaktyvioji varža. Pagal AB „Energijos skirstymo operatorius“ pateiktus duomenis Ukmergės TP $U_N = 36,300 \text{ kV}$. Žiūrėti brėž. Nr. 2023-56-02-02-PP-E_B-03.

7. TALPINIŲ SROVIŲ SKAIČIAVIMAS

Kadangi naujai projektuojama vėjo elektrinė jungiasi į gamintojo 0,4 kV vidaus tinklą, talpinių įžemėjimo srovių dydžio skaičiavimas nevykdomas, nes jis neturės įtakos skirstomojo tinklo operatoriaus 35 kV tinklui.

8. VĖJO ELEKTRINĖS ĮTAMPOS STAIGIŲJŲ POKYČIŲ SKAIČIAVIMAS

Staigusis įtampos pokytis yra apibrėžiamas kaip pavienis staigus įtampos kitimas. Prijungimo taško įtampos staigieji pokyčiai, kurių priežastis yra elektrinė, turi atitikti jų dydį (d) ribojančius reikalavimus, pateikiamus 5 lentelėje.

3 lentelė. Staigiųjų įtampos pokyčių ir mirgėjimo leistinosios ribos

Eil. Nr.	Įtampos pokyčių ir mirgėjimo dažnis r (kartai per valandą)	Didžiausias leistinasis įtampos pokytis ir mirgėjimas d , %	
		35 kV ir žemesnė įtampa	110 kV ir aukštesnė įtampa
1.	$r \leq 1$	4	3
2.	$1 < r \leq 10$	3	2,5
3.	$10 < r \leq 100$	2	1,5
4.	$100 < r \leq 1000$	1,25	1

Staigiojo įtampos pokyčio faktorius (d) ir įtampos pokyčio faktoriaus santykis yra:

$$d(\%) = 100 \cdot k_u(\psi_k) \cdot \frac{S_n}{S_k}$$

Čia: S_k – trumpojo jungimo galia prijungimo taške; ψ_k – trumpojo jungimo grandinės fazinis kampas prijungimo taške; S_n – vėjo elektrinės vardinė pilnutinė galia.

Trumpojo jungimo galia vėjo elektrinės prijungimo taške yra $S_k = 86\,454 \text{ kVA}$, o fazinis kampas $\psi_k = 71,96^\circ$

Remiantis elektrinės sertifikate nurodytais įtampos kritimais interpoliuojant apskaičiuota, kad trumpojo jungimo grandinės kampui esant $71,96^\circ$, susidaranti įtampos pokyčio faktorius turi šias vertes:

DOKUMENTO ŽYMUO	LAPAS	LAPŲ	LAIDA
2023-56-02-02-PP-E_AR	4	8	0

įjungiant elektrinę ties pradine galia $k_u(\psi_k) = 0,021$,
 įjungiant elektrinę ties vardine galia $k_u(\psi_k) = 0,57$.

Pagal įjungimų ir išjungimų skaičiaus apribojimus, staigiojo įtampos pokyčio (d) ir įtampos pokyčio faktoriaus santykis yra:

$$d(\%)_1 = 100 \cdot 0,021 \cdot \frac{1750}{86454} = 0,043 \leq 1,25;$$

$$d(\%)_2 = 100 \cdot 0,57 \cdot \frac{1750}{86454} = 1,154 \leq 1,25;$$

čia $d(\%)_1$; $d(\%)_2$, – staigiojo įtampos pokyčio (d) ir įtampos pokyčio faktoriaus santykis esant atitinkamai pradinei elektrinės galiai, vardinei elektrinės galiai.

Išvada: apskaičiuotas staigusis įtampos pokytis elektrinės prijungimo taške yra mažesnis už AB „Energijos skirstymo operatorius“ reikalavimų elektrinių projektavimui 3 lentelėje pateiktas ribines vertes.

9. VĖJAS ELEKTRINĖS HARMONINIŲ IŠKRAIPYMO KOEFICIENTO SKAIČIAVIMAS

Harmonikų įtampos gali būti nustatomos dvejopai: individualiai pagal įtampos santykinę amplitudę U_h pagrindinės harmonikos įtampos atžvilgiu (h harmonikos eilė) arba pagal bendrą harmonikų iškreipimo koeficientą TDH, kuris apskaičiuojamas pagal tokią išraišką:

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^H U_h^2} = 0,9568 \%$$

Čia: h – harmonikos eilė;

H – pirmosios (pagrindinės) harmonikos įtampa;

U_h – h -osios harmonikos įtampa prijungimo taške.

Bendras įtampos iškreipimų koeficientas TDH neviršija viršyti - 3%. Pagal gautus rezultatus 0,9568 % < 3 %, vadinasi įtampos iškreipimų koeficientas neviršija keliamų reikalavimų.

10. VĖJO ELEKTRINĖS GENERUOJAMOS GALIOS SUKELIAMO ĮTAMPOS MIRGĖJIMO SKAIČIAVIMAS

Tikrinama mirgėjimo aštrumo ilgalaikio rodiklio leistinoji riba pagal VE prijungimo taisyklių 4 priede 2 lentelėje pateiktus reikalavimus ($P_{lt} = 0,500$).

Vėjo elektrinės įtampos mirgėjimo koeficientui keliami reikalavimai išreiškiami formule:

$$c(\psi_k, v_a) < P_{lt} \cdot \frac{S_k}{\sqrt{S_{park} \cdot S_n}}.$$

Čia $c(\psi_k, v_a)$ – įtampos mirgėjimo koeficientas; S_k – trumpojo jungimo galia prijungimo taške; ψ_k – trumpojo jungimo grandinės fazinis kampas prijungimo taške; v_a – metinis vidutinis vėjo greitis veleno aukštyje; S_n – vėjo elektrinės vardinė pilnutinė galia; S_{park} – vėjo elektrinės vardinių parko pilnutinė galia.

Projektuojamo vėjo elektrinių parko galia yra lygi vienos elektrinės galiai: $S_{park} = S_n = 1750$ kVA.

$$c(\varphi_k, v_a) < 0,5 \cdot \frac{86454}{\sqrt{1750 \cdot 1750}};$$

$$c(\varphi_k, v_a) < 24,701.$$

Remiantis vėjo elektrinės sertifikate nurodytais parametrais interpoliuojant apskaičiuota, kad trumpojo jungimo grandinės kampui esant $71,96^\circ$ ir metiniam vidutiniam vėjo greičiui esant 6 m/s, elektrinės įtampos mirgėjimo koeficientas $c(\psi_k, v_a) = 1,820$.

$$c(\varphi_k, v_a) = 1,820 < 24,701.$$

Išvada: VE generuojamos galios sukelti įtampos mirgėjimai atitinka Vėjo elektrinių prijungimo prie Lietuvos elektros energetikos sistemos techninių taisyklių XIV skyriaus 59 p. reikalavimus.

DOKUMENTO ŽYMUO	LAPAS	LAPŲ	LAIDA
2023-56-02-02-PP-E_AR	5	8	0

14. VĖJO ELEKTRINĖS HARMONINIŲ SROVIŲ SKAIČIAVIMAI

Vėjo elektrinės generuojamos harmoninės srovės patikrinimas.

Naudojama formulė:

$$I_h(\%) \leq U_h(\%) \cdot \sqrt{\frac{1 + (tg\psi_k)^2}{1 + (h \cdot tg\psi_k)^2}} \cdot \frac{S_k}{S_{apkr} + S_{park}}$$

Čia: I_h – vėjo elektrinės h -harmoninės srovės ir pagrindinio dažnio srovės santykis;
 U_h – h - harmoninės įtampos leistinoji vertė iš lentelės;
 S_k – trumpojo jungimo galia prijungimo taške;
 φ_k – trumpojo jungimo grandinės fazinis kampas prijungimo taške;
 S_{apkr} – elektros tinklo pastotės vietinė (be vietinio generavimo) apkrovos galia;
 S_{park} – vėjo elektrinių parko arba vėjo elektrinės pilnutinė vardinė galia.

4. lentelė. SE harmoninių srovių skaičiavimo lentelė

Harmonikos eilė, h	Projektinė leistinoji harmoninės įtampos vertė $U_h, \%$	Apskaičiuota leistina vertė, $I_h \%$	Vėjo elektrinės h -harmoninės srovės ir pagrindinio dažnio srovės santykis, $I_h \%$
2	1,6	0,20	2,48
3	4,0	0,10	5,24
4	1,0	0,20	1,16
5	5,0	0,80	5,23
6	0,5	0,00	0,48
7	4,0	1,00	3,59
8	0,4	0,00	0,34
9	1,2	0,10	0,96
10	0,4	0,10	0,30
11	3,0	0,90	2,17
12	0,2	0,00	0,14
13	2,5	0,50	1,67
14	0,2	0,10	0,13
15	0,3	0,10	0,19
16	0,2	0,10	0,12
17	1,6	0,20	0,94
18	0,2	s0,00	0,11
19	1,2	0,10	0,67
20	0,2	0,00	0,11
21	0,2	0,00	0,11
22	0,2	0,00	0,10
23	1,2	0,00	0,61
24	0,2	0,00	0,10
25	1,2	0,00	0,58

DOKUMENTO ŽYMUO

2023-56-02-02-PP-E_AR

LAPAS

6

LAPŲ

8

LAIDA

0

11. VĖJO ELEKTRINĖS APSAUGŲ NUOSTATAI

VE apsaugų statos ir delsos (atlikta pagal Elektrinės dalies RAA derinimo protokolą B tipo elektrinei pagal AB ESO reikalavimus):

5 lentelė. Įtampos apsaugų nustatymai

Nr.	Pavadinimas Nuoroda į aktualų EN 50549 standarto punktą Nuoroda į aktualų ES reglamento 2016/631 punktą	Parametrų vertės
1.	Per aukštą įtampa 1 EN 50549: 4.9.3.3 Overvoltage protection 1, U> [59] ES 2016/631: 14.5 (b)	U = 1,2 s.v.; t ≤ 5 s
2.	Per aukštą įtampa 2 EN 50549: 4.9.3.3 Overvoltage protection 2, U>> [59] ES 2016/631: 14.5 (b)	U = 1,25 s.v.; t = 0,1 s
3.	Per žemą įtampa 1 EN 50549: 4.9.3.2 Undervoltage protection 1, U< [27] ES 2016/631: 14.5 (b)	U = 0,89 s.v. ; t = 180 s
4.	Per žemą įtampa 2 EN 50549: 4.9.3.2 Undervoltage protection 2, U<< [27] ES 2016/631: 14.5 (b)	U = 0,85 s.v. ; t ≤ 3 s
5.	Elektros energijos gamybos modulių atsparumas triktims EN 50549: 4.5.3 [LVRT / UVRT / FRT] ES 2016/631: 14.3, 20.3 (EJPM)	EJPM tipo atveju U [s. v.] t [s] Žr. 2 pav. Uret: 0,05 tclear: 0,25 Uclear: 0,15 trec1: 0,25 Urec1: 0,15 trec2: 0,25 Urec2: 0,85 trec3: 3,0 Elektros energijos gamybos modulių atsparumas triktims EN 50549: 4.5.3 [LVRT / UVRT / FRT] ES 2016/631: 14.3, 20.3 (EJPM) EJPM tipo atveju U [s. v.] t [s] Žr. 2 pav. Uret: 0,05 tclear: 0,25 Uclear: 0,15 trec1: 0,25 Urec1: 0,15 trec2: 0,25 Urec2: 0,85 trec3: 3,0

6 lentelė. Dažnio apsaugų nustatymai

Nr.	Pavadinimas Nuoroda į aktualų EN 50549 standarto punktą Nuoroda į aktualų ES reglamento 2016/631 punktą	Parametrų vertės
1.	Per aukštą įtampa 1 EN 50549: 4.9.3.3 Overvoltage protection 1, U> [59] ES 2016/631: 14.5 (b)	51 Hz ≤ f ≤ 51,49 Hz, t ≥ 1800 s
2.	Per aukštą įtampa 2 EN 50549: 4.9.3.3 Overvoltage protection 2, U>> [59] ES 2016/631: 14.5 (b)	f ≥ 51,5 Hz, t = 0,2 s
3.	Per žemą įtampa 1 EN 50549: 4.9.3.2 Undervoltage protection 1, U< [27] ES 2016/631: 14.5 (b)	47,5 Hz ≤ f ≤ 49 Hz, t ≥ 1800 s
4.	Per žemą įtampa 2 EN 50549: 4.9.3.2 Undervoltage protection 2, U<< [27] ES 2016/631: 14.5 (b)	f ≤ 47,49 Hz, t = 0,2 s
5.	Elektros energijos gamybos modulių atsparumas triktims EN 50549: 4.5.3 [LVRT / UVRT / FRT] ES 2016/631: 14.3, 20.3 (EJPM)	Dažnio kitimo ROCOF vertė ne mažesnė nei ± 2,5 Hz/s (t.y. lygi arba didesnė skaitinei vertei/moduliui 2,5), delsa ne mažesnė nei (t.y. lygi arba didesnė) 80 ms.

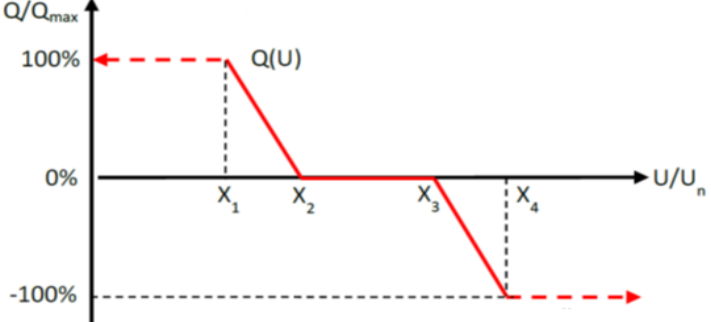
7 lentelė. Automatikos pagal įtampą ir dažnio parametrus nustatymai

Nr.	Pavadinimas Nuoroda į aktualų EN 50549 standarto punktą Nuoroda į aktualų ES reglamento 2016/631 punktą	Parametrų vertės
1.	Automatinis prisijungimas po įtampos atsistatymo (79) EN 50549: 4.10. ES 2016/631: 14.1, 14.4, 13.7	0,9 – 1,1 s.v. t (suveikimo) = 60 s; ΔP/P _{max} ≤ 10 %/min
2.	Automatinis prisijungimas po dažnio atsistatymo (79) EN 50549: 4.10. Connection ans starting to generate electrical power ES 2016/631: 14.1, 14.4, 13.7	49 Hz – 50,1 Hz; t (suveikimo) = 60 s; ΔP/P _{max} ≤ 10 %/min
3.	Aktyviosios galios atsakas į didėjančio dažnio pokytį / Riboto jautrumo pertekliniam dažniui (RJPD) EN 50549: 4.6.1. power response to overfrequency ES 2016/631: 14.1, 13.2	f (slenksčio) = 50,2 Hz Statizmas (angl. droop) s = 5 % Aktyvavimo delsa ≤ 0,5 s (žr 1 pav.)
4.	Reaktyvios galios reguliavimo pagal įtampą funkcija Q (U) EN 50549: 4.7 ES 2016/631: 20.2	Funkciją Q(U) taikyti atsižvelgiant į prisijungimo sąlygų reikalavimus: Taikoma B tipui (250-4999,99kW), kurių prijungimo taškas žemos įtampos tinklo ribose;

DOKUMENTO ŽYMUO

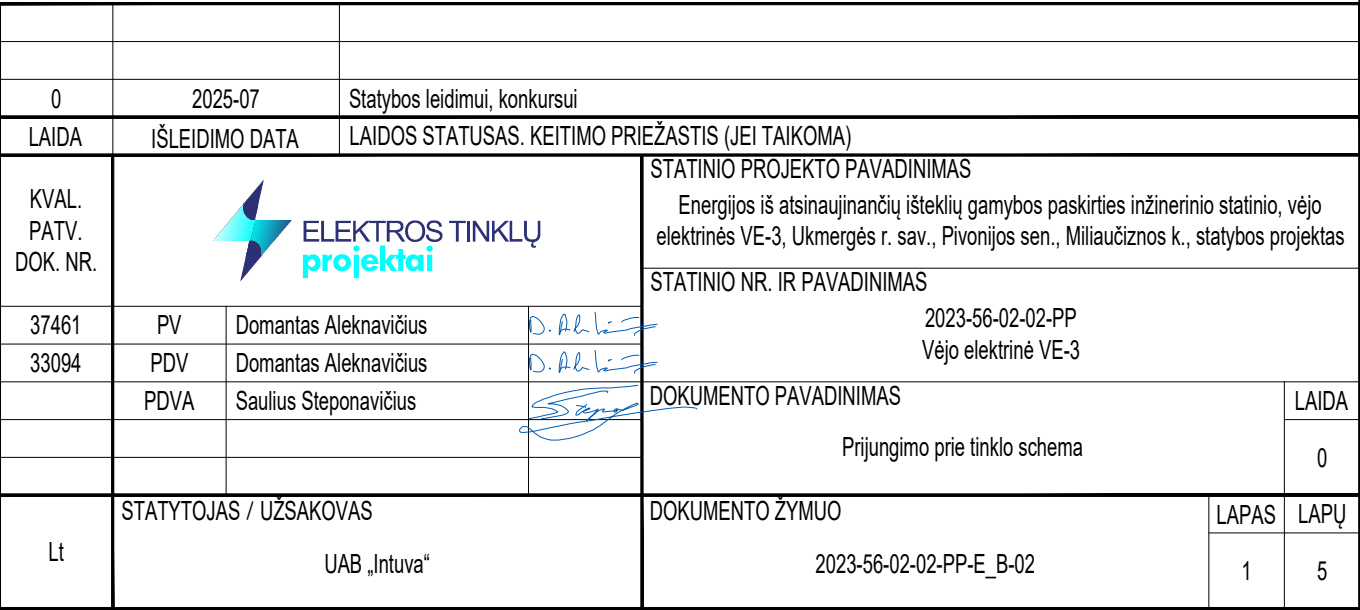
2023-56-02-02-PP-E_AR

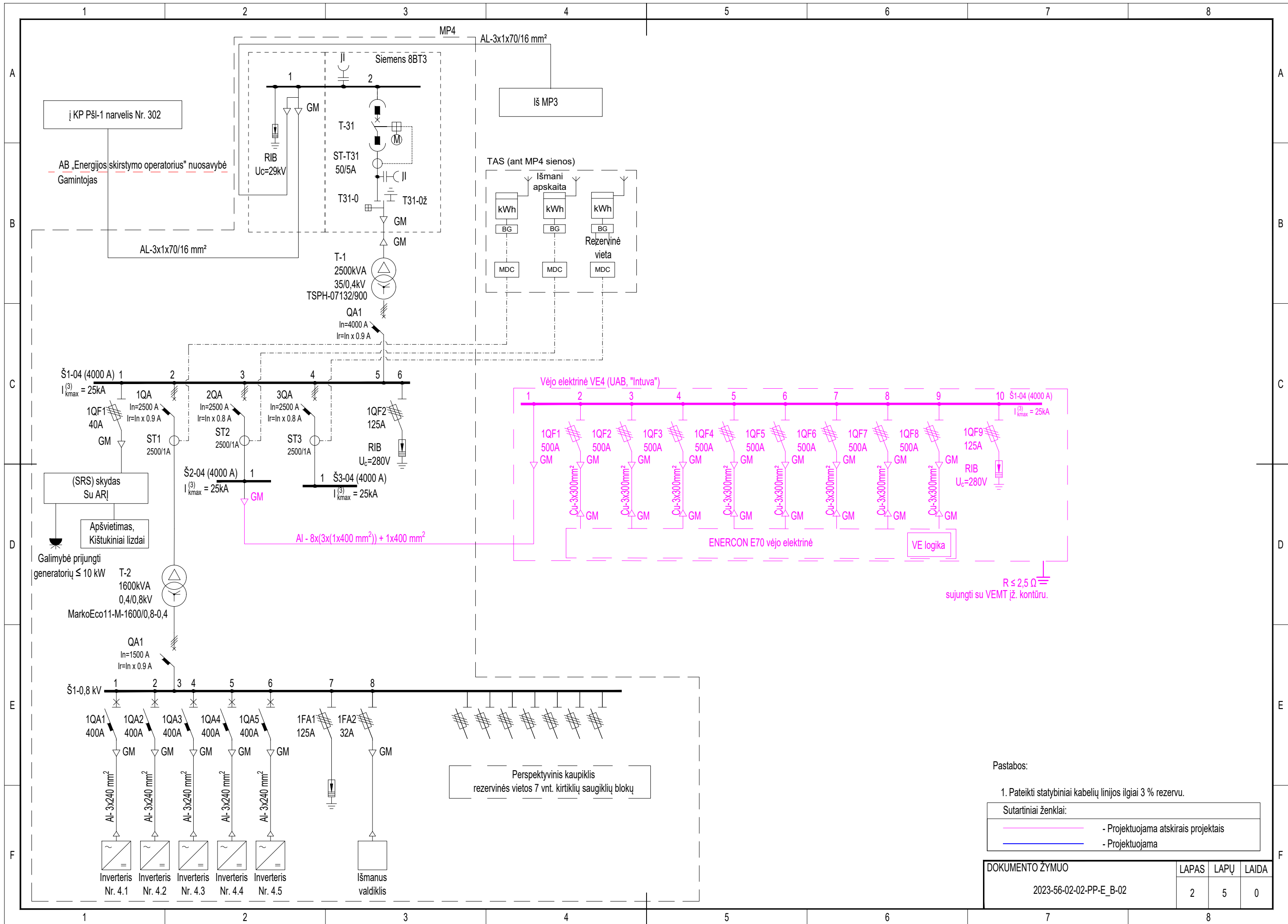
LAPAS	LAPŲ	LAIDA
7	8	0

Nr.	Pavadinimas Nuoroda į aktualų EN 50549 standarto punktą Nuoroda į aktualų ES reglamento 2016/631 punktą	Parametrų vertės
		B tipo elektros jėgainių parko modulio P-Q/Pmax galios charakteristikos profilis aktyvuojamas keitiklyje pagal „stačiakampio“ profilį (3 paveikslėlis). Q(U) kreivės taškas A: $0,91 \cdot U_N$; Q/Pmax = 0,484 (P/Q galimybių riba generuoti reaktyviąją galią) Q(U) kreivės taškas B: $0,95 \cdot U_N$; Q/Pmax = 0 Q(U) kreivės taškas C: $1,05 \cdot U_N$; Q/Pmax = 0 Q(U) kreivės taškas D: $1,09 \cdot U_N$; Q/Pmax = -0,484 (P/Q galimybių riba vartoti reaktyviąją galią) ESO tinklo atžvilgiu turi būti išlaikomas aktyvios ir reaktyvios galios kryptingumas Esant poreikiui, atsižvelgiant į skirstomųjų elektros tinklų įtampos stabilumą prijungimo taške, skirstomųjų tinklų operatorius gali pareikalauti nustatyti parametrų reikšmes, pateiktas skliaustuose (0,92; 0,96; 1,04; 1,08) Taikoma B tipui (250-4999,99kW), kurių prijungimo taškas vidutinės įtampos tinklo ribose; B tipo elektros jėgainių parko modulio P-Q/Pmax galios charakteristikos profilis aktyvuojamas keitiklyje pagal „stačiakampio“ profilį (3 paveikslėlis). Q(U) kreivės taškas A: $0,92 \cdot U_N$; Q/Pmax = 0,484 (P/Q galimybių riba generuoti reaktyviąją galią) Q(U) kreivės taškas B: $0,96 \cdot U_N$; Q/Pmax = 0 Q(U) kreivės taškas C: $1,04 \cdot U_N$; Q/Pmax = 0 Q(U) kreivės taškas D: $1,08 \cdot U_N$; Q/Pmax = -0,484 (P/Q galimybių riba vartoti reaktyviąją galią) ESO tinklo atžvilgiu turi būti išlaikomas aktyvios ir reaktyvios galios kryptingumas Esant poreikiui, atsižvelgiant į skirstomųjų elektros tinklų įtampos stabilumą prijungimo taške, skirstomųjų tinklų operatorius gali pareikalauti nustatyti parametrų reikšmes, pateiktas skliaustuose (0,91; 0,95; 1,05; 1,09) 
5.	Įtampos ir reaktyvios galios reguliatorių laiko pastoviosios nustatymas EN 50549: 4.7, 4.7.2.3 ES 2016/631: 20.2	Nustatomas vienu iš šių būdų: <u>Inercinė grandis (pirmos eilės filtras, angl. <i>first order filter</i>) nustatoma – 15 s, draudžiama < 10 s ir > 20 s;</u> Integruojanti grandis nustatoma – 30 s, draudžiama < 10 s ir > 50 s; Inercinė-integruojanti grandis: nustatoma inercinė grandis – 15 s, draudžiama < 10 s ir > 20 s; nustatoma integruojanti grandis – 30 s, draudžiama < 10 s ir > 50 s.

DOKUMENTO ŽYMUO	LAPAS	LAPŲ	LAIDA
2023-56-02-02-PP-E_AR	8	8	0

BRÉŽINIAI





Pastabos:

1. Pateikti statybiniai kabelių linijos ilgiai 3 % rezervu.

Sutartiniai ženklai:

- Projektuojama atskirais projektais
- Projektuojama

DOKUMENTO ŽYMUO	LAPAS	LAPŲ	LAIDA
2023-56-02-02-PP-E_B-02	2	5	0

